

Оглавление

Урок 1. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR.....	2
Урок 1. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR (Продолжение).....	16
Урок 2. Редактор схем CADSTAR: Работа с многолистowymi проектами.	26
Урок 3. Редактор схем CADSTAR: Добавление на схему элементов и связей.....	34
Урок 4. Редактор схем CADSTAR: Построение иерархии.	43
Урок 5. Редактор схем CADSTAR: Подготовка схемы для передачи данных в редактор печатных плат.....	54
Урок 6. Работа с библиотеками системы CADSTAR.	68
Урок 7 часть 1. Редактор плат CADSTAR. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR.....	82
Урок 7 часть 2. Редактор плат CADSTAR. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR.....	96
Урок 8. Редактор печатных плат системы CADSTAR: размещение компонентов.....	122
Урок 9. Простейшие приемы ручной и автоматической трассировки.....	135
Урок 10. Интерактивная и автоматическая трассировки с помощью программы Embedded Router...	148
Урок 11. Доработка чертежа печатной платы. Разработка топологических посадочных мест компонентов.	163
Урок 12. Генерация отчетов.....	178
Урок 13. Постпроцессорная обработка проекта	186
Урок 14. Трассировщик P.R.Editor XR. Введение в пользовательский интерфейс.....	205
Урок 15. Трассировщик P.R.Editor XR. Размещение компонентов.....	214
Урок 16. Трассировщик P.R.Editor XR. Ручная трассировка проводников.....	226
Урок 17. Трассировщик P.R.Editor XR. Управление атрибутами и их иерархия.	236
Урок 18. Трассировщик P.R.Editor XR. Основы управления автоматической разводкой.	245
Урок 19. Трассировщик P.R.Editor XR. Основы управления автоматической разводкой. Продолжение.	254
Урок 20. Трассировщик P.R.Editor XR. Выполнение проверок и генерация отчетов.....	264
Урок 21. Трассировщик P.R.Editor XR. Интерактивная трассировка.	274
Урок 22. Трассировщик P.R.Editor XR. Трассировка выводов компонентов.	288
Урок 23. Трассировщик P.R.Editor XR. Расстановка тестовых точек и перемычек.	299
Урок 24. Трассировщик P.R.Editor XR. Формирование на топологии различных областей специальной формы.	307

Урок 1. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR

Данный урок начинает новый цикл публикаций, посвященных системам проектирования печатных плат. На этот раз мы рассмотрим пакет CADSTAR производства компании Zuken, который обеспечивает сквозной цикл проектирования, включая подготовку библиотек, разработку схем, автоматические и интерактивные размещение компонентов и трассировку проводников, анализ целостности сигналов, подготовку данных для производства.

Цикл уроков рассчитан на изучение полнофункциональной версии системы CADSTAR. Основной целью первого урока является практический обзор функций редактора принципиальных схем системы CADSTAR, а также с основами немодальной функциональности, на которой строится весь пользовательский интерфейс системы. Предполагается, что пользователь знаком с персональным компьютером, операционной системой Windows и основными приемами работы с ней.

Запуск программы CADSTAR

Действия по запуску программы CADSTAR ничем не отличаются от таковых при работе с любой другой программой.

1. Нажмем кнопку ПУСК в панели задач.
2. Выберем в выпадающем окне раздел ПРОГРАММЫ, а в нём пункт CADSTAR.
3. В открывшемся списке выберем пункт Design Editor.
4. Первое, что мы увидим, будет окно Tip of the Day (совет дня), которое появляется всегда при первом запуске программы. В ходе этого курса обучения приведенные советы нам не понадобятся, поэтому просто отключим появление данного окна, для чего уберем галочку Show Tips on StartUp и нажмем кнопку Close.

Не беспокойтесь, если при запуске программа автоматически откроет проект схемы или печатной платы — это лишь означает, что программа сохранила настройки предыдущего пользователя. Чтобы закрыть все проекты, выполним команду меню Window | Close All.

Настройка окна программы CADSTAR

Первое, что требуется сделать, это переключить окно CADSTAR в полноэкранный режим. Другими словами, окно CADSTAR должно занимать максимально доступную площадь на экране монитора, а окно редактора схем Schematic Design занимать максимальную площадь внутри окна CADSTAR. Такой режим настраивается на соответствующей закладке диалогового окна Options.

1. Выполним команду меню Tools | Option.

На экране появляется диалоговое окно Options. В его верхней части мы видим несколько закладок, определяющих разные категории настроек программы.

2. С помощью мыши выберем закладку Display.

3. Здесь нас сейчас интересуют опции, представленные в поле Windows.

Выполним все настройки, как показано на рисунке 1 и закроем окно нажатием кнопки OK.

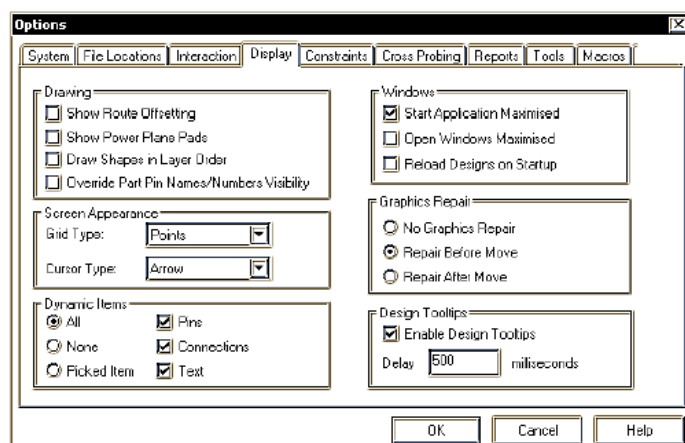


Рис. 1. Настройки окна программы CADSTAR.

Запуск редактора схем

Приступим к работе с редактором схем.

1. Выполним команду меню File | New.

На экране появится диалоговое окно создания нового документа, показанное на рисунке 2.

2. Выполним щелчок мышкой на закладке Schematic Design.

Здесь отображается набор ранее определенных шаблонов схмотехнических документов, включающих все необходимые технологические настройки. Использование подобных шаблонов позволяет значительно упростить первичную настройку проекта принципиальной схемы. При необходимости, любой из представленных здесь шаблонов может быть изменен. Пользователь также может создать свои собственные шаблоны из ранее созданных документов.

3. С помощью мыши выберем шаблон Form A1 и нажмем кнопку OK.

В рабочем окне программы CADSTAR появится чистый лист для рисования схемы, меню и панели инструментов примут вид, типичный для редактора схем.

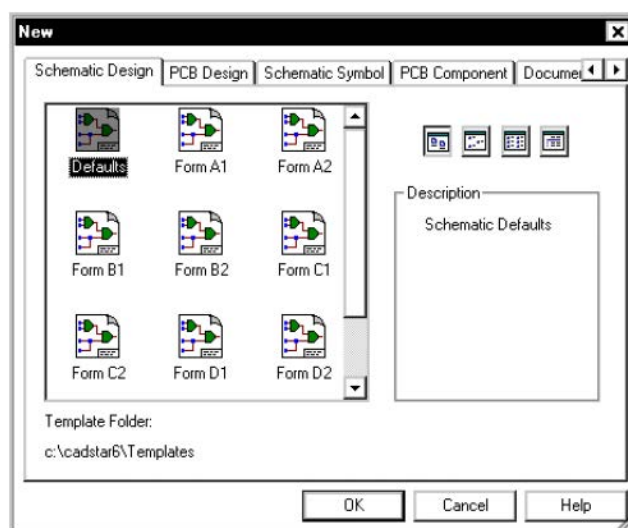


Рис. 2. Выбор шаблона принципиальной схемы.

Листы и иерархические связи между ними

В системе CADSTAR проект принципиальной схемы хранится в одном файле, но при этом может содержать в себе несколько листов.

Листы схем могут быть как частью иерархического дерева, так находиться на одном уровне иерархии с другими листами схемы. В первом случае электрическая связность осуществляется через порты иерархических блоков (Hierarchical Block Terminal), а во втором — посредством общих сигнальных линий (Signal References). Пример иерархической структуры проекта показан на рисунке 3.

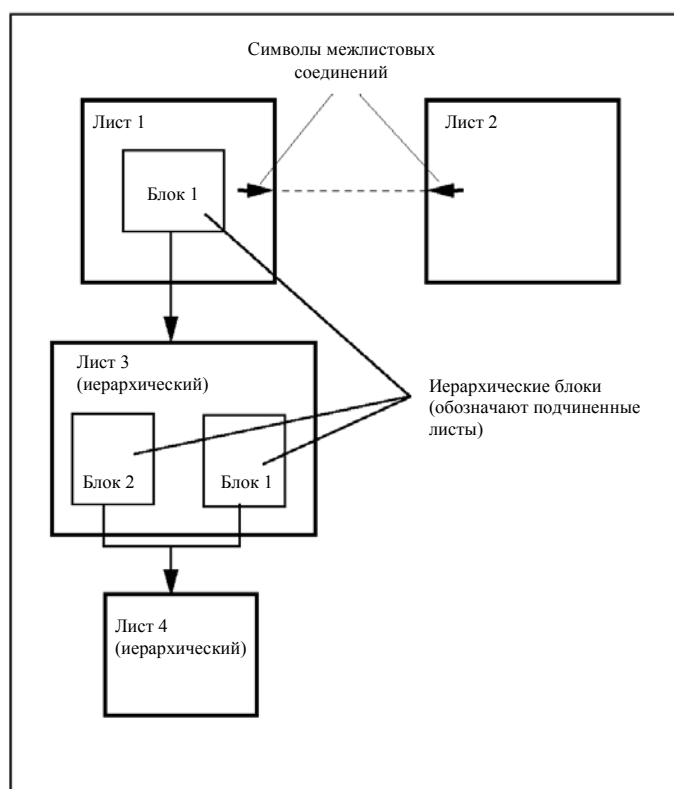


Рис. 3. Пример структуры иерархического проекта.

Интерфейс системы CADSTAR

Примерный вид интерфейса системы CADSTAR показан на рисунке 4.

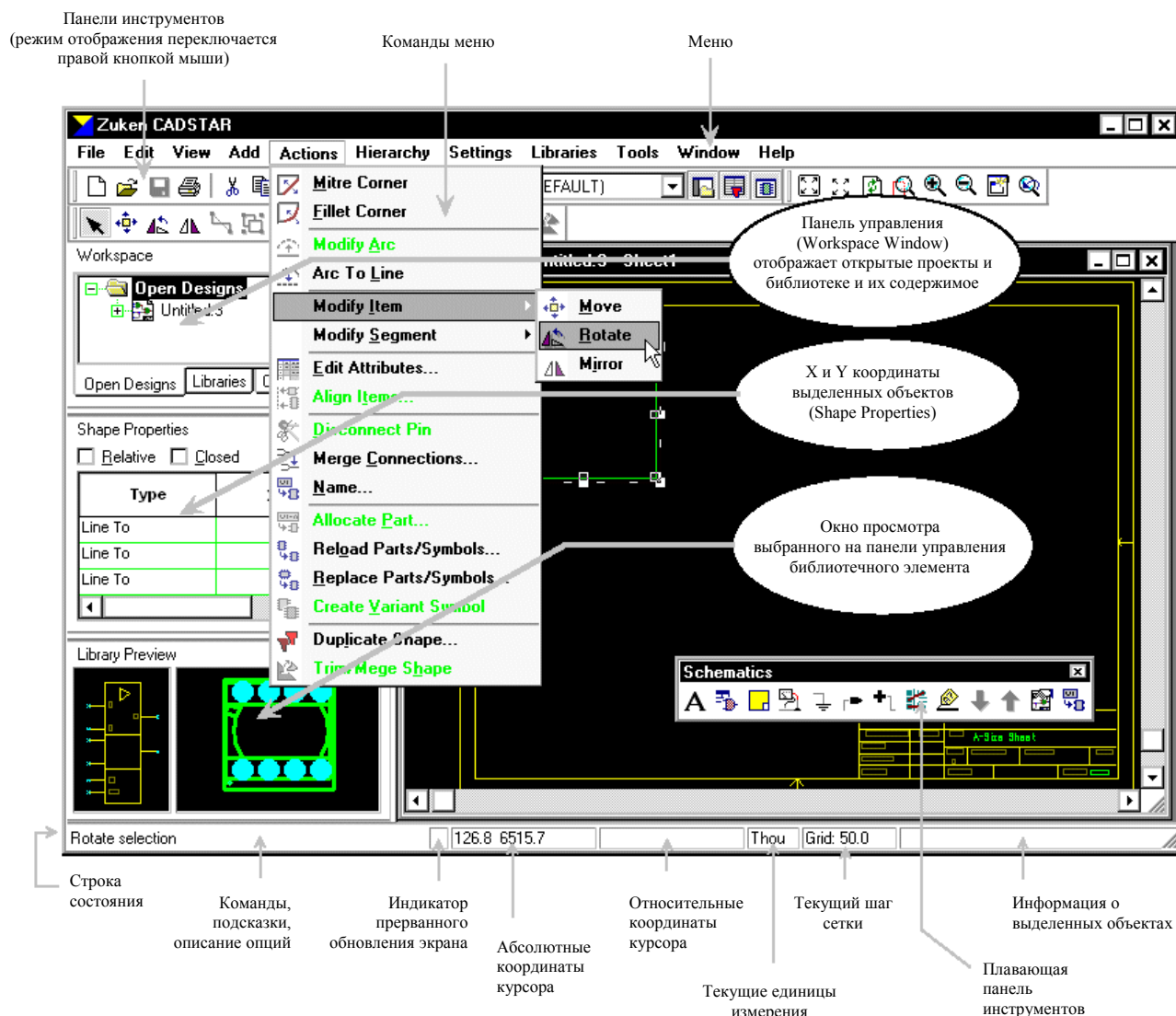


Рис. 4. Основные элементы пользовательского интерфейса системы CADSTAR.

Рассмотрим подробнее все элементы пользовательского интерфейса.

Главное меню

Здесь в виде выпадающих списков приведены все команды, доступные в редакторе схем.

Панели инструментов

Панели инструментов содержат кнопки, обеспечивающие быстрый доступ к часто используемым при работе над проектом интерактивным операциям, таким как выбор (Select), перемещение (Move), добавление (Add) и др. Режим отображения панелей инструментов переключается командами меню из раздела View | Toolbars. Настройка пользовательских панелей инструментов выполняется в окне Customize, вызываемом командой меню View | Toolbars | Customize.

Строка состояния

Здесь отображается информация об операциях или процессах выполняемых в текущий момент. В строке состояния содержится следующая информация (слева направо):

Команды, подсказки и описания опций — в этом поле отображается подсказка, предлагающая пользователю следующее действие, которое может быть выполнено, например: "Select connection start position" (выберите начальную точку линии связи). Здесь же отображаются вводимые консольные команды, такие как: S IC2, G 50, V и т.д., а также показывается краткое описание команд меню или кнопок панелей инструментов, на которые в этот момент наведен указатель мыши.

Индикатор прерванного обновления экрана — красный цвет индикатора сигнализирует о том, что последняя операция обновления экрана не была завершена должным образом, поэтому возможное отсутствие тех или иных объектов на экране не говорит об их отсутствии в проекте.

Координаты — эта ячейка показывает позицию курсора как пару координат X и Y. Координата X отображается первой. Координаты отображаются в тех единицах измерения, которые в данный момент выбраны в ячейке единиц измерения Unit (см. ниже по тексту).

Относительные координаты и радиус дуги или окружности — здесь отображается смещение курсора относительно выбранной стартовой точки по осям X и Y. Если курсор перемещается не по прямой линии, а под углом, то X и Y отображают вектор перемещения. Обнуление данной ячейки можно выполнить вводом консольной команды Z. Здесь же при выполнении команд Add Circle или Create/Modify Arc отображается радиус окружности или дуги соответственно.

Единицы измерения — здесь отображается, какие единицы измерения в данный момент используются в проекте в соответствии с установками меню Setting | Units. Если выполнить щелчок правой кнопкой мыши на этом поле, появится выпадающее меню, с помощью которого можно изменить единицы измерения (рис. 5).



Рис. 5. Выбор единиц измерения в строке состояния.

Сетка (Grids) — показывает имя текущей рабочей сетки или шаг между ее узлами. Если выполнить щелчок левой кнопкой мыши на этом поле, появится окно, в котором можно изменить шаг сетки или добавить другие типы сеток.

Дополнительная информация — в ячейках в правой части строки состояния, отображается информация, соответствующая выполняемым в данный момент операциям, например, имя цепи, тип рисуемого объекта и т.д.

Панель управления (Workspace Window)

На данной панели может быть отображена различная информация в зависимости от того, какая закладка выбрана в нижней части окна. Режим отображения панели переключается командой меню View | Windows | Workspace.

На закладке Open Design отображаются имена файлов, открытых в основном окне.

Закладка Libraries показывает перечень библиотек CADSTAR и список содержащихся в них элементов. Добавлять элементы из библиотек на схему можно просто перетаскивая их с этой закладки в поле редактора схем методом "drag-and-drop".

Закладка Current Design показывает содержимое проекта разбитое на категории: Nets (цепи), Elements (элементы), Testpoints (тестовые точки), Views (виды). Пользователь может выбрать любой элемент в любой из этих категорий для просмотра на схеме или изменения его свойств.

Type	X	Y
Start Point	1090	900
Line To	1090	2650
Line To	1290	2850
Line To	4650	2850
Line To	4850	2650
Line To	4850	900
Line To	3680	900
Line To	3680	550

Рис. 6. Изменение координат объектов в окне Shape Properties.

Свойства объекта (Shape Properties)

Здесь отображаются координаты X и Y элементов выбранного объекта. Пользователь может с высокой точностью изменять объекты, вводя в данном окне новые координаты X и Y (рис. 6).

Элементы библиотеки (Library Symbols)

Это окно показывает графическое представление символа и топологическое посадочное место компонента, выбранного в данный момент в списке библиотек на панели управления Workspace Window (рис. 7).

Использование справочной системы

Доступ к справочной информации может быть осуществлен различными методами. Первый метод — использование контекстно-зависимой справки, в этом случае доступ к необходимой информации осуществляется нажатием кнопки Help в активном диалоговом окне.

1. Выполним команду меню Tools | Options.

На экране появится диалоговое окно Options. Допустим, нам необходимо получить справку по настройкам, приведенным на вкладке Interaction данного диалогового окна.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на кнопке Help (рис. 8).

Откроется окно справочной системы, в котором будет показана HTML страница, показывающая на картинке копию вызванного диалогового окна.

3. Попробуем переместить указатель мыши по картинке диалогового окна на странице справки.

Заметим, что когда указатель мыши проходит над определёнными элементами окна, он меняет свой вид на символ руки  (button01). Для нас это означает, что для данного элемента доступна справочная информация.

Напомним, что нас интересует информация о вкладке Interaction, а не Display, открывшейся по умолчанию в диалоговом окне Options.

4. Наведем указатель мыши на закладку Interaction на картинке в окне справки и выполним щелчок левой кнопкой мыши. В окне справки отобразятся настройки закладки Interaction.

5. Наведем указатель мыши на опцию Two Segment – 90 Degrees на картинке в окне справки и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На экране появится вспомогательное окно, подробно описывающее данную опцию.

6. Чтобы закрыть это окно, щелкнем на нем левой кнопкой мыши.

7. Наведем указатель мыши на опцию Increment Pins on Pasting Connectors на картинке в окне справки и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

В окне справочной системы отобразится новая HTML страница, описывающая данную опцию.

8. Для возвращения к описанию закладки Interaction выполним щелчок левой кнопки мыши на кнопке Back, расположенной в верхней части окна справки.

Обычно в левой части окна справки отображается панель содержания справочной системы. Если эта панель не отображается, следует нажать кнопку Показать в верхней части окна справки.

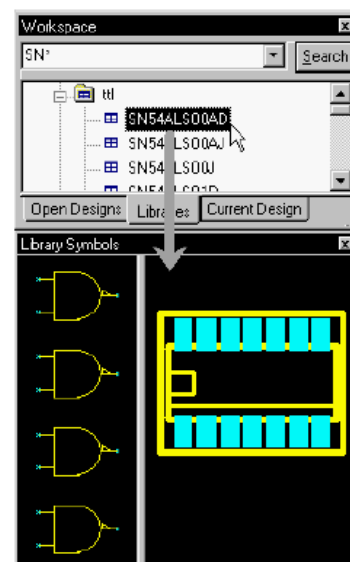


Рис. 7. Просмотр графического представления библиотечного элемента.

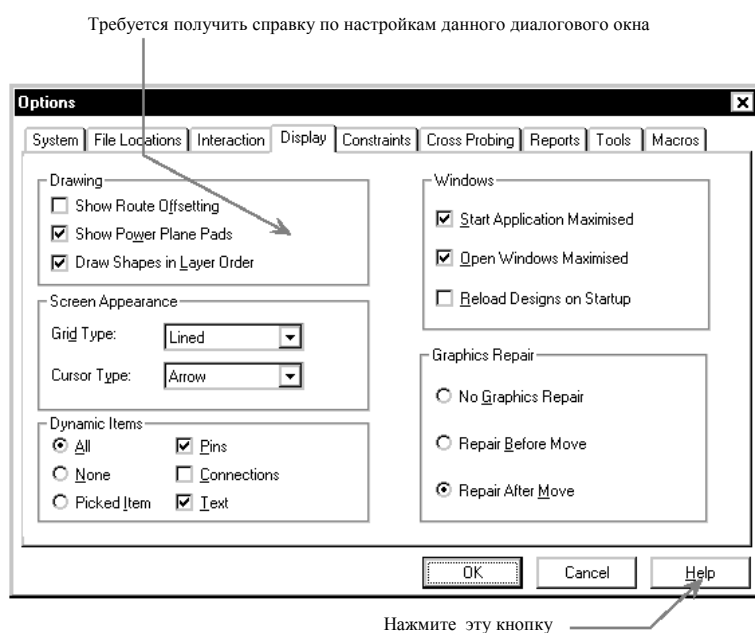


Рис. 8. Вызов контекстно-зависимой справки.

Содержание справочной системы показано в виде списка иконок в виде книжек, которые могут быть "открыты" для отображения всех разделов справочных сообщений, доступных для пакета CADSTAR.

9. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на книжке с названием CADSTAR 7.0. На экране список разделов данной книжки.

10. По дереву списка дойдём до раздела CADSTAR Menus | Design Editor Menus | Schematic Design | Tools menu.

Откроется HTML страница со списком всех команд меню из раздела Tools.

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на пункте Options. Откроется уже знакомая нам страница с описанием закладки Display.

12. Закроем окно справки.

Примечание: Для получения контекстно-чувствительной справки, когда у нас нет открытого диалогового окна, достаточно просто нажать клавишу F1 или выполнить команду меню Help | Current Tool Help.

Использование содержания и указателя

Другой метод вызова необходимой справочной информации, заключается в использовании команды меню Help | Contents and Index.

1. Выполним команду меню Help | Contents and Index.

2. В левой части открывшегося окна справочной системы выберем закладку Указатель (Index).

Допустим, что нам необходимо получить справку для закладки Interaction диалогового окна Options. Для каждого раздела справки авторы вводят ключевые слова, идентифицирующие рассматриваемые в них темы, используя которые, пользователь имеет возможность быстро найти необходимую справочную информацию.

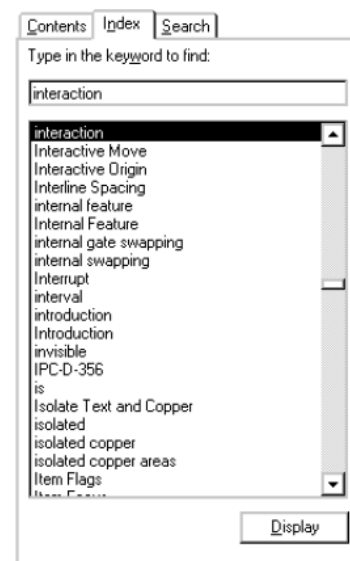


Рис. 9. Использование ключевых слов для поиска справочной информации.

3. В текстовое поле запроса введем слово Interaction.

Список ниже автоматически обновится и будет отображать все разделы, начинающиеся со слова Interaction (рис. 9).

4. Нажмем кнопку Показать (Display).

Откроется диалоговое окно, показанное на рисунке 10, отображающее список разделов, содержащих ключевое слово Interaction.

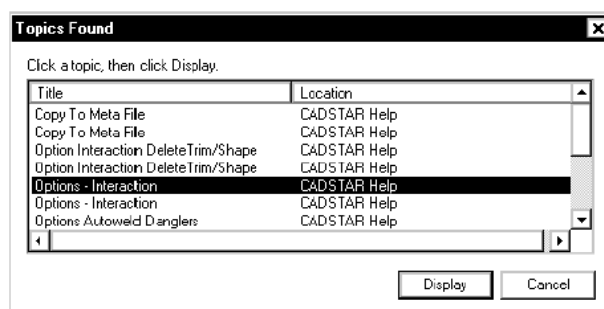


Рис. 10. Список разделов справки, содержащих ключевое слово Interaction.

5. Выберем раздел Options — Interaction и нажмем кнопку Показать (Display). Откроется уже знакомая нам страница с описанием закладки Interaction.

Использование функции поиска

Третий метод вызова необходимой справочной информации, заключается в использовании функции поиска.

1. В левой части открытого окна справочной системы выберем закладку Поиск (Search).

Допустим, что мы опять хотим найти справку для закладки Interaction диалогового окна Options.

2. В текстовое поле запроса введем слово Interaction и нажмем кнопку Разделы (List Topics).

В результате мы получим список разделов, содержащих слово Interaction (рис. 11).

3. Выберем раздел Options — Interaction и нажмем кнопку Показать (Display). Откроется уже знакомая нам страница с описанием закладки Interaction.

Обратите внимание, что на отображаемой странице слово Interaction будет подсвечено.

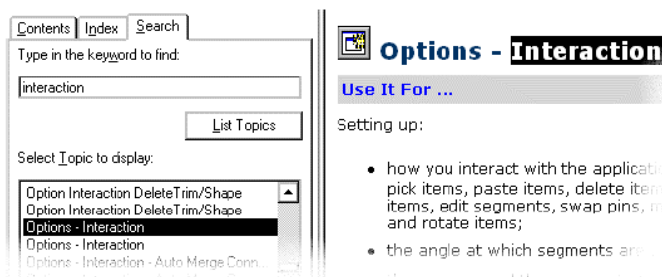


Рис. 11. Использование функции поиска справочной информации.

Настройка местоположения файлов проектов

Важно выполнить эту задачу до начала проектирования — это даст системе CADSTAR информацию, где надо искать те или иные необходимые файлы, например, библиотеки (Libraries), содержащие символы и топологические посадочные места компонентов, шаблоны (Templates), содержащие пользовательские технологические настройки и выходные файлы (User), содержащие информацию, необходимую для производства печатных плат.

В качестве примера зададим местоположение файлов цветовой схемы, в которых хранятся настройки цвета для нашего проекта. Саму настройку цветовой схемы мы рассмотрим позднее.

1. Выполним команду меню Tools | Options.

2. Появится диалоговое окно Options, в котором выберем закладку File Locations (рис. 12).

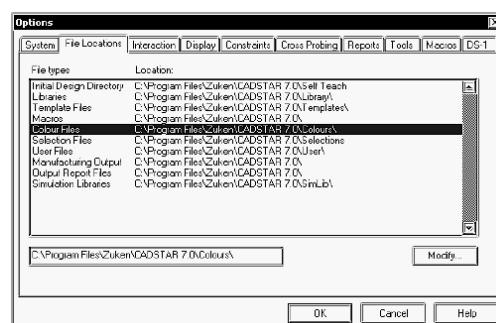


Рис. 12. Настройка местоположения файлов.

Легко видеть, что по умолчанию цветковые схемы (Colour Files) хранятся в папке C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Colours\. Изменим эту настройку.

3. Выберем строку Colour Files.

4. Нажмем кнопку Modify.

Откроется окно (рис. 13), предлагающее выбрать нужную папку. В нашем случае файлы цветовой схемы будут храниться в папке Self Teach.

5. Выберем папку Self Teach как показано на рисунке 13 и нажмем кнопку OK.

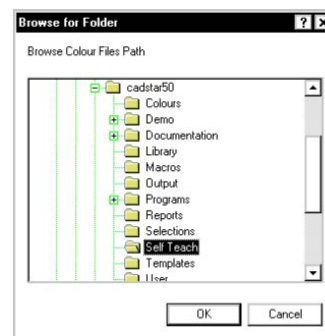


Рис. 13. Выбор папки с настройками цветковых схем.

Теперь путь к файлам Colour Files на вкладке File Locations диалогового окна Options теперь установлен как C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Self Teach.

6. Закроем окно Options, для чего нажмем кнопку OK.

Примечание: Если при работе с проектом, система выдает сообщение, что она не может найти те или иные необходимые параметры, в первую очередь необходимо проверить настройки File Locations.

Открытие проекта

Допустим, что на компьютере уже запущен редактор схем пакета CADSTAR и нам требуется открыть проект Chapter 7.scm.

1. Выполним команду меню File | Open.

Откроется диалоговое окно Open, показанное на рисунке 14. Данное окно является типовым для большинства Windows программ, единственное, на что здесь следует обратить внимание, это опция Change Directory. Если эта опция включена, то выбранная в поле Look in папка становится текущей рабочей папкой, которая будет открываться при последующих операциях открытия и сохранения файлов.

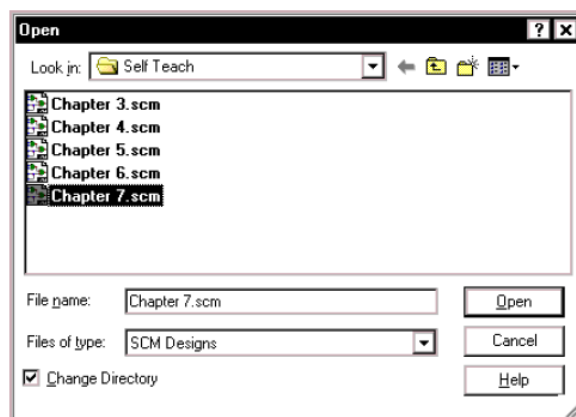


Рис. 14. Открытие проекта принципиальной схемы.

2. В выпадающем списке Files of type выберем фильтр SCM Design (проект схемы). В окне отобразятся все сохраненные в выбранной папке файлы принципиальных схем.

3. Выберем из списка файл Chapter 7.scm и нажмем кнопку Open.

В редакторе схем CADSTAR откроется выбранный проект, а его состав отобразится на панели управления. Если панель управления, а также окна просмотра символов и параметров объектов не открылись автоматически, выполним последовательно команды меню из раздела View | Windows (Workspace, Shape Properties и Library Symbols) и добьемся, чтобы все они отображались на экране, как показано на рисунке 15.

Работа с панелью управления Workspace

В нижней части панели управления Workspace имеются три закладки, что позволяет выводить в данном окне три различных типа информации.

1. Выполним щелчок указателем мыши на закладке Open Designs.

Как уже писалось ранее, на вкладке Open Designs отображаются имена проектов, открытых в пакете CADSTAR в данный момент. Сейчас в списке должны отображаться имена двух проектов, как показано на рисунке 15.

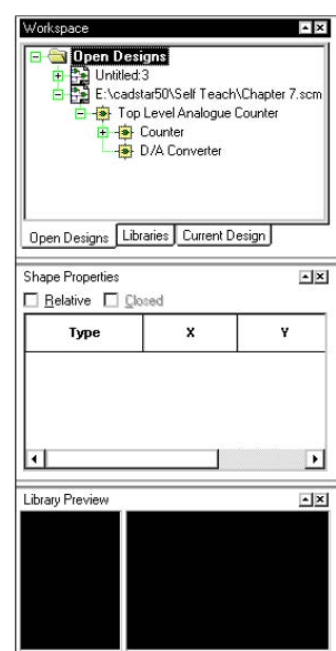


Рис. 15. Просмотр иерархической структуры проекта.

2. Чтобы из этих двух проектов активным сделать Chapter7.scm, выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на его имени.

Проект станет активным и откроется в редакторе схем.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + рядом с именем проекта Chapter 7.scm.

Раскроется иерархическое дерево проекта, показывающее имеющиеся в нем листы схем.

4. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + рядом с именем листа схемы Counter.

Раскроется список иерархически подчиненных листов для листа Counter.

5. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на листе схемы с именем D/A Converter.

Лист схемы станет активным и откроется в редакторе схем.

6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на закладке Libraries.

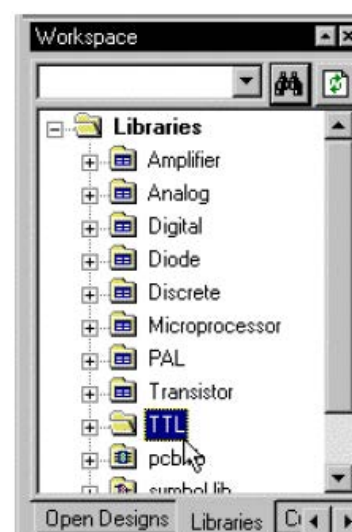


Рис. 16. Просмотр иерархической структуры проекта.

На панели управления отобразится перечень библиотек CADSTAR, приведенных в папке Library, которая задана в настройках File Location как папка библиотек по умолчанию. С помощью линейек прокрутки просмотрим весь список и найдем в нем библиотеку с именем TTL.

7. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + возле имени TTL. Раскроется иерархическая структура данной библиотеки, содержащая с группами компонентов, оформленными в виде папок с разными именами.

8. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на папке с именем SN54ALS. Откроется список компонентов, сохраненных в данной папке библиотеки.

9. Выберем символ в верхней части списка, например SN54ALS00AD. В результате в нижнем левом углу экрана в окне Library Symbols появится графическое представление выбранного компонента (рис. 17).

Символ компонента может быть добавлен в проект схемы простым перетаскиванием в рабочее окно редактора.

10. Щелкнем левой кнопкой мыши на нужном компоненте в дереве библиотеки и, удерживая ее нажатой, перетащим компонент на свободное место листа схемы. Отпустим кнопку мыши.

Символ компонента окажется "приклеенным" к указателю мыши.

11. Переместим символ в нужное место схемы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На схеме появится символ компонента, который позднее может быть перемещен в любое нужное место листа. Обратите внимание, что к указателю мыши окажется "приклеенным" новый символ выбранного компонента и размещение символов можно продолжать.

12. Чтобы выйти из режима размещения символов нажмите клавишу Esc или выполните щелчок правой кнопкой мыши, после чего в появившемся контекстном меню выберите команду Cancel.

Примечание: компонент при помещении на схему автоматически получает уникальное позиционное обозначение с учетом ранее добавленных компонентов, например, U13-A.

13. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на закладке Current Design.

В окне появится перечень всех присутствующих в проекте объектов, в том числе и компонентов. Объекты упорядочены в папки по типам.

14. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + возле папки Symbols. Раскроется список компонентов, использованных в нашем проекте (рис. 18).

15. Выполним щелчок правой кнопкой мыши в списке на имени компонента C9.

Прежде всего, редактор переключится в режим отображения активного листа схемы, на котором присутствует данный компонент, а все компоненты в списке, представленные на данном листе, станут подсвечены. Появится контекстное меню, показывающее действия, которые пользователь может выполнить с этим компонентом.

16. Выберем команду View Selection. Масштаб просмотра схемы автоматически изменится, чтобы наилучшим образом показать данный компонент. Сам компонент на схеме будет подсвечен.

17. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши в списке на имени компонента C9. На экране появится диалоговое окно Item Properties (свойства элемента), которое дает возможность изменять параметры конденсатора в проекте.

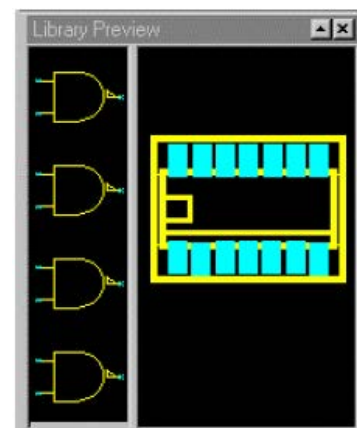


Рис. 17. Графическое представление библиотечного компонента.

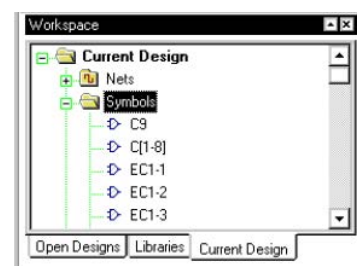


Рис. 18. Список использованных в проекте компонентов.

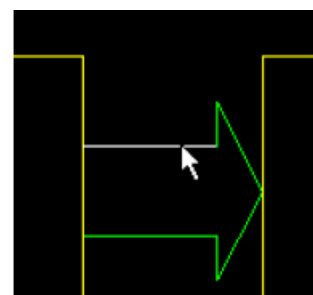


Рис. 19. Выбор графического объекта на схеме.

18. В ячейку Name введем текст C100 и нажмем кнопку ОК. Позиционное обозначение конденсатора изменится с C9 на C100 как на схеме, так и в списке.

Работа с окном Shape Properties

Как писалось ранее, это окно позволяет в табличном режиме менять координаты выбранных на схеме объектов.

1. На панели управления вернемся на вкладку Open Designs и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на листе с именем Top Level Analogue Counter. Выбранный лист откроется в редакторе схем.

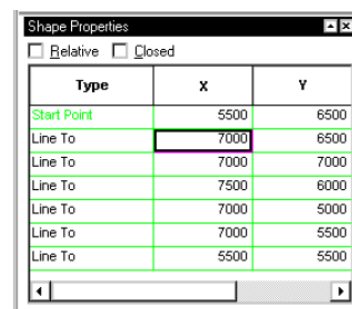
2. Выполним команду меню View | View All. Масштаб просмотра изменится автоматически таким образом, чтобы была видна вся схема.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из линий, образующих стрелку между двумя блоками, как показано на рисунке 19.

В окне Shape Properties в виде таблицы отобразятся X и Y координаты линий, образующих эту стрелку (рис. 20). Вводя здесь новые значения, мы можем точно изменять элементы выбранного объекта.

4. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на координате X в любой строке Line To, введем новое значение и чего нажмём клавишу Enter. Легко видеть, что графический объект изменил свою форму.

5. Чтобы отказаться от сделанных изменений, выполните команду меню Edit | Undo или нажмите комбинацию горячих клавиш CTRL+Z.



Type	X	Y
Start Point	5500	6500
Line To	7000	6500
Line To	7000	7000
Line To	7500	6000
Line To	7000	5000
Line To	7000	5500
Line To	5500	5500

Рис. 20. Редактирование координат объекта на схеме.

Настройка панелей инструментов

Несмотря на то, что программа CADSTAR имеет достаточно удобный набор панелей инструментов, в нее включена возможность создавать пользовательские панели с наборами кнопок, вызывающих наиболее часто используемые команды.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в появившемся диалоговом окне Customize выберем закладку Commands (рис. 21).

2. В списке раздела Categories выберем Tools. В правой части окна появятся три кнопки, соответствующие трем доступным командам.

3. Выберем кнопку Options. В поле Descriptions появится описание, подтверждающее, что данная кнопка соответствует команде меню Options.

4. Захватим кнопку и, удерживая левую кнопку мыши, перетащим ее из диалогового окна на одну из существующих панелей инструментов.

5. Отпустим левую кнопку мыши, кнопка Options автоматически добавится на указанную панель инструментов.

6. Закроем диалоговое окно Customize нажатием кнопки Close.

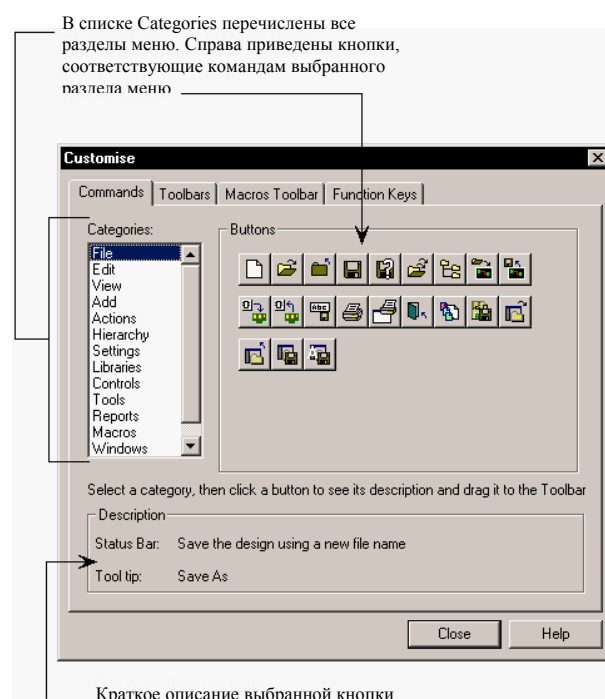


Рис. 21. Окно пользовательских настроек панелей инструментов.

Если нам требуется переместить ту или иную кнопку в другое место на этой или другой панели инструментов, это можно выполнить также перетаскиванием с помощью мыши при нажатой клавише SHIFT.

Перемещение панелей инструментов

Панели инструментов можно перемещать в пределах экрана монитора и размещать в наиболее удобных местах, не мешающих работе (рис. 22).

1. Наведем указатель мыши на "ручку" в левой части любой панели инструментов, нажмём левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместим немного вниз. Панель отделится от верхнего края окна. При этом она будет иметь горизонтальную ориентацию.

2. Приблизим указатель мыши к левой границе окна редактора. Перемещаемая панель изменит ориентацию на вертикальную.

3. Отпустим кнопку мыши. Панель "приклеится" к левой границе окна программы.

4. Снова захватим панель за "ручку", переместим ее в центр экрана и отпустим левую кнопку мыши.

Панель приняла вид отдельного окна с собственным именем, в нашем случае, Schematics (рис. 23).

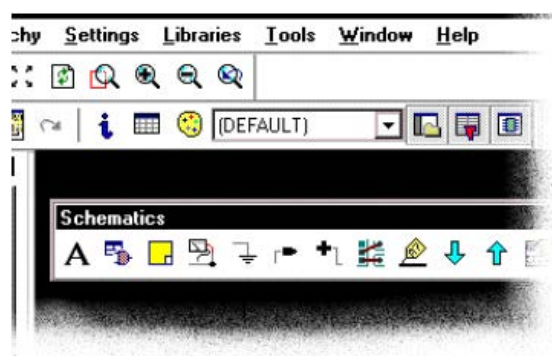


Рис. 22. Различные способы размещения панелей инструментов.

Переключение режима отображения панелей инструментов

1. Наведем указатель мыши любую из кнопок только что перемещённой панели инструментов и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

На экране появится контекстное меню, показанное на рисунке 23.

Все доступные меню будут показаны в выпадающем окне. Те из них, возле которых есть птичка, видны в текущий момент на экране.

2. Уберём "галочку" напротив имени одной из панелей, например, Schematics.

Легко видеть, что панель больше не отображается на экране.

Примечание: Верхние три пункта в этом меню управляют переключением режима отображения окон на панели управления (Workspace, Shape Properties и Library Symbols).

В качестве упражнения включим панель Schematics и перенесем ее на исходное место в верхней части окна.

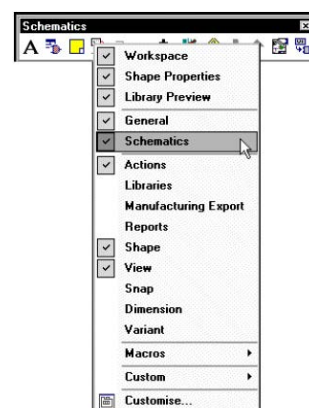


Рис. 23. Управление режимом отображения панелей инструментов.

Создание пользовательских панелей инструментов

Допустим, что в ближайшее время мы будем много заниматься генерацией отчетов, поэтому имеет смысл сделать специальную панель для этих целей.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в появившемся диалоговом окне Customize выберем закладку Toolbars (рис. 21).

Здесь приведен список всех доступных в системе CADSTAR панелей инструментов, а также пяти зарезервированных пользовательских панелей и пяти панелей запуска макросов.

2. Выберем пункт Custom 1 и нажмем кнопку Show. Рядом с пунктом

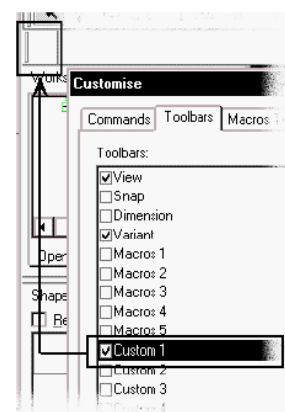


Рис. 24. Включение пользовательской панели инструментов.

Custom 1 включится "галочка", а на экране появится новая пока пустая панель инструментов, пригодную для размещения на ней необходимых кнопок (рис. 24).

3. В поле Toolbar Name введем новое имя Checks для нашей панели.

Легко видеть, имя Custom 1 в списке изменилось на Checks.

Перейдем к добавлению кнопок инструментов, подходящих под назначение данной панели.

4. Выберем закладку Commands и в ней в разделе Categories выберем строку Reports.

5. Переместим кнопки Electrical Rules Check, Check Variants и Design Comparison на созданную нами панель.

6. Сделаем нашу панель плавающей, чтобы видеть её название.

7. Выключим отображение панели, как было описано выше.

Альтернативный метод выбора листов

Как мы уже знаем, открытый нами проект Chapter 7.scm является иерархическим и имеет в своем составе несколько подчиненных листов. Ранее мы открывали листы схемы через вкладку Open Designs панели управления. Сейчас рассмотрим альтернативный способ.

1. Выполним команду меню View | Select Sheet.

На экране появится диалоговое окно Select Sheet, показанное на рисунке 25.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на строке D/A Converter в списке Connected Sheets.

3. Выключим опцию New Window и нажмем кнопку OK.

Лист D/A Converter откроется в поле редактора схем в том же окне, в котором отображался ранее открытый лист.

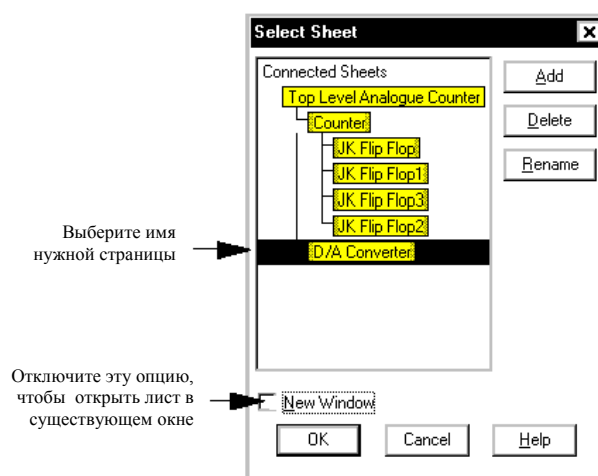


Рис. 25. Альтернативный способ открытия листов схемы.

Масштабирование изображения

1. Для того, чтобы весь проект помещался в рабочем окне редактора, выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов View.

2. Выполним команду меню View | Zoom Out или нажмем кнопку  (button03). Масштаб просмотра изображения уменьшится вдвое.

Примечание: В системе CADSTAR начало координат рисуется в левом нижнем углу экрана, поэтому при уменьшении масштаба рисунок сдвигается влево вниз.

3. Выполним команду меню View | Zoom In или нажмем кнопку  (button04). Масштаб просмотра увеличится вдвое и вернется к исходному, но само изображение сместится.

4. Для размещения изображения точно в центре экрана снова воспользуемся командой View All.

5. Чтобы указать масштабируемый участок изображения окном охвата, выполним команду меню View | Frame Window или нажмем кнопку  (button05).

6. Наведем указатель мыши на левый нижний угол символа OA1 и нажмем левую кнопку мыши.

7. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим указатель мыши вправо вверх, чтобы весь символ находился в окне охвата, и отпустим кнопку. Масштаб изображения изменится таким образом, чтобы указанное окно охвата занимало максимальную площадь экрана.

8. Поместим указатель мыши в правую часть экрана, и выполним последовательное нажатие клавиш V и Enter.

Изображение сдвинется влево таким образом, что в центре окна будет находиться место, на которое ранее мы навели указатель мыши.

Примечание: Существуют ещё несколько операций, которые могут выполняться с помощью горячих клавиш. Полный список таких команд можно вызвать последовательным нажатием клавиш H и Enter.

Сохранение и вызов специфических видов

9. Выполним команду меню View | Views | Manage Views.

10. В открывшемся диалоговом окне нажмем кнопку Add (рис. 26).

11. В открывшемся новом диалоговом окне введем текст Amplifier и нажмем кнопку OK. Имя нового вида появится в списке Name окна Manage Views.

12. Нажмем кнопку Save, чем сохраним текущий вид экрана под именем, и закроем окно нажатием кнопки OK.

13. Изменим любым способом вид изображения, например, выполнив команду меню View All.

Возврат к сохранённым видам можно выполнить несколькими способами.

14. Выполним новую команду с именем только что сохраненного вида Amplifier, автоматически появившуюся в разделе меню View | Views.

15. Выполним команду меню View | Views | Manage Views. В окне Manage Views в списке Name выберем имя Amplifier и нажмем кнопку OK.

16. Наберём на клавиатуре текст V AMPLIFIER и нажмём клавишу Enter.

Примечание: Между командой V и именем вида должен быть пробел.

В результате выполнения любого из трех последних действий система выполнит одинаковую операцию — вызовет вид проекта, сохраненный под именем Amplifier.

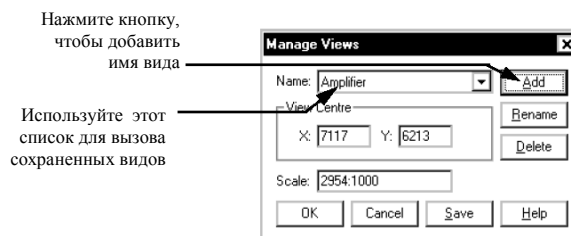


Рис. 26. Окно управления видами изображения.

Просмотр других листов схемы

Научимся открывать другие листы схемы, например, подчиненные листы нижнего уровня в иерархическом дереве проекта.

1. Выполним команду View | Select Sheet.

На экране появится диалоговое окно Select Sheet (рис. 27). Показанные здесь блоки отражают взаимосвязи между различными листами проекта. Например, лист JK Flip Flop является подчиненной схемой, и вместе со своими копиями (JK Flip Flop1, JK Flip Flop2 и т.д.) является частью схемы Counter. Эти схемы формируют часть иерархического дерева, головной схемой которого является лист Top Level Analogue Counter.

Перейдём к просмотру листа JK Flip Flop:

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на строке JK Flip Flop, после чего она станет подсвечена.

3. Включим опцию New Window и нажмем кнопку OK.

В редакторе схем откроется новое окно, в котором окне будет отображаться схема JK Flip Flop.

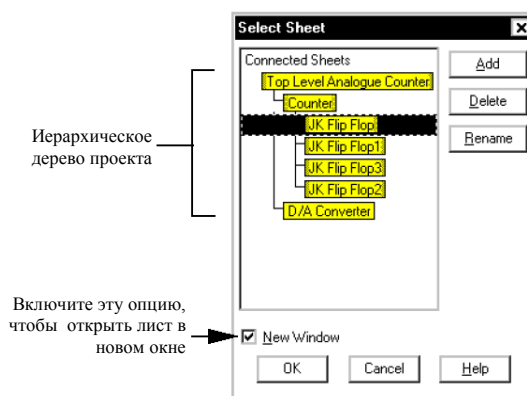


Рис. 27. Просмотр подчиненных листов схемы.

4. Аналогичным образом откроем лист схемы под именем Counter.

Переключение между открытыми окнами редактора схем осуществляется с помощью соответствующих команд из раздела меню Window.

В качестве упражнения откройте и сделайте активным окно, содержащее лист Top Level Analogue Counter.

Навигация по иерархическим связям

Рассмотрим основные приемы навигации по иерархическим связям в проекте.

1. Откроем в редакторе схем головной лист проекта Top Level Analogue Counter.

2. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button06).

3. Наведем указатель мыши на прямоугольник с надписью Counter и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, что вокруг выделенного объекта появится пунктирное окно с маркерами-манипуляторами, позволяющими изменять его размеры. Отображением данных маркеров управляет опция Enable Resize Markers, расположенная на вкладке Interaction диалогового окна Options.

Выделенный прямоугольник представляет собой иерархический блок, ссылающийся на подчиненный лист схемы, в нашем случае Counter. Создание таких блоков мы рассмотрим позднее.

4. Выполним команду меню Hierarchy | Push Down или нажмем соответствующую кнопку на панели инструментов Schematics.

В редакторе схем откроется схема Counter, в свою очередь, содержащая четыре иерархических блока, ссылающиеся на другие листы.

5. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на контуре или имени блока JK1. В редакторе откроется лист схемы JK Flip Flop.

Для перемещения вверх по иерархическим связям необходимо выполнить команду меню Hierarchy | Pop Up или нажать соответствующую кнопку на панели инструментов Schematics. Если активный лист является головным и не имеет ссылок на вышестоящие листы, то данная команда меню и кнопка будут неактивной (серой).

(Продолжение следует)

Урок 1. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR (Продолжение)

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы начали изучение основных приемов работы в редакторе схем системы CADSTAR. Сегодня мы продолжим рассмотрение базовых функций пользовательского интерфейса.

Методы выделения объектов

Система CADSTAR поддерживает различные способы выделения объектов с помощью указателя мыши и комбинаций функциональных клавиш. Рассмотрим некоторые из них.

Если объекты на схеме расположены близко друг к другу или накладываются друг на друга, то имеется возможность выбора нужного объекта из списка таковых, находящихся в данный момент под указателем мыши. Причем, может быть настроена точность выбора близко расположенных объектов для облегчения работы при малых масштабах отображения.



Рис. 1. Опции выделения объектов.

1. Выполним команду меню Tools | Options.
2. В появившемся окне выберем закладку Interaction.
3. В поле Picking Tolerance включим опцию Pick from List, разрешающую отображение списка выбора (рис. 1), и нажатием кнопки ОК закроем окно.

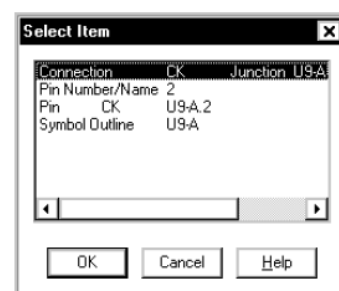


Рис. 2. Выбор выделяемого объекта из списка.

4. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку .

5. Наведем указатель мыши на любой вывод любого символа на открытом листе схемы, например, pin 1 элемента U9-A на листе JK Flip Flop и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Так как в этом случае под указателем мыши будет находиться несколько различных объектов, то откроется окно Select Item, показанное на рисунке 2.

6. Выберем в приведенном здесь списке объект Connection и нажмем кнопку ОК.

Выбранный сегмент цепи будет отображаться на схеме другим цветом. Цвет выделения определяется настройкой опции Highlight в диалоговом окне Colours, вызываемом командой меню Setting | Colours.

Обратите внимание, что простой щелчок левой кнопкой мыши позволяет одновременно выбирать только один элемент схемы, в чем легко убедиться, выбрав другой сегмент цепи. Ранее выбранный объект при этом потеряет выделение цветом. Если требуется просто сбросить текущее выделение, достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши в любом пустом месте схемы.

7. Нажмем клавишу SHIFT и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из сегментов цепи.

Выделенными окажутся все сегменты данной цепи.

8. Повторим операцию на другой цепи. Предыдущая цепь теряет выделение.

Выполним выделение в окне охвата.

9. Наведем указатель мыши на левый нижний угол схемы и нажмем левую кнопку мыши.

10. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим указатель мыши вправо вверх, чтобы в появившемся окне оказалось несколько объектов, и отпустим кнопку. Выделенными окажутся все объекты, попавшие внутрь окна охвата.

11. Для отмены выделения щелкнем левой кнопкой мыши в любом пустом месте схемы.

12. Нажмем клавишу CTRL и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из символов логических элементов. Символ выделится.

13. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчок левой кнопкой мыши на другом символе. Новый символ выделится, но первоначально выделенный символ останется подсвеченным.

14. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из двух выделенных символов. Выделение указанного символа сбросится.

Таким образом, мы выяснили, что щелчок левой кнопкой мыши при нажатой клавише CTRL позволяет переключать режим выделения конкретного объекта без влияния на другие выделенные объекты.

15. Нажмем клавишу CTRL и выберем окном охвата некоторый участок схемы, не включающий ранее выделенный элемент. К ранее выделенному символу добавятся новые объекты, попавшие в окно охвата.

16. Нажмем одновременно клавиши CTRL и SHIFT и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из цепей, не выделенных в настоящий момент. К текущему выделению новая цепь добавится целиком.

17. Нажмем комбинацию клавиш CTRL+A, выделенными окажутся все компоненты на схеме.

Примечание: эта операция дублируется командой меню пунктом в меню Edit | Select All Symbols.

18. Последовательно нажмем клавиши D и Enter, выделение все ранее выбранных объектов сбросится.

19. Наберем на клавиатуре текст F U1-A и нажмем клавишу Enter (между F и именем символа должен быть пробел). Система автоматически найдет и выделит символ с именем U1-A.

20. Наберём на клавиатуре текст S U* и нажмем клавишу Enter. На схеме окажутся выделенными все логические элементы, имя которых начинается с буквы U.

Примечание: При использовании данной команды букву S можно не набирать. Набор текста U* и последующее нажатие Enter приведет к такому же результату.

21. Наберём на клавиатуре текст -U1* и после этого нажмем клавишу Enter (обратим внимание на знак минус (-) перед буквой U). Выделение будет отменено для всех секций компонента U1.

22. Наберём на клавиатуре текст +U1-A* и после этого нажмем клавишу Enter. Секция U1-A будет добавлена к текущему выделению.

Таким образом, клавиатурная команда Select (S) в отличие от Find (F) позволяет управлять режимом выделения групп символов с использованием символа подстановки *. Использование символов – и + здесь работает аналогично щелчку левой кнопки мыши при нажатой клавише CTRL.

23. Выполним команду меню View | View Selection. Масштаб отображения схемы изменится таким образом, чтобы оптимально показывать только выделенные объекты.

24. Выполним команду меню View | View All. На экране снова будет показана вся схема.

Перемещение выбранных элементов

Перемещение элементов осуществляется простым перетаскиванием с помощью мыши. Система CADSTAR позволяет настроить набор графических примитивов, динамически отображаемых на схеме при перемещении символа с подключенными цепями.

1. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне перейдем на вкладку Display.

2. В поле Dynamic Items включим опции All, Pins, Connections и Text.

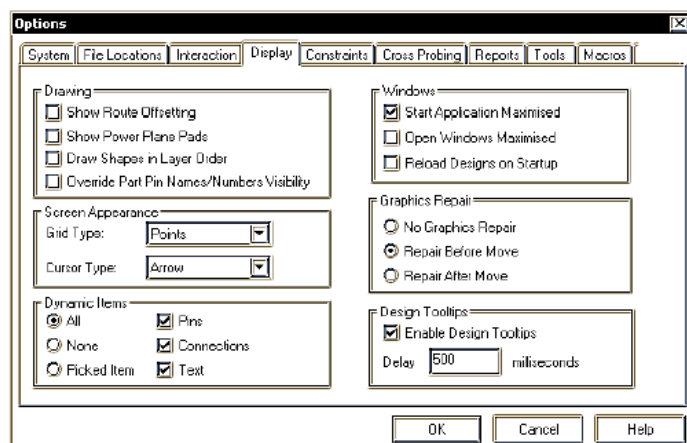


Рис. 3. Настройка отображения перемещаемых объектов.

При таких настройках все элементы, связанные с перемещаемым символом, при перемещении будут отображаться полностью.

Кроме того, на данной вкладке мы можем задать вид курсора на экране.

3. В поле Screen Appearance в выпадающем списке Cursor Type выберем тип Large Cross и нажмем кнопку ОК.

Теперь вместо обычного указателя мыши в виде стрелки на экране отображаются горизонтальная и вертикальная линии. Курсором является точка пересечения этих линий.

В процессе изучения функции перемещения нам придется часто использовать команду Undo, позволяющую выполнить откат назад и отменить последние выполненные операции.

Настроим глубину емкости буфера памяти, хранящего последовательность операций, которые возможно отменить. Не рекомендуется устанавливать слишком большое число запоминаемых операций, так как система хранит все их в памяти, а слишком большое количество занятой памяти может привести к замедлению работы и общей нестабильности программы.

4. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне перейдем на вкладку System.

5. В поле Undo/Redo включим опцию By Item, установим число Number of Level равным 20, и нажатием кнопки ОК закроем диалоговое окно.

Обратите внимание, что в этом поле имеется другой вариант настройки — By Options. В этом случае, один шаг отката означает отмену всех операций, выполненных после выбора определенной команды (опции), а не только последней.

Выполним перемещение символа с помощью мыши (перетаскивание).

6. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01).

7. Наведем перекрестье нашего курсора на изображение символа элемента U1-A, нажмем левую кнопку мыши и, удерживая её нажатой, переместим мышь в сторону. Отпустим левую кнопку мыши.

После перемещения символа образующая его графика, выводы и текст, будут немедленно перерисованы. Обновятся также и подключенные к символу цепи, которые являются "резиновыми" и не теряют соединения с элементом при его перемещении. Для ускорения прорисовки имеется возможность отключить отображение связанных с символом примитивов.

Примечание: Так как щелчок указателем мыши при инициализации операции перетаскивания автоматически выбирает нужный элемент, в предварительном его выборе нет необходимости.

8. Снова захватим символ U1-A с помощью мыши, но при перемещении (левая кнопка мыши нажата) введем клавиатурную команду C и нажмем клавишу Enter.

Легко видеть, что теперь при перемещении символа связанные с ним цепи не отображаются.

В процессе перемещения элемента имеется возможность оперативно изменить шаг рабочей сетки. Текущий шаг сетки или имя заданной пользователем сетки отображается в строке состояния в нижней части экрана. Допустим, нам необходимо установить шаг сетки равным 100 тысячных долей дюйма.

9. При перемещении символа (левая кнопка мыши нажата) введем клавиатурную команду G 100 (в середине пробел) и нажмем клавишу Enter.

Обратите внимание, что теперь координаты символа меняются с шагом 100 тысячных дюйма.

10. Продолжая удерживать левую кнопку мыши, введем клавиатурную команду G 25 и нажмем клавишу Enter. Шаг сетки уменьшится в четыре раза.

11. Отпустим левую кнопку мыши. Символ окажется в новом месте, но останется выделенным.

12. Для отмены выделения щелкнем левой кнопкой мыши в любом пустом месте схемы.

Воспользуемся командой Undo для отмены последних выполненных действий.

13. Откроем раздел меню Edit. Самой верхней в этом разделе будет активная команда Undo Select, что говорит о том, что последняя выполненная операция (снятие выделения) может быть отменена.

14. Выполним операцию команду меню Edit | Undo Select. Символ подсветится, как перед отменой выделения.

Обратите внимание, что теперь самой верхней в разделе меню Edit будет команда Undo Move.

15. Выполним операцию команду меню Edit | Undo Move. Символ переместится в точку, в которой он находился перед последней операцией Move.

16. Будем повторять операцию Undo до тех пор, пока символ не вернется в исходную позицию. Легче всего это выполнять нажатием комбинации горячих клавиш CTRL+Z.

Заметим, что мы также отменим операцию установки шага рабочей сетки.

17. Любым описанным выше способом выделим на схеме три символа и нажмем кнопку  (button02).

Все выбранные символы теперь будут перемещаться вместе с указателем мыши, при этом нет необходимости держать левую кнопку мыши нажатой.

18. Переместим символы в новое место и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Символы зафиксируются на новом месте.

19. Поскольку символы по-прежнему выбраны, попробуем вращать их, для чего нажмем кнопку  (button03).

Выбранные символы повернутся против часовой стрелки на заранее заданный в диалоговом окне Options угол. Перенастроим режим вращения таким образом, что поворот осуществлялся по часовой стрелке.

20. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне перейдем на вкладку Interaction.

21. В поле Interaction включим опцию Rotate Clockwise и нажмем кнопку ОК.

22. Снова нажмем кнопку Rotate. Выбранная группа символов вернется к исходной ориентации.

23. Выполним команду меню Edit | Item Flags | Group. Символы останутся выделенными.

24. Снова нажмем кнопку Rotate. Теперь выделенные символы вращаются как группа, их взаимная позиция друг относительно друга не меняется.

25. Отменим выделение, для чего щелкнем левой кнопкой мыши в любом пустом месте схемы.

26. С помощью мыши выберем символ U1-A, выделенными окажутся все три ранее сгруппированные элемента.

27. Выполним команду Edit | Undo несколько раз для отмены группировки и возвращения символов в их исходное положение.

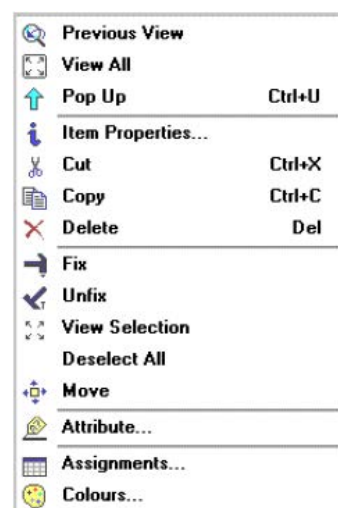


Рис. 4. Контекстное меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши на символе.

Использование правой кнопки мыши

При выполнении операций выделения или перемещения пользователь имеет возможность вызывать контекстное меню команд нажатием правой кнопки мыши.

1. Наведем указатель мыши на символ U1-A и нажмем правую кнопку мыши.

Как и ранее символ выделится, но теперь на экране появится контекстное меню, показанное на рисунке 4. Данное меню позволяет нам вызывать команды, относящиеся к выбранному элементу, без необходимости поиска их в главном меню.

Например, можно зафиксировать символ, то есть заблокировать его перемещение.

2. Выберем в контекстном меню команду Fix.

3. Попробуем переместить данный символ. На экране появится сообщение, что данный символ не может быть перемещен.
4. Снова выполним щелчок правой кнопки мыши на этом символе и в появившемся контекстном меню выберем команду Unfix. Теперь перемещение символа выполняется без проблем.

Изменение единиц измерения

Текущие единицы измерения отображаются в строке состояния. Научимся их изменять.

1. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке единиц измерения в строке состояния.

Появится контекстное меню, перечисляющее доступные системе единицы измерения (рис. 5).

2. Выберем единицы измерения, отличные от используемых в настоящее время, например, Millimeters.

После этого в строке состояния будет отображаться надпись mm, что говорит о том, что текущими единицами измерения выбраны миллиметры, и дальнейшая работа над проектом будет базироваться на них.

3. В качестве упражнения установим единицы измерения обратно в тысячные доли дюйма (Thousandths of the inch).

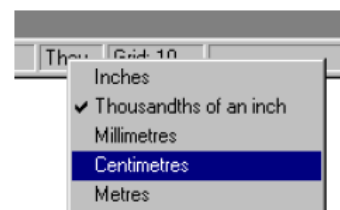


Рис. 5. Изменение текущих единиц измерения.

Настройка функциональных клавиш

Функциональные клавиши F1 — F12, расположенные в верхней части клавиатуры могут быть использованы для быстрого вызова тех или иных часто используемых функций.

Настроим клавиши F2, F3 и F6 для вызова диалоговых окон Options, Colours и Assignments соответственно.

1. Выполним команду меню Tools | Customize.

2. В появившемся окне Customize перейдем на вкладку Function Keys.

3. В списке Commands выберем строку Options.

4. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F2.

5. Нажмём кнопку Add (рис. 6).

В описании клавиши F2 вместо старой команды Move появится Options.

6. В списке Commands выберем строку Colours.

7. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F3 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F3 вместо старой команды Rotate появится Colours.

8. В списке Commands выберем строку Assignments.

9. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F6 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F6 вместо старой команды ChangeRouteLayer появится Assignments.

10. Закроем окно Customize, для чего нажмем кнопку Close и подтвердим сохранение выполненных пользовательских настроек.

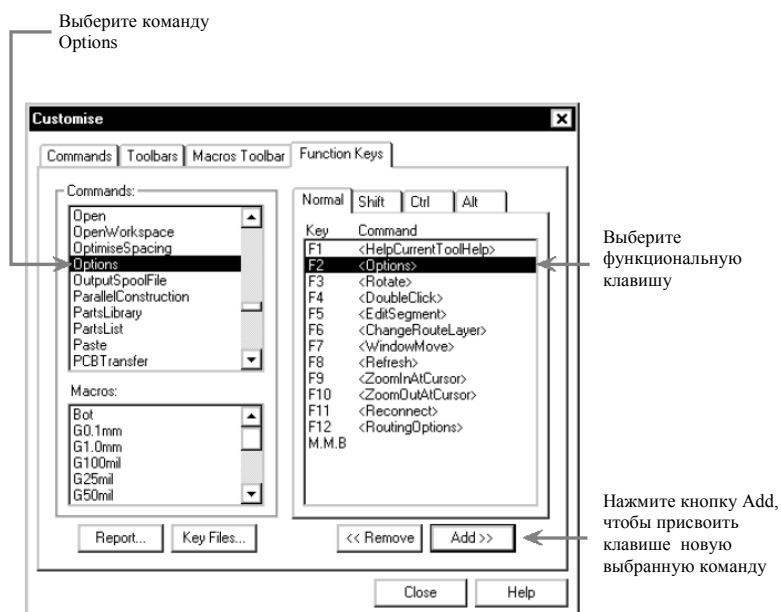


Рис. 6. Пользовательская настройка функциональных клавиш.

11. Нажмем функциональную клавишу F2. На экране появится диалоговое окно Options.

В качестве упражнения проверьте, как работают функциональные клавиши F3 и F6.

Работа с параметрами объектов

Каждый объект на схеме имеет определенный набор параметров, доступ к которому можно получить с помощью команды Item Properties. Рассмотрим пример редактирования атрибутов объектов.

1. Откроем лист схемы, называемый Top Level Analogue Counter.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из линий, образующих стрелку между двумя иерархическими блоками (Counter и D/A converter).

3. Нажмем кнопку Item Properties  (button04) на панели инструментов General.

Появится диалоговое окно Item Properties, показанное на рисунке 7, в котором в выпадающем списке Line Width Code установлено значение Line5.

4. В выпадающем списке Line Width Code выберем значение Line50 и нажмем кнопку OK.

Легко видеть, что теперь стрелка нарисована толстой линией. Обратите внимание, что при изменении толщины линии мы не задавали ее явно, а выбирали заранее заданный стиль прорисовки линий. Посмотрим, какие стили доступны в данном проекте по умолчанию.

5. Снова вызовем окно Item Properties для линии, образующей стрелку и нажмем кнопку  (button05), расположенную рядом со списком Line Width Code.

На экране появится диалоговое окно Assignments с активной вкладкой Lines, позволяющее изменять существующие и задавать новые стили линий. Как это делается, мы рассмотрим позднее.

6. В нашем случае мы не будем делать никаких изменений, поэтому просто закроем все открытые окна.

Система CADSTAR дает возможность пользователю одновременно изменять однотипные параметры групп выделенных объектов.

7. Откроем лист схемы с именем JK Flip Flop.

8. Удерживая клавишу CTRL, с помощью мыши выберем два символа 3И-НЕ (NAND3) в правой части схемы.

9. Выполним щелчок правой кнопки мыши на одном из выделенных элементов и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

На экране появится диалоговое окно Item Properties, связанное с двумя выделенными символами (рис. 8). Здесь в текстовых полях Position приведены координаты объектов, причем в поле X показано конкретное число, что говорит, что у обоих символов позиция по оси X одинакова. В поле координат Y отображается значение \$\$\$, что означает, что у выбранных символов разные позиции по оси Y.

10. Введем в поле координаты X новое значение, которое на 500 единиц меньше текущего значения и нажмем кнопку OK.

Символы на схеме сдвинутся влево на 500 тысячных дюйма.

11. Используя команду Undo, вернем сдвинутые символы на исходную позицию.

12. Не отменяя выделение символов, удерживая клавишу CTRL, щелчком левой кнопки мыши добавим к выделению любую из расположенных на листе линий связи.



Рис. 7. Редактирование параметров линии.

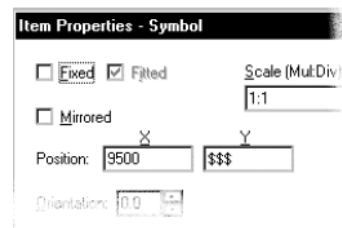


Рис. 8. Редактирование параметров группы объектов.

Легко видеть, что в этом кнопка Query на панели инструментов является неактивной и отображается серым цветом. Это означает, что одновременное редактирование параметров объектов разного типа невозможно.

Настройка цветовой палитры

Пользователь имеет возможность изменять цвет отображения различных объектов на схеме.

1. Выполним команду меню Setting | Colours или нажмём ранее настроенную нами функциональную клавишу F3.

На экране появится диалоговое окно Colours, показанное на рисунке 9. Здесь в списке Category приведен список объектов, для которых могут быть изменены настройки цвета. Квадратик со знаком плюс (+) показывает, что данный объект состоит из нескольких типов графических примитивов, индивидуальные настройки цвета для которых также возможны.

2. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на строке Symbols в списке Category.

В результате на экране появится список примитивов, входящих в состав символа компонента: Outlines, Names, Gate Modifiers, Text и т. д.

3. Щелчком левой кнопки мыши в этом списке выберем тип примитивов Outlines.

4. Нажмём кнопку Change Colours в правой части окна.

На экране появится новое диалоговое окно Colours - Outlines, показанное на рисунке 10, в котором можно настроить цвета для заданных в проекте стилей линий, когда они используются для прорисовки контуров символов.

5. Щелчком мыши выберем стиль линий Line25.

6. Щелчком левой кнопкой мыши на квадратике с желаемым цветом в поле Standard Colours, например, красным.

После такой настройки, все элементы контура символа, нарисованные линиями стиля Line25 на схеме будет показаны красным цветом. Однако, обычно при прорисовке символов не требуется делать различных настроек цветов для различных стилей линий, поэтому сделаем настройки цвета для всех стилей одинаковыми.

7. Нажмем кнопку Select All. В списке Code окажутся выделенными все стили линий.

8. В поле Standard Colours щелкнем левой кнопкой мыши на квадратике светло-зеленого цвета и нажмем кнопку OK.

9. В диалоговом окне Colours нажмём кнопку Preview.

Легко видеть, что все контуры символов в проекте изменят цвет на светло-зеленый. Наличие кнопки Preview позволяет пользователю видеть сделанные изменения, не закрывая окно, — это позволяет сократить время для настройки предпочтительного вида схемы.

10. Нажатием кнопки OK закроем диалоговое окно Colours.

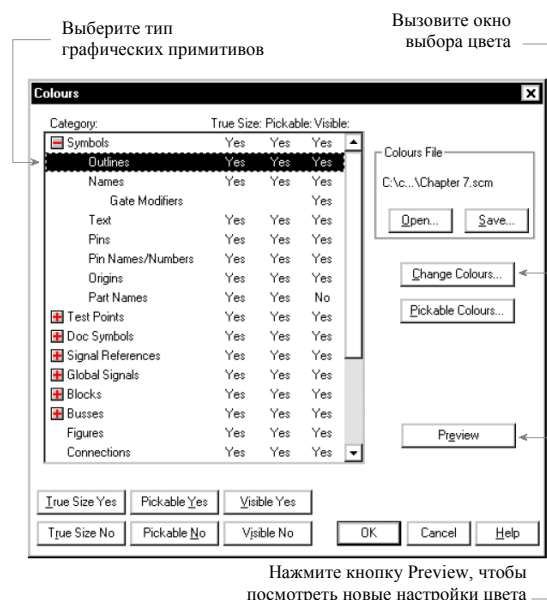


Рис. 9. Окно настройки цвета различных графических примитивов.

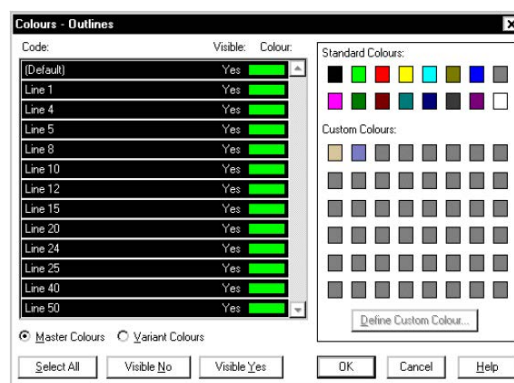


Рис. 10. Окно выбора цвета для различных стилей линий.

В качестве упражнения самостоятельно настройте редактор таким образом, чтобы все цепи отображались синим цветом.

Закрытие проекта

Перед тем как продолжить изучение функций редактора схем системы CADSTAR, научимся закрывать открытые проекты.

1. Выполним команду меню File | Close.

Появится диалоговое окно, показанное на рисунке 11.

2. Так как в настоящий момент нам не требуется сохранения сделанных изменений, нажмем кнопку No.

Текущий проект закроется без сохранения изменений. Если в редакторе было открыто несколько проектов, выполните команду Close необходимое число раз.

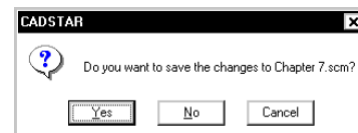


Рис. 11. Окно сохранения проекта.

Настройка макросов

В процессе работы пользователь очень часто выполняет рутинные операции, требующие большого числа перемещений и щелчков мышью. Механизм создания макросов, выполняющих сложные последовательности команд, позволяет значительно упростить работу в системе и сэкономить время.

Все что требуется для создания макроса — это выполнять необходимую последовательность действий, попутно записывая ее в специальный файл. Для повторения всей последовательности операций достаточно запустить записанный макрос на выполнение, причем имеется возможность назначить вызов макроса на определенную функциональную клавишу. Таким образом, простым нажатием одной клавиши пользователь может выполнить последовательность команд, вызов которых обычно занимает немалое время.

Для примера создадим простой макрос, открывающий новый проект принципиальной схемы с использованием заранее созданного шаблона. Все проекты должны быть закрыты.

1. Выполним команду меню Tools | Macro | Record.

На экране появится окно Marcos — Record Macro (рис. 12), предлагающее ввести имя записываемого макроса.

2. В поле Macro Name введём текст newscm.

Примечание: Перед тем как нажать ОК, надо убедиться, что мы полностью готовы к записи последовательности действий.

3. Нажмём кнопку ОК

С этого момента каждое наше действие будет записываться в специальный файл. Кроме того, на экране появится небольшое окошко, содержащее кнопку Stop (рис. 13), позволяющее в нужное время остановить запись макроса.

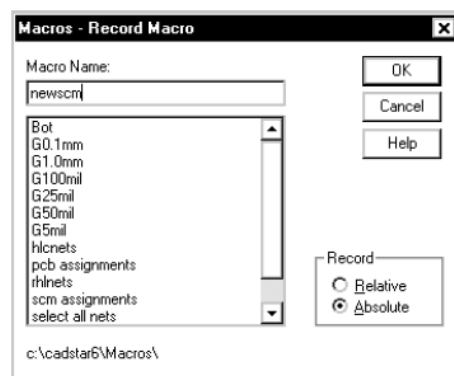


Рис. 12. Задание имени записываемого макроса.

4. Выполним команду меню File | New.

5. В появившемся диалоговом окне выберем закладку Schematic Design.

6. В открывшемся диалоговом окне Select Default выберем шаблон FORM_A1.SCM и нажмём кнопку ОК.



Рис. 13. Панель останова записи макроса.

Мы выполнили все действия, нужные для выполнения поставленной задачи.

7. Выполним щелчок на кнопке Stop или выполним команду меню Tools | Macro | Stop Recording.

Теперь мы назначим исполнение этого макроса на нажатие функциональной клавиши.

8. Выполним команду меню Tools | Customize и в окне Customize выберем закладку Function Keys.

9. В списке Macros выберем макрос newscm и назначим его исполнение на нажатие клавиши F4 аналогично тому, как мы назначали команду.

10. Закроем диалоговое окно без сохранения в файл default.key.

Примечание: В общем случае при практической работе все сделанные настройки надо сохранять в Default Key File (в диалоговом окне), который автоматически загружается при каждом запуске системы CADSTAR. Сейчас от нас этого не требуется.

Протестируем наш макрос и посмотрим как механизм работает.

11. Закроить текущий проект.

12. В пустом окне программы CADSTAR нажмем клавишу F4.

Система выполнит макрос, и в редакторе откроется новый проект принципиальной схемы без каких-либо действий с нашей стороны.

Примечание: имя макроса во время выполнения отображается в строке состояния.

Добавление кнопки запуска макроса на панель инструментов

В системе CADSTAR имеется возможность добавить кнопки, запускающие макросы, на специальные панели инструментов.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в окне Customize выберем закладку Macros Toolbar (рис. 14).

2. В правой части окна в выпадающем списке Macros Toolbar выберем имя панели Macros 1.

3. В левом списке Available Macros с помощью мыши выберем созданный нами макрос newscm и нажмем кнопку Add.

4. Закроем окно нажатием кнопки Close.

5. Наведем указатель мыши на любую панель инструментов и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

6. В появившемся контекстном меню выберем команду Macros | Macros 1 (рис. 15).

На экране появится новая панель инструментов, на которой будет присутствовать кнопка с надписью newscm. Как и обычную панель, ее можно перемещать или "приклеивать" к любой стороне окна программы CADSTAR.

7. Переместим панель макросов в середину экрана — панель станет плавающей (рис. 16).

8. Нажмем кнопке newscm на этой панели. Система откроет новый проект принципиальной схемы.

9. Выключим отображение панели Macros 1.

10. Закроем все открытые проекты без сохранения изменений.

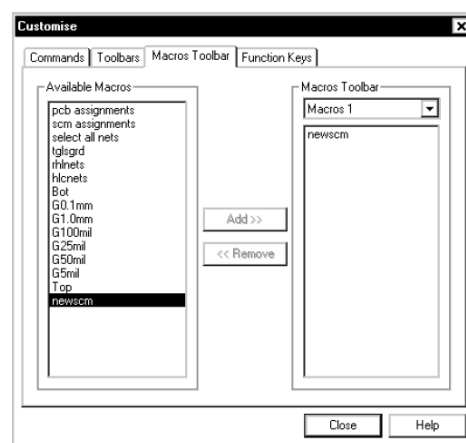


Рис. 14. Добавление кнопки макроса на панель инструментов.



Рис. 15. Включение панели макросов Macros 1.

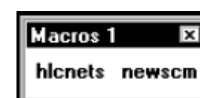


Рис. 16. Один из вариантов вида панели запуска макросов.

На следующем занятии мы приступим к рисованию различных объектов и изучим необходимые для этого настройки редактора схем.

Урок 2. Редактор схем CADSTAR: Работа с многолистовыми проектами.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущих занятиях мы познакомились с некоторыми особенностями интерфейса редактора схем системы CADSTAR. Сегодня мы попробуем создать и настроить собственный проект, а также нарисовать в нем несколько объектов.

Настройки стилей

Рассмотрим, как настраиваются стили основных объектов, составляющих принципиальную схему. Прежде всего, откроем новый проект. На предыдущем занятии мы назначили макрос, автоматически открывающий новый проект с нужным шаблоном, на нажатие функциональной клавиши F4. Если по каким-либо причинам вы не сохранили сделанные настройки, то выполним эту операцию заново.

1. Выполним команду меню File | New.

2. На закладке Schematic Design выберем шаблон Form A1 и нажмем кнопку OK.

Напомним, что выбранный нами шаблон уже содержит набор базовых настроек (ширины линий, стили текста), а также штамп основной надписи.

3. Выполним команду меню View | View All.

Настроим единицы измерения.

4. Выполним команду меню Setting | Units.

На экране появится диалоговое окно Units (рис. 1).

5. В поле Linear в выпадающем списке Units выберем Thousandths of an inch (тысячные доли дюйма).

6. Так как точности целых значений тысячных долей дюйма для прорисовки схемы нам вполне достаточно, в поле Number of Decimal Places введем значение 0.

7. В поле Angular параметр Number of Decimal Places зададим равным 1 и нажмем кнопку OK.

Выбранные нами единицы измерения отображаются в соответствующей ячейке в строке состояния. Быстро сменить их можно с помощью контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на этой ячейке.

8. Выполним команду меню Setting | Assignments.

9. В появившемся диалоговом окне Assignments перейдем на закладку Terminals, где задаются стили объектов, отображающих на схеме электрическую связность (рис. 2).

Здесь имеется таблица, в которой для каждого объекта задается свой набор параметров.

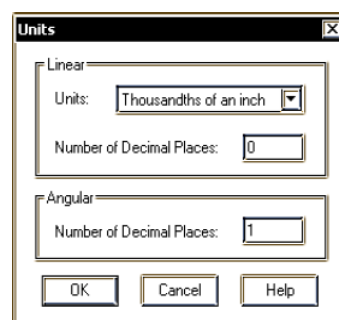


Рис. 1. Настройка единиц измерений.

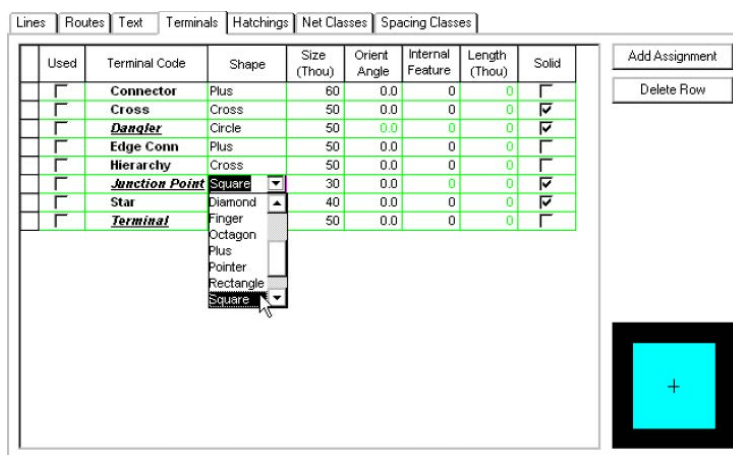


Рис. 2. Настройка стиля точки соединения.

Used — информационный флажок, сигнализирующий о том, что данный объект присутствует на схеме.

Terminal Code — здесь задается имя объекта. Если имя набрано отображается наклонным шрифтом с подчеркиванием, это означает, что данный объект является стандартным, а имя его определено по умолчанию.

Shape — здесь задается графический примитив, соответствующий данному объекту на схеме.

Size — задает размер графического примитива.

Orient Angle — задает угол поворота объекта.

Internal Feature — задает толщина линий, образующих объект (для некоторых графических примитивов, например, круг и квадрат, не доступен).

Length — задает длину некоторых объектов, например, Triangle или Pointer.

Solid — наличие галочки здесь задает заливку объекта.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке, параметра Shape в строке Junction Point и в выпадающем списке выберем опцию Square.

Заметим, что графическое представление точки соединения (Junction Point), отображаемое в нижнем правом углу диалогового окна, теперь сменится на квадрат.

11. В ячейку Size введем значение 30 и нажмем клавишу Enter. Размер квадрата изменится.

В качестве упражнения самостоятельно измените размер объекта Dangler, означающего не присоединенный конец линии связи на схеме, на 50 мил.

12. Перейдем на закладку Lines диалогового окна Assignments. Здесь задаются стили линий, используемые для прорисовки различных объектов на схеме.

13. Нажмем кнопку Add Assignment и в появившейся новой строке в ячейку Line Code введем текст Line 40 (имя создаваемого нами стиля линий).

14. В ячейке Width зададим ширину линии, равную 40 мил (рис. 3).

15. Для параметра Style оставим значение по умолчанию Solid (сплошная линия). При необходимости можно задать пунктирный (Dot), штриховой (Dash) или штрихпунктирный (DashDot и DashDotDot) тип линий.

16. Нажатием кнопки ОК закроем окно Assignments.

Used	Line Code	Width	Style
☐	(Connections)	1	Solid
☐	Line 1	1	Solid
☐	Line 40	40	Solid
☐	Line 10	10	Solid
☐	Line 10a	10	Solid

Рис. 3. Задание нового стиля линий.

Добавление в проект листов схемы

Прежде, чем приступить ко вводу проекта, нам необходимо создать нужное количество листов схем. Для проекта, показанного на рисунке 4, потребуется создать четыре листа (по числу блоков, обведенных жирной линией). Иерархические связи между листами будут созданы позже.

1. Выполним команду меню View | Select Sheet.

Появится диалоговое окно Select Sheet. В нём можно видеть, что пока в проекте имеется только один лист, отображаемый в данный момент в рабочем окне проекта. Его имя присвоено по умолчанию, а сам лист относится к категории Connected Sheets (связанные листы), поскольку он находится на верхнем уровне иерархии, и будет формировать часть проекта. В проекте также могут присутствовать листы категории Unconnected (не связанные), но такие листы могут быть только листами нижних уровней иерархии. Такой вариант мы рассмотрим несколько позже.

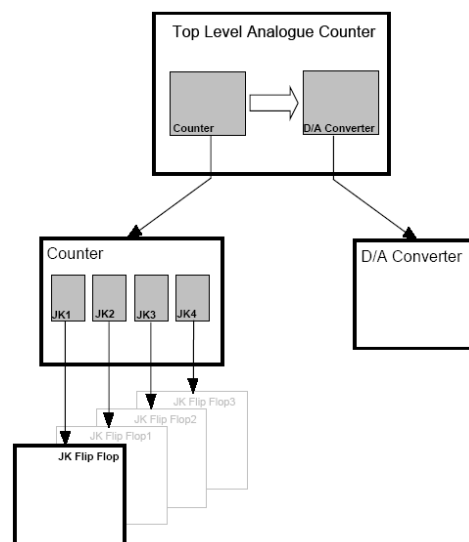


Рис. 4. Эскиз иерархического проекта схемы.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени файла Sheet1.

3. Станет активной кнопка Rename, нажмем ее.

На экране появится диалоговое окно Rename (рис. 6).

4. В текстовое поле New Sheet Name введем новое имя листа Top Level Analogue Counter и нажмем кнопку OK.

Теперь в диалоговом окне Select Sheet будет отображаться новое имя.

Создадим три новых листа Counter, D/A Converter и JK Flip Flop. Как следует из рисунка 4, все эти листы будут являться листами нижнего уровня иерархии проекта.

5. В окне Select Sheet нажмем кнопку Add.

На экране появится диалоговое окно Create New Sheet (рис. 7).

6. В поле Type of Sheet (тип листа) включим опцию Lower-level Sheet (подчиненный лист).

7. В текстовое поле New Sheet Name введем имя нового листа Counter и нажмём кнопку OK.

В диалоговом окне Select Sheet появится новый лист с именем Counter. Обратите внимание, что он будет отображаться в категории Unconnected Sheets (не связанные листы).

8. Аналогичным образом добавим в проект еще два листа нижнего уровня: D/A Converter и JK Flip Flop. После всех выполненных манипуляций окно Select Sheet будет иметь вид, показанный на рисунке 8.

9. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени JK Flip Flop.

10. Убедимся, что в опция New Window включена, и нажмем кнопку OK.

В редакторе схем откроется новое окно с пустым листом, полностью подготовленное для создания в нем схемы JK Flip Flop.

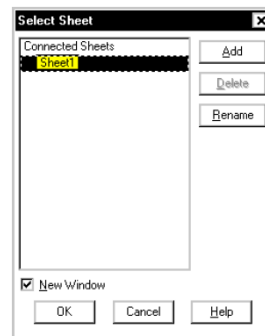


Рис. 5. Окно Select

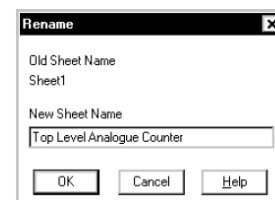


Рис. 6. Переименование листа схемы.

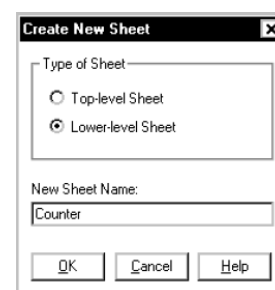


Рис. 7. Добавление нового листа в проект.

Добавление на схему текстовых надписей

Все созданные нами листы схем уже содержат рамку и штамп основной надписи, которые представляют собой специальный символ Documentation Symbol. При необходимости, пользователь может заменить символ на другой из библиотеки docsym.lib или вообще создать свой собственный. Сейчас для нас важно научиться добавлять текстовые надписи, поэтому первое, что мы сделаем — это добавим в штамп основной надписи текст, необходимый для идентификации схемы (рис. 9).

В настоящий момент у нас на экране отображается лист JK Flip Flop.

1. С помощью команды меню View | Frame View или кнопки Frame Window изменим масштаб просмотра таким образом, чтобы штамп наилучшим образом отображался на экране.

2. Выполним команду меню Add | Text или нажмем кнопку Add Text (button001).

Откроется диалоговое окно Add Text (рис. 10), в котором делаются все необходимые установки для ввода текста.

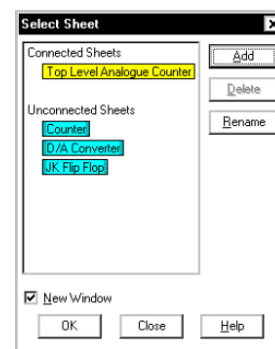


Рис. 8. Окно Select Sheet с тремя новыми листами.

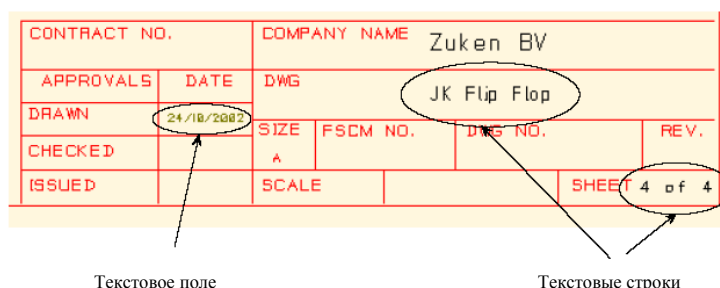


Рис. 9. Текстовые надписи в штампе схемы.

3. В этом окне в текстовом поле Text String введем необходимый нам текст JK Flip Flop.

4. В выпадающем списке Text Code выберем стиль Scrntxt F1 8/12 и нажмем кнопку ОК.

Введенная текстовая надпись окажется приклеенной к указателю мыши. Легко видеть, что при перемещении указателя мыши, текст привязывается к узлам сетки. Чтобы оптимально разместить текст уменьшим шаг сетки.

5. Наберём на клавиатуре текст G 25 (обязательно с пробелом) и нажмём клавишу Enter.

Шаг сетки, отображаемый в строке состояния, изменится на 25 мил.

6. Разместим текст так, как показано на рисунке 9, и щелкнем левой кнопкой мыши.

Текст окажется на схеме, а на экране снова появится диалоговое окно Add Text, что означает, что система готова к вводу новой текстовой надписи.

7. В текстовом поле Text String введем новый текст: 4 of 2.

8. В выпадающем списке Text Code выберем подходящий по размеру стиль и нажмем кнопку ОК.

9. Разместим новый текст в нужном месте и щелкнем левой кнопкой мыши.

На экране снова появится диалоговое окно Add Text, но теперь мы будем вводить не просто текст, а автоматически обновляемые текстовые поля, содержащие, например, текущую дату.

10. Удалим старый текст из поля Text String.

11. Нажмем кнопку Add Design Field и в появившемся контекстном меню выберем команду Date.

В окне Add Text в поле Text String появится код <@DATE@>, предписывающий системе отобразить на схеме текущую дату.

12. Чтобы текстовое поле появилось на всех листах проекта, включим опцию All Sheets.

13. В выпадающем списке Text Code выберем подходящий по размеру стиль и нажмем кнопку ОК.

14. Разместим поле в нужном месте схемы и щелкнем левой кнопкой мыши.

На схеме появится текстовая надпись, содержащая текущую дату.

15. Так как нам больше не нужно вводить текст нажмем клавишу ESC или кнопку Cancel.

Примечание: Для обновления любых текстовых полей в проекте, например, чтобы спустя несколько дней в только что введенном нами поле появилась правильная дата, необходимо выполнить команду меню Edit | Update Design Fields.

В порядке упражнения самостоятельно добавьте названия и номера на остальные листы проекта: Top Level Analogue Counter (1 of 4), Counter (2 of 4) и D/A Converter (3 of 4).

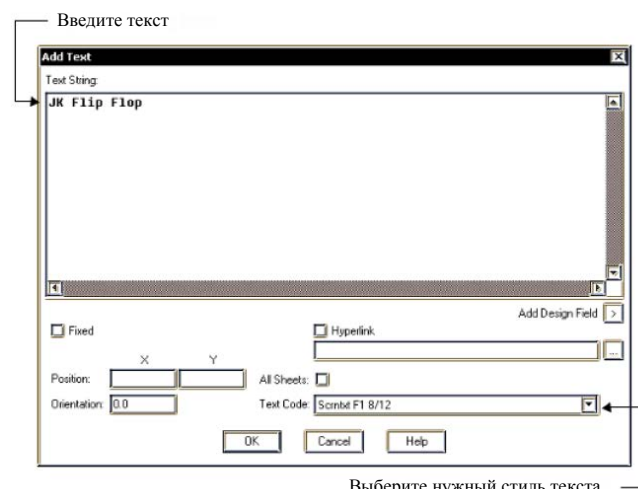


Рис. 10. Окно ввода текста.

Рисование объектов

Любые объекты на схеме рисуются с использованием кнопок Add Rectangle, Add Circle и Add Polygon, расположенных на панели инструментов Shape. Тип рисуемого объекта (например: фигура, иерархический блок, изображение символа) выбирается в диалоговом окне Defaults, вызываемом командой меню Setting | Defaults или нажатием кнопки Shape Defaults.

На первом этапе приступим к рисованию иерархических блоков и стрелки на листе Top Level Analogue Counter.

1. Любым из описанных выше способов откроем в редакторе схем лист Top Level Analogue Counter.

2. Введем с клавиатуры текст G 500, чем сделаем шаг сетки равным 500 мил.

Для удобства работы назначим макрос, переключающий режим отображения видимой сетки, на одну из функциональных клавиш. Этот макрос не надо записывать, он входит в комплект поставки программы CADSTAR.

3. Выполним команду меню Tools | Customize и в появившемся диалоговом окне перейдем на закладку Function Keys.

4. Назначим исполнение макроса под названием tglsgrid на клавишу F5 и закроем диалоговое окно, подтвердив сохранение сделанных изменений.

Прежде чем выполнить макрос, зададим шаг видимой сетки.

5. Выполним команду меню Setting | Grids.

6. В появившемся окне Grids (рис. 12) в выпадающем списке Name выберем имя сетки Screen Grid.

7. Включим опцию Step Grid, после чего в ячейках X Step и Y Step введем значение 500 и нажмем кнопку OK.

Теперь мы полностью готовы для переключения экранной сетки.

8. Нажмем функциональную клавишу F5.

Легко видеть, что процедура переключения экранной сетки выполняется автоматически, а имя макроса при этом отображается в строке состояния.

9. Выполним команду View | View All, чтобы весь лист схемы был отображен в окне редактора.

Выберем тип рисуемого объекта.

10. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults в меню или нажмем кнопку  (button002), расположенную на панели инструментов Shape.

11. В открывшемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape и в поле Type вы выберем опцию New Block, которая позволит нам создать иерархический блок.

12. Установим параметры Code, Fill Style и Closed, как показано на рисунке 13 и нажмем кнопку OK.

Теперь мы готовы начать рисование объектов.

13. Выполним команду меню Add | Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button003) на панели инструментов Shape.

14. Поместим указатель мыши в позицию верхнего левого угла блока Counter, щелкнем левой кнопкой мыши и, перемещая курсор вправо вниз нарисуем квадрат со стороной 3 дюйма.

Обратите внимание, что при перемещении мыши нет необходимости удерживать левую кнопку мыши нажатой.

Размеры прямоугольника проще всего контролировать с помощью относительных координат курсора, отображаемых в специальной ячейке строки состояния.

15. Когда координаты в этой ячейке достигнут значений 3000 и -3000, выполним щелчок левой кнопкой мыши, чем завершим рисование прямоугольника.

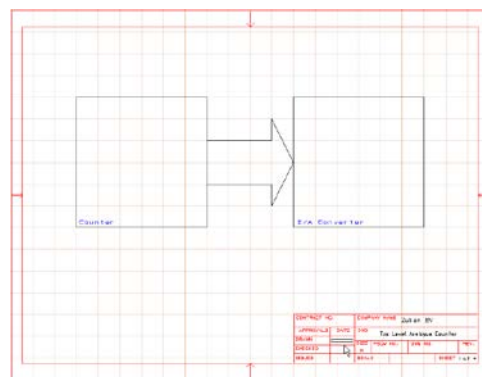


Рис. 11. Схема листа Top Level Analogue Counter.

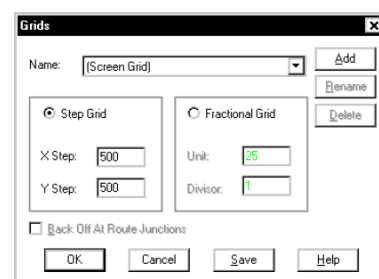


Рис. 12. Настройка видимой сетки.

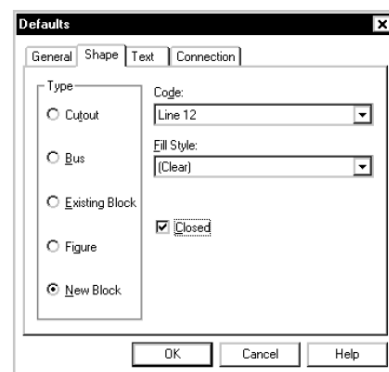


Рис. 13. Настройка видимой сетки.

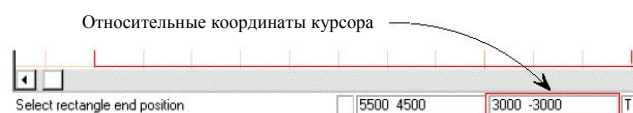


Рис. 14. Контроль размеров рисуемого прямоугольника.

16. Аналогичным образом нарисует второй иерархический блок того же размера, называемый D/A Converter.

Мы теперь переходим к рисованию стрелки. Она представляет собой фигуру, содержащую линии нарисованные под углом, отличным от 90 градусов, поэтому нам потребуется сменить режим рисования.

17. Выполним команду меню Tools | Options и в окне Options перейдем на закладку Interaction.

18. В поле Add Segment Mode включим опцию One Segment - Free, разрешающую рисование линий под произвольным углом.

Примечание: Тот же эффект можно получить набирая с клавиатуры команду A последовательно до тех пор, пока не будет включен требуемый режим.

19. Нажатием кнопки  (button002) снова вызовем диалоговое окно Defaults.



Рис. 15. Панель инструментов Snap.

20. На вкладку Shape в поле Type вы выберем опцию Figure.

21. Выключим опцию Close и выберем стиль линий Line 5.

Система CADSTAR предлагает пользователю различные режимы привязки рисуемых объектов к ранее нарисованным фигурам, что значительно упрощает пользователю поиск концов и середины линий, центров окружностей и дуг, пересечений и т.д. Кнопки выбора этих режимов расположены на панели инструментов Snap.

22. Выполним команду меню View | Toolbars | Snap и включим отображение панели Snap на экране (рис. 15).

23. Нажмем на этой панели четыре кнопки: Ends of Lines (концы линий), Centres of Lines (середины линий), Perpendicular Junctions (перпендикулярные соединения линий) и Intersection of Lines (пересечения линий), как показано на рисунке 15.

24. Выполним команду меню Add | Shape | Polygon или нажмем кнопку  (button004) на панели инструментов Shape.

Рисование стрелки начнем с острия, которое должно попадать в середину одной из сторон правого блока.

25. Наведем указатель мыши приблизительно на середину нужной стороны блока. Треугольный маркер подскажет нам точную середину отрезка.

26. Выполним щелчок левой кнопкой мыши. Система начнет прорисовку линии, первый конец которой будет привязан к строго определенной точке.

27. Последовательно щелкая левой кнопкой мыши, нарисует стрелку, как показано на рисунке 11.

28. Как только мы вернемся в начальную точку, на экране появится прямоугольный маркер. Выполним на нем двойной щелчок левой кнопкой мыши.

Редактирование объектов

Однажды нарисованный объект может быть легко изменен с помощью специальных маркеров-манипуляторов, отображение которых должно быть включено в настройках системы.

1. Выполним команду меню Tools | Options и в окне Options на закладке Interaction включим опцию Enable Resize Markers, после чего закроем окно.

2. Перейдем в режим выделения и выполним щелчок на одной из линий, нарисованной нами стрелки.

Вокруг стрелки появится пунктирный прямоугольник с залитыми квадратными маркерами, а по периметру самой стрелки во многих местах появятся маркеры в виде не залитых квадратиков (рис. 16).

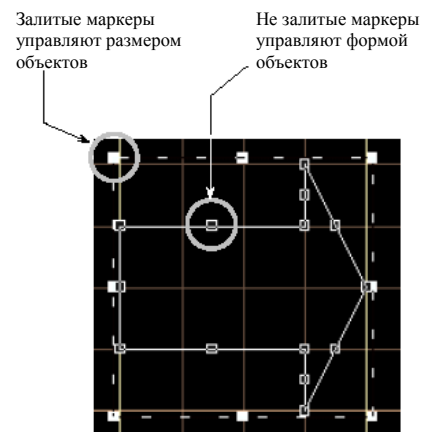


Рис. 16. Маркеры редактирования объектов.

3. Щелчком левой кнопкой мыши на одном из залитых маркеров и, удерживая ее нажатой, переместим его на новое место.

Легко видеть, что стрелка изменяет свои размеры, сохраняя форму.

4. Щелчком левой кнопкой мыши на одном из не залитых маркеров и, удерживая ее нажатой, переместим его на новое место.

Легко видеть, что положение соответствующих сегментов линий изменяется, в результате чего меняется форма стрелки.

5. Несколько раз последовательно выполним команду Undo для возвращения стрелки к её исходному виду.

Присвоение имен иерархическим блокам

Следующее, что мы будем делать, это присвоение имен иерархическим блокам. Проще всего это сделать, используя редактирование свойств элемента (Item Properties).

1. Перейдем в режим выделения, выполним щелчок левой кнопки мыши на контуре левого иерархического блока и нажмем кнопку  (button005).

2. В открывшемся окне Item Properties – Block Shape в поле Name введем имя иерархического блока Counter, как показано на рисунке 17.

3. Аналогичным образом присвоим имя D/A Converter второму иерархическому блоку.

Легко видеть, что в левом нижнем углу каждого блока появились только что введенные имена. Переместим их более подходящие места.

4. Выполним команду меню Actions | Modify Items | Move и выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени блока Counter.

5. Переместим указатель мыши с приклеенным к нему именем блока в новое место и щелкнем левой кнопкой.

Если шаг сетки слишком велик, то его можно изменить непосредственно в процессе перемещения с помощью клавиатурной команды G 50, например.

Перемещение имени второго блока выполним другим способом.

6. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на имени блока D/A Converter и в появившемся контекстном меню выберем команду Move.

7. Переместим указатель мыши с приклеенным к нему именем блока в новое место и щелкнем левой кнопкой.

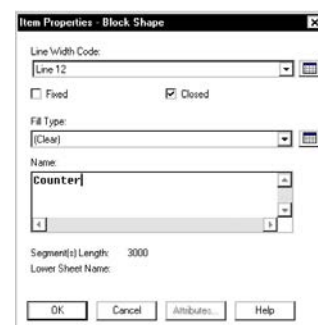


Рис. 17. Присвоение имени иерархическому блоку.

Сохранение проекта

Завершающим упражнением данного урока будет сохранение созданного нами проекта с выполненными настройками листов.

Прежде всего, добавим к проекту комментарий, который позднее поможет вам или вашим коллегам понять, что именно вы делали в данном проекте, и какова была его цель создания.

1. Выполним команду меню File | Properties.

Откроется диалоговое окно Properties (рис. 18), в котором имеется большая панель для ввода текста.

2. В поле Design Title введем текст Sheet Set Up, как показано на рисунке, или любой другой комментарий, в том числе и на русском языке, после чего нажмем кнопку OK.

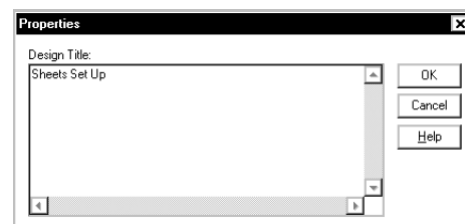


Рис. 18. Ввод в проект текстового комментария.

Следует помнить, что 10 первых строк данного текстового комментария будут присутствовать в любом текстовом отчете, генерируемом системой CADSTAR, поэтому комментарии должны быть достаточно лаконичными.

3. Выполним команду меню File | Save As.

4. В появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, и укажем имя файла проекта, например, selftch.scm.

5. Нажмем кнопку Сохранить.

Итак, на данном занятии мы изучили основные приемы рисования на схеме простейших графических объектов. В следующий раз мы научимся выбирать компоненты из библиотек, добавлять их на схему и рисовать электрические связи.

Урок 3. Редактор схем CADSTAR: Добавление на схему элементов и связей.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы изучили возможности рисования на схеме графических объектов. Сегодня мы рассмотрим основные приемы добавления на схему элементов и прорисовки связей.

Добавление элементов

Для данного занятия нам потребуется созданный ранее проект selftch.scm с комментарием Sheets Set Up. Если по каким-либо причинам этот проект у вас отсутствует, можно воспользоваться специальным учебным файлом Chapter3.scm, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter3.scm.
2. Выполним команду View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем JK Flip Flop.
3. С помощью команды View | View All изменим масштаб таким образом, чтобы в рабочем окне редактора была видна вся схема.

На данном листе нам требуется нарисовать схему, эскиз которой представлен на рисунке 1. Легко видеть, на схеме присутствуют только логические элементы: шесть секций NAND3 и три секции AND2.

Логические элементы NAND3 и AND2 хранятся в библиотеке схемных элементов (Schematic Symbols). Каждый элемент может иметь четыре различных графических представления, различить которые в библиотеке можно благодаря имени варианта, приведенного в скобках. На рисунке 2 показаны четыре варианта представления элемента AND2. В случае, если мы добавляем элемент на схему, используя имя компонента (Part Name), по умолчанию автоматически выбирается вариант ANSI2.

Для упрощения размещения элементов настроим сетку.

4. Выполним команду меню Setting | Grids.
5. В появившемся окне Grids (рис. 12) в выпадающем списке Name выберем имя сетки Screen Grid.
6. Включим опцию Step Grid, после чего в ячейках X Step и Y Step введем значение 500 и нажмем кнопку OK.
7. Выполним команду меню Tools | Options и в окне Options перейдем на закладку Display.
8. В поле Screen Appearance в выпадающем списке Grid Type выберем строку Lined и нажмем кнопку OK.

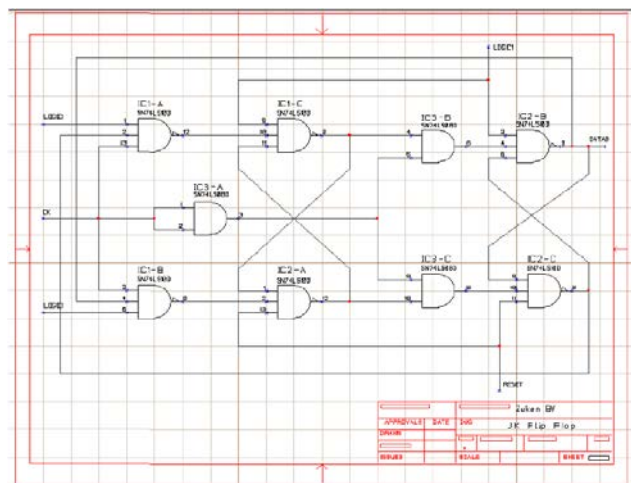
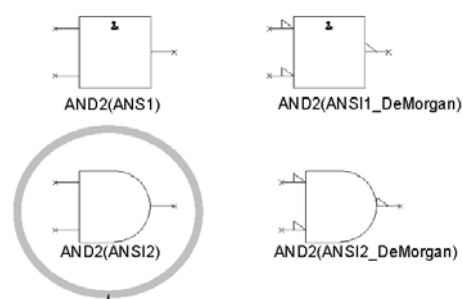


Рис. 1. Эскиз схемы триггера JK Flip Flop.



При добавлении на схему этот вариант используется по умолчанию.

Рис. 2. Различные варианты представления символов элементов.

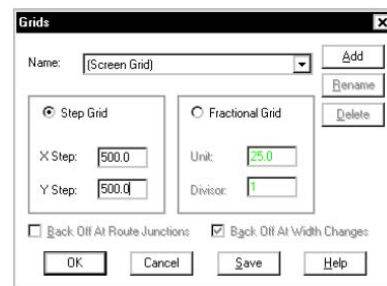


Рис. 3. Настройка видимой сетки.

Если после всех проделанных манипуляций экранная сетка Screen Grid не отображается, то необходимо выполнить следующее.

9. Выполним команду меню Settings | Colours.

10. В появившемся окне Colours в списке Category выберем строку Highlights и нажмём кнопку Change Colours.

В появившемся окне Colours - Highlights легко видеть, что напротив имени объекта Screen Grid стоит параметр No, запрещающий отображение сетки на экране.

11. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Screen Grid. Параметр отображения примет значение Yes.

12. Дважды нажимая кнопки ОК, закроем все диалоговые окна. Сетка отобразится на экране.

Если вы последовательно изучаете данные уроки, то должны помнить, что на предыдущем занятии мы назначили выполнение специального макроса на нажатие функциональной клавиши F5. Таким образом, если все настройки сделанные в ходе урока 2 были сохранены, то для переключения режима отображения сетки достаточно нажать клавишу F5.

Для начала выполним добавление элемента на схему, используя известное нам имя компонента (Part Name). В библиотеке CADSTAR присутствует компонент SN74LS10D, который необходим нам для использования в проекте и который состоит из нескольких секций NAND3.

13. Выполним команду меню Add | Part or Symbol или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

14. В появившемся диалоговом окне Add Symbol by Part нажмем кнопку Search. На экране отобразится окно Add Symbol Search (рис. 4).

15. В поле Search For включим опцию Parts и в соответствующей ячейке введём шаблон поиска SN74LS*. Звездочка (*) здесь используется как стандартный символ подстановки нескольких неизвестных символов. Для указания одного неизвестного символа используется знак вопроса (?).

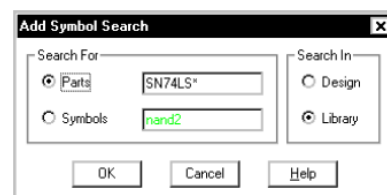


Рис. 4. Задание условий поиска компонента.

16. В поле Search In включим опцию Library и нажмем кнопку ОК.

В диалоговом окне Add Symbol by Part в результате появится

список компонентов библиотеки, удовлетворяющих заданным критериям поиска (рис. 5).

17. Прокрутим список компонентов, приведенный в правой части окна и с помощью мыши выберем в нем строку SN74LS10D.

В левой части окна приведен список параметров, главные из которых для нас сейчас:

Symbol Ref Name — имя символа логического элемента (NAND3).

Alternate Name — имя варианта (ANSI2).

Gate Modifier — идентификатор секции.

Отметим, что в системе CADSTAR идентификаторы (суффиксы) секций могут быть только буквенными. В нашем случае идентификатор имеет значение A, что соответствует первой секции компонента SN74LS10D.

18. В поле Component Name введем позиционное обозначение добавляемого элемента IC1 и нажмем кнопку Add.

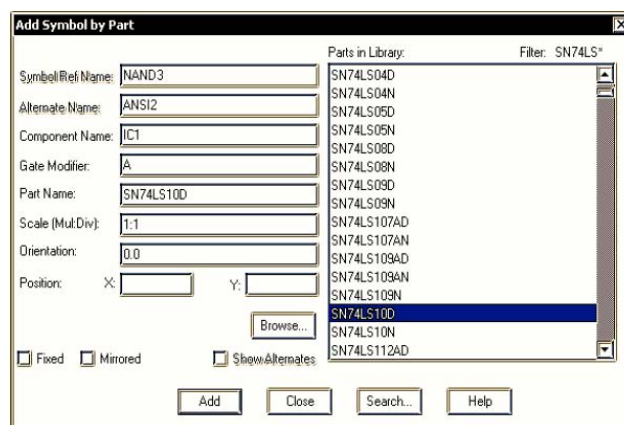


Рис. 5. Результаты поиска компонентов по маске.

SN74LS10D	NAND3	ANSI2	IC1-A

Рис. 6. Информация о добавляемом элементе.

Окно Add Symbol by Part закроется, а символ NAND3 окажется "приклеенным" к указателю мыши. Подробная информация о размещаемом символе будет приведена в строке состояния (рис. 6).

19. Сдвинем указатель мыши в левый верхний угол схемы и щелкнем левой кнопкой мыши.

На схеме появится элемент IC1-A, а к указателю мыши окажется "приклеенной" очередная секция компонента, которая автоматически получит обозначение IC1-B. Обратите внимание, что изменятся и номера выводов, информация о которых извлекается из библиотечного описания компонента.

20. Разместим новый элемент несколько ниже первого и щелкнем левой кнопкой мыши.

Не стоит беспокоиться о неточном размещении символа, позднее мы исправим это.

21. Аналогичным образом разместим еще один символ NAND3 согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Элемент автоматически получит имя IC1-C.

Обратите внимание, что после размещения третьей секции позиционное обозначение "приклеенного" к указателю мыши элемента изменится на IC2-A, что говорит о том, что все три имеющиеся в компоненте SN74LS10D секции задействованы и новая секция будет первой (A) в компоненте IC2.

22. Добавьте на схему еще три символа NAND3 согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Элементы автоматически получают имена IC2-A, IC2-B и IC2-C.

23. Нам требуется только шесть элементов NAND3, поэтому нажатием клавиши Esc выйдем из режима размещения.

24. На экране снова появится диалоговое окно Add Symbol by Part, для выхода из которого нажмем кнопку Cancel.

Для добавления на схему трёх элементов AND2 мы воспользуемся другим методом — будем использовать панель Workspace.

25. Если панель Workspace не отображается на экране, то выполним команду меню View | Windows | Workspace.

26. На панели Workspace перейдем на вкладку Libraries.

В данном окне отображается список библиотек, расположенных в папке, указанной в настройках File Locations.

27. Прокрутим список, пока в окне не появится библиотека TTL и щелкнем левой кнопкой мыши на знаке (+) возле имени библиотеки.

Обратите внимание, что библиотека компонентов TTL имеет иерархическую структуру, что существенно облегчает поиск компонентов.

28. Прокрутим список содержимого библиотеки TTL пока не появится папка SN74LS и щелкнем левой кнопкой мыши на знаке (+) возле имени папки.

29. Прокрутим список содержимого папки SN74LS, пока не найдем компонент SN74LS08D и выполним на нём щелчок левой кнопкой мыши.

Теперь перед нами в окне Library Preview появится графическое представление компонента (рис. 8). Легко видеть, что компонент SN74LS08D включает четыре секции AND2.

Добавление элемента на схему при работе с панелью Workspace осуществляется методом перетаскивания.

30. Наведем указатель мыши на компонент SN74LS08D на панели Workspace, нажмем левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместим захваченный элемент в окно редактора схем.

31. Как только указатель мыши переместится в окно редактора схем, к нему окажется "приклеенной" символ AND2. С этого момента левую кнопку мыши можно отпустить.

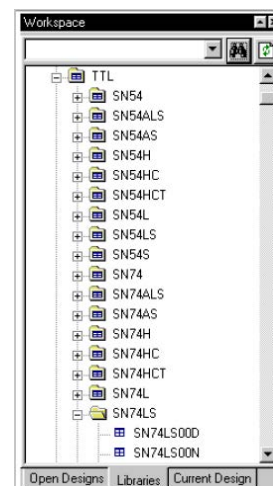


Рис. 7. Выбор элемента с помощью панели Workspace.

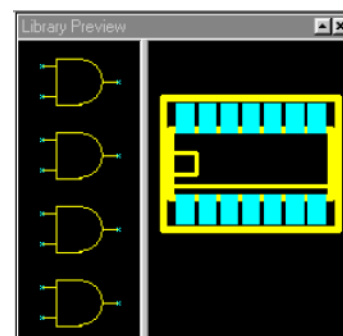


Рис. 8. Графическое представление компонента на панели Library Preview.

Обратите внимание, что обозначение элемента будет присвоено по умолчанию U1. Позднее мы изменим его.

32. Переместим символ в позицию IC3-A на рисунке 1 и щелкнем левой кнопкой мыши.

На схеме появится элемент U1-A, а к указателю мыши окажется "приклеенной" очередная секция компонента, которая автоматически получит обозначение U1-B.

33. Аналогичным образом разместим на схеме еще два символа AND2. Элементы автоматически получат имена U1-B и U1-C.

34. Для выхода из режима размещения выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Cancel или просто нажмем клавишу Escape.

Переименование элементов

Выполним переименование только что добавленных на схему элементов.

1. Выполним команду Edit | Item Properties или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

2. Наведем указатель мыши на элемент U1-A и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На экране появится окно Item Properties – Symbol (рис. 9).

3. В поле Name введём новое обозначение IC3 и нажмём кнопку OK.

Окно закроется, а позиционное обозначение указанного элемента на схеме изменится. Обратите внимание, что данный метод работает по принципу "действие-объект". То есть, сначала указывается действие, которое будет выполняться, а потом объекты. Такой метод удобно использовать, когда выполняется последовательность однотипных действий с некоторыми объектами.



Рис. 9. Изменение позиционного обозначения элемента.

В случае, когда объектов слишком много, а изменяемые данные идентичны, можно воспользоваться другим методом.

4. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button03) и окном охвата выделим элементы U1-B и U1-C.

5. Выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties или просто нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

6. В появившемся окне Item Properties – Symbol в поле Name введём новое обозначение IC3 и нажмём кнопку OK.

Окно закроется, а позиционное обозначение изменится сразу у двух элементов. Обратите внимание, что суффикс секции добавляется к обозначению автоматически (вручную изменить его в этом случае просто невозможно). Отметим, что данный метод подходит только для изменения одинаковых данных и при попытке одновременно изменить обозначения у элементов IC1-C и IC2-A он работать не будет.

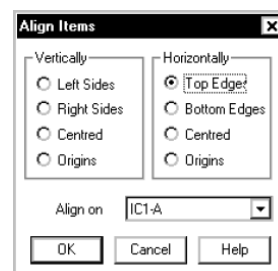


Рис. 10. Выравнивание элементов.

Выравнивание элементов на схеме

Теперь выполним выравнивание элементов, для того чтобы обеспечить ортогональное отображение связей.

1. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button03) и окном охвата выделим элементы IC1-A и IC1-C.

2. Выполним команду меню Actions | Align Items.

На экране появится диалоговое окно Align Items (рис. 10).

3. Будем выравнивать компоненты по горизонтали относительно их верхнего края, поэтому в поле Horizontally включим опцию Top Edge и нажмем кнопку ОК.

Элементы автоматически переместятся согласно заданным настройкам.

4. Окном охвата выделим элементы IC1-A и IC1-B и выполним команду меню Actions | Align Items.

5. В диалоговом окне Align Items в поле Vertically включим опцию Left Sides и нажмем кнопку ОК.

Элементы выравниваются по вертикали.

6. В качестве упражнения самостоятельно выровняйте по вертикали и горизонтали оставшиеся пары элементов, как показано на рисунке 1.

Прорисовка цепей

Прежде, чем приступить к прорисовке связей на схеме, необходимо выполнить ряд настроек.

Прежде всего, выполним настройку типов цепей (Net Route Code), которые фактически представляют собой правила проектирования, задающие ограничения на ширину проводников и учитываемые в редакторе печатных плат.

1. Выполним команду меню Settings | Assignments и в появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Routes.

Lines	Routes	Text	Terminals	Hatchings	Net Classes	Spacing Classes
Used	Net Route Code	Layer	Optimal Width (Thou)	Necked Width (Thou)	Min Width (Thou)	Max Width (Thou)
☐	Clock	(Default)	20.0	12.0	10.0	40.0
☐	GND	(Default)	50.0	25.0	10.0	100.0
☒	Signal	(Default)	10.0	8.0	5.0	40.0
☐	VCC	(Default)	50.0	25.0	10.0	100.0

Рис. 11. Настройка типов цепей.

Здесь имеются четыре заданных по умолчанию типа цепей, для каждого из которых задано рекомендуемое значение ширины проводника (Optimal Width), а также пределы Min Width и Max Width изменения ширины проводников при интерактивной трассировке.

Сейчас для нас представляют интерес только сигнальные цепи (тип Signal).

2. Проверим, что настройки ширин проводников для этого типа соответствуют приведенным на рисунке 11 и закроем окно.

Настроим стиль отображения меток цепей, которые будут появляться автоматически в окрестности терминала или точки подключения цепи к выводу элемента.

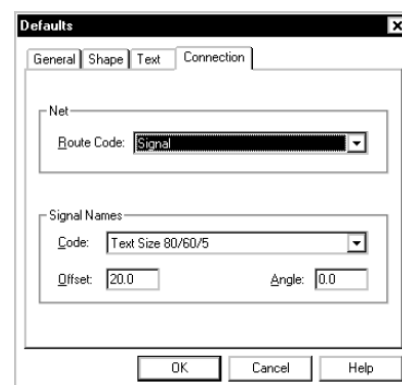


Рис. 12. Настройка отображения меток цепей.

3. Выполним команду меню Settings | Defaults и в появившемся окне перейдем на вкладку Connection (рис. 12).

Здесь для каждого типа цепей (Net Route Code) в поле Signal Names задается стиль текстовой метки цепи (Code), сдвиг метки относительно терминала (Offset) и угол ее смещения (Angle). Отметим, что метка цепи всегда отображается над терминалом (рис. 13).



Рис. 13. Параметры отображения меток цепей.

4. Проверим, что все настройки для типа цепей Signal соответствуют приведенным на рисунке 12 и закроем окно.

Приступим к добавлению на схему связей, начинающихся и заканчивающихся на выводах элементов. В ходе этого некоторым цепям мы будем присваивать специальные имена.

Изменим масштаб просмотра таким образом, чтобы в окне редактора отображались три верхних левых элемента: IC1-A, IC3-A и IC1-C.

Первую связь проведем от вывода 12 IC1-A к выводу 10 IC1-C. Перед этим включим ортогональный режим рисования.

5. Выполним команду меню Tool | Options, в появившемся окне на вкладке Interaction в поле Add Segment Mode выберем опцию Two Segment – 90 Degrees и нажмем кнопку ОК.

6. Выполним команду Add | Connection или нажмем кнопку  (button04).

В строке состояния появится подсказка Select connection start position (укажите точку начала линии связи).

7. Наведем указатель мыши на вывод 12 элемента IC1-A и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Связь присоединится к выводу и будет тянуться за курсором в виде последовательности ортогональных сегментов. В строке состояния появится подсказка Select position for corner or end (укажите точку изгиба или завершения). Прежде чем завершить связь, присвоим ей специфическое имя.

8. В режиме прокладки связи наберем на клавиатуре текст NET1 и нажмём клавишу Enter.

Теперь имя NET1 присвоено текущей связи, что легко проверить в соответствующей ячейке строки состояния, но пока это имя на схеме никак не отображается.

9. Наведем указатель мыши на вывод 10 элемента IC1-C и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Прокладка связи завершится автоматически. Данной связи по умолчанию будет присвоен тип цепи Signal. Все связи, которые мы будем добавлять на нашу схему, будут иметь этот тип. Метка цепи NET1 будет отображена возле вывода 10 элемента IC1-C (рис. 14).



Рис. 14. Автоматически добавленная метка цепи.

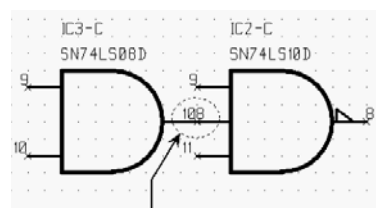
10. Наведем указатель мыши на вывод 1 элемента IC3-A и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

11. Сдвинем указатель мыши немного влево и вниз. Связь будет прорисована двумя сегментами.

12. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зафиксируем позицию первого излома линии связи.

13. Наведем указатель мыши на вывод 2 элемента IC3-A и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

К линии связи будет добавлен новый излом, сама связь будет присоединена к выводу и завершена. Обратите внимание, что в данном случае имя цепи \$1 было присвоено автоматически по умолчанию, а метка цепи при этом не появилась.



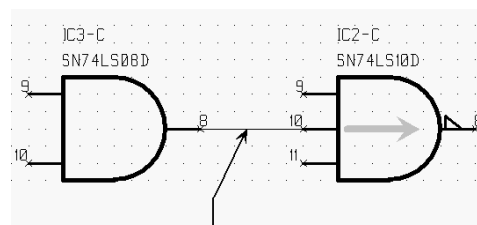
Концы выводов должны накладываться друг на друга

a)

14. Аналогичным образом соединим выводы 13 элемента IC1-A и 3 элемента IC1-B.

Изменим вид в окне редактора так, чтобы в нем отображались элементы IC2-C и IC3-C.

15. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button03), щелкнем левой кнопкой мыши на элементе IC2-C и, удерживая кнопку нажатой, переместим символ влево так, чтобы концы выводов конец вывода 10 элемента IC2-C наложился на конец вывода 8 элемента IC3-C (рис. 15a).



Автоматически добавленная связь

b)

Рис. 15. Автоматическое добавление связей между элементами.

16. Отпустим левую кнопку мыши.

17. Снова захватим элемент IC2-C и удерживая нажатой левую кнопку мыши сместим его немного вправо.

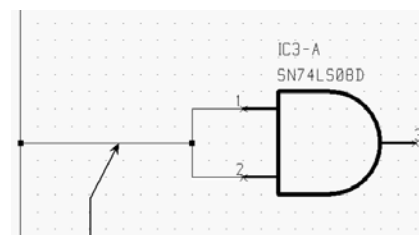
Легко видеть, что между выводами 8 и 10 автоматически добавилась связь, которая по мере отодвигания элемента IC2-C тянется за ним (рис. 15b).

Отметим, что данный метод также работает, когда вывод элемента накладывается на существующую линию связи.

Полный перечень режимов автоматического добавления связей можно найти в справочной системе пакета CADSTAR.

18. Снова выполним команду меню Add | Connection и нажмем клавишу F1. На открывшейся странице справки перейдем по ссылке Connecting Symbols Automatically.

Легко видеть, что помимо двух упомянутых выше автоматических режимов, существуют еще три: разбиение цепи на две при наложении на нее компонента, подключение одного или нескольких выводов при наложении их на шину, соединение вывода с незаконченной цепью.



Добавляемая связь

Рис. 16. Соединение двух существующих связей.

19. Закроем окно справочной системы.

20. Снова выполним команду меню Add | Connection, наведем указатель мыши на связь между выводами 13 элемента IC1-A и 3 элемента IC1-B и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

21. Сдвинем указатель мыши вправо в сторону элемента IC3-A. Легко видеть, что прокладываемая связь подключилась к существовавшей ранее, о чем сигнализирует появившаяся точка соединения.

22. Наведем указатель мыши на связь между выводами 1 и 2 элемента IC3-A и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Новая связь соединит две цепи, причем конечная цепь получит имя, которое было у цепи, с которой начиналась связь.

Пока мы рисовали только ортогональные связи, однако, на рисунке 1 присутствуют цепи, проложенные под произвольным углом. Попробуем нарисовать их.

23. Начнем связь с вывода 1 элемента IC2-A, нарисует последовательно горизонтальный и вертикальный сегменты, как показано на рисунке 17, и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

24. В появившемся контекстном меню выберем команду Angle 0.

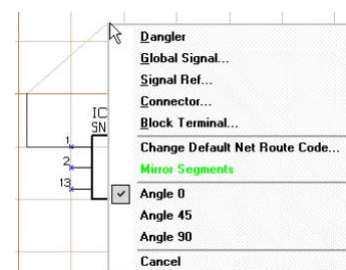


Рис. 17. Прокладка связей под произвольным углом.

Теперь прокладываемая связь будет тянуться за указателем мыши под произвольным углом.

25. Щелчком левой кнопки мыши зафиксируем наклонный сегмент так, чтобы его второй конец подходил немного правее и ниже вывода 8 элемента IC1-C.

26. Наберем на клавиатуре текст команду A 90 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter. Редактор перейдет в режим рисования ортогональных связей.

27. Завершим рисование связи на выводе 8 элемента IC1-C, добавив последовательно вертикальный и горизонтальный сегменты.

Примечание: Для последовательного переключения трех показанных на рисунке 17 режимов рисования может быть клавиатурная команда A. Для перехода в конкретный режим используются команды A 90, A 45 и A 0 соответственно (с пробелами).

Теперь приступим к созданию связей, образующих внешние (иерархические) соединения схемы.

Все входы и выходы схемы JK Flip Flop оканчиваются иерархическими выводами, известными также как блочные выводы (Block Terminals) или порты.

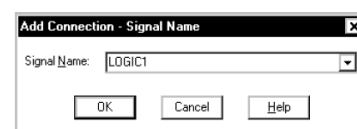


Рис. 18. Задание имени цепи для иерархического порта.

28. Начнем связь на выводе 1 элемента IC1-A и проведем ее влево к краю схемы.

29. Нажмем правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Block Terminal. Теперь к концу прокладываемой связи добавится символ иерархического вывода.

30. Укажем необходимую позицию размещения порта и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

31. В появившемся окне Add Connection – Signal Name введем имя цепи LOGIC1, которое фактически будет создавать связь схемы JK Flip Flop со схемой верхнего уровня иерархии, и нажмем кнопку OK.

На схеме появится связь, завершающаяся портом и текстовой меткой с именем цепи.

32. Начнем новую связь на выводе 5 элемента IC1-B, добавим к ней иерархический порт (Block Terminal), подведем к левому краю листа схемы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

33. В появившемся окне Add Connection – Signal Name снова введем имя цепи LOGIC1 и нажмем кнопку OK.

На экране появится сообщение, показанное на рисунке 19, которое информирует нас о том, что цепь с таким именем на схеме уже существует.

34. Нажмем кнопку Yes (продолжить).

На схему добавится еще одна связь и порт с именем LOGIC1. В том, что две разных связи имеют одинаковое имя, нет никакого противоречия. Это лишь означает, что эти связи, хоть и не соединены на схеме явно, принадлежат одной цепи LOGIC1. Таким образом, имя цепи обеспечивает логическую связность проекта.

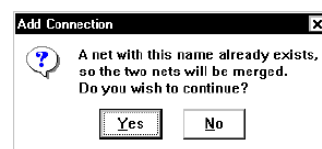


Рис. 19. Сообщение о том, что цепь с задаваемым именем уже существует.

Проверка правил электрических соединений (ERC)

Система CADSTAR имеет возможность проверки правил электрических соединений (ERC) непосредственно в процессе рисования связей. Подобная проверка правила делает невозможным соединение несовместимых выводов (например, двух выходов логических элементов).

1. Выполним команду меню Setting | Electrical Rules.

На экране появится диалоговое окно Electrical Rules Setting, перечисляющее доступные правила проверки (рис. 20).

2. Включим "галочки" напротив трех правил, как показано на рисунке 19. Такой набор запрещает соединение земли с цепями питания и выводами элементов, определенными как логические выходы, а также логических выходов различных типов между собой.

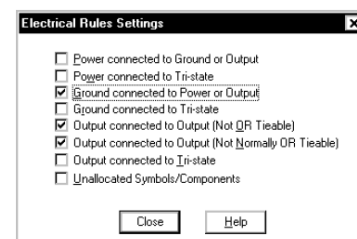


Рис. 20. Настройка правил проверки ERC.

3. Включим режим проверки правил ERC "на лету", для чего выполним команду меню Tools | Options и в появившемся окне на вкладке Interaction включим опцию Electrical Rules Checking.

4. Изменим масштаб просмотра схемы таким образом, чтобы в центре окна были элементы IC3-B и IC3-C.

5. Начнем связь с вывода 6 элемента IC3-B проложим его любым способом и попытаемся завершить ее на выводе 8 элемента IC3-C.

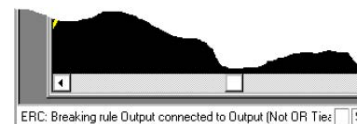


Рис. 21. Сообщение о нарушении правила ERC.

Поскольку оба вывода являются логическими выходами, механизм проверки правил ERC не позволит нам завершить эту связь щелчком левой кнопки мыши. Причина будет описана в строке состояния (рис. 21).

6. Нажмем клавишу Escape и откажемся от выполнения этой операции.

Если пользователю не требуется постоянный контроль соблюдения правил электрических соединений в процессе рисования, но в какой-то момент он захочет проверить, имеются ли в проекте какие-либо нарушения ERC, то он может выполнить проверку в так называемом пакетном режиме.

Прделаем следующее упражнение.

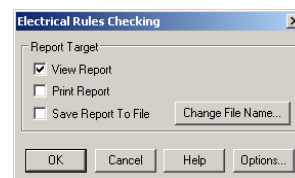


Рис. 22. Настройка отчета о проверке ERC.

7. Выключим режим проверки правил ERC "на лету", для чего выполним команду меню Tools | Options и в появившемся окне на вкладке Interaction выключим опцию Electrical Rules Checking.

8. Нарисуем связь между выводами 6 элемента IC3-B и 8 элемента IC3-C. Так как проверка отключена, система позволит нарисовать соединение.

9. Выполним команду меню Tools | Reports | Electrical Rules Check.

10. В появившемся окне Electrical Rules Checking (рис. 22) включим только опцию View Report (просмотр отчета) и нажмем кнопку ОК. Печать или сохранение в файл нам сейчас не требуются.

На экране компьютера появится окно отчета Electrical Rules Checking ActiveReport, в котором будет приведено сообщение о найденной ошибке Output connected to Output (Not OR Tieable) (соединены два логических выхода) и строка с подробным описанием цепи, вызвавшей нарушение (рис. 23).

11. Выполним щелчок левой кнопки мыши на строке отчета, описывающей конфликтную цепь.

Редактор схем автоматически изменит вид и масштаб так, чтобы наилучшим образом показать указанную цепь. Отсюда следует, что окно отчета является интерактивным и обеспечивает оперативную навигацию в проекте.

12. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

13. Выполним команду меню Edit | Undo необходимое число раз, чтобы вернуться к состоянию, предшествующему добавлению конфликтной цепи.

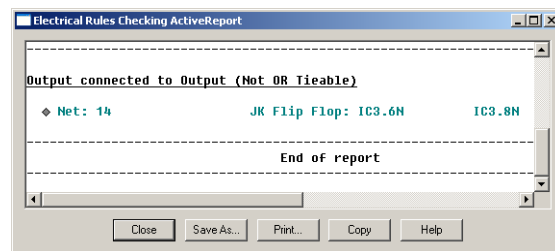


Рис. 23. Отчет о результатах пакетной проверки правил ERC.

Управление отображением имен цепей

Пользователь имеет возможность управлять отображением имени цепи, соединенной с определенным выводом элемента.

1. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button03) и выполним щелчок левой кнопкой мыши на конце вывода 1 элемента IC1-A, к которому присоединена цепь LOGIC1.

2. Выполним команду меню Edit | Item Properties или просто нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

3. В появившемся окне Item Properties – Symbol Pin в поле Net включим опцию Display Signal Name и нажмем кнопку ОК.

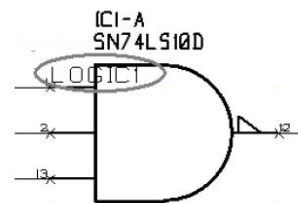


Рис. 24. Отображение имени цепи около вывода элемента.

На схеме рядом с выводом появится метка цепи (рис. 24). Ее позиция и стиль будет определяться сделанными нами ранее установками. При необходимости метку можно перенести в другое место, но следует учитывать, что она не является самостоятельным объектом, а представляет собой атрибут вывода.

В завершение данного занятия, мы рекомендуем самостоятельно закончить прорисовку всех связей на схеме JK Flip Flop, как показано на рисунке 1, и сохранить проект. Обратите внимание, что на схеме отсутствуют цепи земли GND и питания VCC. В прорисовке этих цепей нет необходимости, так как информация о подключении определенных выводов компонентов к соответствующим цепям уже занесена в библиотеку. Позднее мы рассмотрим этот вопрос подробнее.

Урок 4. Редактор схем CADSTAR: Построение иерархии.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы изучили основные приемы добавления на схему элементов и прорисовки связей на листах схемы. На данном уроке мы рассмотрим способы задания межлистовых и иерархических связей.

Использование иерархических блоков и связей позволяет создавать большие электрические схемы, не перегружая экран одинаковыми повторяющимися элементами схем.

Существуют два возможных способа создания иерархического проекта — снизу вверх и сверху вниз. На данном занятии мы оба этих способа. Сначала по методу сверху вниз мы создадим иерархические блоки в схеме верхнего уровня Top Level Analogue Counter и свяжем эти блоки со схемами нижнего уровня Counter и D/A Converter. Затем мы рассмотрим способ снизу вверх: создадим иерархический блок для схемы JK Flip Flop и добавим этот блок четыре раза на лист схемы Counter (рис. 1).

Создание иерархических связей

Для данного занятия нам потребуется созданный ранее проект selftch.scm с комментарием JK Flip Flop Complete. Если по каким-либо причинам этот проект у вас отсутствует, можно воспользоваться специальным учебным файлом Chapter4.scm, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter4.scm.
2. Выполним команду View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем Top Level Analogue Counter.
3. С помощью команды View | View All изменим масштаб таким образом, чтобы в рабочем окне редактора была видна вся схема.

Сейчас от нас требуется связать иерархические блоки, нарисованные нами ранее на схеме верхнего уровня, с листами схем нижнего уровня, именуемыми Counter и D/A Converter.

4. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01) и выполним щелчок левой кнопкой мыши на контуре блока Counter или на его имени.
5. Выполним команду меню Hierarchy | Connect Sheets | Select Link to Another Sheet. На экране возникнет окно Connect Sheets (рис. 2), в котором отображается список не связанных листов схем нижнего уровня.
6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на листе схемы под именем Counter и нажмем кнопку OK.

Появится новое окно сообщения, показанное на рисунке 3 и предлагающее подтвердить, что мы хотим установить связь именно с имеющимся в проекте листом схемы Counter, а не с его копией. Этот вопрос возникает, поскольку в системе CADSTAR лист схемы не может иметь больше одной иерархической связи. Если бы позднее мы хотели использовать схему Counter еще несколько раз, то нам бы потребовалось предварительно

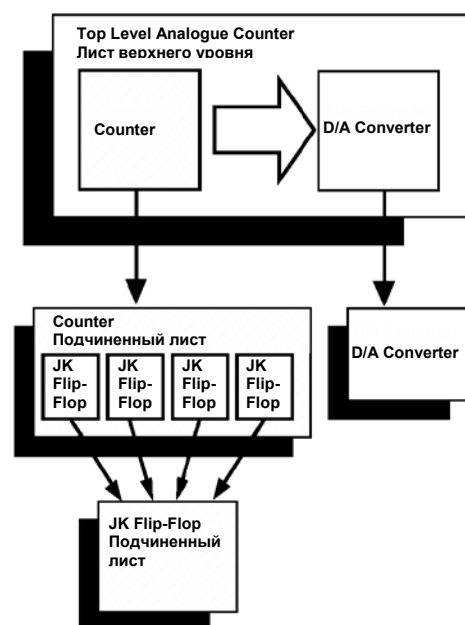


Рис. 1. Иерархическая структура проекта.

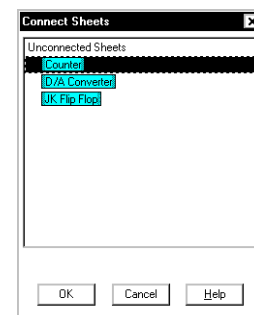


Рис. 2. Выбор подчиненного листа.

скопировать её. Позднее мы рассмотрим этот случай, когда будем создавать связи со схемой JK Flip Flop.

7. В нашем примере мы будем использовать схему Counter только один раз, поэтому нажмем кнопку Use.

В проекте будет создана прямая иерархическая связь между блоком Counter и листом схемы Counter, а сама схема откроется в окне редактора.

8. Чтобы убедиться в работоспособности связи, выполним команду меню Hierarchy | Pop Up и перейдем обратно вверх по иерархическому дереву. На экране будет отображаться схема верхнего уровня Top Level Analogue Counter.

9. Выполним команду меню View | Select Sheet. Откроется диалоговое окно Select Sheet (рис. 4). Легко видеть, что схемы Top Level Analogue Counter и Counter теперь числятся в категории связанных схем (Connected Sheets). Закроем окно.

В качестве упражнения аналогичным образом задайте иерархическую связь между блоком и листом схемой D/A Converter.

Теперь рассмотрим процесс создания связей снизу вверх. На листе схемы Counter необходимо создать четыре иерархических блока (JK1, JK2, JK3 и JK4), каждый из которых будет ссылаться на одну и ту же схему — JK Flip Flop. Как уже упоминалось выше, одна схема JK Flip Flop не может иметь более одного связанного с ней иерархического блока, поэтому на рисунке 5 показаны четыре схемы JK Flip Flop: одна оригинальная и три её копии.

Логическая связь между листами схем JK Flip Flop и соответствующими иерархическими блоками создается посредством иерархических выводов или портов (рис. 6). Такие выводы были добавлены нами на схему JK Flip Flop на прошлом занятии. При задании связей снизу вверх система CADSTAR автоматически передает информацию об этих портах в вышестоящий иерархический блок.

Создание иерархических блоков

Приступим к созданию иерархических блоков.

1. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем JK Flip Flop.

2. Выполним команду меню Hierarchy | Edit Block Symbol.

На экране откроется новый документ, представляющий собой заготовку для прорисовки символа блока, в которой уже будут присутствовать пять иерархических портов.

3. Выполним команду меню View | View All для того, чтобы в окне редактора отображались все выводы.

4. Выполним команду меню Setting | Grids. В появившемся окне Grids для сеток Current Working Grid (рабочая сетка) и Screen Grid (экранная сетка) зададим шаг по обеим осям X и Y равный 500 тысячных долей дюйма и нажмем кнопку OK.

5. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults в меню или нажмем кнопку  (button02), расположенную на панели инструментов Shape.

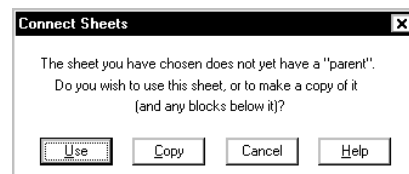


Рис. 3. Подтверждение на использование выбранного листа схемы для иерархической связи.

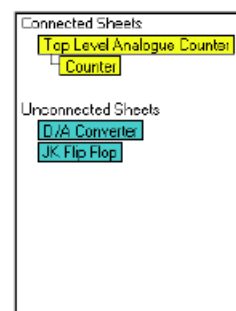


Рис. 4. Проверка наличия иерархической связи между листами.

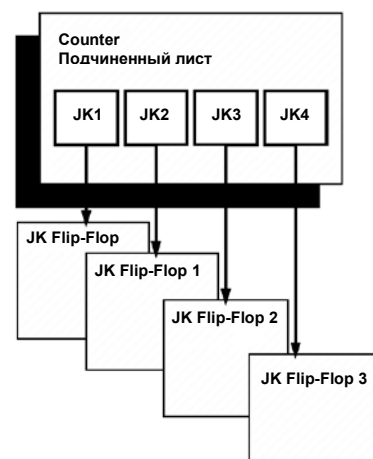


Рис. 5. Многократное использование подчиненной схемы.

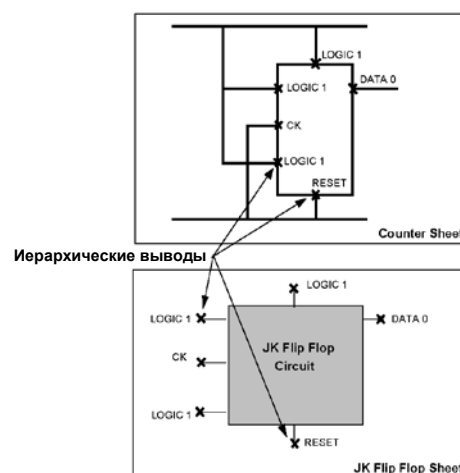


Рис. 6. Иерархическая структура проекта.

6. В открывшемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape и в поле Type вы выберем опцию Existing Block и установим параметры Code, Fill Style и Closed, как показано на рисунке 7 и нажмем кнопку OK.

7. Выполним команду меню Add | Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов Shape.

8. Выполним щелчок левой кнопкой мыши в любом свободном месте рабочего поля, после чего сместим указатель мыши вправо вниз.

9. Ориентируясь по значению относительных координат курсора в строке состояния, нарисуем прямоугольник размером 1 на 2 дюйма и зафиксируем его правый нижний угол щелчком левой кнопки мыши.

Теперь нам остается переместить автоматически созданные порты на контур иерархического блока, как показано на рисунке 8.

10. Выполним команду меню Actions | Modify Items | Move или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов, после чего выполним щелчок левой кнопкой мыши на иерархическом выводе DATA 0.

Порт окажется "приклеенным" к указателю мыши.

11. Переместим порт на правую сторону блока и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

12. Аналогичным образом переместим все остальные порты в соответствующие позиции (рис. 8).

Обратите внимание, что при использовании команды Move в процессе перемещения необязательно удерживать нажатой левую кнопку мыши.

13. Закроем окно редактора символа блока.

Поскольку мы создали новый символ иерархического блока, система выдаст запрос на сохранение сделанных изменений.

14. Подтвердим сохранение данных, для чего нажмем кнопку Yes.

На экране снова появится схема JK Flip Flop

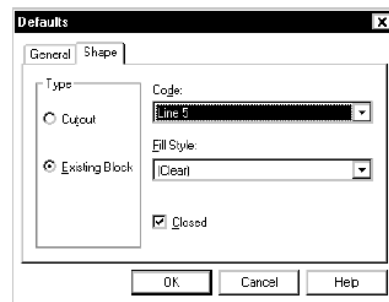


Рис. 7. Настройка опций рисования иерархического блока.

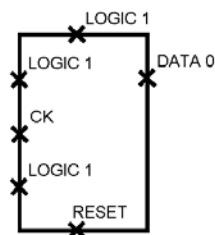


Рис. 8. Символ блока JK Flip Flop.

Добавление на схему символа иерархического блока

Следующее действие, которое нам предстоит проделать, это прорисовка схемы на листе Counter, которая будет содержать четыре одинаковых иерархических блока, ссылающихся на одну и ту же схему (рис. 9).

Кроме того, нам потребуется переименовать сигнальные выходы каждого блока, которые изначально будут одинаковыми (см. рис. 8).

1. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем Counter.

2. Выполним команду меню Hierarchy | Add Block.

Откроется диалоговое окно Add Block с единственной в списке доступных для подключения схем JK Flip Flop.

3. Выберем схему JK Flip Flop и нажмем кнопку OK.

Поскольку эта схема ранее не была подключена, на экране появится уже знакомый нам по рисунку 3 запрос.

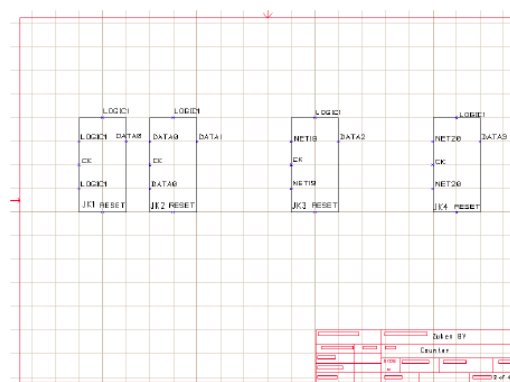


Рис. 9. Четыре иерархических блока, ссылающихся на одну и ту же схему.

4. Так как для первого блока мы используем оригинальную схему JK Flip Flop, нажмем кнопку Use. Иерархический блок, соединенный со схемой JK Flip Flop, окажется "приклеенным" к указателю мыши.
5. Наберем на клавиатуре команду G 500 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter, чем переключим шаг рабочей сетки.
6. Сдвинем блок в левую часть листа схемы и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Иерархический блок зафиксируется на схеме.
7. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01) и выполним щелчок правой кнопкой мыши на контуре блока или имени вывода.
8. Чтобы проверить, что этот блок действительно связан со схемой JK Flip Flop в появившемся контекстном меню выберем команду Push Down.
9. Вернемся к схеме Counter, для чего выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на имени этой схемы на панели управления Workspace.
10. Выполним команду меню Hierarchy | Add Block.

11. В появившемся окне Add Block снова выберем схему JK Flip Flop и нажмем кнопку OK.

На экране появится сообщение, что выбранная схема однажды уже была подключена к иерархическому блоку, и что необходимо выполнить ее копирование.

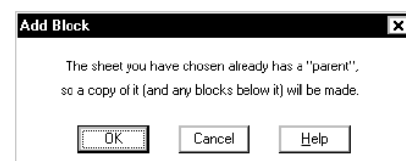


Рис. 10. Запрос на копирование подчиненного листа.

12. Нажмем кнопку OK.
- Теперь "приклеенным" к указателю мыши окажется новый блок.

13. Разместим его на схеме несколько правее первого блока.
14. Выполним команду меню View | Select Sheet. Откроется диалоговое окно Select Sheet (рис. 11), из которого следует, что схема Counter теперь имеет два подчиненных листа. Закроем окно.

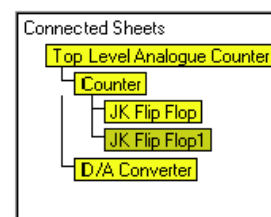


Рис. 11. Проверка иерархических связей для двух блоков.

15. Аналогичным образом добавим на схему еще два иерархических блока, как показано на рисунке 9, каждый раз подтверждая копирование подчиненной схемы.

16. Перейдем в режим выделения, выполним щелчок левой кнопки мыши на контуре первого иерархического блока и нажмем кнопку  (button05).

17. В открывшемся окне Item Properties – Block Shape в поле Name введем имя иерархического блока JK1 и нажмем кнопку OK.

18. Аналогичным образом переименуем оставшиеся три блока, присвоив им имена JK2, JK3 и JK4.

19. Выполним команду меню View | Select Sheet и убедимся, что схема Counter теперь имеет четыре подчиненных листа (рис. 12). Закроем окно.

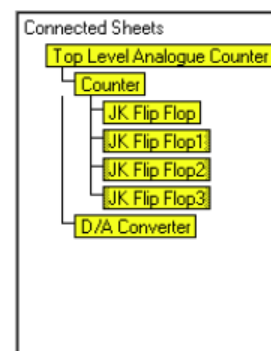


Рис. 12. Проверка иерархических связей для всех четырех блоков.

Переименование выводов

Теперь мы перейдем к изменению существующих имен сигналов, для того чтобы привести их в соответствие со схемой, показанной на рисунке 9.

Рассмотрим блок под именем JK2. Левый верхний вывод необходимо изменить с LOGIC1 на DATA0.

1. Выполним команду меню View | Frame View и изменим масштаб просмотра схемы так, чтобы можно было прочесть имена сигналов на блоках JK1 — JK4.
2. Выполним команду меню Actions | Name.

3. В появившемся диалоговом окне Incremental Name/Number выполним все настройки, как показано на рисунке 13: выберем опцию Signal, включим флажок Name Sub Net Only, в поле Start Name введем имя сигнала DATA0 и нажмем кнопку OK.

Примечание: Благодаря включению флажка Name Sub Net Only имя сигнала будет изменено только для выбранного вывода. В противном случае будут изменены имена всех выводов, изначально имеющих выбранное имя сигнала.

4. Наведем указатель мыши на верхний левый вывод блока JK2, имя которого надо изменить с LOGIC1 на DATA0 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Так как введенное нами имя DATA0 ранее уже присутствовало в проекте, то система выдаст предупреждение, показанное на рисунке 14.

5. Подтвердим переименование, для чего нажмем кнопку Yes.

В результате имя указанного сигнала будет изменено с LOGIC1 на DATA0. Так как функция присвоения имени имеет свойство автоинкрементирования (автоматического увеличения численного суффикса имени), следующему выбранному выводу будет предложено присвоить имя DATA1.

6. С помощью мыши выберем правый верхний вывод DATA0 (изначальное имя) блока JK2. Имя вывода изменится на DATA1.

Так как ранее цепи с таким именем на схеме не было, описанное выше предупреждение не появится.

7. С помощью мыши выберем правый верхний вывод DATA0 блока JK3. Имя вывода изменится на DATA2.

8. С помощью мыши выберем правый верхний вывод DATA0 блока JK4. Имя вывода изменится на DATA3.

Как следует из рисунка 9, имя еще одного вывода блока JK2 должно быть изменено на DATA0.

9. Нажмем клавишу Escape, после чего снова появится диалоговое окно Incremental Name/Number.

10. В поле Start Name снова введем имя DATA0. Флажок Name Sub Net Only должен быть включен.

11. С помощью мыши выберем левый нижний вывод LOGIC1 блока JK2 и в появившемся окне подтвердим переименование.

12. Аналогичным образом присвоим имена NET19 и NET20 выводам, как показано на рисунке 9.

13. Выполним команду меню File | Properties и в поле Design Title диалогового окна Properties введем новый комментарий к проекту Hierarchical Tree Complete, после чего нажмем кнопку OK.

14. Выполним команду меню File | Save.

Следующее действие, которое мы выполним, будет добавление на схему шин, соединителей, блокировочных конденсаторов и портов глобальных сигналов, чтобы получить схему, показанную на рисунке 15.

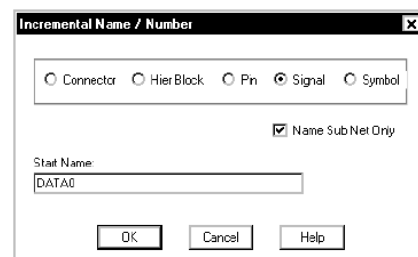


Рис. 13. Настройка переименования сигналов.

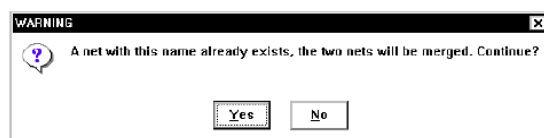


Рис. 14. Сообщение о том, что сигнал с таким именем уже присутствует в проекте.

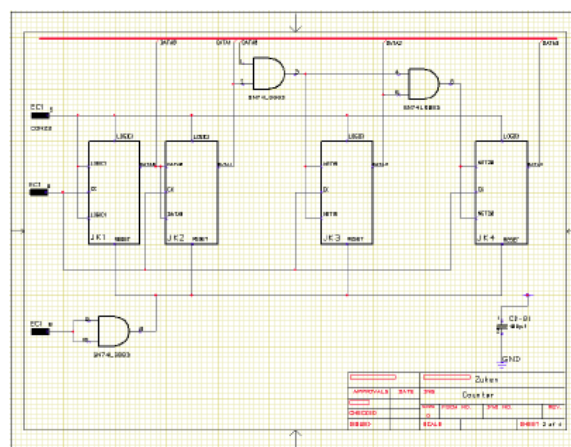


Рис. 15. Окончательный вид схема Counter, которую мы должны получить в ходе данного занятия.

Добавление на схему шин

В порядке упражнения вы можете добавить на схему недостающие логические элементы и связи, но для экономии времени лучше воспользоваться специальным учебным файлом Chapter5.scm, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter5.scm.
2. Выполним команду View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем Counter.
3. С помощью команды View | View All изменим масштаб таким образом, чтобы в рабочем окне редактора была видна вся схема.

Добавляемые нами шины будут включать в себя цепи DATA0, DATA1, DATA2, DATA3. В точке, где линия связи подходит к шине система автоматически вставляет шинный вход (Bus Terminal).

Имя сигнала, присвоенное шинному входу, может связь создавать с цепями на другом листе схемы — таким способом задаются межлистовые соединения (рис. 16).

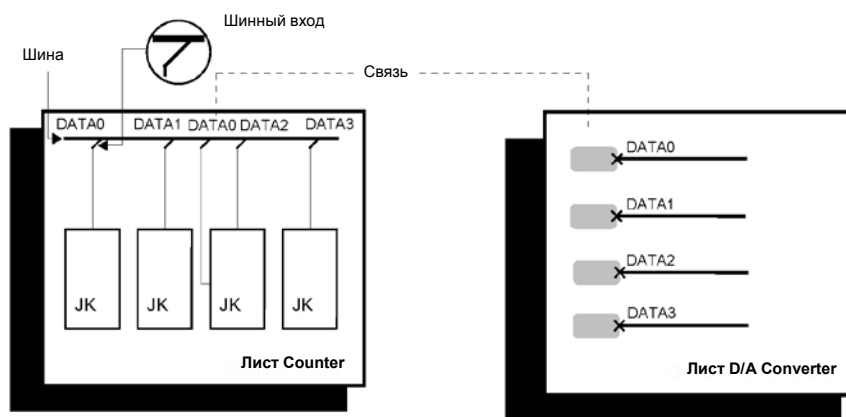


Рис. 16. Межлистовые связи, полученные с помощью шинных входов.

В первую очередь нам необходимо установить параметры по умолчанию: ширину линии для шин и размер шинного ввода.

4. Выполним команду меню Setting | Defaults и в появившемся диалоговом окне перейдем на вкладку General.

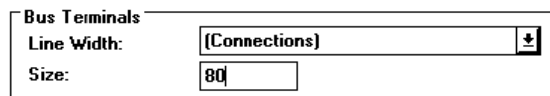


Рис. 17. Задание параметров шинного входа.

Размеры шинных входов задаются в поле Bus Terminals (рис. 17).

5. Установим ширину линии шинного входа Line Width в значение Connections, в этом случае она всегда будет равна ширине соединенной с ней линии связи.

6. Зададим размер шинного входа Size равным 80 тысячных долей дюйма.

Нужные нам параметры в данном диалоге находятся в панели Bus Terminals – ниже показаны примерные установки для них. Как мы сможем увидеть позднее, ширина линии для рисования шины задается в диалоге Shapes.

7. Щелчком левой кнопки мыши перейдем на закладку Shapes.

8. Зададим ширину линий, которыми будут рисоваться шины: в поле Type включим опцию Bus и в выпадающем списке Code выберем значение Line 50 (рис. 18).

9. Нажатием кнопки ОК закроем диалоговое окно Defaults.

Приступим к рисованию на листе Counter шины, как показано на рисунке 15.

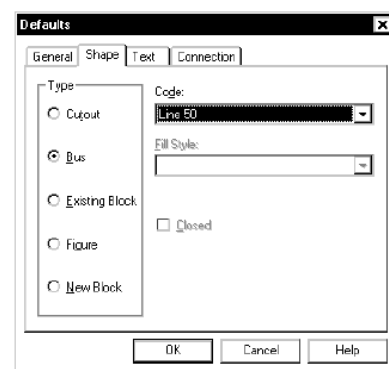


Рис. 18. Задание стиля прорисовки шин.

10. Выполним команду меню Add | Bus, переместим указатель мыши в левый верхний угол схемы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

11. Переместим указатель мыши в правый верхний угол схемы и выполним двойной щелчок левой кнопки мыши.

На схеме появится линия шириной 50 тысячных дюйма, обозначающая шину. Следующее, что мы будем делать — это соединять с этой шиной линии связи.

12. Выполним команду Add | Connection, наведем курсор на связь DATA0 между блоками JK1 и JK2 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

13. Сдвинем курсор вертикально вверх, наведем его на нарисованную ранее шину и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

В месте подключения линии связи к шине появится небольшая наклонная линия — шинный ввод. Направление наклона линии определяется направлением рисования шины, в нашем случае слева направо. Шинный ввод автоматически получит имя цепи, с которой он связан. Сделаем так, чтобы это имя отображалось на экране.

14. Перейдем в режим выделения, выполним щелчок левой кнопки мыши на шинном входе и нажмем кнопку  (button05).

15. В открывшемся окне Item Properties – Bus Terminal в поле Net включим опцию Display Signal Name и нажмем кнопку OK.

Теперь имя цепи DATA0 будет отображаться рядом с шинным входом.

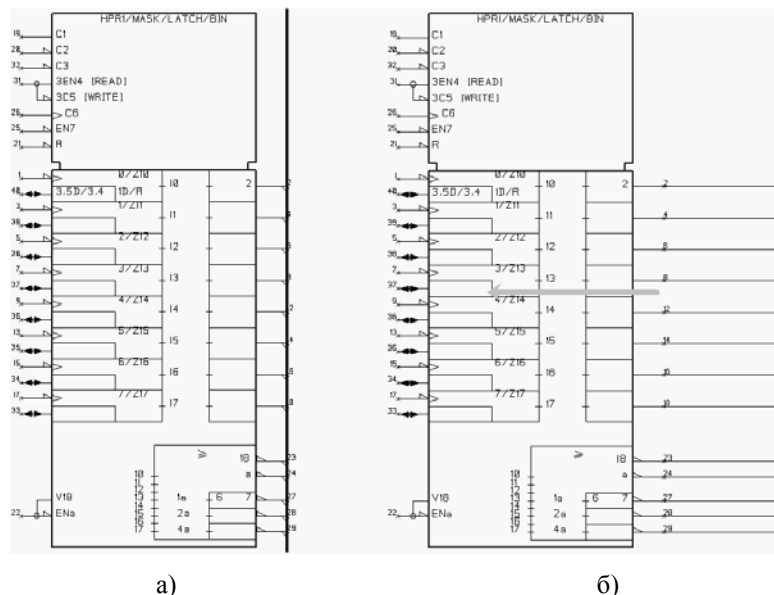


Рис. 19. Быстрый способ соединения компонента с шиной.

16. В качестве упражнения самостоятельно нарисуйте оставшиеся подключения к шине, как показано на рисунке 15 и включите имена шинных входов, чтобы отображались на экране.

В системе CADSTAR существует механизм быстрого соединения многовыводного компонента с шиной. Работает он следующим образом: сначала компонент накладывается концами выводов на заранее нарисованную шину (рис. 19а), после чего сдвигается в сторону. В этом случае к каждому выводу компонента будет автоматически добавлена связь, другим концом подключенная к шине через шинный вход (рис. 19б).

Добавление блокировочных конденсаторов

Создаваемая нами схема при реализации на печатной плате требует наличия восьми блокировочных конденсаторов емкостью 100 пф в корпусах для поверхностного монтажа, соединенных с одними теми же цепями (земля и питание), но расположенных в разных местах платы в непосредственной близости к цифровым микросхемам.

Вместо добавления на схему восьми отдельных элементов пользователь может просто добавить один элемент с позиционным обозначением, например C[1–8]. Редактор печатных плат преобразует имя C[1–8] (рис. 20а) в восемь конденсаторов на плате (рис. 20б).

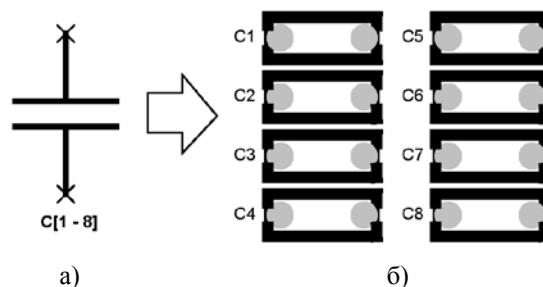


Рис. 20. Добавление в проект группы конденсаторов.

1. Выполним команду меню Add | Part or Symbol или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

2. В появившемся диалоговом окне Add Symbol by Part нажмем кнопку Search. На экране отобразится окно Add Symbol Search.

3. В поле Search For включим опцию Parts и в соответствующей ячейке введём шаблон поиска C100pf*. Звездочка (*) здесь используется как стандартный символ подстановки нескольких неизвестных символов. Для указания одного неизвестного символа используется знак вопроса (?).

4. В поле Search In включим опцию Library и нажмем кнопку OK.

В диалоговом окне Add Symbol by Part в результате появится список компонентов библиотеки, удовлетворяющих заданным критериям поиска (рис. 21).

5. Прокрутим список компонентов, приведенный в правой части окна и с помощью мыши выберем в нем строку C100pf-5%-COG2.

Легко видеть, что выбранный компонент имеет имя CAP — оно отображается в поле Symbol Ref Name.

6. В поле Component Name введем текст обозначения компонента C[1-8] и нажмем кнопку Add.

Конденсатор окажется приклеенным к указателю мыши.

7. Переместим конденсатор в правый нижний угол схемы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Конденсатор добавится на схему, а система предложит добавить очередной конденсатор.

8. Нажмем клавишу Esc и выйдем из режима добавления конденсаторов.

9. В открывшемся окне Add Symbol by Part нажмем кнопку Close.

В системе CADSTAR пользователь имеет возможность отображать на схеме различную информацию о компонентах, сохраненную в виде атрибутов. Посмотрим, какие атрибуты имеет только что добавленный нами конденсатор.

10. Перейдем в режим выделения, выполним щелчок левой кнопки мыши на конденсаторе и нажмем кнопку  (button05).

11. В открывшемся окне Item Properties – Symbol нажмем кнопку Attributes.

В открывшемся окне Item Properties – Attribute в выпадающем списке Attribute Name представлены три имеющихся у компонента параметра: допуск (Tolerance), номинал (Value) и рабочее напряжение (Voltage). Сделаем так, чтобы значение атрибута Voltage 100V отображалось на экране.

12. Нажатием кнопок Cancel закроем все открытые окна Item Properties.

13. Выполним команду меню Setting | Colours.

14. В открывшемся окне Colours в списке доступных категорий Category выберем строку User Attributes и нажмем кнопку Change Colours.

15. В открывшемся окне Colours – User Attributes списке имеющихся атрибутов выполним двойной щелчок кнопкой мыши на строке Voltage, чтобы признак Visible переключился в значение Yes.

16. Нажатием кнопки OK закроем окно Colours – User Attributes.

17. В окне Colours нажмем кнопку Preview.

Содержимое атрибута Voltage 100V отобразится на схеме рядом с конденсатором и значением его номинала 100pf.

18. В качестве упражнения самостоятельно сделайте атрибут Voltage снова невидимым.

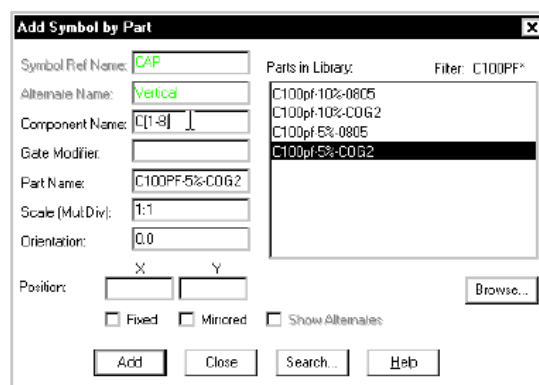


Рис. 21. Результаты поиска конденсаторов.

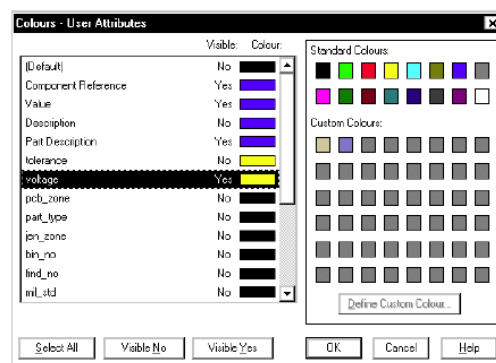


Рис. 22. Включение отображения атрибута Voltage.

Атрибуты компонентов можно перемещать отдельно от самих компонентов.

19. Любым известным нам способом изменим масштаб таким образом, чтобы хорошо различать символ конденсатора и его атрибуты.

20. Выполним команду меню Actions | Modify Items | Move или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов, после чего выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении номинала конденсатора 100pf и переместим его в позицию, показанную на рисунке 23.

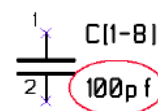


Рис. 23. Перемещение атрибута.

Добавление внешних соединителей

Для завершения описания внешних связей Counter на нее необходимо добавить несколько соединителей. Фактически соединители рассматриваются как многосекционные компоненты, имеющие собственное имя (тип) и состоящие из нескольких пронумерованных выводов. Для предотвращения перегрузки проекта лишними текстовыми надписями, имя компонента отображается только возле первого вывода (рис. 24). При последовательном добавлении выводов на схему из номера автоматически увеличиваются на единицу. В случае, когда номер вывода превышает число доступных в соединителе, то на схему добавляется еще компонент, его позиционное обозначение инкрементируется, а нумерация выводов начинается с 1.

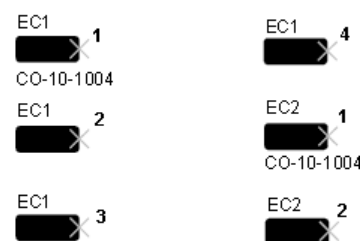


Рис. 24. Типовое отображение на схеме внешних соединителей.

1. Выполним команду меню Add | Connector или нажмем кнопку Add Connector  (button07) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Add Connector, предлагающее задать настройки имени и номера первого вывода соединителя. Легко видеть, компонент представляет собой не что иное, как элемент из библиотеки компонентов.

2. В поле List Connectors In включим опцию Parts Library.

3. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на имени соединителя conn-22way в списке доступных соединителей. Имя символа вывода отобразится в поле Connector Ref Name.

4. В поле Component Name введем позиционное обозначение компонента EC1.

5. Убедимся, что все настройки в диалоговом окне выполнены так, как показано на рисунке 25 и нажмем кнопку Add.

Обратите внимание, что система автоматически предложит номер вывода 5. Это связано с тем, что выводы с первого по четвертый соединителя EC1 используются на листе схемы D/A Converter.

Символ вывода окажется приклеенным к указателю мыши.

6. Переместим курсор в левый верхний угол схемы, как показано на рисунке 15 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На схеме появится вывод 5 соединителя с позиционным обозначением EC1, рядом с которым будет отображаться имя conn-22way. К указателю мыши окажется приклеенным новый символ вывода соединителя с номером 6.

7. Переместим курсор в левый нижний угол схемы и щелчком левой кнопки мыши разместим вывод 6 рядом с микросхемой SN74LS08D.

Следующий вывод будет иметь номер 8, так как вывод 7 соединителя EC1 уже используется на листе схемы D/A Converter.

8. Расположим указатель мыши напротив вывода СК элемента JK1 и добавим на схему вывод 8.

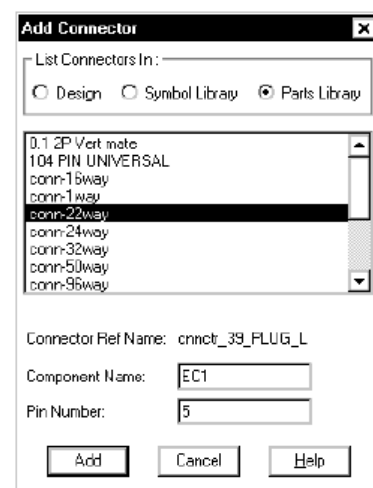


Рис. 25. Настройки для добавления соединителей.

9. Так все три необходимых нам вывода добавлены, выйдем из режима размещения выводов, для чего нажмем клавишу Esc и в появившемся окне Add Connector нажмем кнопку Cancel.

10. В качестве упражнения самостоятельно добавьте на схему подходящие к соединителям линии связи, как показано на рисунке 15.

Добавление на схему портов глобальных сигналов

Ранее мы добавили на схему символ группы из восьми блокировочных конденсаторов, но пока ни к чему их не подключили. Данные конденсаторы должны быть соединены с цепями питания VCC и земли GND, что проще все выполнить с помощью портов глобальных сигналов, что позволяет значительно сократить число связей на схеме (рис. 26).

Порты глобальных сигналов — это одновыводные символы элементов, имеющие такое же имя, как и сигнал, с которым осуществляется соединение (например, VCC). Следует также помнить, что любые цепи, оканчивающиеся портом глобального сигнала, автоматически получают соответствующее имя сигнала.

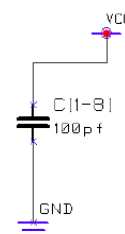


Рис. 26. Подключение конденсаторов к глобальным цепям.

1. Выполним команду меню Add | Global Signal или нажмем кнопку Add Global Signal  (button08) на панели инструментов.

2. В появившемся диалоговом окне Add Global Signal выберем строку VCC(VCC) и нажмем кнопку Add. К указателю мыши окажется приклеенный порт глобального сигнала.

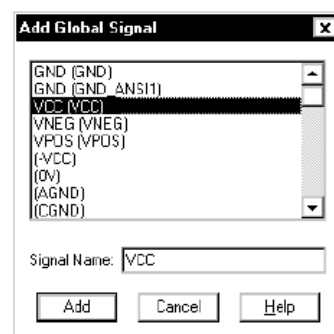


Рис. 27. Выбор порта глобального сигнала.

3. Переместим порт VCC в позицию чуть выше и правее конденсатора, как показано на рисунке 26 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

4. Система предложит размесить еще один порт сигнала VCC, но нам это не нужно, поэтому нажмем клавишу Esc и вернемся в диалоговое окно Add Global Signal.

5. Здесь в списке доступных портов глобальных сигналов выберем строку GND(GND) и нажмем кнопку Add.

6. Переместим порт GND в позицию под конденсатором и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

7. Чтобы выйти из режима размещения портов глобальных сигналов, нажмем клавишу Esc и в открывшемся диалоговом окне Add Global Signal нажмем кнопку Cancel.

8. Выполним команду Add | Connection и добавим на схему связи между выводами конденсатора и соответствующими портами глобальных сигналов.

Задание ограничений на ширину проводников для редактора печатных плат

В системе CADSTAR пользователь, работая в редакторе схем, имеет возможность задавать ширину проводников отдельных цепей для редактора печатных плат. Типичным примером являются цепи питания VCC и GND, которые на плате по ширине обычно отличаются всех остальных цепей. Ширина проводников задается посредством назначения той или иной цепи соответствующего стиля Net Route Code.

1. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на линии связи, относящейся к цепи VCC, и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

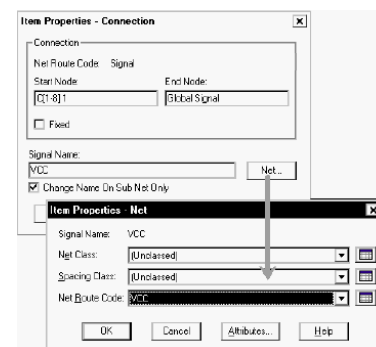


Рис. 28. Задание ширины проводников на плате для цепи VCC.

2. В открывшемся диалоговом окне Item Properties – Connection нажмем кнопку Net.

3. В открывшемся диалоговом окне Item Properties – Net в

выпадающем списке Net Route Code выберем стиль VCC (рис. 28).

4. Чтобы посмотреть, какие настройки были сделаны для стиля VCC, нажмем кнопку  (button09), расположенную справа от выпадающего списка Net Route Code.

В открывшемся диалоговом окне Assignments на вкладке Route легко видеть, что для стиля VCC пределы изменения ширины проводников заданы от 10 до 100 тысячных долей дюйма, а рекомендуемая ширина составляет 50 тысячных долей дюйма. Аналогичные настройки сделаны и для стиля GND.

5. При необходимости эти настройки можно изменить, но сейчас нам это не требуется, поэтому просто закроем окно Assignments и вернемся в окно Item Properties – Net.

6. В окне Item Properties – Net нажмем кнопку OK, чем сохраним сделанные изменения.

7. В окне Item Properties – Connection также нажмем кнопку OK.

8. Аналогичным образом зададим стиль GND для цепи GND.

Следует помнить, что, назначая тот или иной стиль определенной цепи, мы назначаем его абсолютно всем подключениям этой цепи. То есть, после того, как мы назначим стиль VCC для соответствующей связи конденсатора, изменение ширины на плате коснется и тех проводников цепи, которые будут осуществлять соединение не показанных на схеме выводов питания цифровых микросхем.

Самостоятельное упражнение

Для закрепления знаний, полученных в ходе данного занятия, рекомендуется проделать следующее упражнение.

1. Добавим на лист схемы D/A Converter блокировочный конденсатор C9 (библиотечный компонент C100nf-20%-X7R-3).

2. Добавим на лист схемы порты глобальных сигналов VPOS и VNEG.

3. Соединим конденсатор C9 с портами VPOS и VNEG, как показано на рисунке 29.

4. Ширину проводников для цепей VPOS и VNEG зададим стилем Signal.

5. Добавим к проекту комментарий Bypass Capacitors and Edge Connectors Added и сохраним проект под именем selftch.scm.

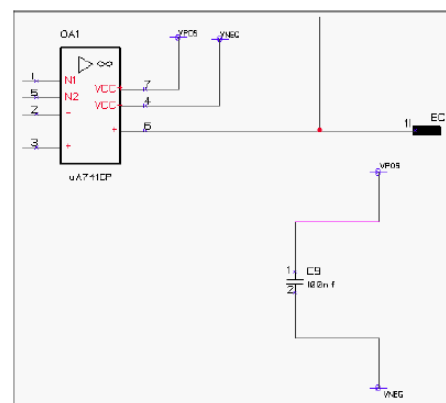


Рис. 29. Добавление конденсатора C9 на лист схемы D/A Converter.

На следующем занятии мы рассмотрим вопросы подготовки проекта для передачи в редактор печатных плат.

Урок 5. Редактор схем CADSTAR: Подготовка схемы для передачи данных в редактор печатных плат.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы практически закончили прорисовку схемы. Однако, прежде чем передавать информацию в редактор печатных плат, нам необходимо выполнить ряд подготовительных операций. Именно этому будет посвящен данный урок.

Чтобы подготовить схему к преобразованию ее в формат, пригодный для использования в редакторе печатных плат, необходимо выполнить две основных операции: присвоить каждому элементу уникальное позиционное обозначение и назначить всем им топологические посадочные места.

Назначение элементам топологических посадочных мест

Для данного занятия нам потребуется созданный ранее проект selftch.scm с комментарием Bypass Capacitors and Edge Connectors Added. Если по каким-либо причинам этот проект у вас отсутствует, можно воспользоваться специальным учебным файлом Chapter6.scm, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter6.scm.

2. Выполним команду View | Select Sheet и в появившемся окне выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на листе с именем Counter.

3. С помощью команды View | View All изменим масштаб таким образом, чтобы в рабочем окне редактора была видна вся схема.

Сейчас в нашем проекте на листе схемы Counter присутствуют три элемента AND2, не имеющие связей ни с библиотекой компонентов, ни с библиотекой посадочных мест.

4. Выполним команду меню Actions | Allocate Part.

На экране появится диалоговое окно Allocation, показанное на рисунке 1, в котором можно показаны различные методы установления связей.

5. Выберем опцию Manual Pick и нажмем кнопку OK.

На экране появится диалоговое окно Part Allocate - Manual Pick, предлагающее выбрать компонент из библиотеки и назначить его определенному символу.

6. Нажмем кнопку Filter, в появившемся окне введем шаблон поиска компонентов SN74LS* и нажмем кнопку OK.

Окно Part Allocate - Manual Pick примет вид, показанный на рисунке 2.

7. В списке Parts In Library с помощью мыши выберем компонент SN74LS08D.

Обратите внимание, что содержимое полей Component Name (позиционное обозначение) и Gate Modifier (номер секции) изменилось на значения по умолчанию для данного компонента. При необходимости эти данные можно изменить прямо здесь, но пока мы этого делать не будем. Присвоение уникальных позиционных обозначений мы рассмотрим несколько позже.

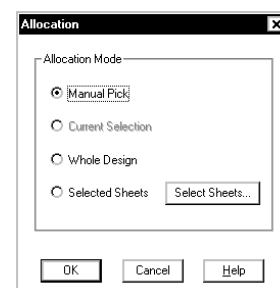


Рис. 1. Выбор режима назначения посадочных мест.

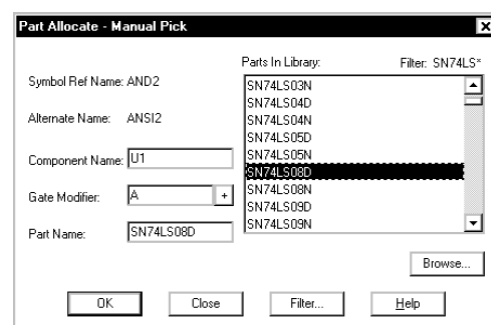


Рис. 2. Подтверждение на использование выбранного листа схемы для иерархической связи.

8. Нажмём кнопку ОК.

Диалоговое окно закроется, и система предложит нам указать элементы, которые будут связаны с компонентом SN74LS08D (в строке состояния будет показана подсказка Select Symbol to Be Allocated).

9. Наведем указатель мыши на один из элементов AND2 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Элементу будет присвоено позиционное обозначение U1-A, а его выводы получают нумерацию, соответствующую первой секции. Система предложит указать следующий элемент.

10. Аналогичным образом последовательно щелкнем левой кнопкой мышь на двух других необработанных элементах AND2.

Система присвоит им обозначения U1-B и U1-C, автоматически инкрементируя номер секции. Соответствующим образом изменится и нумерация выводов.

11. Для выхода из режима назначения нажмем клавишу Escape.

12. На экране снова появится окно Part Allocate - Manual Pick, предлагающее выбрать из библиотеки новый компонент, но так как мы обработали все три элемента AND2, просто закроем окно, для чего нажмем кнопку Cancel.

Присвоение уникальных позиционных обозначений

Следующая наша задача — сделать все позиционные обозначения компонентов в проекте уникальными. Как мы помним, полная схема проекта Analogue Counter содержит несколько листов, каждый из которых, за исключением листа верхнего уровня проекта, содержит элементы с присвоенными обозначениями. Даже в этом относительно простом проекте ручная проверка их уникальности заняла бы много времени, поэтому воспользуемся функцией автоматического переименования.

Присвоение позиционного обозначения будет выполняться по шаблону (Stem), заданному в библиотеке компонентов или специальном файле Stem Mapping File, с добавлением к нему порядкового номера и буквенного суффикса, обозначающего номер секции в компоненте. Например, для только что назначенных нами позиционных обозначений U1-A, U1-B и U1-C шаблоном будет являться буква U, которая задана в библиотеке компонентов. Рассмотрим, где именно.

1. С помощью Проводника системы Windows откроем папку C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Library.

2. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на файле TTL.lib, в появившемся контекстном меню выберем команду Открыть с помощью... и в списке предлагаемых приложений выберем Блокнот (Notepad).

Легко видеть, что библиотека имеет текстовый формат. В начале файла приведен список сохраненных в ней компонентов, а затем описание самих компонентов.

3. Выполним команду меню Найти (горячие клавиши CTRL+F), в поле поиска введем текст SN74LS08D и нажмем кнопку Найти далее.

4. Первое упоминание нашего компонента в файле нам не интересно, поэтому нажмем кнопку Найти далее еще один раз.

Текстовый редактор найдет описание компонента SN74LS08D, показанное на рисунке 3. Позднее мы рассмотрим синтаксис этого описания более подробно, но сейчас нас интересует только одна строка, *STM U, задающая шаблон позиционных обозначений.

5. Закроем Блокнот, вернемся к системе CADSTAR и продолжим работу над нашим проектом.

Приступим к присвоению уникальных позиционных обозначений, используя шаблон U для SMD компонентов, присутствующих на листах схем Counter и JK Flip Flop.

```
SN74LS08D :D_QUAD 2 INPUT AND GATE
SO14 (reflow)
*STM U
*EQU 1=2, 4=5, 9=10, 12=13
*SYM AND2
*EXT 1 2 3
*EXT 4 5 6
*EXT 9 10 8
*EXT 12 13 11
*DEFN SN74LS08D
  "thm_power_diss (0.0119)
  @Value (SN74LS08D)
  "Manufacturer (TEXAS)
  AND2 (ANSI2)
  1..11 2..11 3..01N
  AND2 (ANSI2)
  4..11 5..11 6..01N
  AND2 (ANSI2)
  9..11 10..11 8..01N
  AND2 (ANSI2)
  12..11 13..11 11..01N
  /GND 7..01G
  /VCC 14..01P
```

Рис. 3. Описание компонента SN74LS08D в библиотеке TTL.lib.

1. Снова выполним команду меню Actions | Allocate Part.
2. В появившемся диалоговом окне Allocation нажмем кнопку Select Sheets.
3. Удерживая нажатой клавишу CTRL, последовательно щелкнем левой кнопкой мыши на всех листах схемы, за исключением листа схемы D/A Converter, чем выберем их (рис. 4), после чего нажмем кнопку OK.

Примечание: выбор листов схемы выполняется аналогично выбору файлов в Проводнике системы Windows, то есть можно пользоваться просто мышью или мышью в комбинации с нажатой клавишей SHIFT или CTRL.

4. Мы снова вернемся в диалоговое окно Allocation, где нажмем кнопку OK.

Откроется диалоговое окно Part Allocate – Selected Sheets, показанное на рисунке 5. Здесь имеются следующие настройки:

Fixed Names File — Файл с расширением .fix, определяющий, какие позиционные обозначения не должны изменяться в процессе работы над проектом. В нашем примере, эта опция использоваться не будет, так как мы не будем фиксировать какие-либо обозначения.

Stem Mappings File — Файл с расширением .map, определяющий шаблоны позиционных обозначений, вместо назначенный в библиотеке в строке *STM. В нашем примере эта опция тоже использоваться не будет.

Report File — Файл с расширением .rep, в который будет записываться отчет о выполненном присвоении позиционных обозначений. В нашем примере мы будем просто просматривать созданный отчет.

5. Нажмем кнопку Setup в поле Report File.
6. В появившемся окне Report File включим опцию View Report и нажмем кнопку OK.

Легко видеть, что опция Report File включилась, а отчет будет записан в файл allocate.rep.

7. В окне Part Allocate – Selected Sheets нажмем кнопку OK.

Запустится процесс присвоения позиционных обозначений, по завершению которого на экране появится окно Allocation Summary (рис. 6) с кратким отчетом.

8. Нажмем кнопку OK и закроем этот отчет.

На экране появится более детальный отчет, из которого следует, что теперь позиционные обозначения всех интегральных микросхем теперь начинаются с буквы U.

Примечание: Соединители и блокировочные конденсаторы в процессе присвоения позиционных обозначений игнорируются.

9. Нажмем кнопку Close и закроем окно просмотра отчета.

В результате наш проект готов для передачи в топологический редактор. На этом этапе его необходимо сохранить под новым именем, например Chapter6_.scm, добавив комментарий Part Allocated.

Передача проекта в редактор печатных плат

Теперь мы переходим к преобразованию нашего проекта схемы в формат пригодный для использования в редакторе печатных плат. Фактически эта операция представляет собой преобразование схемы в двоичном формате в двоичный файл проекта печатной платы.

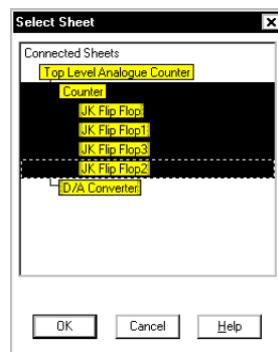


Рис. 4. Выбор листов схемы, где будет выполняться автоматическое присвоение позиционных обозначений.



Рис. 5. Настройки автоматического присвоения позиционных обозначений.

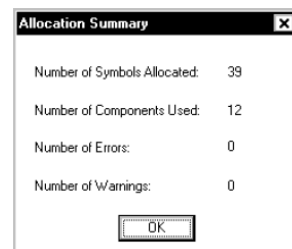


Рис. 6. Краткий отчет о завершении присвоения.

1. Выполним команду меню File | Transfer to PCB.

На экране появится диалоговое окно Transfer to PCB, показанное на рисунке 7. Это стандартное диалоговое окно экспорта файла, в котором должны быть сделаны необходимые настройки.

Формат выходных данных PCB Binary выбирается автоматически. Предлагаемое имя PCB файла автоматически формируется по имени файла схемы и его менять не нужно.

Далее в поле Source Sheet указываются листы схем, информация с которых должна быть передана в проект платы. В нашем случае следует оставить включенной опцию Whole Design (весь проект), однако можно было бы и вручную указать все листы схемы кроме верхнего (Top Level Analogue Counter), не содержащего никакой информации об электрической связности.

В выпадающем списке PCB Technology указывается шаблон заготовки печатной платы. В качестве заготовок используются PCB файлы, сохраненные в специальной папке C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Templates. Если в Template Folder указана другая папка, то ее следует изменить, что делается на вкладке File Locations окна Options, вызываемого с помощью команды меню Tools | Options.

2. Выберем в качестве шаблона файл Self Teach.pcb.

3. Включим опцию Report Unnumbered Terminals, что позволит нам выполнить поиск любых непронумерованных выводов в нашем проекте. Разумеется, что в правильном проекте их быть не должно.

4. Нажмем кнопку ОК данного диалогового окна.

Перед преобразованием файла система сначала проверит проект на отсутствие ошибок. На экране появится окно отчета, показанное на рисунке 8. Если все предыдущие шаги были выполнены нами верно, отчет должен показывать отсутствие ошибок. В случае наличия ошибок проект печатной платы не создается.

5. Закроем окно отчета, нажав кнопку Close, и тем самым запустим процесс преобразования.

Когда процесс преобразования будет завершен, автоматически запустится редактор печатных плат системы CADSTAR и откроет только что созданный файл (рис. 9). В созданную печатную плату автоматически будут добавлены все компоненты и связи между ними. Все компоненты будут размещены в левом нижнем углу платы, так как их точки привязки по умолчанию будут помещены в точку начала координат (X0, Y0).

Дальнейшие действия по проектированию печатной платы (размещение компонентов, трассировка проводников) будут рассмотрены нами в соответствующем уроке по работе в редакторе плат системы CADSTAR. Сейчас мы продолжим изучение основных функций редактора схем.

Многовариантное проектирование

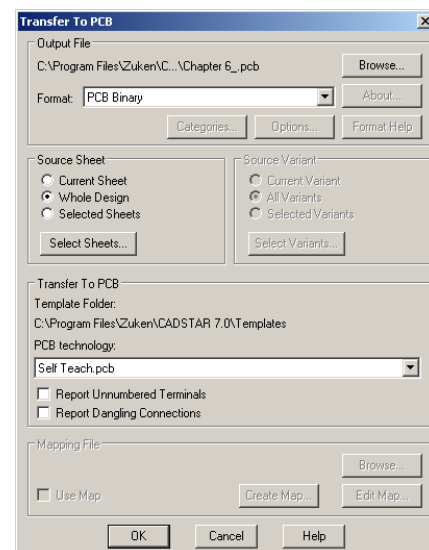


Рис. 7. Настройки передачи проекта в редактор печатных плат.

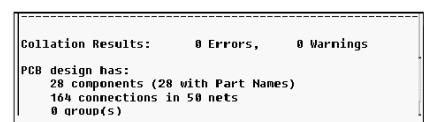


Рис. 8. Отчет о преобразовании проекта в PCB формат.

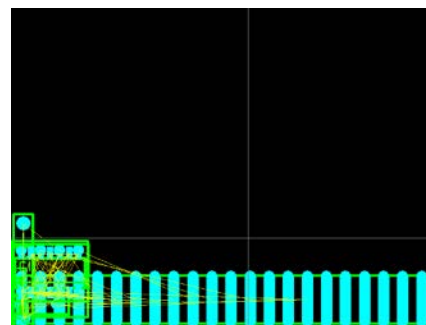


Рис. 9. Результат передачи данных в редактор печатных плат.

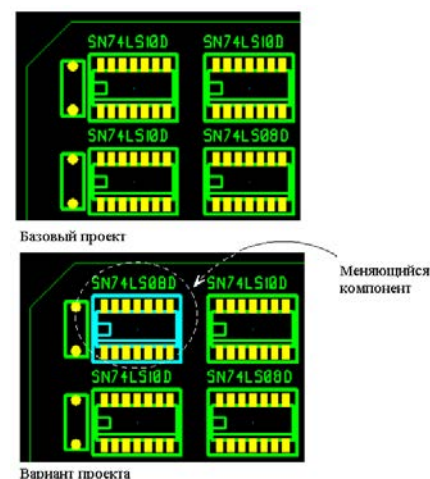


Рис. 10. Многовариантный проект с использованием топологически идентичного компонента.

Система CADSTAR имеет возможность выполнять многовариантное проектирование. Это означает, что в системе CADSTAR вовсе необязательно создавать несколько отдельных проектов для плат, незначительно отличающихся друг от друга. Типичным случаем многовариантного проектирования является разработка прибора, источник питания которого будет иметь отличия для соответствия различным региональным стандартам, например, для сети 110 В и 220 В. Для описания подобного источника потребуется создание только одного проекта с соответствующей настройкой вариантов.

Основу многовариантного проекта составляет базовый (master) проект, включающий в себя абсолютно все компоненты, используемые в различных вариантах исполнения. Все варианты проекта должны быть топологически идентичны, то есть изменяемый компонент должен иметь посадочное место с теми же габаритами и тем же количеством и формой контактных площадок.

На рисунке 10 показан случай, когда в одном из вариантов проекта на плате используется совершенно другая, но топологически идентичная микросхема. Здесь меняющийся компонент выделен цветом согласно настройкам цветовой палитры для задействованных неэлектрических слоев.

В ряде случаев варианты проекта получаются из базового посредством недобавления тех или иных компонентов на плату. В этом случае отсутствующие в варианте компоненты отображаются на плате пунктирным контуром (рис. 11). При генерации списков используемых материалов для таких вариантов проекта, недобавляемые компоненты или не включаются в перечень, или обозначаются комментарием Not Fitted (рис. 12).

Обычно настройки вариантов выполняются в проекте принципиальной схемы, а затем передаются в редактор печатных плат. Прделаем это, используя специальный учебный файл Chapter7.scm, входящий в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter7.scm.

Первое, что мы сделаем, это настроим цвет и пунктирный стиль линий, которым будут отображаться неиспользуемые в варианте компоненты (рис. 13).

2. Выполним команду меню Settings | Assignments и в появившемся окне перейдем на вкладку Lines.

3. Нажмем кнопку Add Assignments.

4. В появившейся в списке стилей пустой строке в графе Line Code введем имя стиля Not Fitted.

5. В ячейку Width введем ширину линии 20 тысячных дюйма.

6. В ячейке Style в выпадающем списке выберем строку Dash, соответствующую пунктирному стилю.

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

Изменение цвета для контура альтернативных элементов

8. Выполним команду меню Settings | Colours.

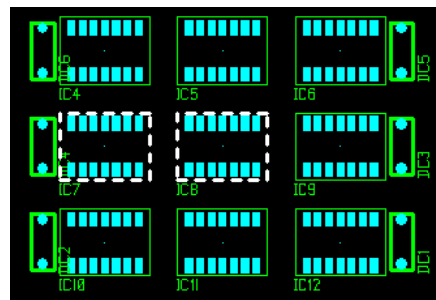


Рис. 11. Вариант проекта с недобавляемыми компонентами.

SN74LS00D	D_QUAD 2 INPUT AND GATE	3	IC5 IC7 [NOT FITTED] IC10 IC12
SN74LS10D	D_TRIPLE 3 INPUT NAND GATE	7	IC1-4 IC6 IC8 [NOT FITTED] IC9 IC11
UA741CP	GENERAL PURPOSE OPERATIONAL AM	1	OR1

Рис. 12. Пример списка материалов для варианта проекта с недобавляемыми компонентами.

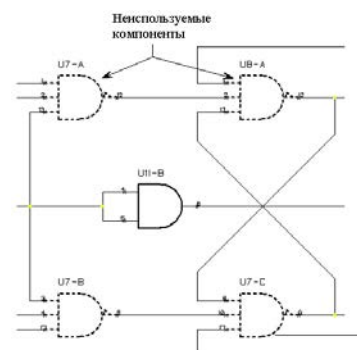


Рис. 13. Отображение на схеме неиспользуемых в варианте компонентов.

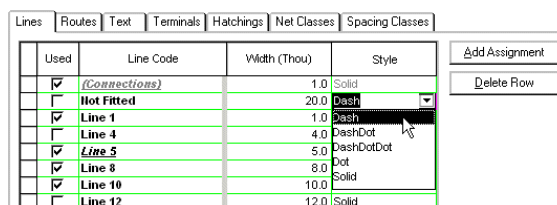


Рис. 14. Создание нового стиля линии.

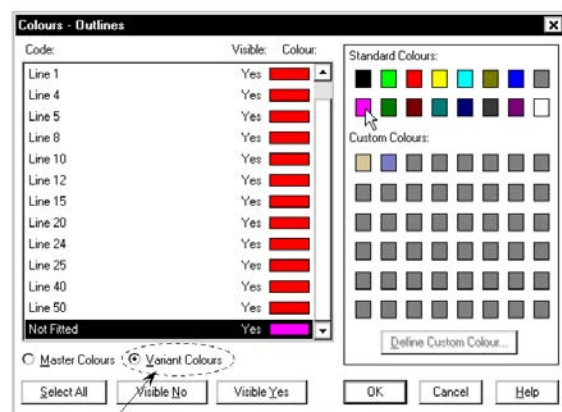
9. В открывшемся окне Colours в списке Category развернем категорию Symbols и выберем пункт Outlines.

10. Нажмем кнопку Change Colours.

11. В открывшемся окне Colours – Outlines включим опцию Variant Colours.

12. В списке Code выберем только что созданный стиль линии Not Fitted и зададим для него один из стандартных цветов, как показано на рисунке 15.

13. Последовательно нажимая кнопки ОК закроем все окна.



Данная опция разрешает изменение настроек для вариантов проекта

Рис. 15. Задание цвета для нового стиля линии.

Теперь мы готовы к созданию альтернативных вариантов проекта. У нашего проекта будет три варианта исполнения Three Decade, Master USA и Three Decade USA, иерархическая структура которых показана на рисунке 16. Варианты Three Decade будут иметь недобавляемые компоненты, а варианты USA будут иметь компоненты, отличающиеся по номиналу из-за различного напряжения питания.

1. Выполним команду меню File | Variant Manager.

2. В появившемся диалоговом окне Variant Manager нажмем кнопку Add.

3. В появившемся окне Add Variant в поле Name введем название создаваемого варианта Three Decade и нажмем кнопку ОК.

Новый вариант добавится в иерархическое дерево вариантов в окне Variant Manager (рис. 17).

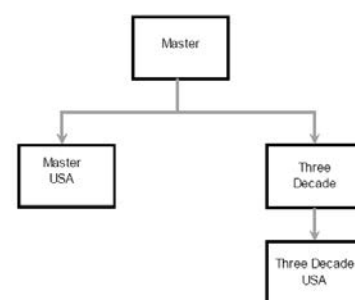


Рис. 16. Иерархическая структура вариантов проекта.

4. Щелкнем левой кнопкой мыши на имени нового варианта в дереве вариантов. Поле Description в правой части окна Variant Manager будет пустым.

5. Щелкнем левой кнопкой мыши в поле Description и введем текст Digital to Analogue Converter with Three Decade, который будет являться комментарием, позволяющим другим разработчикам понять сделанные в варианте изменения.

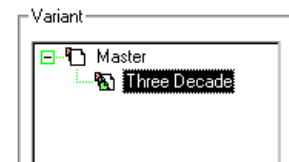


Рис. 17. Иерархическое дерево вариантов проекта.

Перед тем как покинуть диалоговое окно нам остается назначить ранее созданный нами стиль линий, которым будут отображаться недобавляемые компоненты.

6. В выпадающем списке Not Fitted Line Code выберем стиль Not Fitted и нажмем кнопку ОК.



Рис. 18. Новый вариант на панели инструментов.

Таким образом, мы создали первый вариант в нашем задании. Вновь созданный вариант будет добавлен в список, отображаемый на панели инструментов Variant. Проверим это.

7. Выполним команду меню View | Toolbars | Variant. На экране появится панель инструментов Variant.

8. На панели инструментов Variant в выпадающем списке выберем строку Three Decade Version, как показано на рисунке 18.

Система CADSTAR переключается в режим редактирования проекта Three Decade, который по сути является вариантом основного (Master) проекта. Если мы посмотрим на содержимое панели управления Workspace, то мы увидим, что для каждого листа схемы система автоматически создала альтернативные варианты (рис. 19).

Продолжим добавление вариантов в проект. К каждому из двух имеющихся сейчас вариантов необходимо добавить вариант USA, адаптированный для американского рынка.

9. Выполним команду меню File | Variant Manager.

10. В появившемся диалоговом окне Variant Manager с помощью мыши выделим вариант Three Decade и нажмем кнопку Add.

11. В появившемся окне Add Variant в поле Name введем название создаваемого варианта Three Decade USA и нажмем кнопку OK.

Новый вариант добавится в иерархическое дерево вариантов в окне Variant Manager.

12. В поле Description для варианта Three Decade USA добавим описание USA Power Supply Version.

13. В окне Variant Manager с помощью мыши выделим вариант Master и нажмем кнопку Add.

14. В появившемся окне Add Variant в поле Name введем название создаваемого варианта USA и нажмем кнопку OK.

Новый вариант добавится в иерархическое дерево вариантов в окне Variant Manager.

15. В поле Description для варианта USA добавим описание Digital to Analogue Converter USA Power Supply Version.

Таким образом, к ранее созданному проекту мы добавили три альтернативных варианта. Это означает, что теперь в проекте у каждого листа схемы будут существовать три альтернативных варианта исполнения, в чем легко убедиться, просмотрев структуру проекта на панели управления Workspace (рис. 20).

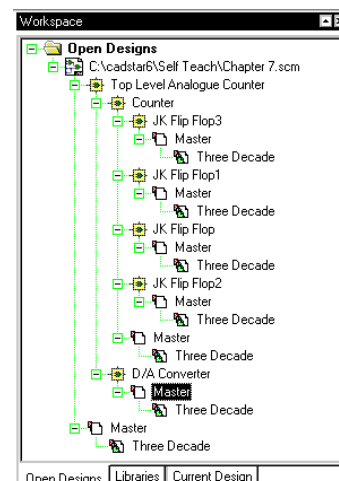


Рис. 19. Состав проекта после добавления к нему одного варианта.



Рис. 20. Каждый лист схемы имеет три варианта.

Определение недобавляемых компонентов

Изменим вариант Three Decade так, чтобы компоненты, из которых состоит один из счетчиков декад, были помечены как недобавляемые.

1. На панели Workspace выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на варианте Three Decade схемы JK Flip Flop 3.

Схема JK Flip Flop 3 откроется в рабочем окне редактора схем.

2. Посмотрим в панель инструментов Variant, чтобы убедиться, что это именно активным является именно вариант Three Decade.

Прежде чем определить элемент как недобавляемый, нам необходимо задать, что у этого элемента будут варианты.

3. Щелкнем левой кнопкой мыши на элементе U7-A и выберем его.

4. Выполним команду меню Action | Create Variant Symbol.

Контур элемента U7-A изменит свой цвет на ранее заданный нами для элементов, претерпевающих изменения в альтернативных вариантах. Обратите внимание, изменится цвет всех остальных секций компонента U7.

5. Аналогичным образом выделим и помечим элемент U8-A. Все секции компонента U8 изменят цвет.

Обратите внимание: мы будем помечать U11 изменяемый, так как одна из его секций используется на листе схемы JK Flip Flop 2 и будет присутствовать даже в варианте Three Decade.

6. Удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем все вентили, входящие в компонент U7.

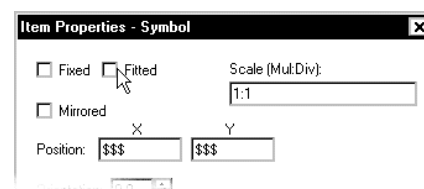


Рис. 21. Опция Fitted, определяющая присутствие компонента в варианте.

7. Выполним команду меню Edit | Item Properties или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

8. В появившемся окне Item Properties – Symbol выключим опцию Fitted и нажмем кнопку OK.

Секции недобавляемого компонента U7 теперь будут отражаться на схеме пунктирной линией согласно сделанным нами ранее настройкам.

9. Аналогичным образом пометим как недобавляемые все секции компонента U8.

Теперь перейдем к созданию отчета, который покажет сделанные нами изменения.

10. Выполним команду меню Tools | Reports | Parts List.

11. В появившемся на экране диалоговом окне Select Sheet выберем все листы проекта и нажмем кнопку OK.

12. В появившемся стандартном окне настройки отчета Parts List нажмем кнопку Options.

13. В появившемся диалоговом окне Parts List Options (рис. 22) включим опцию Output Non-Fitted Components, предписывающую выполнить вывод в отчет информацию о недобавляемых компонентах, и нажмем кнопку Select Variant.

14. В открывшемся окне Select Variants (рис. 23) с помощью мыши выберем вариант Three Decade и нажмем кнопку OK.

15. Вернувшись в окно Parts List Options, в поле Report Header

введем название отчета Three Decade Version (Master) и нажмем кнопку OK.

16. В окне Parts List также нажмем кнопку OK, чем запустим генерацию отчета.

На экране откроется окно с перечнем, включающим информацию о недобавляемых компонентах U7 и U8, которые будут помечены комментарием NOT FITTED (рис. 24).

17. Закроем окно отчета.

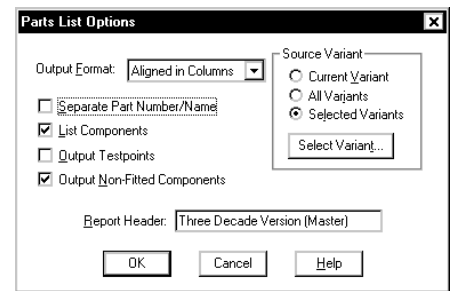


Рис. 22. Настройка генератора списка компонентов Parts List.

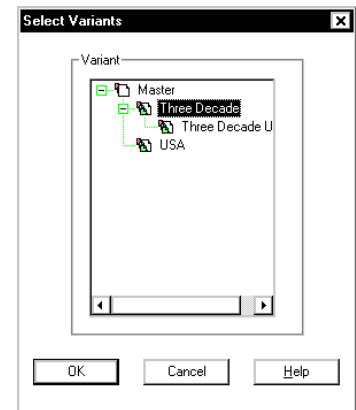


Рис. 23. Выбор варианта проекта для генерации отчета.

Three Decade Version (Master)				
Variant : Three Decade				
Part Name	Part Number	Description	Qty.	Comps.
C1000F-20%-X7R-3		1000f 100V X7R 1layer Ceramic	1	C9
C100PF-5%-C0G2		100pf 100V C0G 1layer Ceramic	8	C1-8
CONN-2200V		22 00V EDGE CONNECTOR	1	EC1
R12-2%-1R4		12R 1R4 Metal Oxide Film 2%	1	R1
R22K-2%-1R4		22K 1R4 Metal Oxide Film 2%	1	R2
R33K-2%-1R4		33K 1R4 Metal Oxide Film 2%	1	R3
R39K-2%-1R4		39K 1R4 Metal Oxide Film 2%	1	R4
R8K2-2%-1R4		8K2 1R4 Metal Oxide Film 2%	1	R5
SN74LS00D		0_QUAD 2 INPUT AND GATE	4	U9-12
SN74LS10D		0_TRIPLE 3 INPUT NAND GATE	6	U1-6
U07N1CP		GENERAL PURPOSE OPERATIONAL AM	1	U7-8 [NOT FITTED]

Рис. 24. Отчет с перечнем, включающий информацию о недобавляемых компонентах U7 и U8.

Определение изменяемых компонентов

В нашем следующем упражнении мы определим резисторы, номинал которых будет отличаться в вариантах для USA. Напомним, что изменяющиеся компоненты можно задавать только в том случае, если их топологические посадочные места полностью идентичны.

1. На панели Workspace выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на листе схемы D/A Converter.

Схема D/A Converter откроется в рабочем окне редактора схем.

2. Используя выпадающий список на панели инструментов Variant, выберем вариант под названием Three Decade USA.

Пометим резисторы R1, R4 и R5 как изменяемые в данном варианте.

3. Удерживая нажатой кнопку CTRL, с помощью мыши выберем элементы R1, R4 и R5.

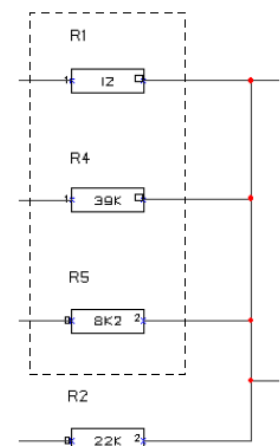


Рис. 25. Изменяемые компоненты.

4. Выполним команду меню Actions | Create Variant Symbol.

Контуры резисторов будут нарисованы цветом, заданным для изменяемых в вариантах компонентов.

Приступим к замене этих элементов на резисторы с другим номиналом. Можно было бы последовательно изменить свойства каждого отдельного резистора, мы используем опцию, позволяющую заменить все свойства в ходе одной операции.

5. Выполним команду меню Actions | Replace Parts/Symbols.

На экране появится диалоговое окно Replace Components From Library, показанное на рисунке 26.

6. В поле Type включаем опцию Parts. Опция Component должна остаться выключенной.

7. В колонке Action поставим галочки напротив резисторов R1, R4 и R5.

Отмеченные компоненты могут быть заменены.

Теперь мы можем напечатать новое имя компонента.

8. В ячейку New Part Name для R1 введем текст R10-2%-TR4.

9. Для резисторов R4 и R5 введем новые имена компонентов R20K-2%-TR4 и R7K5-2%-TR5 соответственно.

Обратите внимание, что для резистора R5 новый компонент будет иметь топологическое посадочное место, отличающееся от ранее заданного. Это сделано преднамеренно, чтобы создать ошибку, которую впоследствии мы исправим.

10. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

На экране появится отчет, перечисляющий выполненные замены (рис. 27). Легко видеть, что изменения для всех трех резисторов выполнены.

11. Нажмем кнопку Close и закроем отчет.

После выполнения изменений система автоматически предложит нам сделать проверку вариантов и откроет окно Collating Schematic Design.

12. В окне Collating Schematic Design выберем все листы проекта и нажмем кнопку ОК.

13. В открывшемся окне Variant Check включим опцию View Report и нажмем кнопку ОК.

В результате проверки варианта Three Decade USA на экране появится отчет, показанный на рисунке 28. Из него следует, что примененный в данном варианте резистор R5 имеет топологическое посадочное место с конфигурацией выводов, отличающееся от примененного в базовом (Master) проекте.

Исправим сделанную нами ошибку.

14. На панели Workspace выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на варианте Three Decade USA схемы D/A Converter.

15. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на резисторе R5 и появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

Открывается диалоговое окно Item Properties – Symbol, в котором видно, что для резистора в поле Part Name назначено топологическое посадочное место R7K5-2%-TR5.

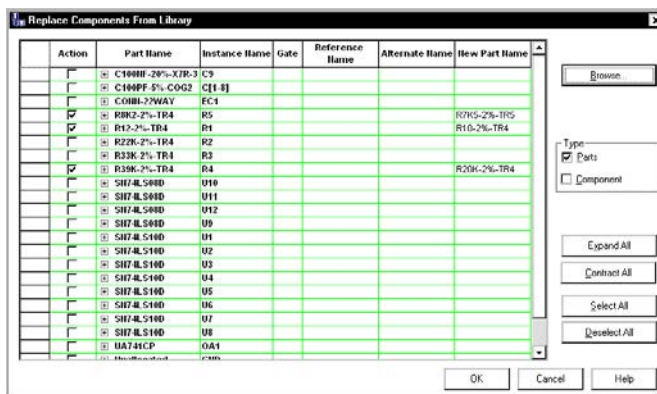


Рис. 26. Окно выбора замены для компонентов в варианте.

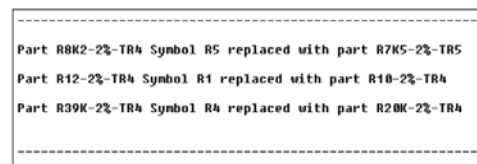


Рис. 27. Отчет о замене компонентов.

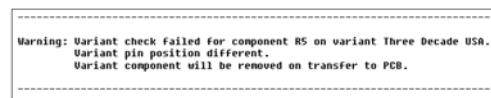


Рис. 28. Отчет о проверке варианта и сообщение о найденной ошибке.

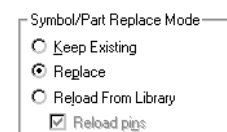


Рис. 29. Изменение параметров компонента.

16. В поле Symbol/Part Replace Mode диалогового окна Item Properties выберем опцию Replace (рис. 29). Поле Pat Name станет активным.

17. Введем в это поле новый текст R7K5-2%-TR4 (фактически нам просто нужно изменить TR5 на TR4) и нажмем кнопку ОК.

Система выполнит замену компонента, и новое топологическое посадочное место будет идентично примененному в базовом варианте. Проведем повторную проверку варианта.

18. Выполним команду меню Tools | Reports | Variant Check.

19. В окне Collating Schematic Design выберем все листы проекта и нажмем кнопку ОК.

20. В открывшемся окне Variant Check включим опцию View Report и нажмем кнопку ОК.

Сформированный отчет показывает отсутствие ошибок в формировании вариантов (рис. 30).

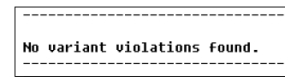


Рис. 30. Отчет о проверке вариантов проекта.

Передача многовариантного проекта в редактор печатных плат

Теперь, когда мы настроили различные варианты схемы, нам необходимо передать эту структуру вариантов в проект печатной платы. Все созданные в схемном проекте варианты автоматически передаются в редактор плат в процессе преобразования формата. Заметим, что пока мы не делали никаких изменений для варианта Master USA. Его настройки мы выполним позднее.

1. Выполним команду меню File | Transfer to PCB.

2. В появившемся диалоговом окне Transfer to PCB в поле Output File нажмем кнопку Browse и зададим имя файла Variants.pcb

3. В выпадающем списке Format выберем формат PCB Binary.

4. В поле Source Sheet выберем опцию Whole Design (полный проект).

5. В поле Transfer to PCB в качестве технологического шаблона выберем файл Self Teach.pcb.

6. Нажмем кнопку ОК и запустим процесс преобразования файла.



Рис. 31. Предупреждение об отсутствии слоев, необходимых для отображения вариантов.

По завершении процесса преобразования на экране появится отчет, в котором будет констатироваться отсутствие ошибок.

7. Нажмем кнопку Close и закроем отчет.

На экране появится предупреждение, показанное на рисунке 31, в котором говорится, что из-за отсутствия в шаблоне слоев для отображения вариантов, варианты не будут видны, пока эти слои не будут настроены должным образом.

8. Нажмем кнопку ОК и закроем окно сообщения.

Как и ранее автоматически запустится редактор печатных плат системы CADSTAR и откроет только что созданный файл. Все компоненты будут размещены в левом нижнем углу платы, так как их точки привязки по умолчанию будут помещены в точку начала координат (X0, Y0).

9. Выполним команду меню View | Toolbars | Variant. На экране появится панель инструментов Variant.

10. В выпадающем списке на этой панели выберем вариант Three Decade USA.

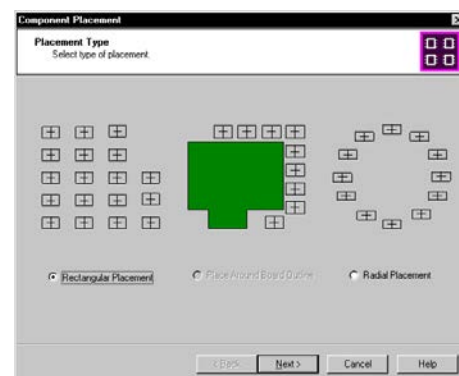


Рис. 32. Первое окно мастера размещения компонентов.

Размещение компонентов

Теперь мы рассмотрим работу мастера Arrange Components Wizard для расположения компонентов в правильном порядке, так, чтобы мы могли видеть каждый из них отдельно. На данном занятии мы рассмотрим эту процедуру весьма бегло, так как пока мы не ставим перед собой целью обучиться, как именно правильно размещать компоненты на плате.

Прежде всего, нам необходимо зафиксировать самые большие компоненты, для того, чтобы они не перемещались в ходе работы Мастера.

1. В редакторе печатных плат с помощью мыши выберем длинный торцевой разъем Edge Connector EC1.

2. Нажмем кнопку Fix  (button02) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Settings | Colours, в открывшемся окне для объектов типа Connections установим признак видимости Visible в значение No и закроем окно.

4. Выполним команду меню Actions | Placement | Arrange Components.

На экране появится первое диалоговое окно мастера размещения компонентов (рис. 32).

5. Включим опцию Rectangular Placement и нажмем кнопку Next.

Система выдаст предупреждение о наличии в проекте фиксированных компонентов.

6. Нажмем кнопку ОК и закроем окно с предупреждением.

На экране появится второе окно мастера, в котором мы должны указать, какие компоненты будут размещаться и в каком порядке (рис. 33).

7. В поле Components to Arrange выберем опцию Whole Design (весь проект).

Все компоненты представлены в виде списка в левой части окна. Обратите внимание, что для компонента EC1 запись сопровождается пометкой [FIXED], означающая, что данный компонент перемещаться не будет.

8. В поле Sort Components нажмем кнопку Sort By Size и отсортируем список компонентов по размеру топологического посадочного места.

9. Нажмем кнопку Next.

Следующее окно мастера размещения определяет способ размещения массива компонентов: расстояние между рядами и колонками, а также количество компонентов в рядах и колонках (рис 34).

10. В выпадающем списке зададим способ In Rows (в ряды) и поле Items per Row/Column значение 5 (5 компонентов в ряду).

11. В поле Row and Column Step зададим шаг между рядами и колонками: значения 450 и 650 в ячейках X и Y соответственно.

12. В поле Placement Origin включим опцию Use Coordinates и введем значения 0 и 350 в ячейки X и Y соответственно.

13. В поле Align включим опцию Min Bounds (по меньшей стороне).

14. Нажмем кнопку Finish.

Мастер размещения разложит компоненты в прямоугольный массив так, что все они будут хорошо видны по отдельности (рис. 35).

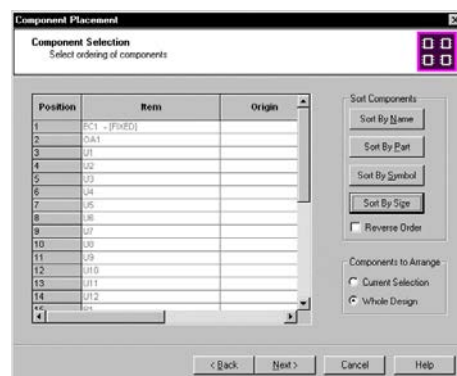


Рис. 33. Второе окно мастера размещения компонентов.

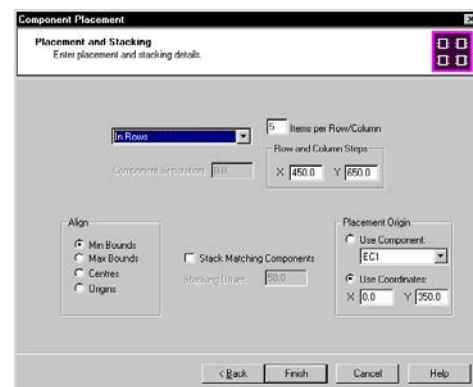


Рис. 34. Третье окно мастера размещения компонентов.

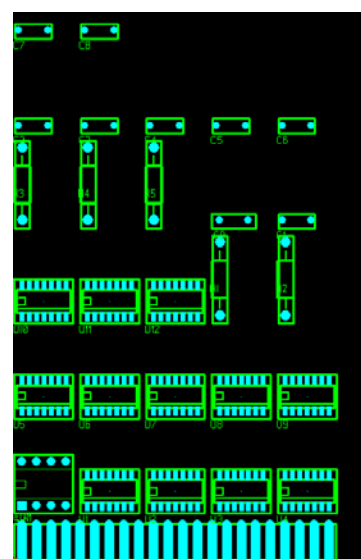


Рис. 35. Результат работы мастера размещения компонентов.

Настройки для использования вариантов в проекте печатной платы

Для правильного отображения вариантов в редакторе печатных плат нам необходимо задать специальные неэлектрические слои и стили линий, используемые для отображения контуров изменяемых компонентов.

1. В редакторе печатных плат выполним команду меню Settings | Assignments.

2. В открывшемся окне Assignments перейдем на вкладку Lines и нажмем кнопку Add Assignments.

3. Для нового стиля линии в колонке Line Code введем имя Not Fitted, в колонке Width зададим толщину линии 20 тысячных дюйма, а в колонке Style выберем Dash.

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

5. Выполним команду меню File | Variant Manager.

Система выдаст нам предупреждение об отсутствующих слоях для отображения вариантов (рис. 31).

6. Нажмем кнопку ОК.

Откроется знакомое нам по редактору схемы окно Variant Manager, которое будет отображать созданную нами структуру вариантов.

7. В поле Not Fitted Line Code выберем только что созданный нами стиль линий Not Fitted и нажмем кнопку ОК.

Окно менеджера вариантов закроется, но содержимое окна редактора печатных плат при выбранном на панели инструментов варианте Three Decade USA никак не изменится, так как мы еще не задали слои, на которых будут отображаться альтернативные или недобавляемые компоненты. Выполним настройки таким образом, чтобы изменяемые в вариантах компоненты отображались на слоях Top Placement и Top Silk.

8. Выполним команду меню Settings | Layers.

9. В появившемся диалоговом окне в поле Show Layer of Type включим только одну опцию Non-Electrical. В этом случае в списке Logical Layers будут отображаться только неэлектрические слои (рис. 37).

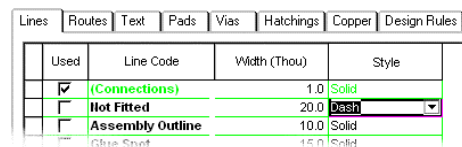
10. С помощью мыши в списке Logical Layers выделим слой Top Placement и нажмем кнопку Change.

Откроется диалоговое окно Layers – Top Placement с настройками параметров этого слоя (рис. 38).

11. Включим опцию Variant Layer в нижней части окна и нажмем кнопку ОК.

12. Аналогичные настройки сделаем для слоя Top Silk и закроем окно Layers.

Таким образом, включив опцию Variant Layer для слоев Top Placement и Top Silk, мы указали системе, чтобы контуры изменяемых в вариантах компонентов отображались в этих слоях особым цветом, а контуры недобавляемых компонентов — еще и специальным стилем линии Not Fitted (рис. 39).



Used	Line Code	Width (Thou)	Style
☒	(Connections)	1.0	Solid
☒	Not Fitted	20.0	Dash
☒	Assembly Outline	10.0	Solid
☒	Glue Spot	15.0	Solid

Рис. 36. Определение стиля линии в редакторе печатных плат.

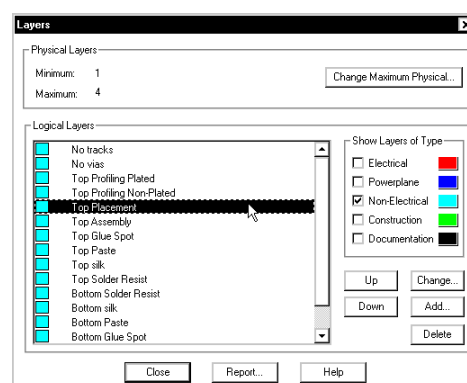


Рис. 37. Настройки слоев, для отображения вариантов.

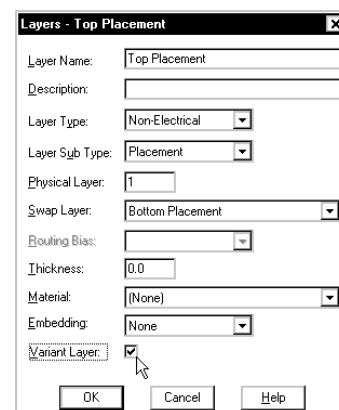


Рис. 38. Настройка параметров слоя Top Placement.

Изменим настройки цвета для отображения вариантов проекта.

13. Выполним команду меню Settings | Colours.

14. В открывшемся окне Colours в списке Category развернем категорию Components и выберем пункт Outlines.

15. Нажмем кнопку Change Colours.

16. В открывшемся окне Colours – Outlines включим опцию Variant Colours.

17. В списке Layer выберем слой Top Placement и зададим для него один из стандартных цветов.

18. Аналогичным образом зададим цвет для слоя Top Silk.

19. Закроем все диалоговые окна нажатием кнопок ОК, чтобы сохранить сделанные изменения.

Легко видеть, что вся графика альтернативных и недобавляемых компонентов, прорисованная в слоях Top Placement и Top Silk теперь отображается новыми цветами.

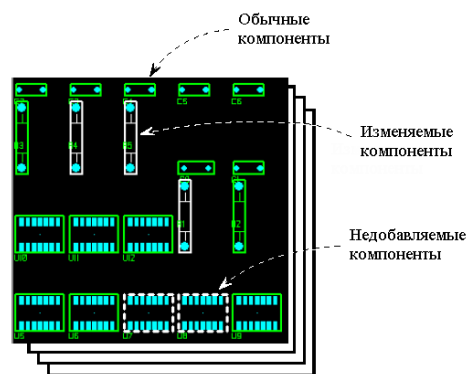


Рис. 39. Отображение вариантов проекта в редакторе плат.

Определение изменяемых компонентов в проекте печатной платы

Ранее мы определяли варианты проекта только в редакторе схем. Система CADSTAR позволяет настраивать варианты и в редакторе печатных плат. Проделаем упражнение и изменим настройки варианта Master USA. Так как этот вариант использует все четыре декады счетчика, здесь не нужно задавать никаких недобавляемых компонентов.

1. На панели инструментов Variant в списке выберем вариант USA.

В окне редактора плат будет отображаться вариант Master USA. Легко видеть, что пока в этом варианте отсутствуют какие-либо отличия от базового (Master) варианта.

Изменим резисторы R1, R4 и R5 на другие с отличающимися номиналами. Напомним, что новые компоненты должны иметь топологические посадочные места полностью идентичные используемым в базовом проекте.

1. Удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выделим компоненты R1, R4 и R5.

2. Выполним команду меню Actions | Create Variant Component.

Выбранные резисторы теперь будут показаны цветом, заданным для отображения изменяемых в вариантах компонентов.

Ранее для замены компонентов в редакторе схем мы использовали команду меню Actions | Replace Part/Components. Этот способ доступен и в редакторе схем, но сейчас мы воспользуемся другим методом и изменим компоненты через Item Properties.

3. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на резисторе R1 и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

4. В открывшемся диалоговом окне Item Properties – Component в поле Component/Part Replace Mode выберем опцию Replace (рис. 29). Поле Part Name станет активным.

5. Введем в это поле новый текст R10-2%-TR4 и нажмем кнопку ОК.

6. Аналогичным образом изменим топологическое посадочное место (Part Name) для R4 и R5 на R20K-2%-TR4 и R7K5-2%-TR4 соответственно.

Итак, мы полностью завершили описание многовариантного проекта печатной платы.

7. Выполним команду меню File | Save и сохраним проект.

Обратите внимание, теперь при формировании файлов для производства (Gerber или NC Drill) в настройках окна Batch Process, вызываемого командой меню File | Manufacturing Export | Batch Process, необходимо указывать вариант, для которого выполняется то или иное действие.

Удаление из свойств компонента статуса изменяемого

Не исключено, что в процессе работы над проектом у пользователя появится необходимость отменить сделанные изменения и вернуть настройки изменяемых или недобавляемых компонентов к базовым. Фактически, эта операция есть не что иное, как удаление компонента из описания варианта, поэтому и выполняется она с помощью команды Delete.

Допустим, нам требуется вернуть настройки резистора R1 из варианта Master USA к базовым.

1. На панели инструментов Variant в списке выберем вариант USA.
2. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на компоненте R1 и в появившемся контекстном меню выберем команду Delete.

Появится запрос на подтверждение операции удаления.

3. Подтвердим удаление, нажав кнопку Yes.

Легко видеть, что компонент не исчез с чертежа печатной платы, но стал отображаться обычным цветом, как и большинство других, используемых в базовом варианте.

4. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на резисторе R1 и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

В открывшемся диалоговом окне Item Properties – Component видно, что настройки топологического посадочного места вернулись к базовым, и в поле Pat Name имеется запись R12-2%-TR4.

5. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

Следует также помнить, что если мы выполним удаление компонента из варианта Master (базового), то компонент исчезнет из всех вариантов, независимо от того какие настройки были сделаны для него в каждом конкретном варианте проекта.

Остается добавить, что вышесказанное аналогично работает и в редакторе схем.

Итак, на данном занятии мы научились передавать многовариантный проект в редактор печатных плат. Следующий урок будет посвящен разработке библиотек элементов.

Урок 6. Работа с библиотеками системы CADSTAR.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущих занятиях мы научились рисовать простые схемы и передавать данные в редактор печатных плат. До настоящего момента мы всегда пользовались только готовыми библиотечными элементами. Сейчас, когда у нас появилось некоторое понимание того, как работает система CADSTAR, мы можем приступить к созданию собственных библиотек элементов.

Создание библиотеки элементов для редактора схем

Система CADSTAR имеет специальную подпрограмму — мастер создания новых элементов, значительно упрощающую эту процедуру. Однако сейчас нам будет полезнее сделать это вручную. На данном занятии нам предстоит: нарисовать контур логического элемента; создать и описать его выводы; настроить различные точки привязки; создать новую библиотеку элементов для сохранения созданного элемента.

Прежде чем мы начнем, необходимо понять идеологию построения библиотек системы CADSTAR. Как уже говорилось ранее, библиотеки бывают трех типов:

— библиотеки символов элементов для редактора схем;

— библиотеки топологических посадочных мест для редактора печатных плат;

— библиотека компонентов, включающая ссылки символы и посадочные места, а также информацию об эквивалентности секций и выводов.

Структура хранения информации в библиотеках показана на рисунке 1.

Приступим к созданию символа элемента. Для работы нам не будет нужен никакой специальный пример, поэтому просто запустим систему CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | New.

На экране появится знакомое нам диалоговое окно New (рис. 2).

2. С помощью мыши выберем закладку Schematic Symbol.

3. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на иконке Defaults.

На экране откроется пустое окно редактора символов схемотехнических элементов. Обратите внимание, что базовый набор настроек Assignment уже задан.

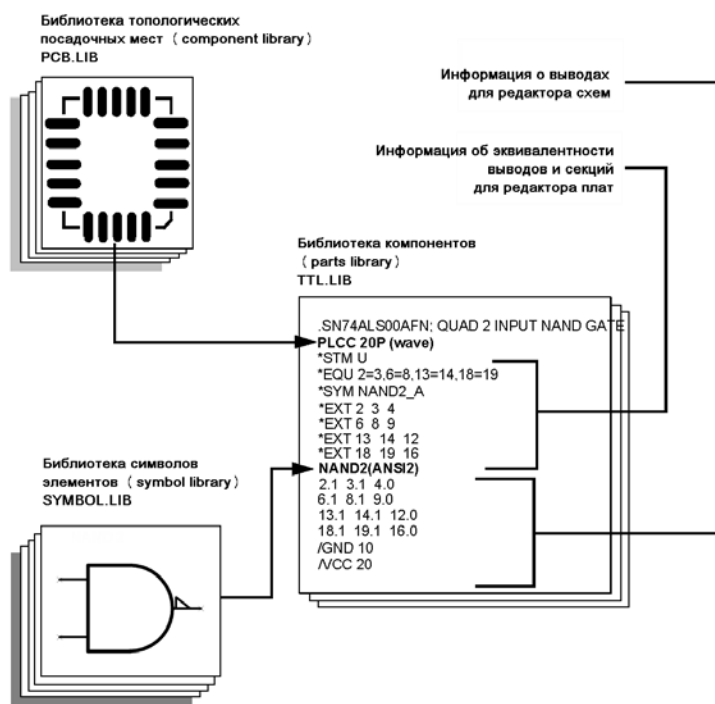


Рис. 1. Структура хранения информации в библиотеках системы CADSTAR.

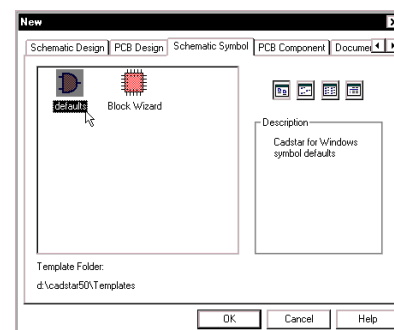


Рис. 2. Выбор шаблона создания нового символа.

4. В строке состояния проверим, что в качестве текущих единиц изменения Units заданы тысячные доли дюйма.

Мы будем рисовать символ элемента NAND2, показанный на рисунке 3. Сначала мы нарисуем прямоугольный контур, затем изменим его, добавив дугу, после чего нарисуем выводы.

5. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку  (button001) на панели инструментов.

6. В появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape и выполним установки, как показано на рисунке 4.

7. Так как мы собираемся рисовать контур, в поле Type включим опцию Outline.

8. В списке Code выберем стиль линий Line 25.

9. В списке Fill Style выберем способ заливки Clear (без заливки).

10. Включим опцию Closed (замкнутый контур) и нажмем кнопку OK.

11. Выполним команду меню Add | Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button002) на панели инструментов.

12. Для облегчения рисования сетка должна иметь шаг 100 тысячных дюйма, поэтому выполним клавиатурную команду G 100 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

13. Наведем указатель мыши на точку вблизи начала координат и нажмем левую кнопку.

14. Удерживая левую кнопку нажатой, сдвинем указатель мыши вправо и вверх, отслеживая относительные координаты курсора в строке состояния (рис. 5).

15. Как только относительные координаты примут значения 300 и 600, отпустим левую кнопку мыши.

В рабочем поле редактора символов будет нарисован прямоугольник с размерами 0.6 на 0.3 дюйма.

16. Выполним команду меню View | View All и нажмем кнопку  (button003) на панели инструментов.

Масштаб изображения изменится таким образом, чтобы оптимально показывать нам нарисованный прямоугольник. Добавим к нему дугу.

17. Выполним команду меню Actions | Modify Arc и выполним щелчок левой кнопки мыши на середине правой вертикальной стороны прямоугольника.

18. Сдвинем указатель мыши вправо, отслеживая радиус рисуемой дуги в строке состояния (рис. 6).

19. Как только радиус дуги станет равным 300 тысячных дюйма, выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На экране вместо правой стороны прямоугольника будет нарисована дуга радиусом 0.3 дюйма.

Следующее, что мы будем рисовать — это короткие отрезки линий выводов символа. Мы будем это делать это в режиме рисования незамкнутого полигона.

20. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку  (button001) на панели инструментов.

21. В появившемся диалоговом окне Defaults на вкладке Shape и выключим опцию Closed и нажмем кнопку OK.

22. Выполним команду меню Add | Shape | Polygon или нажмем кнопку  (button004) на панели инструментов.

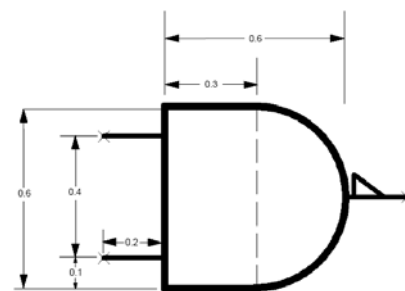


Рис. 3. Основные размеры в дюймах создаваемого символа.

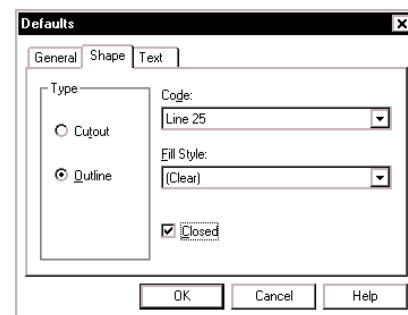


Рис. 4. Настройки для рисования прямоугольника.



Рис. 5. Относительные координаты курсора при рисовании прямоугольника.



Рис. 6. Контроль радиуса при рисовании дуги.

23. Последовательно нарисует три горизонтальных отрезка линии длиной 0.2 дюйма, как показано на рисунке 3. Каждый раз начало отрезка задается одним щелчком левой кнопки мыши, а конец — двойным щелчком.

Напомним, что курсор можно перемещать не только с помощью мыши, но и с помощью клавиш со стрелками влево, вправо, вверх и вниз.

Следующее, что мы сделаем, это добавим к выходу элемента треугольный символ. Его размеры могут быть произвольными, поэтому для его рисования сетка должна иметь шаг 10 тысячных дюйма.

24. Выполним клавиатурную команду G 10 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

25. Щелчком левой кнопки мыши начнем рисовать вертикальный отрезок.

26. Сдвинем курсор вверх и щелчком левой кнопки мыши создадим излом.

27. Выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Angle 0, включив тем самым режим прорисовки линий под произвольным углом.

28. Сдвинем курсор вправо вниз и двойным щелчком левой кнопки мыши завершим рисования наклонного отрезка.

Теперь нам предстоит нарисовать сами выводы (терминалы) — объекты к которым на схеме будут подключаться линии связи. Очень важно, чтобы они имели правильное местоположение и попадали в определенную сетку. Также важно, в какой последовательности и в каком направлении выводы добавлялись к символу.

Для библиотеки компонентов CADSTAR должны выполняться следующие правила:

- Начинать добавление выводов надо с левого верхнего вывода.
- Назначать выводы необходимо в строгой последовательности против часовой стрелки.

Если мы будем следовать этим правилам, выводы символа будут корректно связаны с выводами компонента при упаковке его в библиотеку (рис. 7). Первый вывод, в левом верхнем углу элемента, связывается с первым номером вывода в описании компонента (крайний левый в ряду). Второй вывод (в направлении против часовой стрелки) связывается выводом компонента в ряду и так далее.

29. Выполним команду меню Add | Pin или нажмем кнопку  (button005) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Add Pin, показанное на рисунке 8.

30. В списке Pad Code выберем стиль отображения вывода Cross.

Напомним, что значок стиля задается в настройках стиля в диалоговом окне Assignments на вкладке Terminal.

31. Сейчас нам больше ничего не нужно задавать в этом окне, поэтому просто нажмем кнопку OK.

Обратите внимание, что в окне Add Pin имеется поле Multiple Pins, позволяющее добавлять сразу несколько выводов, но на данном занятии мы не будем пользоваться этой функцией. Позднее мы рассмотрим ее более подробно при работе с редактором печатных плат.

На экране появится "приклеенный" к указателю мыши значок вывода (терминала) в виде крестика.

32. Наведем курсор на конец левого верхнего горизонтального отрезка линии и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Примечание: чтобы было проще попадать указателем мыши в нужную точку экрана, с помощью клавиатурной команды G 100 измените шаг сетки с 10 на 100 тысячных дюйма.

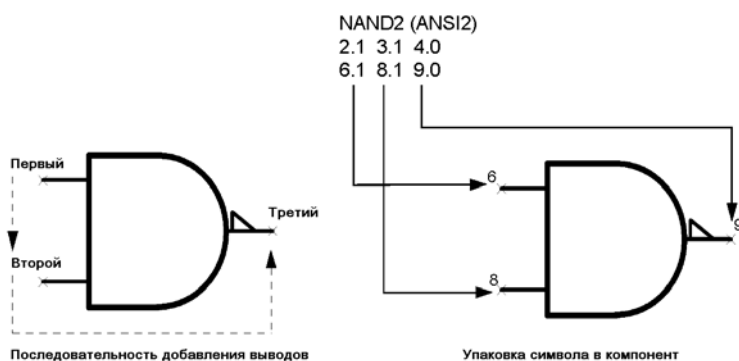


Рис. 7. Последовательность добавления выводов имеет большое значение при упаковке символа в компонент.

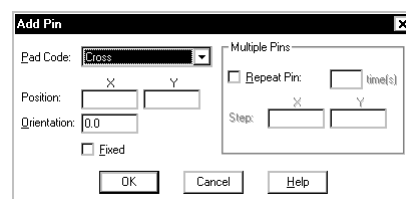


Рис. 8. Настройки параметров добавления выводов.

На рисунок символа будет добавлен значок вывода, а рядом с ним появится номер 1, показывающий нам, что это первый добавленный нами вывод. Система автоматически предложит нам разместить второй вывод.

33. Наведем курсор на конец левого нижнего горизонтального отрезка линии и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Добавится вывод с номером 2. Система автоматически предложит нам разместить следующий вывод.

34. Наведем курсор на конец единственного правого горизонтального отрезка линии и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Добавится вывод под номером 3. Система автоматически предложит нам разместить следующий вывод.

35. Нажмем клавишу Esc и выйдем из режима добавления выводов.

36. В появившемся снова на экране окне Add Pin нажмем кнопку Cancel.

Последняя операция при создании элемента заключается в добавлении к рисунку символа различных точек привязки. Система CADSTAR позволяет задавать в символе точки привязки различных объектов, но в рамках данного урока мы добавим только три из них:

- Точку привязки всего символа;
- Точку привязки имени символа;
- Точку привязки имени компонента.

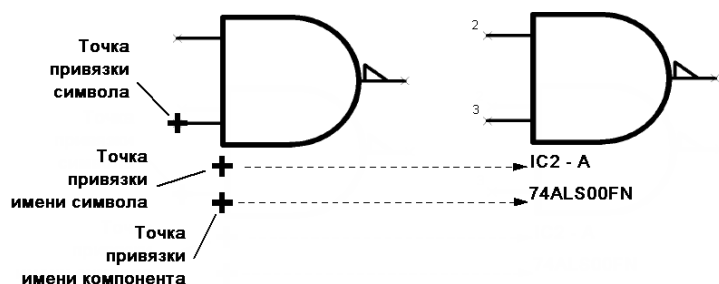


Рис. 9. Задание точек привязки символа и текстовых надписей.

На рисунке символа точки привязки обозначаются крестиком. Отметим, что при добавлении символа на схему сами точки привязки не показываются, но в нужном месте появляются соответствующий объект или надпись.

37. Выполним команду меню Add | Origin или нажмем кнопку  (button006) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Add Origin с настройками для добавления точек привязки к символу элемента (рис. 10).

38. В выпадающем списке Origin Type выберем строку Symbol и нажмем кнопку ОК.

Примечание: Обычно тип точек привязки Symbol является первым в списке. Кроме того, он отображается в скобках, что означает, что он присутствует в символе всегда по умолчанию.

К указателю мыши окажется "приклеенным" текстовая строка Symbol с маленьким крестиком в левом нижнем углу — собственно точкой привязки.

39. Наведем курсор на конец нижнего левого отрезка линии, обозначающего вывод элемента, и нажмем левую кнопку мыши.

Точка привязки символа будет добавлена на рисунок, а система автоматически предложит задать следующую точку и откроет окно Add Origin.

40. В выпадающем списке Origin Type выберем строку Symbol Name (имя символа), нажмем кнопку ОК и разместим новую точку привязки, как показано на рисунке 9.

41. Аналогичным образом добавим на рисунок точку привязки для имени компонента Part Name.

Обратите внимание, что если точка привязки однажды уже была задана на рисунке символа, то повторно назначить ее нельзя и в списке Origin Type она не появляется.

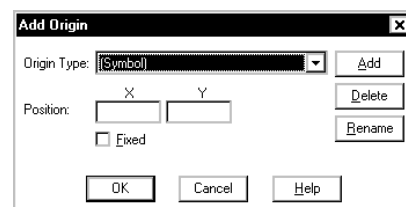


Рис. 10. Настройки параметров добавления точек привязки.

42. Выйдем из режима добавления точек привязки, для чего в окне Add Origin нажмем кнопку Cancel.

Фактически создание символа элемента завершено, нам остается только сохранить его. Чтобы не попортить имеющиеся в системе CADSTAR библиотеки, создадим новую библиотеку элементов.

43. Выполним команду меню Libraries | Schematic Symbols.

На экране появится диалоговое окно Library Manager.

44. Прежде всего создадим новую библиотеку элементов, для чего в поле Current Library нажмем кнопку Create.

45. В появившемся окне Create Library (рис. 11) в поле File Name введем имя файла новой библиотеки selftch.lib и нажмем кнопку OK.

Снова появится диалоговое окно Library Manager. Обратите внимание, что только что созданная библиотека установлена как текущая и является пустой — в окне браузера нет отображаемых элементов.

Примечание: Новая библиотека не содержит никаких настроек. Когда мы добавим в нее элемент, нам будет предложено сохранить настройки, использованные для этого элемента в качестве настроек для всей библиотеки.

46. В диалоговом окне Library Manager нажмем кнопку Save Symbol.

На экране появится диалоговое окно Symbol Names (рис. 12), в котором задается имя символа.

47. В поле Reference Name введем текст NAND2 и нажмем кнопку OK.

На экране появится окно, в котором система сообщит нам о том, что тип линии, использованный для прорисовки контура элемента, не определен в настройках библиотеки (рис.13).

48. Добавим этот отсутствующий тип настройки в нашу новую библиотеку, для чего нажмем кнопку Add New Code.

Система выдаст запрос на подтверждение автоматического добавления в библиотеку всех необходимых настроек (рис. 14).

49. Нажмем кнопку Yes.

Все стили линий (фактически всего один) будут добавлены в библиотеку, а на экране появится сообщение о необходимости добавления в библиотеку нового стиля выводов.

50. Нажмем кнопку Add New Code и подтвердим добавление других стилей, если таковые будут обнаружены.

Все стили выводов (фактически всего один) будут добавлены в библиотеку, а на экране появится сообщение о необходимости добавления в библиотеку нового стиля текста.

50. Нажмем кнопку Add New Code и подтвердим добавление других стилей текста, если таковые будут обнаружены.

По завершении всех этих действий нарисованный нами элемент будет сохранен в библиотеке. Что мы увидим в браузере диалогового окна Library Manager.

51. Закроем диалоговое окно Library Manager нажатием кнопки Close.

На этом создание библиотеки элементов для редактора схем завершено.

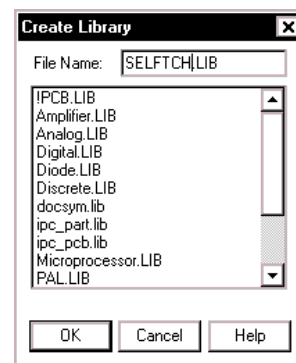


Рис. 11. Создание нового файла библиотеки.

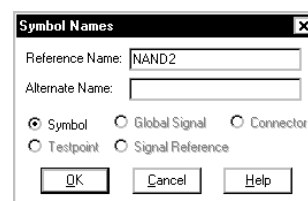


Рис. 12. Задание имени символа в библиотеке.

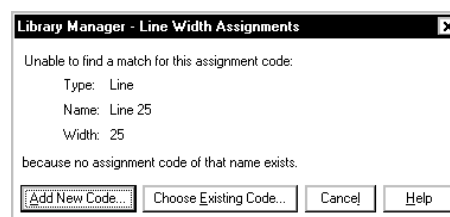


Рис. 13. Сообщение об отсутствии необходимых настроек в библиотеке.

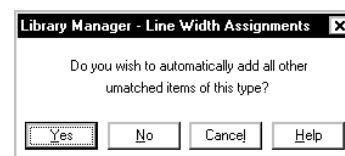


Рис. 14. Запрос на автоматическое добавление в библиотеку всех необходимых настроек линий.

Создание библиотеки компонентов

Как следует из рисунка 1, библиотека компонентов представляет собой файл в формате ASCII, содержащий электрическую информацию, относящуюся к схемному элементу и корпусу, добавленному в проект. Эта информация позволяет системе:

- Менять местами вентили и выводы;
- Соотносить выводы схемного элемента с ножками корпуса, монтируемого на печатную плату;
- Автоматически генерировать соединения для таких цепей, как VCC и GND;
- Отображать свойства компонента.

Для создания библиотек компонентов в системе CADSTAR используется программа Library Editor, на выходе которой получается необходимый ASCII файл. Большинство информации о компоненте сохраняется в определении (Definition) компонента. Одно определение может удовлетворять сразу нескольким компонентам. Например, компоненты SN7400, SN74H00, SN74S00 и SN74AC00 имеют одинаковое определение, а именно: ссылку на символ, ссылку на топологическое посадочное место, соответствие выводов символа и корпуса, таблицы эквивалентности выводов и секций, а также атрибуты.

Пакет CADSTAR позволяет работать сразу с несколькими библиотеками компонентов. Это позволяет упорядочить хранение компонентов в отдельных библиотеках и упростить процесс их редактирования. Например, CADSTAR предусматривает отдельные библиотеки для дискретных компонентов и для микросхем ТТЛ. Модуль Library Editor дает возможность пользователю выбрать, какие библиотеки будут использоваться в текущем проекте. Список используемых библиотек компонентов сохраняется в файле partlibs.lst.

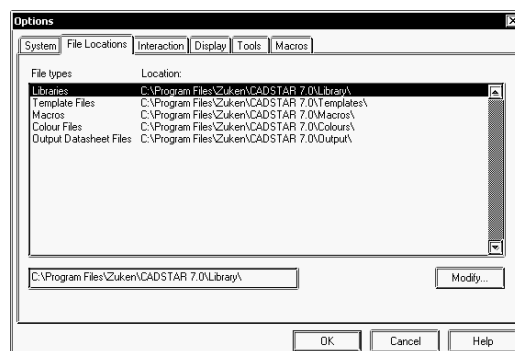


Рис. 15. Настройки пути к библиотекам.

В системе CADSTAR также присутствует такое понятие как индекс компонентов, который используется для определения местоположения записи о компоненте компонента в библиотеках, что в свою очередь сокращает время поиска нужной записи. Индексы хранятся в файле под названием parts.idx. После внесения изменений в любую из библиотек необходимо выполнить повторную индексацию библиотек. В противном случае система будет выдавать сообщение об ошибке.

Прежде чем приступить к созданию или редактированию библиотек компонентов, необходимо запустить редактор Library Editor. Сделать это можно непосредственного из основного окна системы CADSTAR.

1. Выполним команду меню Libraries | Library Editor.

Программа Library Editor запустится в отдельном окне CADSTAR.

2. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне Options на вкладке File Locations проверим, чтобы путь к библиотекам был прописан, как показано на рис. 15, а именно в папке \Library рабочей директории пакета CADSTAR.

3. Закроем диалоговое окно Options.

4. Находясь в окне редактора библиотек, выполним команду меню File | New.

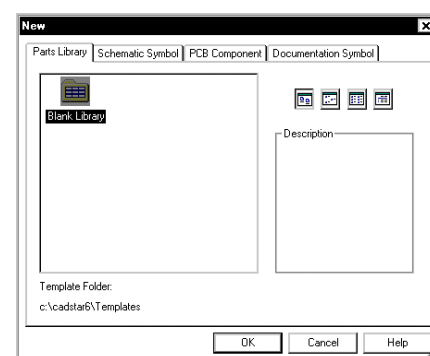


Рис. 16. Создание новой библиотеки компонентов.

5. В появившемся диалоговом окне New (рис. 16) перейдем на вкладку Parts Library (библиотека компонентов) и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на иконке Blank Library.

В окне редактора откроется только что созданная нами пустая библиотека, которая на данный момент не имеет имени. Прежде чем сохранить ее под каким-либо именем нам необходимо добавить в нее хоть какую-то информацию, поэтому сразу перейдем к созданию нового компонента, а именно введем для него основную информацию (имя и описание) и определение.

На экране отображается диалоговое окно с открытой закладкой Parts, содержащей одну пустую строку. Если пустая строка по какой-либо причине отсутствует, выполните команду меню Edit | Add New Row.

6. В пустую ячейку Part Name введем текст SN74ALS01FN и нажмем клавишу Enter.
7. Чтобы подстроить ширину ячейки под длину введенного имени, выполним на ней щелчок правой кнопки мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Size To Text.
8. В поле Description введем текст "QUAD 2 INPUT NAND GATE" и нажмем клавишу Tab для перехода между ячейками строки.
9. В поле Definition введем текст 1AFN/3AFN и нажмем клавишу Enter.
10. Подстроим ширину колонок, как было показано ранее.

Добавим в библиотеку описание еще одного компонента.

11. Выполним щелчок правой кнопки мыши в поле редактора библиотек и в появившемся контекстном меню выберем команду Add New Row.

Под первой строкой добавится новая пустая строка.

12. В ячейку Part Name второй строки введем текст SN74ALS03AFN и нажмем клавишу Enter.

13. С помощью мыши выделим ячейки Description и Definition первой строки и выполним команду меню Edit | Copy (горячие клавиши CTRL+C).

14. С помощью мыши выделим пустую ячейку Description второй строки и выполним команду меню Edit | Paste (горячие клавиши CTRL+V).

После подтверждения вставки нужная информация в ячейках второй строки.

После того, как мы ввели основную информацию о компонентах (рис. 17) можно приступать к установке базовых параметров определения.

15. Выполним щелчок правой кнопки мыши в поле редактора библиотек и в появившемся контекстном меню выберем команду Show Part Definition.

Откроется закладка Definition, где в таблице уже присутствует строка 1AFN/3AFN. Далее нам необходимо ввести в ячейку Component имя топологического посадочного места, которое будет использоваться для данных компонентов в редакторе печатных плат. Можно просто ввести в ячейку текст PLCC20(wave), но в случае ошибки редактор печатных плат не найдет нужную ссылку. Чтобы избежать ошибок, воспользуемся другим способом.

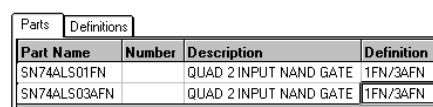
16. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на ячейке Component.

На экране появится диалоговое окно Select Component Name, содержащее список доступных системе CADSTAR топологических посадочных мест (рис. 18). Легко видеть, что список этот достаточно велик.

17. В текстовом поле введем букву P. В окне начнут отображаться имена, начинающиеся с этой буквы.

18. С помощью мыши выберем в списке имя PLCC20(wave) и нажмем кнопку ОК.

Теперь в ячейке Component отображается выбранное имя топологического посадочного места (рис. 19).



Part Name	Number	Description	Definition
SN74ALS01FN		QUAD 2 INPUT NAND GATE	1FN/3AFN
SN74ALS03AFN		QUAD 2 INPUT NAND GATE	1FN/3AFN

Рис. 17. Новая библиотека с двумя добавленными компонентами.

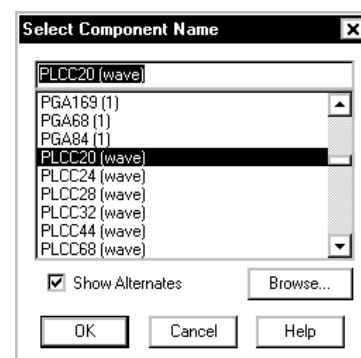
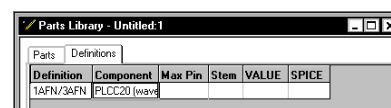


Рис. 18. Выбор топологического посадочного места.



Definition	Component	Max Pin	Stem	VALUE	SPICE
1AFN/3AFN	PLCC20 (wave)				

Рис. 19. Определение компонентов с добавленным именем топологического посадочного места.

Итак, мы ввели в библиотеку компонентов минимальный объем информации, необходимый для ее сохранения.

19. Выполним команду меню File | Save As, после чего в появившемся стандартном окне системы Windows зададим имя библиотеки Selfch.lib и нажмем кнопку Сохранить.

Новая библиотека будет записана поверх ранее созданной нами библиотеки символов, которая нам уже не понадобится. В результате проделанных нами действий на диске появится новая библиотека, содержащая описание двух, а по сути, одного компонента. Теперь мы переходим к добавлению в библиотеку более детальной информации о компоненте: ссылки на символ для редактора схем, информации о соответствии выводов символа и топологического посадочного места, а также информации об эквивалентности выводов (Pin Swapping) и секций (Gate Swapping).

20. Выполним щелчок правой кнопки мыши в поле редактора библиотек и в появившемся контекстном меню выберем команду Edit Part Definition.

На экране откроется новое окно редактирования определения 1FN/3FN (рис. 20). Здесь имеются пять закладок для параметров и два графических поля для отображения вида символа и топологического посадочного места.

Легко видеть, что, так как топологическое посадочное место уже задано, его имя и максимальное количество выводов (Max Electrical Pin) уже отображаются на вкладке Component.

21. Введем в поле Name Stem букву U, которая будет являться шаблоном позиционного обозначения данного компонента, нажмем кнопку Apply.

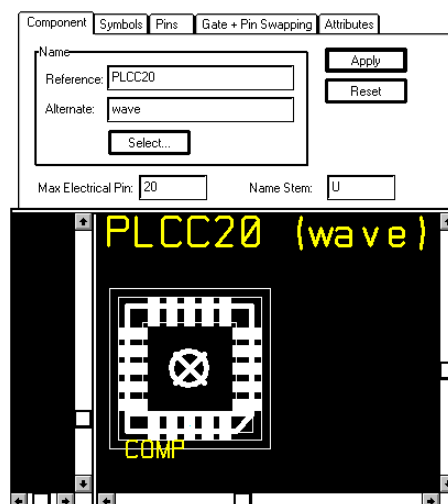


Рис. 20. Редактирование определения компонента

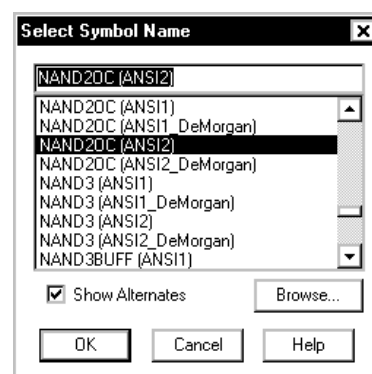


Рис. 21. Выбор символа секции компонента.

22. С помощью мыши перейдем на вкладку Symbols.

Так как пока мы не задали компоненту никаких символов, расположенная здесь таблица секций пуста.

23. Выполним щелчок правой кнопки мыши на таблице и в появившемся контекстном меню выберем команду Add New Row.

В таблице добавится новая пустая строка.

24. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на ячейке Symbol Name.

На экране появится диалоговое окно Select Symbol Name, содержащее список доступных системе CADSTAR символов элементов (рис. 21). Легко видеть, что список этот тоже достаточно велик.

25. В текстовом поле введем букву N. В окне начнут отображаться имена, начинающиеся с этой буквы.

26. С помощью мыши выберем в списке имя NAND2OC и нажмем кнопку OK.

Обратите внимание, что в ячейку Terminals автоматически добавилось число выводов символа.

27. Выполним щелчок правой кнопки мыши на таблице и в появившемся контекстном меню выберем команду Add New Row. Аналогичным образом добавим в таблицу еще две строки.

28. С помощью мыши выделим ячейку Symbol Name первой строки и выполним команду меню Edit | Copy (горячие клавиши CTRL+C).

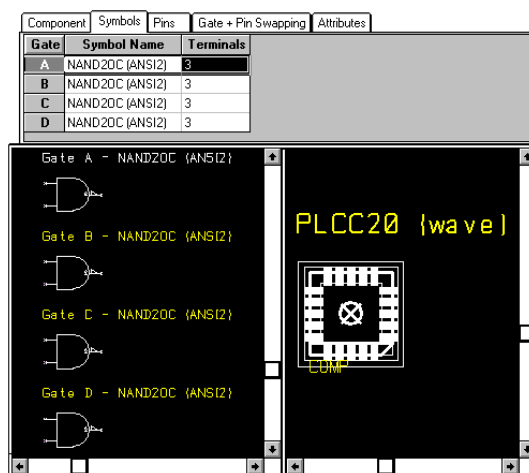


Рис. 22. Задание количества секций компонента и соответствующих им символов.

29. С помощью мыши выделим ячейки Symbol Name трех пустых строк и выполним команду меню Edit | Paste (горячие клавиши CTRL+V).

После подтверждения изменения содержимого сразу нескольких ячеек имена символов будут добавлены в таблицу, а количество выводов в каждой строке автоматически обновится.

Таким образом, мы определили, что наш компонент состоит из 4 секций NAND2OC (рис. 22).

Приступим к назначению соответствия выводов символов секций и топологического посадочного места. Упаковка нашего компонента представлена на рис. 23. Следует помнить, что система CADSTAR всегда считает, что первый вывод секции находится в верхнем левом углу символа, и что нумерация выводов символа задана против часовой стрелки.

30. Перейдем на вкладку Pins.

Здесь представлена пустая таблица с числом строк, равным числу выводов у топологического посадочного места (в нашем случае 20). Приступим к заполнению колонки Terminals. Так как первый вывод секции A должен быть соединен с выводом 3 компонента, начнем с него.

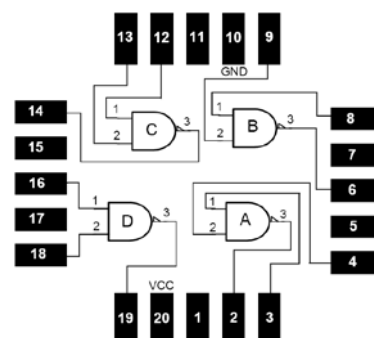


Рис. 23. Схема упаковки компонента.

31. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на ячейке колонки Terminals в третьей строке.

На экране появится диалоговое окно Assign Terminals, предлагающее назначить вывод 1 секции A (A.1).

32. Нажмем кнопку ОК. Система выполнит заданное назначение вывода.

33. Щелкнем левой кнопкой мыши на ячейке колонки Terminals в четвертой строке.

Система автоматически назначит четвертому выводу компонента вывод 2 секции A (A.2).

34. Последовательно щелкая на нужных ячейках, выполним назначение оставшихся выводов символов, как показано на рисунке 24.

Pins						
Pin	Name	Signal	Terminal	Type	Load	Position
1						
2			A.3			
3			A.1			
4			A.2			
5						
6			B.3			
7						
8			B.1			
9			B.2			
10						
11						
12			C.1			
13			C.2			
14			C.3			
15						
16			D.1			
17						
18			D.2			
19			D.3			
20						

Рис. 24. Назначение соответствия выводов компонента.

Обратите внимание, что перед назначением очередного вывода секции его код появляется в подсказке в строке состояния окна редактора, а после назначения указанные выводы подсвечиваются на изображениях символов секций и топологического посадочного места.

Напомним, что два вывода компонента 10 и 20 имеют заданные для них имена сигналов GND и VCC соответственно. Эти выводы не отображаются на схеме, но при передаче в редактор печатных плат благодаря своим именам автоматически образуют соединение с соответствующими цепями.

35. Щелкнем левой кнопкой мыши на ячейке колонки Signal в строке 10 и введем имя сигнала GND.

36. Аналогичным образом в ячейку колонки Signal строки 20 и введем имя сигнала VCC.

Зададим типы выводов, эта информация используется функцией замены эквивалентных секций и выводов, а также приложением EMC Adviser. Тип показывает, для чего может быть использован вывод (например: вход, выход, питание, земля). Замена эквивалентных выводов может осуществляться только между выводами подходящего типа.

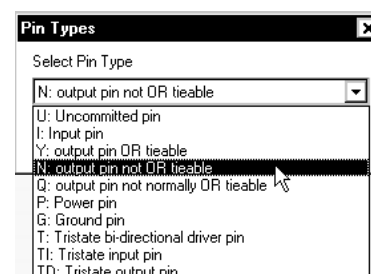


Рис. 25. Задание типа вывода.

37. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке колонки Type в строке 2 и в появившемся контекстном меню выберем команду Set Pin Type.

38. В появившемся диалоговом окне Pin Types в выпадающем списке выберем строку "N: output pin not OR tieable" и нажмем кнопку OK.

39. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке колонки Type в строке 3 и в появившемся контекстном меню выберем команду Set Pin Type.

40. В появившемся диалоговом окне Pin Types в выпадающем списке выберем строку "I: Input" и нажмем кнопку OK.

41. Для вывода 4 компонента тип зададим другим способом: просто введем в соответствующую ячейку таблицы букву I. Система автоматически разберется, что подразумевается тип "I: Input".

Примечание: На данном этапе нет необходимости задавать типы выводов для оставшихся секций, позднее мы сделаем остальные секции идентичными первой.

42. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке колонки Type в строке 10 и в появившемся контекстном меню выберем команду Set Pin Type.

43. В появившемся диалоговом окне Pin Types в выпадающем списке выберем строку "G: Ground pin" и нажмем кнопку OK.

44. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке колонки Type в строке 20 и в появившемся контекстном меню выберем команду Set Pin Type.

45. В появившемся диалоговом окне Pin Types в выпадающем списке выберем строку "P: Power pin" и нажмем кнопку OK.

Зададим позиции номеров выводов для отображения на схеме. В системе CADSTAR позиции выводов определяются номером квадранта (0, 1, 2, 3), как показано на рисунке 26.

46. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке колонки Position в строке 2 и в появившемся контекстном меню выберем команду Set Pin Name Position.

47. В появившемся диалоговом окне Pin Number/Name Position (рис. 27) выберем опцию, соответствующую квадранту 0 и нажмем кнопку OK.

48. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на ячейке колонки Position в строке 3, в появившемся диалоговом окне Pin Number/Name Position выберем опцию, соответствующую квадранту 1 и нажмем кнопку OK.

49. Для вывода 4 компонента параметр Position зададим другим способом: просто введем в соответствующую ячейку таблицы цифру 1.

Сейчас вместо повторения рутинных операций по заданию типа и положения выводов для всех секций компонента, мы можем размножить введенные данные на идентичные секции.

50. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на любой ячейке из описания выводов секции A и в появившемся контекстном меню выберем команду Make Gates Identical.

Легко видеть, ячейки Type и Position для вентилях B, C и D будут автоматически заполнены по аналогии с секцией A. После всех проделанных нами действий таблица описания выводов примет вид, показанный на рисунке 28.

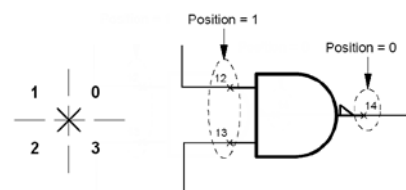


Рис. 26. Принцип обозначения позиций выводов.

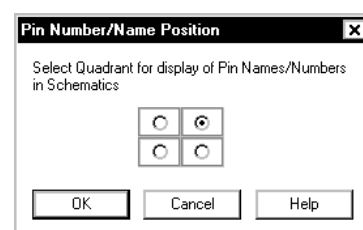


Рис. 27. Задание позиции вывода.

Pins						
Pin	Name	Signal	Terminal	Type	Load	Position
1						
2			A.3	N		0
3			A.1	I		1
4			A.2	I		1
5						
6			B.3	N		0
7						
8			B.1	I		1
9			B.2	I		1
10		GND		G		
11						
12			C.1	I		1
13			C.2	I		1
14			C.3	N		0
15						
16			D.1	I		1
17						
18			D.2	I		1
19			D.3	N		0
20		VCC		P		

Рис. 28. Законченная таблица описания выводов.

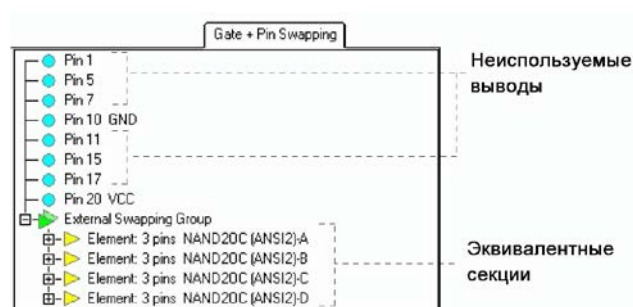


Рис. 29. Настройки эквивалентности по умолчанию.

Теперь мы готовы приступить к настройке эквивалентности секций и выводов. Как мы уже знаем, наш компонент состоит из четырех абсолютно одинаковых секций (рис. 23), которые могут быть заменены одна на другую, причем как в рамках одного компонента (например, замена секции А на В), так и между разными, но идентичными компонентами (например, замена секции А микросхемы IC22 на секцию В микросхемы IC23). Кроме того, подобная замена возможна и для однотипных (входных) выводов в рамках одной секции (сваппинг выводов). Признак, по которому система CADSTAR определяет допустимость подобной замены, называется эквивалентностью, которая настраивается в редакторе библиотек и сохраняется в библиотеке компонентов.

51. С помощью мыши перейдем на закладку Gate + Pin Swapping.

Здесь уже присутствуют некоторые настройки по умолчанию (рис. 29). Отдельно выделены неиспользуемые выводы и выводы питания, а все четыре секции, обозначенные желтым треугольником, находятся в группе внешней эквивалентности (External Swapping Group). То есть по умолчанию предполагается, что каждая секция компонента может быть заменена на любую внутреннюю или внешнюю эквивалентную секцию.

52. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значках , расположенных рядом с описанием каждой секции.

На экране откроются списки выводов секций (рис. 30). Именно по этим спискам выводов система определила, что все секции являются эквивалентными по умолчанию, и лишила нас необходимости делать эти настройки вручную. Поэтому в качестве упражнения попробуем удалить эти и потом задать новые настройки эквивалентности.

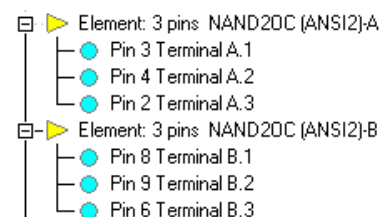


Рис. 30. Выводы секций служат источником информации об эквивалентности по умолчанию.

53. Выполним щелчок правой кнопкой мыши в поле закладки Gate + Pin Swapping и появившемся контекстном меню выберем команду Remove All Swapping.

Ранее присутствовавшая в списке группа внешней эквивалентности (External Swapping Group) исчезнет, а в списке выводов появятся все 20 выводов компонента.

54. При нажатой клавише CTRL с помощью мыши последовательно выделим выводы Pin3, Pin4 и Pin2, принадлежащие секции А.

55. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на любом из выделенных выводов и в появившемся контекстном меню выберем команду Create Swap Element.

В списке появится описание секции А. Можно аналогичным образом создать описание секций В, С и D, но мы воспользуемся другим методом.

56. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на названии секции А и в появившемся контекстном меню выберем команду Make Gates Identical.

Описания секций В, С и D будут созданы автоматически. Однако, пока эти секции не объединены в группы эквивалентности.

57. При нажатой клавише CTRL с помощью мыши последовательно выделим все четыре секции, выполним на них щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Create Swap Group.

Все четыре секции окажутся объединены в группу под названием Swapping Group, обозначенную красным треугольником, что означает, что в группе разрешена только внутренняя эквивалентность.

58. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на имени этой группы и в появившемся контекстном меню выберем команду External Swapping Group.

Название группы изменится External Swapping Group, и она будет обозначаться зеленым треугольником. Таким образом, мы вернулись к настройкам по умолчанию. Отметим также, что внешняя эквивалентность автоматически предполагает внутреннюю взаимозаменяемость секций.

Приступим к настройке эквивалентности выводов.

59. Прежде всего, щелчком левой кнопкой мыши на значках  (button007) раскроем все представленные в списке группы и секции.

60. При нажатой клавише CTRL с помощью мыши последовательно выделим выводы Pin3, Pin4, принадлежащие секции A, выполним на них щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Equivalent Pins.

Внутри описания секции A появится новая группа Equivalence, обозначенная синим знаком = и объединяющая взаимозаменяемые выводы 3 и 4.

61. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на названии секции A и в появившемся контекстном меню выберем команду Make Gates Identical.

Пары эквивалентных выводов внутри трех оставшихся секций будет созданы автоматически, а список настроек примет вид, показанный на рисунке 31.

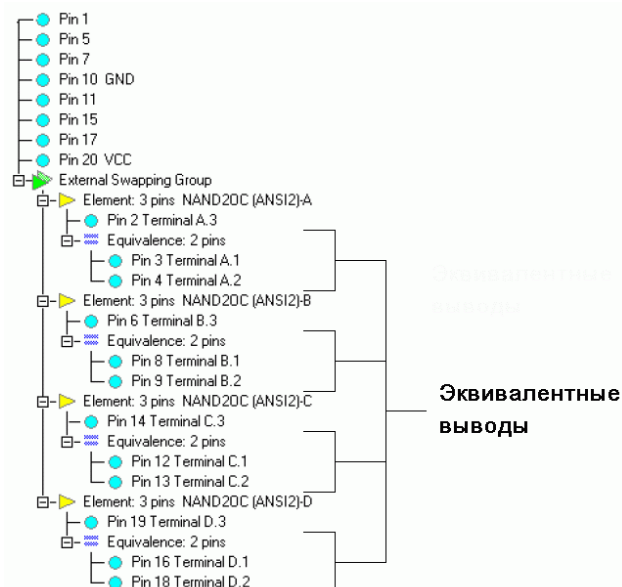


Рис. 31. Настройка эквивалентности выводов.

Приступим к заданию атрибутов компонента. В общем случае атрибуты позволяют размещать дополнительную информацию о символе элемента, топологическом посадочном месте или компоненте в целом в соответствующей библиотеке, например, данные производителя, высоту, стоимость и т.д.

В нашем примере мы добавим к создаваемому нами компоненту атрибут, содержащий значение рассеиваемой мощности.

62. С помощью мыши перейдем на закладку Attributes.

Таблица атрибутов данного компонента пока пуста.

63. Выполним команду меню Settings | Attribute Names и в появившемся диалоговом окне User Attributes нажмем кнопку Add.

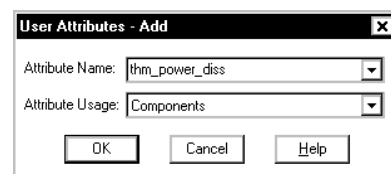


Рис. 32. Задание имени нового атрибута.

64. В появившемся новом окне User Attributes — Add в поле Attribute Name введем имя атрибута thm_power_diss, в выпадающем списке Attribute Usage выберем строку Components нажмем кнопку OK (рис. 32).

В окне User Attributes в списке появится только что добавленный нами атрибут.

Attributes		
Attribute	Text	Type
thm_power_diss	0.0035	Component

Рис. 33. Задание значения нового атрибута.

65. Нажатием кнопки Close закроем окно.

Теперь добавленный нами атрибут появится в списке на вкладке Attributes.

66. Введем в ячейку Text напротив имени thm_power_diss значение 0.0035 и нажмем клавишу Enter.

Обратите внимание, что мы ввели атрибут в определение компонента. Если позднее в библиотеку будут добавлены новые компоненты, использующие это же определение 1AFN/3AFN, то данный атрибут будет относиться и к ним.

Итак, мы полностью завершили описание компонента, и нам осталось только сохранить сделанные изменения.

67. Выполним команду File | Save, после чего закроем окна Part Definition и Parts Library.

Обновление индекса компонентов

Теперь, когда мы создали новую библиотеку, содержащую новый компонент, нам необходимо обновить индекс компонентов, который используется системой CADSTAR для быстрого доступа к компонентам в библиотеках. Для того чтобы сделать это, прежде всего следует добавить нашу новую библиотеку в хранимый в системе список библиотек компонентов (файл partlibs.lst).

1. Выполним команду меню Libraries | Parts.
2. В появившемся на экране диалоговом окне Parts Library Manager нажмем кнопку Files.
3. В появившемся на экране диалоговом окне Parts Library Files с помощью мыши выделим все файлы и нажмем кнопку Disable File.
4. Нажмем кнопку Add Files и в появившемся списке доступных файлов библиотек выберем файл Selftch.lib, после чего нажмем кнопку OK.

Теперь наша библиотека добавлена в список в окне Parts Library Files.

5. Проверим, чтобы напротив нее стояла галочка, а у всех остальных файлов она была выключена, и нажмем кнопку OK.

Так как исходный список библиотек был изменен, система предложит выполнить обновление индекса (рис. 35).

6. Подтвердим обновление индекса и нажмем кнопку Yes.

Система обновит индекс компонентов и него информацию из только что созданной нами библиотеки, о чем сообщит в соответствующем отчете.

7. Закроем окно отчета Report.
8. Закроем диалоговое окно Parts Library Manager.

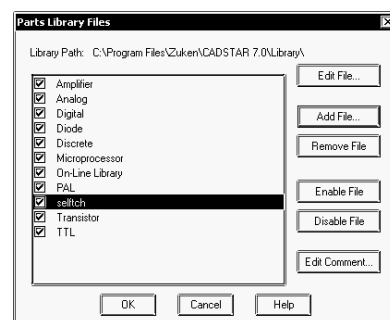


Рис. 34. Подключение библиотек компонентов.

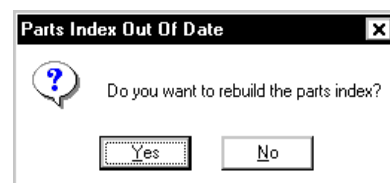


Рис. 35. Запрос на обновление индекса.

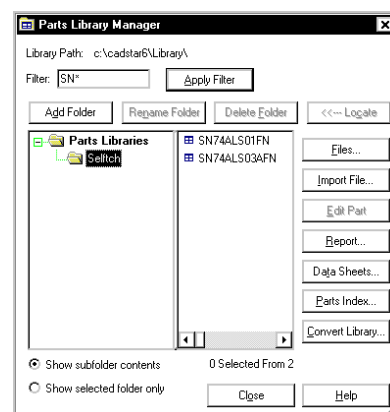


Рис. 36. Подключение библиотек компонентов.

Создание библиотечного справочника

Последнее, что мы сделаем в рамках данного занятия, это сгенерируем справочник, в доступном для всех HTML формате будет отображать содержимое созданной нами библиотеки.

1. Выполним команду меню Libraries | Parts.
2. В появившемся на экране диалоговом окне Parts Library Manager с помощью мыши выделим библиотеку Selftch и нажмем кнопку Data Sheets (рис. 36).

На экране появится диалоговое окно Data Sheets — Generations (рис. 37).

3. Здесь в поле Colour Files зададим цвет фона для отображения символов элементов и топологических посадочных мест White Background SCM и White Background PCB соответственно.
4. Включим опцию Launch Browser on Completion (запускать браузер по завершению) и нажмем кнопку OK.

Система CADSTAR автоматически сформирует справочник, который

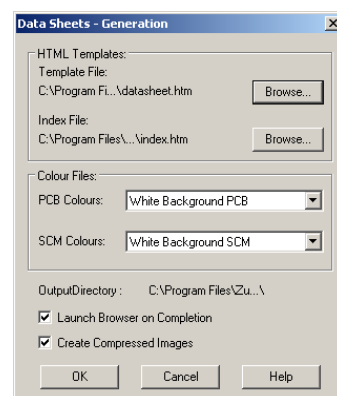


Рис. 37. Настройка генератора библиотечного справочника.

Selftch Index			
Selftch			
Part Name	Part Description	Part Symbol	Part Component
SN74ALS01FN	QUAD 2 INPUT NAND GATE	NAND2OC(ANS12) NAND2OC(ANS12) NAND2OC(ANS12)	PLCC20(wave)
SN74ALS03AFN	QUAD 2 INPUT NAND GATE	NAND2OC(ANS12) NAND2OC(ANS12) NAND2OC(ANS12) NAND2OC(ANS12)	PLCC20(wave)

Рис. 38. Сформированный список компонентов библиотеки.

откроется в установленном на компьютере браузере. Обычно справочник состоит из двух типов файлов: списка (Index File) и справочного листа (Datasheet File), которые формируются по соответствующим шаблонам, входящим в стандартный комплект поставки.

В нашем случае, когда вы формировали справочник для целой библиотеки, состоящей из двух компонентов, был сгенерирован список всех компонентов в библиотеке (рис. 38) со ссылками на два справочных листа, соответствующих каждому из компонентов и содержащих информацию о наборе секций, символах, топологическом посадочном месте, выводах и т.д.

Если бы мы выделили всего один компонент в библиотеке, то система сформировала бы только один справочный листок на него (рис. 39).

В заключение добавим, что окно Parts Library Manager (рис. 36) обеспечивает быстрый доступ к инструментам редактирования той или иной библиотеки. Если выбрать любой компонент в библиотеке и нажать кнопку Edit Part расположенную в этом окне, то откроется знакомое нам по данному занятию окно редактора библиотек компонентов.

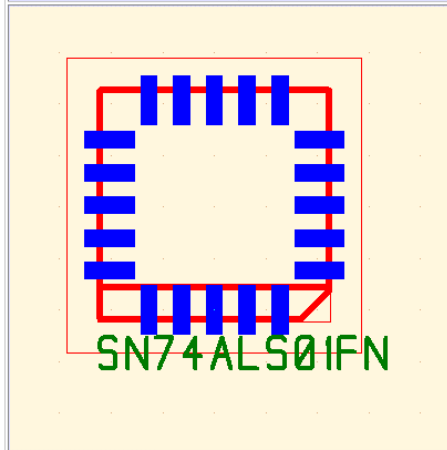
Component								
Component Attribute Table	<table><tr><th colspan="2">Component Attribute Table</th></tr><tr><th>Attribute Name</th><th>Attribute Value</th></tr><tr><td>thm_power_diss</td><td>0.0035</td></tr></table>		Component Attribute Table		Attribute Name	Attribute Value	thm_power_diss	0.0035
Component Attribute Table								
Attribute Name	Attribute Value							
thm_power_diss	0.0035							
Component Image	<table><tr><th colspan="2">Component</th></tr><tr><td colspan="2">PLCC20(wave)</td></tr></table> 		Component		PLCC20(wave)			
Component								
PLCC20(wave)								

Рис. 39. Сформированный справочный листок на отдельный компонент.

Урок 7 часть 1. Редактор плат CADSTAR. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR

Приступим к изучению основных приемов работы в редакторе печатных плат системы CADSTAR. Интерфейс этого модуля пакета полностью идентичен интерфейсу редактора схем. Данный урок будет полезен тем, кто начал изучения пакета именно с редактора плат, так как представленный материал почти в точности повторяет информацию, приведенную в уроке 1.

Запуск программы CADSTAR

Действия по запуску программы CADSTAR ничем не отличаются от таковых при работе с любой другой программой.

1. Нажмем кнопку ПУСК в панели задач.
2. Выберем в выпадающем окне раздел ПРОГРАММЫ, а в нём пункт CADSTAR.
3. В открывшемся списке выберем пункт Design Editor.
4. Первое, что мы увидим, будет окно Tip of the Day (совет дня), которое появляется всегда при первом запуске программы. В ходе этого курса обучения приведенные советы нам не понадобятся, поэтому просто отключим появление данного окна, для чего уберем галочку Show Tips on StartUp и нажмем кнопку Close.

Не беспокойтесь, если при запуске программа автоматически откроет проект схемы или печатной платы — это лишь означает, что программа сохранила настройки предыдущего пользователя. Чтобы закрыть все проекты, выполним команду меню Window | Close All.

Настройка окна программы CADSTAR

Первое, что требуется сделать, это переключить окно CADSTAR в полноэкранный режим. Другими словами, окно CADSTAR должно занимать максимально доступную площадь на экране монитора, а окно редактора плат PCB Design занимать максимальную площадь внутри окна CADSTAR. Такой режим настраивается на соответствующей закладке диалогового окна Options.

1. Выполним команду меню Tools | Option.

На экране появляется диалоговое окно Options. В его верхней части мы видим несколько закладок, определяющих разные категории настроек программы.

2. С помощью мыши выберем закладку Display.

3. Здесь нас сейчас интересуют опции, представленные в поле Windows. Выполним все настройки, как показано на рисунке 1 и закроем окно нажатием кнопки OK.

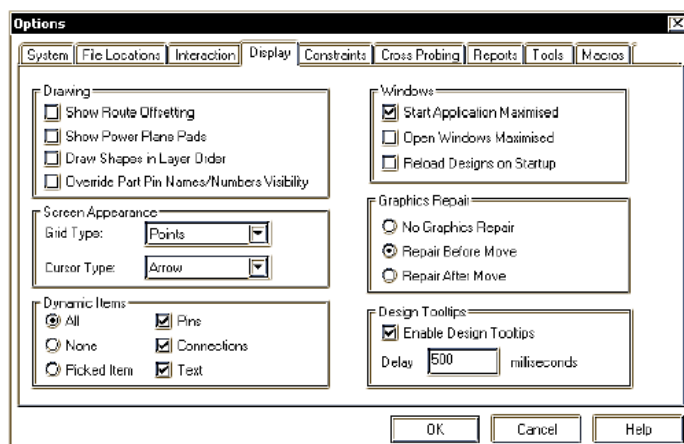


Рис. 1. Настройки окна программы CADSTAR.

Запуск редактора печатных плат

Приступим к работе с редактором плат.

1. Выполним команду меню File | New.

На экране появится диалоговое окно создания нового документа, показанное на рисунке 2.

2. Выполним щелчок мышкой на закладке PCB Design.

Здесь отображается набор ранее определенных шаблонов чертежей печатных плат, включающих все необходимые технологические настройки. Использование подобных шаблонов позволяет значительно упростить первичную настройку проекта печатной платы. При необходимости, любой из представленных здесь шаблонов может быть изменен. Пользователь также может создать свои собственные шаблоны из ранее созданных документов.

3. С помощью мыши выберем шаблон Self Teach и нажмем кнопку OK.

В рабочем окне программы CADSTAR появится чистый лист для рисования печатной платы, меню и панели инструментов примут вид, типичный для редактора плат.

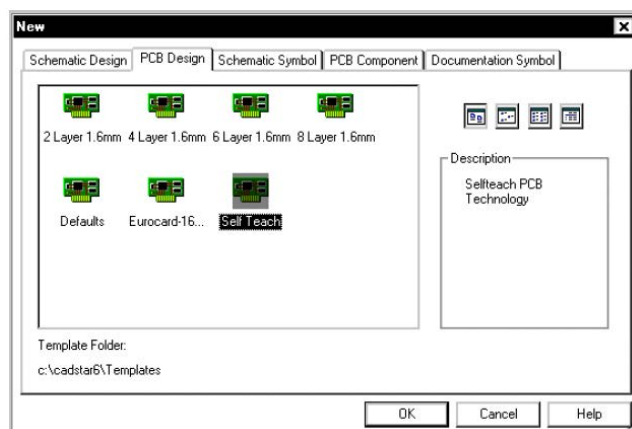


Рис. 2. Выбор шаблона чертежа печатной платы.

Интерфейс системы CADSTAR

Примерный вид интерфейса системы CADSTAR показан на рисунке 3.

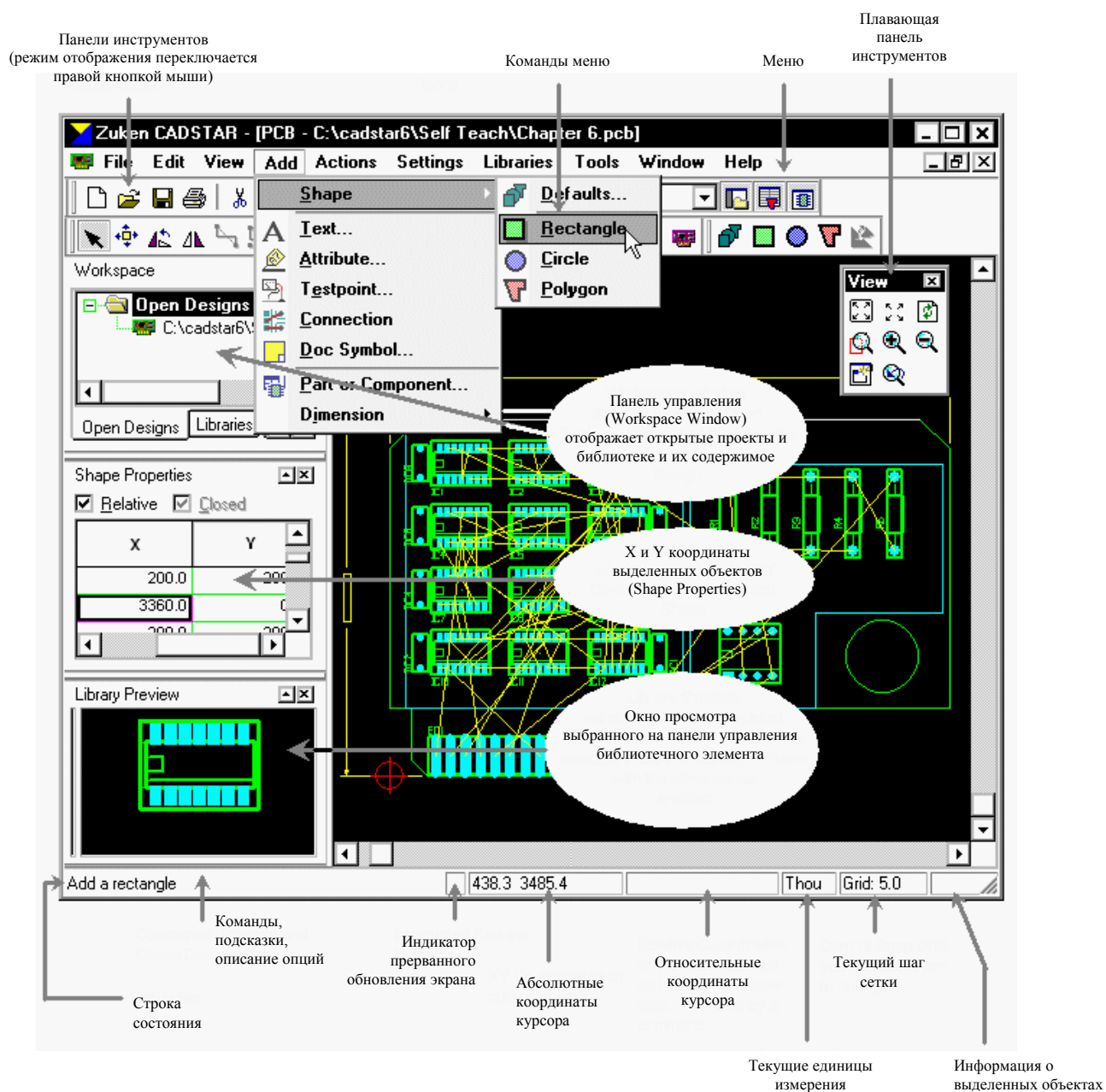


Рис. 3. Основные элементы пользовательского интерфейса системы CADSTAR.

Рассмотрим подробнее все элементы пользовательского интерфейса.

Главное меню

Здесь в виде выпадающих списков приведены все команды, доступные в редакторе плат.

Панели инструментов

Панели инструментов содержат кнопки, обеспечивающие быстрый доступ к часто используемым при работе над проектом интерактивным операциям, таким как выбор (Select), перемещение (Move), добавление (Add) и др. Режим отображения панелей инструментов переключается командами меню из раздела View | Toolbars. Настройка пользовательских панелей инструментов выполняется в окне Customize, вызываемом командой меню View | Toolbars | Customize.

Строка состояния

Здесь отображается информация об операциях или процессах выполняемых в текущий момент. В строке состояния содержится следующая информация (слева направо):

Команды, подсказки и описания опций — в этом поле отображается подсказка, предлагающая пользователю следующее действие, которое может быть выполнено, например: "Add rectangle" (добавьте прямоугольник). Здесь же отображаются вводимые консольные команды, такие как: S IC2, G 50, V и т.д., а также показывается краткое описание команд меню или кнопок панелей инструментов, на которые в этот момент наведен указатель мыши.

Индикатор прерванного обновления экрана — красный цвет индикатора сигнализирует о том, что последняя операция обновления экрана не была завершена должным образом, поэтому возможное отсутствие тех или иных объектов на экране не говорит об их отсутствии в проекте.

Координаты — эта ячейка показывает позицию курсора как пару координат X и Y. Координата X отображается первой. Координаты отображаются в тех единицах измерения, которые в данный момент выбраны в ячейке единиц измерения Unit (см. ниже по тексту).

Относительные координаты и радиус дуги или окружности — здесь отображается смещение курсора относительно выбранной стартовой точки по осям X и Y. Если курсор перемещается не по прямой линии, а под углом, то X и Y отображают вектор перемещения. Обнуление данной ячейки можно выполнить вводом консольной команды Z. Здесь же при выполнении команд Add Circle или Create/Modify Arc отображается радиус окружности или дуги соответственно.

Единицы измерения — здесь отображается, какие единицы измерения в данный момент используются в проекте в соответствии с установками меню Setting | Units. Если выполнить щелчок правой кнопкой мыши на этом поле, появится выпадающее меню, с помощью которого можно изменить единицы измерения (рис. 4).



Рис. 4. Выбор единиц измерения в строке состояния.

Сетка (Grids) — показывает имя текущей рабочей сетки или шаг между ее узлами. Если выполнить щелчок левой кнопкой мыши на этом поле, появится окно, в котором можно изменить шаг сетки или добавить другие типы сеток.

Дополнительная информация — в ячейках в правой части строки состояния, отображается информация, соответствующая выполняемым в данный момент операциям, например, имя цепи, тип рисуемого объекта и т.д.

Панель управления (Workspace Window)

На данной панели может быть отображена различная информация в зависимости от того, какая закладка выбрана в нижней части окна. Режим отображения панели переключается командой меню View | Windows | Workspace.

На закладке Open Design отображаются имена файлов, открытых в основном окне.

Закладка Libraries показывает перечень библиотек CADSTAR и список содержащихся в них элементов. Добавлять элементы из библиотек на плату можно просто перетаскивая их с этой закладки в поле редактора плат методом "drag-and-drop".

Закладка Current Design показывает содержимое проекта разбитое на категории: Areas (области), Board (плата), Components (компоненты), Nets (цепи), Templates (шаблоны) Testpoints (тестовые точки), Views (виды). Пользователь может выбрать любой элемент в любой из этих категорий для просмотра на чертеже или изменения его свойств.

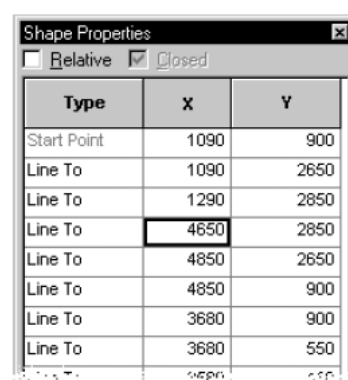


Рис. 5. Изменение координат объектов в окне Shape Properties.

Свойства объекта (Shape Properties)

Здесь отображаются координаты X и Y элементов выбранного объекта. Пользователь может с высокой точностью изменять объекты, вводя в данном окне новые координаты X и Y (рис. 5).

Элементы библиотеки (Library Symbols)

Это окно показывает графическое представление символа и топологическое посадочное место компонента, выбранного в данный момент в списке библиотек на панели управления Workspace Window (рис. 6).

Использование справочной системы

Доступ к справочной информации может быть осуществлен различными методами. Первый метод — использование контекстно-зависимой справки, в этом случае доступ к необходимой информации осуществляется нажатием кнопки Help в активном диалоговом окне.

1. Выполним команду меню Settings | Defaults.

На экране появится диалоговое окно Defaults. Допустим, нам необходимо получить справку по настройкам, приведенным на вкладке Shape данного диалогового окна.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на вкладке Shape.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на кнопке Help (рис. 7).

Откроется окно справочной системы, в котором будет показана HTML страница, показывающая на картинке копию вызванного диалогового окна.

4. Попробуем переместить указатель мыши по картинке диалогового окна на странице справки.

Заметим, что когда указатель мыши проходит над определёнными элементами окна, он меняет свой вид на символ руки  (button01). Для нас это означает, что для данного элемента доступна справочная информация.

5. Наведем указатель мыши на опцию Cutout на картинке в окне справки и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На экране появится вспомогательное окно, подробно описывающее данную опцию.

6. Чтобы закрыть это окно, щелкнем на нем левой кнопкой мыши.

7. Наведем указатель мыши на закладку Defaults на картинке в окне справки и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

В окне справочной системы отобразится новая HTML страница, описывающая опции данной закладки.

8. Для возвращения к описанию закладки Shape выполним щелчок левой кнопки мыши на кнопке Back, расположенной в верхней части окна справки.

Обычно в левой части окна справки отображается панель содержания справочной системы. Если эта панель не отображается, следует нажать кнопку Показать в верхней части окна справки.

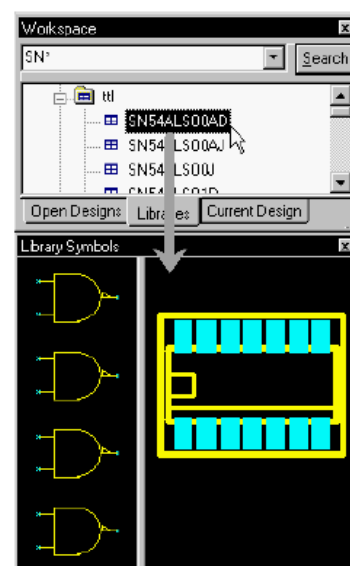


Рис. 6. Просмотр графического представления библиотечного элемента.

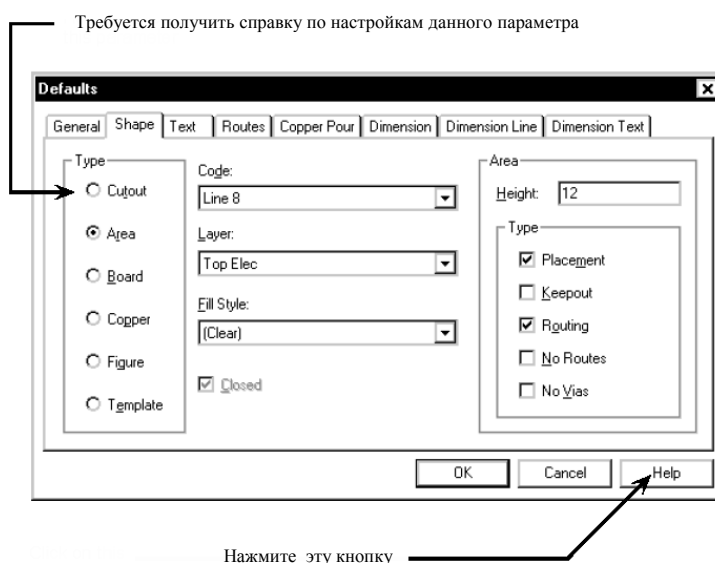


Рис. 7. Вызов контекстно-зависимой справки.

Содержание справочной системы показано в виде списка иконок в виде книжек, которые могут быть "открыты" для отображения всех разделов справочных сообщений, доступных для пакета CADSTAR.

9. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на книжке с названием CADSTAR 7.0. На экране список разделов данной книжки.

10. По дереву списка дойдём до раздела Options In Alphabetical Order | Defaults — PCB Design.

Откроется HTML страница с описанием закладки General окна Defaults.

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на закладке Shape. Откроется уже знакомая нам страница с ее описанием.

12. Закроем окно справки.

Примечание: Для получения контекстно-чувствительной справки, когда у нас нет открытого диалогового окна, достаточно просто нажать клавишу F1 или выполнить команду меню Help | Current Tool Help.

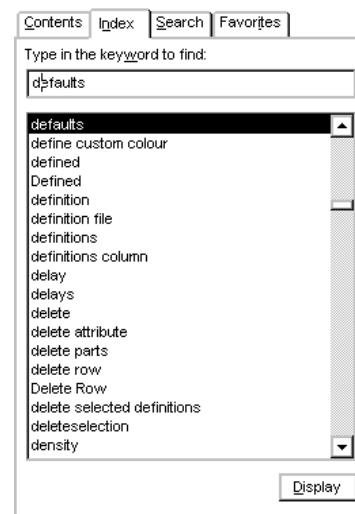


Рис. 8. Использование ключевых слов для поиска справочной информации.

Использование содержания и указателя

Другой метод вызова необходимой справочной информации, заключается в использовании команды меню Help | Contents and Index.

1. Выполним команду меню Help | Contents and Index.

2. В левой части открывшегося окна справочной системы выберем закладку Указатель (Index).

Допустим, что нам необходимо получить справку для диалогового окна Defaults. Для каждого раздела справки авторы вводят ключевые слова, идентифицирующие рассматриваемые в них темы, используя которые, пользователь имеет возможность быстро найти необходимую справочную информацию.

3. В текстовое поле запроса введем слово Defaults.

Список ниже автоматически обновится и будет отображать все разделы, начинающиеся со слова Interaction (рис. 8).

4. Нажмем кнопку Показать (Display).

Откроется диалоговое окно, показанное на рисунке 9, отображающее список разделов, содержащих ключевое слово Defaults.

5. Выберем раздел PCB Defaults и нажмем кнопку Показать (Display). Откроется уже знакомая нам страница с описанием окна Defaults.

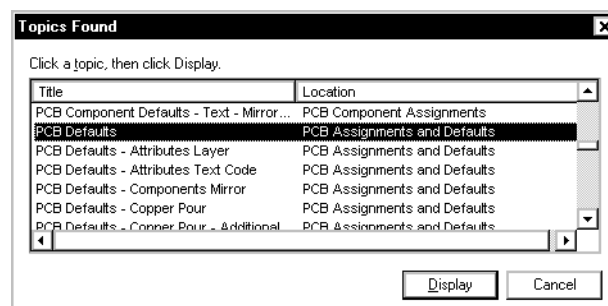


Рис. 9. Список разделов справки, содержащих ключевое слово Defaults.

Использование функции поиска

Третий метод вызова необходимой справочной информации, заключается в использовании функции поиска.

1. В левой части открытого окна справочной системы выберем закладку Поиск (Search).

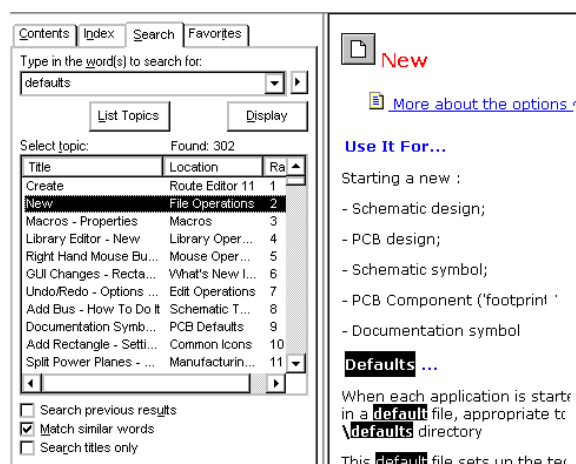


Рис. 10. Использование функции поиска справочной информации.

Допустим, что мы опять хотим найти справку для диалогового окна Defaults.

2. В текстовое поле запроса введем слово Interaction и нажмем кнопку Разделы (List Topics).

В результате мы получим список разделов, содержащих слово Defaults (рис. 10).

3. Выберем любой из перечисленных здесь разделов, например New и нажмем кнопку Показать (Display). Откроется страница с описанием выбранного раздела справки.

Обратите внимание, что на отображаемой странице слово Defaults будет подсвечено.

Настройка местоположения файлов проектов

Важно выполнить эту задачу до начала проектирования — это даст системе CADSTAR информацию, где надо искать те или иные необходимые файлы, например, библиотеки (Libraries), содержащие символы и топологические посадочные места компонентов, шаблоны (Templates), содержащие пользовательские технологические настройки и выходные файлы (User), содержащие информацию, необходимую для производства печатных плат.

В качестве примера зададим местоположение файлов цветовой схемы, в которых хранятся настройки цвета для нашего проекта. Саму настройку цветовой схемы мы рассмотрим позднее.

1. Выполним команду меню Tools | Options.

2. Появится диалоговое окно Options, в котором выберем закладку File Locations (рис. 11).

Легко видеть, что по умолчанию цветковые схемы (Colour Files) хранятся в папке C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Colours\.

Изменим эту настройку.

3. Выберем строку Colour Files.

4. Нажмем кнопку Modify.

Откроется окно (рис. 12), предлагающее выбрать нужную папку. В нашем случае файлы цветовой схемы будут храниться в папке Self Teach.

5. Выберем папку Self Teach как показано на рисунке 12 и нажмем кнопку OK.

Теперь путь к файлам Colour Files на вкладке File Locations диалогового окна Options теперь установлен как C:\Program Files\Zuken\CADSTAR 7.0\Self Teach.

6. Закроем окно Options, для чего нажмем кнопку OK.

Примечание: Если при работе с проектом, система выдает сообщение, что она не может найти те или иные необходимые параметры, в первую очередь необходимо проверить настройки File Locations.

Открытие проекта

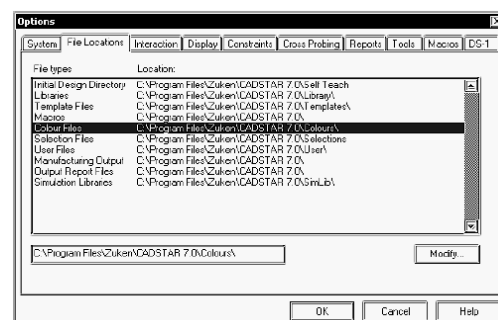


Рис. 11. Настройка местоположения файлов.

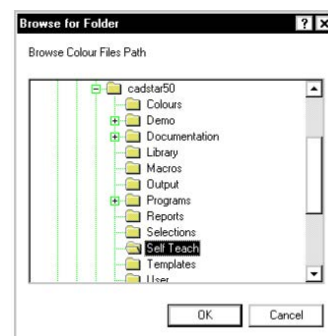


Рис. 12. Выбор папки с настройками цветковых схем.

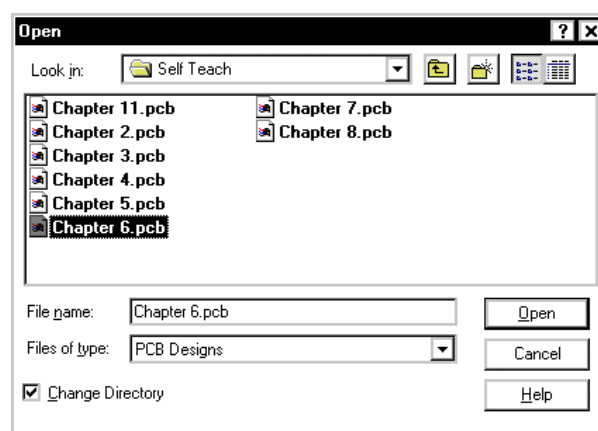


Рис. 13. Открытие проекта печатной платы.

Допустим, что на компьютере уже запущен редактор печатных плат пакета CADSTAR и нам требуется открыть проект Chapter 6.pcb.

1. Выполним команду меню File | Open.

Откроется диалоговое окно Open, показанное на рисунке 13. Данное окно является типовым для большинства Windows программ, единственное, на что здесь следует обратить внимание, это опция Change Directory. Если эта опция включена, то выбранная в поле Look in папка становится текущей рабочей папкой, которая будет открываться при последующих операциях открытия и сохранения файлов.

2. В выпадающем списке Files of type выберем фильтр PCB Designs (чертежи плат). В окне отобразятся все сохраненные в выбранной папке файлы печатных плат.

3. Выберем из списка файл Chapter 6.pcb и нажмем кнопку Open.

В редакторе плат CADSTAR откроется выбранный проект, а его состав отобразится на панели управления. Если панель управления, а также окна просмотра символов и параметров объектов не открылись автоматически, выполним последовательно команды меню из раздела View | Windows (Workspace, Shape Properties и Library Preview) и добьемся, чтобы все они отображались на экране, как показано на рисунке 14.

Работа с панелью управления Workspace

В нижней части панели управления Workspace имеются три закладки, что позволяет выводить в данном окне три различных типа информации.

1. Выполним щелчок указателем мыши на закладке Open Designs.

Как уже писалось ранее, на вкладке Open Designs отображаются имена проектов, открытых в пакете CADSTAR в данный момент. Сейчас в списке должны отображаться имена двух проектов, как показано на рисунке 14.

2. Чтобы из этих двух проектов активным сделать Chapter 6.pcb, выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на его имени.

Проект станет активным и откроется в редакторе плат.

6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на закладке Libraries.

На панели управления отобразится перечень библиотек CADSTAR, приведенных в папке Library, которая задана в настройках File Location как папка библиотек по умолчанию. С помощью линеек прокрутки просмотрим весь список и найдем в нем библиотеку с именем TTL (рис. 15).

7. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + возле имени TTL. Раскроется иерархическая структура данной библиотеки, содержащая с группами компонентов, оформленными в виде папок с разными именами.

8. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на папке с именем SN54ALS. Откроется список компонентов, сохраненных в данной папке библиотеки.

9. Выберем символ в верхней части списка, например SN54ALS00AD. В результате в нижнем левом углу экрана в окне Library Preview появится графическое представление выбранного компонента (рис. 16).

Топологическое посадочное место компонента может быть добавлено в проект платы простым перетаскиванием в рабочее окно редактора.

10. Щелкнем левой кнопкой мыши на нужном компоненте в дереве библиотеки и, удерживая ее нажатой, перетащим компонент на свободное место чертежа платы. Отпустим кнопку мыши.

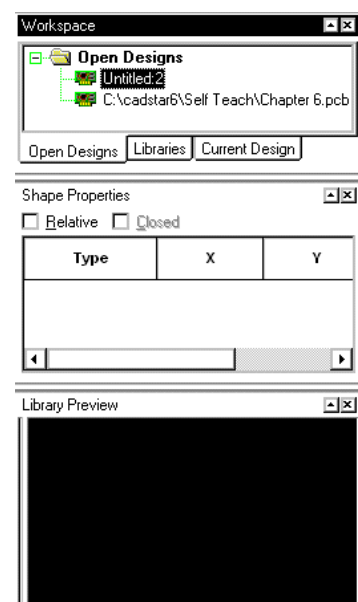


Рис. 14. Просмотр иерархической структуры проекта.

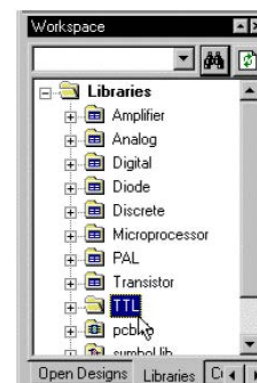


Рис. 15. Просмотр иерархической структуры проекта.

Символ компонента окажется "приклеенным" к указателю мыши.

11. Переместим символ в нужное место чертежа платы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеже появится посадочное место компонента, которое позднее может быть перемещено в любое нужное место листа. Обратите внимание, что к указателю мыши окажется "приклеенным" новый символ выбранного компонента и размещение символов можно продолжать.

12. Чтобы выйти из режима размещения символов нажмите клавишу Escape или выполните щелчок правой кнопкой мыши, после чего в появившемся контекстном меню выберите команду Cancel.

Примечание: компонент при помещении на плату автоматически получает уникальное позиционное обозначение с учетом ранее добавленных компонентов, например, U1.

13. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на закладке Current Design.

В окне появится перечень всех присутствующих в проекте объектов, в том числе и компонентов. Объекты упорядочены в папки по типам (рис. 17).

14. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке + возле папки Components. Раскроется список компонентов, использованных в нашем проекте.

15. Выполним щелчок правой кнопкой мыши в списке на имени компонента DC1.

Появится контекстное меню, показывающее действия, которые пользователь может выполнить с этим компонентом.

16. Выберем команду View Selection. Масштаб просмотра чертежа автоматически изменится, чтобы наилучшим образом показать данный компонент. Сам компонент на плате будет подсвечен.

17. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши в списке на имени компонента DC1. На экране появится диалоговое окно Item Properties (свойства элемента), которое дает возможность изменять параметры конденсатора в проекте.

18. В ячейку Name введем текст DC100 и нажмем кнопку OK. Позиционное обозначение конденсатора изменится с DC1 на DC100 как на чертеже платы, так и в списке.

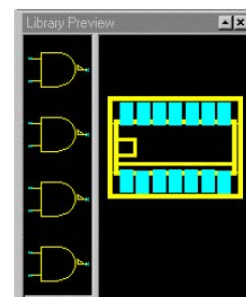


Рис. 16. Графическое представление библиотечного компонента.

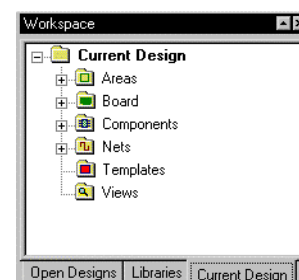


Рис. 17. Содержимое текущего проекта.

Работа с окном Shape Properties

Как писалось ранее, это окно позволяет в табличном режиме менять координаты выбранных на чертеже объектов.

1. Выполним команду меню View | View All. Масштаб просмотра изменится автоматически таким образом, чтобы был виден весь чертеж платы Chapter 6.pcb.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из линий, образующих контур платы.

В окне Shape Properties в виде таблицы отобразятся X и Y координаты линий, образующих контур (рис. 18). Вводя здесь новые значения, мы можем точно изменять элементы выбранного объекта.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на координате X в любой строке Line To, введем новое значение и нажмём клавишу Enter. Легко видеть, что графический объект изменил свою форму.

4. Чтобы отказаться от сделанных изменений, выполните команду меню Edit | Undo или нажмите комбинацию горячих клавиш CTRL+Z.

A screenshot of the 'Shape Properties' window. It has a table with columns 'Type', 'X', and 'Y'. The table contains data for various points and lines forming a shape. The 'Line To' rows have the X coordinate highlighted in blue.

Type	X	Y
Start Point	1090	900
Line To	1090	2650
Line To	1290	2850
Line To	4650	2850
Line To	4850	2650
Line To	4850	900
Line To	3680	900
Line To	3680	550
Line To	3580	450
Line To	1340	450
Line To	1240	550
Line To	1240	900
Line To	1090	900
Cutout Start	4400	1000
Clockwise	4400	1500
With Centre	4400	1250
Clockwise	4400	1000
With Centre	4400	1250

Рис. 18. Редактирование координат объекта на чертеже платы.

Настройка панелей инструментов

Несмотря на то, что программа CADSTAR имеет достаточно удобный набор панелей инструментов, в нее включена возможность создавать пользовательские панели с наборами кнопок, вызывающих наиболее часто используемые команды.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в появившемся диалоговом окне Customize выберем закладку Commands (рис. 19).

2. В списке раздела Categories выберем Tools. В правой части окна появятся кнопки, соответствующие доступным командам данного раздела меню.

3. Выберем кнопку Options. В поле Descriptions появится описание, подтверждающее, что данная кнопка соответствует команде меню Options.

4. Захватим кнопку и, удерживая левую кнопку мыши, перетащим ее из диалогового окна на одну из существующих панелей инструментов.

5. Отпустим левую кнопку мыши, кнопка Options автоматически добавится на указанную панель инструментов.

6. Закроем диалоговое окно Customize нажатием кнопки Close.

Если нам требуется переместить ту или иную кнопку в другое место на этой или другой панели инструментов, это можно выполнить также перетаскиванием с помощью мыши при нажатой клавише SHIFT.

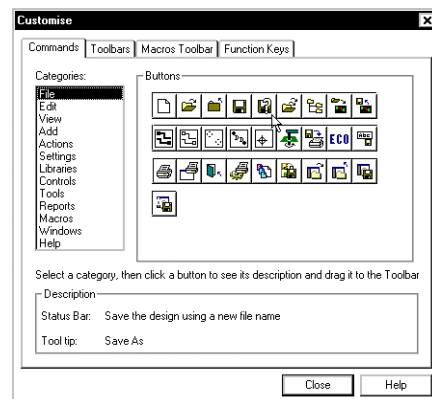


Рис. 19. Окно пользовательских настроек панелей инструментов.

Перемещение панелей инструментов

Панели инструментов можно перемещать в пределах экрана монитора и размещать в наиболее удобных местах, не мешающих работе (рис. 20).

1. Наведем указатель мыши на "ручку" в левой части любой панели инструментов, нажмём левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместим немного вниз. Панель отделится от верхнего края окна. При этом она будет иметь горизонтальную ориентацию.

2. Приблизим указатель мыши к левой границе окна редактора. Перемещаемая панель изменит ориентацию на вертикальную.

3. Отпустим кнопку мыши. Панель "приклеится" к левой границе окна программы.

4. Снова захватим панель за "ручку", переместим ее в центр экрана и отпустим левую кнопку мыши.

Панель приняла вид отдельного окна с собственным именем, в нашем случае, Actions (рис. 20).

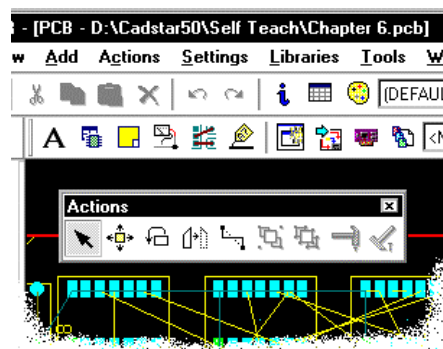


Рис. 20. Различные способы размещения панелей инструментов.

Переключение режима отображения панелей инструментов

1. Наведем указатель мыши любую из кнопок только что перемещённой панели инструментов и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

На экране появится контекстное меню, показанное на рисунке 21.

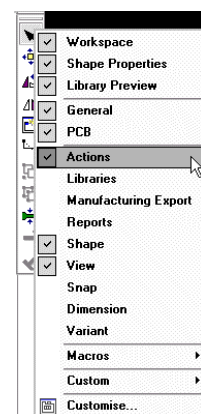


Рис. 21. Управление режимом отображения панелей инструментов.

Все доступные меню будут показаны в выпадающем окне. Те из них, возле которых есть птичка, видны в текущий момент на экране.

2. Уберём "галочку" напротив имени одной из панелей, например, Schematics.

Легко видеть, что панель больше не отображается на экране.

Примечание: Верхние три пункта в этом меню управляют переключением режима отображения окон на панели управления (Workspace, Shape Properties и Library Preview).

В качестве упражнения включим панель Actions и перенесем ее на исходное место в верхней части окна.

Создание пользовательских панелей инструментов

Допустим, что в ближайшее время мы будем много заниматься генерацией отчетов, поэтому имеет смысл сделать специальную панель для этих целей.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в появившемся диалоговом окне Customize выберем закладку Toolbars.

Здесь приведен список всех доступных в системе CADSTAR панелей инструментов, а также пяти зарезервированных пользовательских панелей и пяти панелей запуска макросов.

2. Выберем пункт Custom 1 и нажмем кнопку Show. Рядом с пунктом Custom 1 включится "галочка", а на экране появится новая пока пустая панель инструментов, пригодную для размещения на ней необходимых кнопок (рис. 22).

3. В поле Toolbar Name введем новое имя Reports для нашей панели.

Легко видеть, имя Custom 1 в списке изменилось на Reports.

Перейдем к добавлению кнопок инструментов, подходящих под назначение данной панели.

4. Выберем закладку Commands и в ней в разделе Categories выберем строку Reports.

5. Переместим кнопки Connection Length, Routing Completion и Parts List на созданную нами панель.

6. Сделаем нашу панель плавающей, чтобы видеть её название.

7. Выключим отображение панели, как было описано выше.

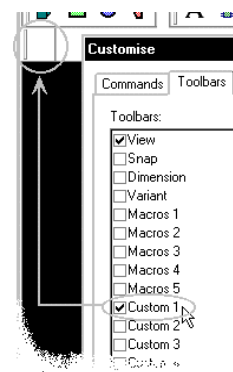


Рис. 22. Включение пользовательской панели инструментов.

Настройка вида курсора

В редакторе печатных плат системы CADSTAR имеются три вида курсора: стандартный Windows, маленький крестик, а также пересечение вертикальной и горизонтальных линий (большой крест). Выберем последний вариант.

1. Выполним команду меню Tools | Options.

2. В появившемся окне Options перейдем на вкладку Display (рис. 23).

3. В поле Screen Appearance в выпадающем списке Cursor Type выберем строку Large Cross.

Легко видеть, что указатель мыши изменит свой вид.

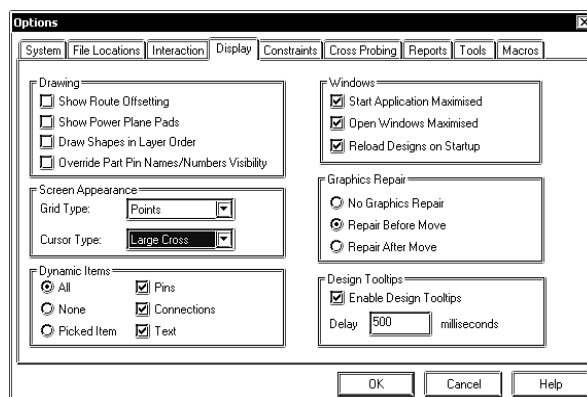


Рис. 23. Смена вида указателя мыши.

Масштабирование изображения

1. Для того, чтобы весь проект помещался в рабочем окне редактора, выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов View.

2. Выполним команду меню View | Zoom Out или нажмем кнопку  (button03). Масштаб просмотра изображения уменьшится вдвое.

Примечание: В системе CADSTAR начало координат рисуется в левом нижнем углу экрана, поэтому при уменьшении масштаба рисунок сдвигается влево вниз.

3. Выполним команду меню View | Zoom In или нажмем кнопку  (button04). Масштаб просмотра увеличится вдвое и вернется к исходному, но само изображение сместится.

4. Для размещения изображения точно в центре экрана снова воспользуемся командой View All.

5. Чтобы указать масштабируемый участок изображения окном охвата, выполним команду меню View | Frame Window или нажмем кнопку  (button05).

6. Наведем указатель мыши на левый нижний угол символа OA1 и нажмем левую кнопку мыши.

7. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим указатель мыши вправо вверх, чтобы весь символ находился в окне охвата, и отпустим кнопку. Масштаб изображения изменится таким образом, чтобы указанное окно охвата занимало максимальную площадь экрана.

8. Поместим указатель мыши в правую часть экрана, и выполним последовательное нажатие клавиш V и Enter.

Изображение сдвинется влево таким образом, что в центре окна будет находиться место, на которое ранее мы навели указатель мыши.

Примечание: Существуют ещё несколько операций, которые могут выполняться с помощью горячих клавиш. Полный список таких команд можно вызвать последовательным нажатием клавиш H и Enter.

Сохранение и вызов специфических видов

9. Выполним команду меню View | Views | Manage Views.

10. В открывшемся диалоговом окне нажмем кнопку Add (рис. 24).

11. В открывшемся новом диалоговом окне введем текст Circuit Details и нажмем кнопку OK. Имя нового вида появится в списке Name окна Manage Views.

12. Нажмем кнопку Save, чем сохраним текущий вид экрана под именем, и закроем окно нажатием кнопки OK.

13. Изменим любым способом вид изображения, например, выполнив команду меню View All.

Возврат к сохранённым видам можно выполнить несколькими способами.

14. Выполним новую команду с именем только что сохраненного вида Circuit Details, автоматически появившуюся в разделе меню View | Views.

15. Выполним команду меню View | Views | Manage Views. В окне Manage Views в списке Name выберем имя Circuit Details и нажмем кнопку OK.

16. Наберём на клавиатуре текст V Circuit Details и нажмём клавишу Enter.

Примечание: Между командой V и именем вида должен быть пробел.

В результате выполнения любого из трех последних действий система выполнит одинаковую операцию — вызовет вид проекта, сохраненный под именем Circuit Details.

В качестве упражнения самостоятельно настроим вид окна так, чтобы в нем отображалась верхняя половина чертежа, и сохраним под именем Polygon Area.

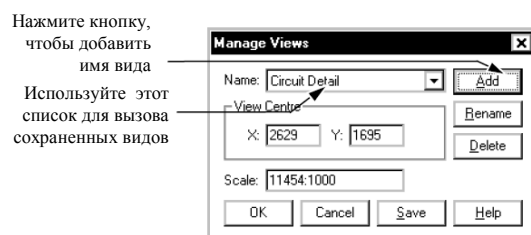


Рис. 24. Окно управления видами изображения.

Изменение единиц измерения

Текущие единицы измерения отображаются в строке состояния. Научимся их изменять.

1. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке единиц измерения в строке состояния.

Откроется диалоговое окно выбора единиц измерения, показанное на рисунке 25.

2. В выпадающем списке Units выберем строку Millimetres.

3. В поле Number of Decimal Places введем 0.

4. В поле Angular Number of Decimal Places введем значение 1 и нажмем кнопку OK.

Существует другой, более быстрый метод смены единиц измерения.

5. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на ячейке единиц измерения в строке состояния.

Появится контекстное меню, перечисляющее доступные системе единицы измерения (рис. 26).

6. Выберем единицы измерения, отличные от используемых в настоящее время, например, тысячные доли дюйма (Thousandths of the inch).

После этого в строке состояния будет отображаться надпись Thou, что говорит о том, что текущими единицами измерения выбраны тысячные доли дюйма, и дальнейшая работа над проектом будет базироваться на них.

7. В качестве упражнения установим единицы измерения обратно в миллиметры (Millimetres).

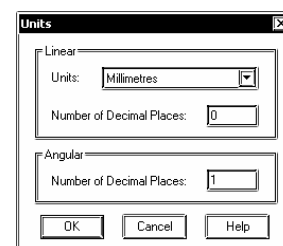


Рис. 25. Настройка текущих единиц измерения.

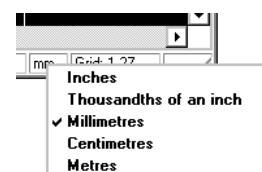


Рис. 26. Изменение текущих единиц измерения.

Рисование объектов

Прежде чем приступить к рисованию объектов, настроим рабочую сетку, по узлам которой мы можем выполнять рисование.

1. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на поле Grid в строке состояния.

2. В появившемся окне Grids (рис. 27) в выпадающем списке Name выберем имя сетки Current Working Grid.

3. Включим опцию Step Grid, после чего в ячейках X Step и Y Step введем значение 10 и нажмем кнопку OK.

4. Выполним команду View | View All, чтобы весь чертеж был отображен в окне редактора.

Выберем тип рисуемого объекта.

5. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults в меню или нажмем кнопку  (button06), расположенную на панели инструментов Shape.

6. В открывшемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape и в поле Type вы выберем опцию New Block, которая позволит нам создать иерархический блок.

7. Установим параметры Code, Layer, Fill Style и Closed, как показано на рисунке 28 и нажмем кнопку OK.

Теперь мы готовы начать рисование объектов.

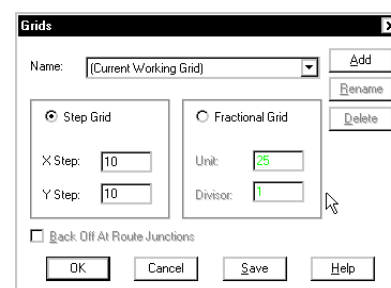


Рис. 27. Настройка рабочей сетки.

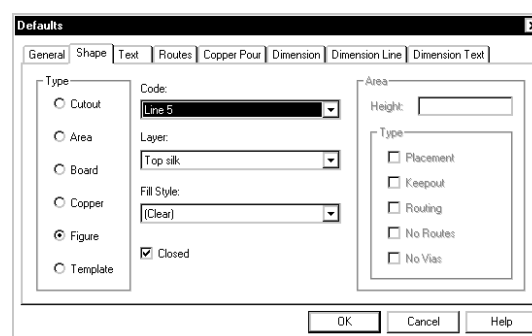


Рис. 28. Настройка видимой сетки.

8. Выполним команду меню Add | Shape | Polygon или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов Shape.

9. Поместим указатель мыши в позицию X30, Y80 и щелкнем левой кнопкой мыши.

Таким образом, мы задали первую вершину полигона. Обратите внимание, что в соответствующем поле строки состояния стали отображаться относительные координаты курсора.

10. Сдвинем указатель мыши на 60 мм вправо по горизонтали и щелкнем левой кнопкой мыши.

11. Сдвинем указатель мыши на 40 мм вверх по вертикали и щелкнем левой кнопкой мыши.

12. Нажимая клавишу левой стрелки, переместим курсор на 60 мм влево по горизонтали и нажмем клавишу Home. Это действие равносильно нажатию левой кнопки мыши.

13. Наведем указатель мыши на начальную вершину полигона и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеже появится прямоугольный контур полигона.

Урок 7 часть 2. Редактор плат CADSTAR. Знакомство с интерфейсом системы CADSTAR

Продолжим изучение основных приемов работы в редакторе печатных плат системы CADSTAR.

Методы выделения объектов

Система CADSTAR поддерживает различные способы выделения объектов с помощью указателя мыши и комбинаций функциональных клавиш. Рассмотрим некоторые из них.

1. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01).
2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из сегментов прямоугольника.

Выбранный сегмент будет отображаться на чертеже другим цветом. Цвет выделения определяется настройкой опции Highlight в диалоговом окне Colours, вызываемом командой меню Setting | Colours.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на другом сегменте прямоугольника.

Новый сегмент выделится, а выделение первого сегмента сбросится.

4. Для отмены выделения щелчком левой кнопкой мыши в любом пустом месте чертежа.

5. Нажмем клавишу SHIFT и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из сегментов прямоугольника.

Выделенным окажется весь прямоугольник.

Если объекты на чертеже расположены близко друг к другу или накладываются друг на друга, то имеется возможность выбора нужного объекта из списка таковых, находящихся в данный момент под указателем мыши. Причем, может быть настроена точность выбора близко расположенных объектов для облегчения работы при малых масштабах отображения.

6. Выполним команду меню Tools | Options.
7. В появившемся окне выберем закладку Interaction.
8. В поле Picking Tolerance включим опцию Pick from List, разрешающую отображение списка выбора (рис. 1), и нажатием кнопки ОК закроем окно.
9. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01).

10. Наведем указатель мыши на любую контактную площадку компонента, к которой подходит несколько сегментов проводников, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Так как в этом случае под указателем мыши будет находиться несколько различных объектов, то откроется окно Select Item, показанное на рисунке 2.

11. Выберем в приведенном здесь списке один из объектов Connection и нажмем кнопку ОК.

Выбранный сегмент проводника будет отображаться на чертеже другим цветом.

Выполним выделение в окне охвата.

12. Наведем указатель мыши пустое место немного левее верхнего ряда микросхем и нажмем левую кнопку мыши.

13. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим указатель мыши вправо вверх, чтобы в появившемся окне оказались охваченными все микросхемы верхнего ряда, и отпустим кнопку. Выделенными окажутся все объекты, попавшие внутрь окна охвата, включая проводники.

14. Для отмены выделения щелчком левой кнопкой мыши в любом



Рис. 1. Опции выделения объектов.

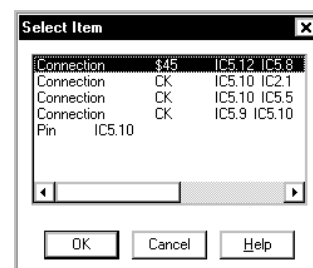


Рис. 2. Выбор выделяемого объекта из списка.

пустом месте схемы.

15. Нажмем клавишу CTRL и выполним щелчок левой кнопкой мыши на контуре одной из микросхем. Топологическое посадочное место микросхемы выделится.

16. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчок левой кнопкой мыши на другой микросхеме. Новая микросхема выделится, но и первоначально выделенная останется подсвеченной.

17. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из двух выделенных микросхем. Выделение указанного элемента сбросится.

Таким образом, мы выяснили, что щелчок левой кнопкой мыши при нажатой клавише CTRL позволяет переключать режим выделения конкретного объекта без влияния на другие выделенные объекты.

18. Нажмем клавишу CTRL и выберем окном охвата некоторый участок платы, не включающий ранее выделенный элемент, например, резисторы R1 — R5. К ранее выделенной микросхеме добавятся новые объекты, попавшие в окно охвата.

19. Нажмем одновременно клавиши CTRL и SHIFT и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из цепей, не выделенных в настоящий момент. К текущему выделению новая цепь добавится целиком.

20. Нажмем комбинацию клавиш CTRL+A, выделенными окажутся все компоненты на плате.

Примечание: эта операция дублируется командой меню пунктом в меню Edit | Select All Components.

21. Последовательно нажмем клавиши D и Enter, выделение всех ранее выбранных объектов сбросится.

22. Наберем на клавиатуре текст F DC1 и нажмем клавишу Enter (между F и именем компонента должен быть пробел). Система автоматически найдет и выделит компонент с именем DC1.

23. Наберём на клавиатуре текст S DC* и нажмем клавишу Enter. На чертеже окажутся выделенными все компоненты, имя которых начинается с букв DC.

Примечание: При использовании данной команды букву S можно не набирать. Набор текста DC* и последующее нажатие Enter приведет к такому же результату.

24. Наберём на клавиатуре текст –DC3 и после этого нажмем клавишу Enter (обратим внимание на знак минус (-) перед позиционным обозначением). Выделение будет отменено для компонента DC3.

25. Наберём на клавиатуре текст +IC5 и после этого нажмем клавишу Enter. Компонент IC5 будет добавлен к текущему выделению.

Таким образом, клавиатурная команда Select (S) в отличие от Find (F) позволяет управлять режимом выделения групп объектов с использованием символа подстановки *. Использование символов – и + здесь работает аналогично щелчку левой кнопки мыши при нажатой клавише CTRL.

26. Последовательно нажмем клавиши D и Enter, выделение всех ранее выбранных объектов сбросится.

27. Наберём на клавиатуре текст S IC3.5 и нажмем клавишу Enter. На чертеже платы окажется выделенной контактная площадка вывода 5 микросхемы IC3.

28. Выполним команду меню View | View Selection. Масштаб отображения чертежа изменится таким образом, чтобы оптимально показывать только выделенные объекты.

29. Выполним команду меню View | View All. На экране снова будет показана вся печатная плата.

Настройка функциональных клавиш

Функциональные клавиши F1 — F12, расположенные в верхней части клавиатуры могут быть использованы для быстрого вызова тех или иных часто используемых функций.

Настроим клавиши F2, F3 и F6 для вызова диалоговых окон Options, Colours и Assignments соответственно.

1. Выполним команду меню Tools | Customize.

2. В появившемся окне Customize перейдем на вкладку Function Keys.

3. В списке Commands выберем строку Options.

4. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F2.

5. Нажмём кнопку Add (рис. 3).

В описании клавиши F2 вместо старой команды Move появится Options.

6. В списке Commands выберем строку Colours.

7. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F3 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F3 вместо старой команды Rotate появится Colours.

8. В списке Commands выберем строку Assignments.

9. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F6 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F6 вместо старой команды ChangeRouteLayer появится Assignments.

10. Закроем окно Customize, для чего нажмем кнопку Close и подтвердим сохранение выполненных пользовательских настроек.

11. Нажмем функциональную клавишу F2. На экране появится диалоговое окно Options.

В качестве упражнения проверьте, как работают функциональные клавиши F3 и F6.

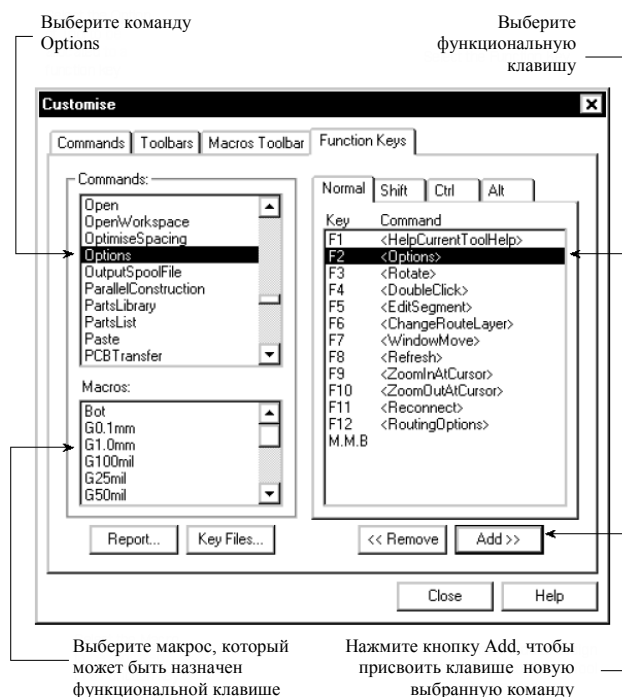


Рис. 3. Пользовательская настройка функциональных клавиш.

Настройка цветовой палитры и режима отображения примитивов

Пользователь имеет возможность изменять цвет и режим отображения различных объектов на схеме.

1. Выполним команду меню Setting | Colours или нажмём ранее настроенную нами функциональную клавишу F3.

На экране появится диалоговое окно Colours, показанное на рисунке 4. Здесь в списке Category приведен список объектов, для которых могут быть изменены настройки цвета. Квадратик со знаком плюс (+) показывает, что данный объект состоит из нескольких типов графических примитивов, индивидуальные настройки цвета для которых также возможны.

2. Щелчком левой кнопки мыши в этом списке выберем тип примитивов Connections.

3. Нажмём кнопку Change Colours в правой части окна.

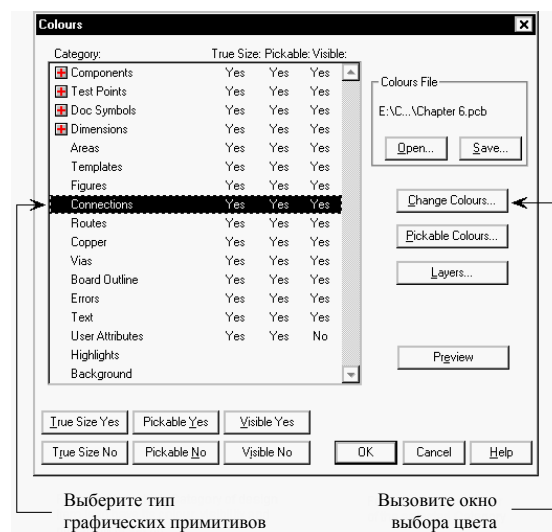


Рис. 4. Окно настройки цвета различных графических примитивов.

На экране появится новое диалоговое окно Colours - Connections, показанное на рисунке 5, в котором можно настроить цвета для проводников различных типов цепей.

4. В списке Code щелчком мыши выберем тип цепей Signal.

5. Щелчком левой кнопкой мыши на квадратике с желаемым цветом в поле Standard Colours, например, пурпурным.

После такой настройки, все цепи типа Signal на чертеже платы будут показаны выбранным цветом.

6. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши в этом списке выберем цепи GND и VCC.

7. В поле Standard Colours, выберем любой цвет, отличный от заданного для сигнальных цепей.

Обратите внимание, что в списке Code параметр Visible для этих цепей установлен в значение No, что означает, что данные цепи в данный момент на чертеже не отображаются.

8. Нажмем кнопку Visible Yes. Значение параметра Visible для цепей GND и VCC сменится на Yes.

9. Нажатием кнопки ОК закроем окно Colours - Connections и продолжим работу с окном Colours.

10. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на строке Components в списке Category.

В результате на экране появится список примитивов, входящих в состав топологического посадочного места компонента: Outlines, Copper, Names, Text и т. д.

11. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на значении Yes параметра Visible в строке напротив примитива Names.

Значение параметра изменится на No.

12. В диалоговом окне Colours нажмём кнопку Preview.

Легко видеть, что позиционные обозначения компонентов (имена) скроются с чертежа печатной платы. Наличие кнопки Preview позволяет пользователю видеть сделанные изменения, не закрывая окно, — это позволяет сократить время для настройки предпочтительного вида чертежа.

Сохраним сделанные нами настройки цветовой палитры.

13. Нажмем кнопку Save, расположенную в поле Colours File окна Colours.

14. В окне Save Colour File (рис. 6) выберем папку Self Teach, задайте имя файла цветовой палитры selftch.col и нажмем кнопку Save.

15. Нажатием кнопки ОК закроем диалоговое окно Colours.

Наш файл настроек цветовой палитры был сохранен в папку Self Teach, которая ранее была нами настроена как папка для настроек цветов по умолчанию, поэтому теперь в выпадающем списке на панели инструментов появилась запись selftch (рис. 7).

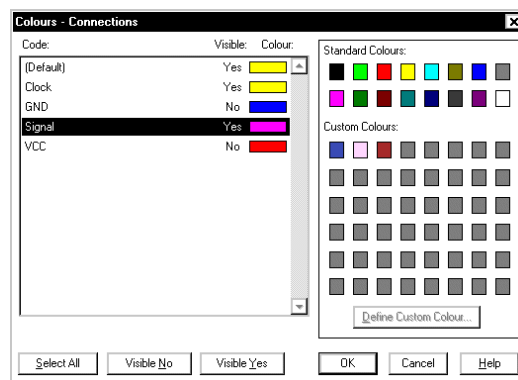


Рис. 5. Окно выбора цвета для различных стилей линий.

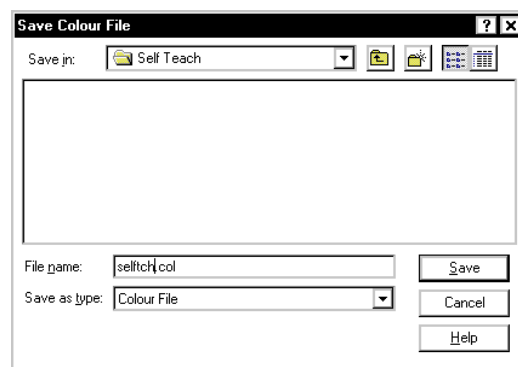


Рис. 6. Сохранение настроек цветовой палитры.

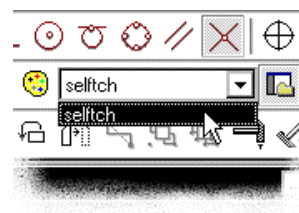


Рис. 7. Выбор цветовой палитры на панели инструментов.

Перемещение выбранных элементов

Перемещение элементов осуществляется простым перетаскиванием с помощью мыши. В процессе изучения функции перемещения нам придется часто использовать команду Undo, позволяющую выполнить откат назад и отменить последние выполненные операции.

Настроим глубину емкости буфера памяти, хранящего последовательность операций, которые возможно отменить. Не рекомендуется устанавливать слишком большое число запоминаемых операций, так как система хранит все их в памяти, а слишком большое количество занятой памяти может привести к замедлению работы и общей нестабильности программы.

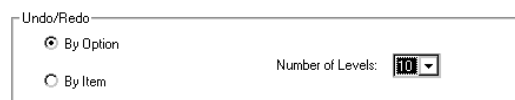


Рис. 8. Настройка глубины буфера памяти команд Undo/Redo.

1. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне перейдем на вкладку System.
2. В поле Undo/Redo (рис. 8) включим опцию By Options, установим число Number of Level равным 10, и нажатием кнопки ОК закроем диалоговое окно.

В этом случае, один шаг отката означает отмену всех операций, выполненных после выбора определенной команды (опции), а не только последней, в случае выбора в этом поле другого варианта настройки — By Item.

5. Перейдем в режим выделения, для чего нажмем кнопку  (button01) и выберем одну из расположенных на плате микросхем.

Прежде чем перемещать ее, убедимся, что она не заблокирована от перемещения.

3. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на выбранной микросхеме.

4. В появившемся контекстном меню выберем команду Unfix (рис. 9).

Теперь блокировка с выделенной микросхемы будет снята.

5. Нажмем кнопку  (button02), расположенную на панели инструментов.

Микросхема окажется "приклеенной" к указателю мыши и будет перемещаться вместе с ним. Обратите внимание, что во время перемещения символа, вся образующая его графика, контактные площадки и текст динамически перерисовываются. Обновляются также подключенные к контактным площадкам линии связи, которые являются "резиновыми" и не теряют соединение с элементом при его перемещении. Для ускорения прорисовки имеется возможность отключить отображение связанных с компонентом примитивов.

6. В режиме перемещения, когда компонент "приклеен" к указателю мыши, выполним щелчок правой кнопкой мыши.

На экране появится контекстное меню, управляющее режимом отображения примитивов при перемещении (рис. 10).

7. В этом меню выберем команду Display Pads, то есть выключим галочку напротив нее.

Легко видеть, что теперь при перемещении компонента его контактные площадки не отображаются.

8. Переместим компонент в любое свободное место чертежа платы и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Компонент окажется размещенным в новом месте платы.

9. Выполним операцию команду меню Edit | Undo Move. Компонент вернется на свою исходную позицию.

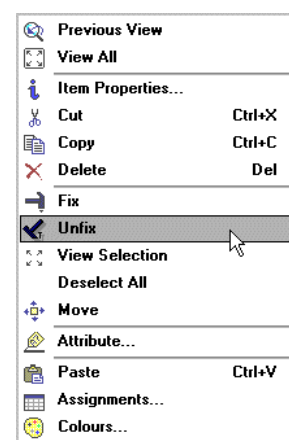


Рис. 9. Контекстное меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши на компоненте.

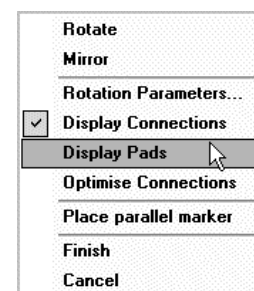


Рис. 10. Контекстное меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши при перемещении компонента.

10. Любым описанным выше способом выделим на чертеже четыре конденсатора и нажмем кнопку  (button02).

Все выбранные компоненты теперь будут перемещаться вместе с указателем мыши.

11. Переместим объекты в новое место и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Конденсаторы зафиксируются на новом месте.

12. Поскольку компоненты по-прежнему выбраны, попробуем вращать их, для чего нажмем кнопку  (button03).

Выбранные элементы повернутся против часовой стрелки относительно собственного геометрического центра на заранее заданный в диалоговом окне Options угол. Перенастроим режим вращения таким образом, что поворот осуществлялся по часовой стрелке.

13. Выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне перейдем на вкладку Interaction.

14. В поле Interaction включим опцию Rotate Clockwise и нажмём кнопку ОК.

15. Снова нажмем кнопку Rotate. Выбранные элементы теперь повернутся по часовой стрелке.

16. Выполним команду меню Edit | Item Flags | Group. Символы останутся выделенными.

17. Снова нажмем кнопку Rotate. Теперь выделенные символы вращаются как группа, их взаимная позиция друг относительно друга не меняется.

18. Отменим выделение, для чего щелкнем левой кнопкой мыши в любом пустом месте схемы.

19. С помощью мыши выберем один из повернутых конденсаторов, выделенными окажутся все четыре ранее сгруппированные компонента.

27. Выполним команду Edit | Undo несколько раз для отмены группировки и возвращения элементов в их исходное положение.

Работа с параметрами объектов

Каждый объект на чертеже платы имеет определенный набор параметров, доступ к которому можно получить с помощью команды Item Properties. Рассмотрим пример редактирования атрибутов объектов.

1. Клавиатурной командой V Polygon Area вызовем вид с именем Polygon Area.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из линий, образующих контур нарисованного нами полигона.

3. Нажмем кнопку Item Properties  (button04) на панели инструментов General.

Появится диалоговое окно Item Properties, показанное на рисунке 11, в котором в выпадающем списке Line Width Code установлено значение Line5.

4. В выпадающем списке Line Width Code выберем значение Line40 и нажмем кнопку ОК.

Легко видеть, что теперь контур полигона нарисован толстой линией. Обратите внимание, что при изменении толщины линии мы не задавали ее явно, а выбирали заранее заданный стиль прорисовки линий. Посмотрим, какие стили доступны в данном проекте по умолчанию.

5. Снова вызовем окно Item Properties для линии, образующей контур и нажмем кнопку  (button05), расположенную рядом со списком Line Width Code.

На экране появится диалоговое окно Assignments с активной вкладкой Lines, позволяющее изменять существующие и задавать новые стили линий. Как это делается, мы рассмотрим позднее.

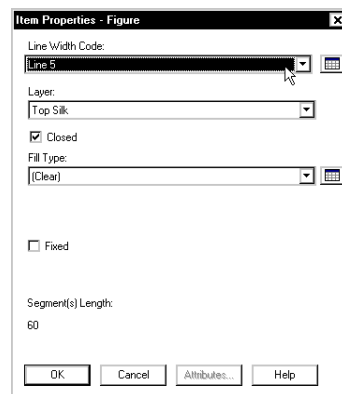


Рис. 11. Редактирование параметров полигона.

6. В нашем случае мы не будем делать никаких изменений, поэтому просто закроем все открытые окна.

Система CADSTAR дает возможность пользователю одновременно изменять однотипные параметры групп выделенных объектов.

7. Выполним команду View | View All, чтобы в окне редактора отображался весь чертеж печатной платы.

8. С помощью мыши окном охвата выберем четыре конденсатора, расположенные в левой части платы.

9. Выполним щелчок правой кнопки мыши на одном из выделенных компонентов и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.

На экране появится диалоговое окно Item Properties, связанное с группой выделенных компонентов. Здесь в текстовых полях Position приведены координаты объектов, причем в поле X показано конкретное число, что говорит, что у всех четырех компонентов позиция по оси X одинакова. В поле координат Y отображается значение \$\$\$, что означает, что у выбранных объектов разные позиции по оси Y.

10. Введем в поле координаты X новое значение 50 и нажмём кнопку ОК.

Компоненты на чертеже сдвинутся влево.

11. Используя команду Undo, вернём сдвинутые объекты на исходную позицию.

12. Не отменяя выделение компонентов, удерживая клавишу CTRL, щелчком левой кнопки мыши добавим к выделению любую из линий, образующих контур платы.

Легко видеть, что в этом кнопка Item Properties на панели инструментов является неактивной и отображается серым цветом. Это означает, что одновременное редактирование параметров объектов разного типа невозможно.

Сохранение выделенных объектов в новом файле

Операции Cut (вырезать) и Copy (копировать) позволяют пользователю сохранять выделенную группу объектов в новый бинарный файл проекта CADSTAR, внешний файл растровой графики формата BMP или буфер обмена.

Выполним сохранение выделенной группы компонентов в новый PCB файл.

1. Выполним команду меню Tools | Options, в окне Options на вкладке Interactions включим опцию Copy to Design File и нажмем кнопку ОК.

2. Выделим на плате некоторую группу компонентов и выполним команду меню Edit | Copy или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

Откроется стандартное окно Save As, предлагающее задать имя создаваемого файла.

3. Зададим имя файла copy1.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Теперь мы можем использовать только что созданный файл, как отправную точку для работы над новым вариантом платы.

4. Выполним команду File | Open, в открывшемся окне выберем файл copy1.pcb и нажмем кнопку Открыть.

В окне редактора откроется файл чертежа платы, в котором будут присутствовать только выделенные ранее объекты.

5. Закроем только что открытый файл.

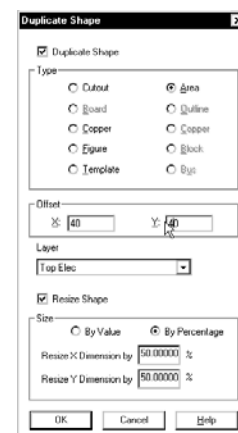


Рис. 12. Окно настройки дубликации объектов.

Дубликация объектов

Редактор плат CADSTAR имеет возможность дубликации выделенных объектов.

1. При нажатой клавише SHIFT выполним щелчок левой кнопкой мыши на контуре платы. Выделится весь контур.
 2. Выполним команду меню Actions | Duplicate Shape.
 3. В появившемся на экране диалоговом окне Duplicate Shape в поле Type включим опцию Area, в выпадающем списке Layer выберем слой Top Elec, в поле Offset (отступ) по осям X и Y введем значения 40 (рис. 12).
 4. Включим опцию Resize Shape, в поле Size включим опцию масштабирования By Percentage (в процентном соотношении), зададим значения 50% по осям и нажмем кнопку ОК.
- На экране должна появиться смещенная и уменьшенная копия контура платы, обозначенная как объект типа Area. Если этого не произошло, то необходимо включить отображение объектов данного типа на экране.
5. Выполним команду меню Setting | Colours и в появившемся окне Colours в категории Areas включим параметр Visible в положение Yes, после чего закроем окно.
- Обратите внимание, что помимо только что созданного контура Area в данном проекте уже существуют две других области. В чем легко убедиться, перейдя на вкладку Current Design панели Workspace. Здесь в папке Areas (области) будут присутствовать три объекта.

Настройка функциональных клавиш

Функциональные клавиши F1 — F12, расположенные в верхней части клавиатуры могут быть использованы для быстрого вызова тех или иных часто используемых функций.

Настроим клавиши F2, F3 и F6 для вызова диалоговых окон Options, Colours и Assignments соответственно.

1. Выполним команду меню Tools | Customize.

2. В появившемся окне Customize перейдем на вкладку Function Keys.

3. В списке Commands выберем строку Options.

4. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F2.

5. Нажмём кнопку Add (рис. 13).

В описании клавиши F2 вместо старой команды Move появится Options.

6. В списке Commands выберем строку Colours.

7. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F3 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F3 вместо старой команды Rotate появится Colours.

8. В списке Commands выберем строку Assignments.

9. Справа на закладке Normal выберем строку, соответствующую клавише F6 и нажмём кнопку Add.

В описании клавиши F6 вместо старой команды ChangeRouteLayer появится Assignments.

10. Закроем окно Customize, для чего нажмем кнопку Close и подтвердим сохранение выполненных пользовательских настроек.

11. Нажмем функциональную клавишу F2. На экране появится диалоговое окно Options.

В качестве упражнения проверьте, как работают функциональные клавиши F3 и F6.

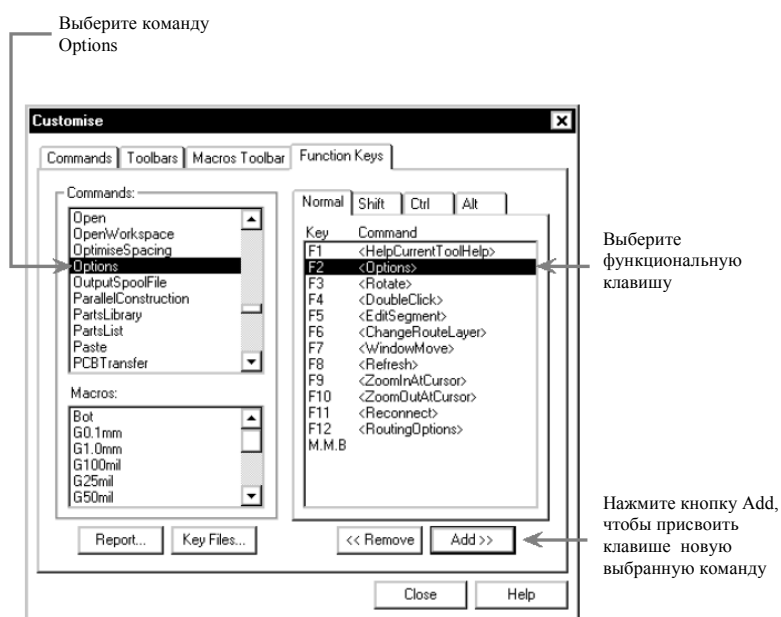


Рис. 13. Пользовательская настройка функциональных клавиш.

Настройка макросов

В процессе работы пользователь очень часто выполняет рутинные операции, требующие большого числа перемещений и щелчков мышью. Механизм создания макросов, выполняющих сложные последовательности команд, позволяет значительно упростить работу в системе и сэкономить время.

Все что требуется для создания макроса — это выполнять необходимую последовательность действий, попутно записывая ее в специальный файл. Для повторения всей последовательности операций достаточно запустить записанный макрос на выполнение, причем имеется возможность назначить вызов макроса на определенную функциональную клавишу. Таким образом, простым нажатием одной клавиши пользователь может выполнить последовательность команд, вызов которых обычно занимает немалое время.

Для примера создадим простой макрос, открывающий новый чертеж печатной платы с использованием заранее созданного шаблона. Все проекты должны быть закрыты.

1. Выполним команду меню Tools | Macro | Record.

На экране появится окно Macros — Record Macro (рис. 14), предлагающее ввести имя записываемого макроса.

2. В поле Macro Name введём текст newpcb.

Примечание: Перед тем как нажать ОК, надо убедиться, что мы полностью готовы к записи последовательности действий.

3. Нажмём кнопку ОК

С этого момента каждое наше действие будет записываться в специальный файл. Кроме того, на экране появится небольшое окошко, содержащее кнопку Stop (рис. 15), позволяющее в нужное время остановить запись макроса.

4. Выполним команду меню File | New.

5. В появившемся диалоговом окне выберем закладку PCB Design.

6. В открывшемся диалоговом окне Select Default выберем шаблон Defaults и нажмём кнопку ОК.

Мы выполнили все действия, нужные для выполнения поставленной задачи.

7. Выполним щелчок на кнопке Stop или выполним команду меню Tools | Macro | Stop Recording.

Теперь мы назначим исполнение этого макроса на нажатие функциональной клавиши.

8. Выполним команду меню Tools | Customize и в окне Customize выберем закладку Function Keys.

9. В списке Macros выберем макрос newpcb и назначим его исполнение на нажатие клавиши F4 аналогично тому, как мы назначали команду.

10. Закроем диалоговое окно без сохранения в файл default.key.

Примечание: В общем случае при практической работе все сделанные настройки надо сохранять в Default Key File (в диалоговом окне), который автоматически загружается при каждом запуске системы CADSTAR. Сейчас от нас этого не требуется.

Протестируем наш макрос и посмотрим, как механизм работает.

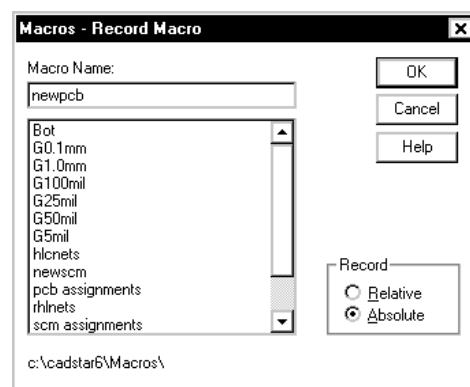


Рис. 14. Задание имени записываемого макроса.



Рис. 15. Панель останова записи макроса.

11. Закроем текущий проект.

12. В пустом окне программы CADSTAR нажмем клавишу F4.

Система выполнит макрос, и в редакторе откроется новый чертеж печатной платы без каких-либо действий с нашей стороны.

Примечание: имя макроса во время выполнения отображается в строке состояния.

Добавление кнопки запуска макроса на панель инструментов

В системе CADSTAR имеется возможность добавить кнопки, запускающие макросы, на специальные панели инструментов.

1. Выполним команду меню Tools | Customize и в окне Customize выберем закладку Macros Toolbar (рис. 16).

2. В правой части окна в выпадающем списке Macros Toolbar выберем имя панели Macros 1.

3. В левом списке Available Macros с помощью мыши выберем созданный нами макрос newpcb и нажмем кнопку Add.

4. Закроем окно нажатием кнопки Close.

5. Наведем указатель мыши на любую панель инструментов и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

6. В появившемся контекстном меню выберем команду Macros | Macros 1.

На экране появится новая панель инструментов, на которой будет присутствовать кнопка с надписью newpcb. Как и обычную панель, ее можно перемещать или "приклеивать" к любой стороне окна программы CADSTAR.

7. Переместим панель макросов в середину экрана — панель станет плавающей (рис. 17).

8. Нажмем кнопке newpcb на этой панели. Система откроет новый пустой чертеж платы.

9. Выключим отображение панели Macros 1.

10. Закроем все открытые проекты без сохранения изменений.

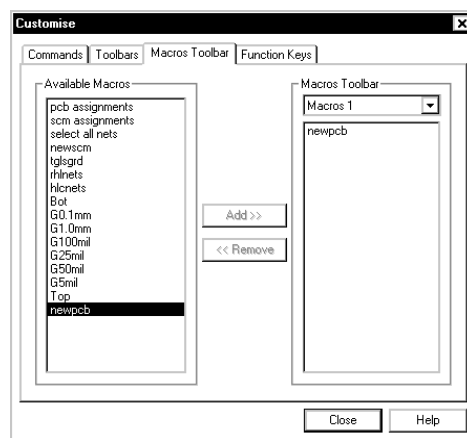


Рис. 16. Добавление кнопки макроса на панель инструментов.



Рис. 17. Один из вариантов вида панели запуска макросов.

Урок 7. Редактор печатных плат системы CADSTAR: подготовка проекта к работе

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

Ранее мы научились рисовать простые схемы и передавать данные в редактор печатных плат. Сегодня мы приступаем к изучению основных приемов по разработке плат в системе CADSTAR. Первое, что мы сделаем, это научимся делать технологические настройки проекта печатной платы: переключать единицы измерения; добавлять электрические и неэлектрические слои; определять правильную форму и размер площадок для защитной паяльной маски и трафарета для нанесения паяльной пасты; задавать параметры переходных отверстий, в том числе глухих и скрытых; изменять стили текстовых надписей. Далее мы научимся рисовать и редактировать контур платы. Также мы сохранять проект в виде технологического шаблона, который можно будет использовать при работе над другими проектами.

Открытие проекта и настройка единиц измерения

Для работы нам потребуется специальный пример. Если читатель последовательно изучает данные уроки, то у него должен сохраниться созданный ранее проект, полученный в процессе передачи данных из редактора схем в редактор печатных плат. Если по каким-либо причинам такой проект отсутствует, воспользуемся готовым учебным файлом Chapter2.pcb, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter2.pcb.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом. Легко видеть, что все компоненты здесь размещены в левом нижнем углу платы, так как их точки привязки по умолчанию будут помещены в точку начала координат (X0, Y0).

Заметим, что в этом проекте уже имеется заданный по умолчанию набор технологических параметров. Наша задача — научиться изменять его согласно собственным требованиям.

Прежде всего, изменим единицы измерения.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на поле с указанием единиц измерения в строке состояния.

На экране появится диалоговое окно Units, показанное на рисунке 1.

3. В выпадающем списке Units выберем пункт Thousandth of an inch (тысячные доли дюйма).

4. В поле Linear в ячейку Number of Decimal Places введем значение 0, что ограничит точность линейных размеров элементов прорисовываемой топологии до целых значений тысячных долей дюйма.

5. В поле Angular в ячейку Number of Decimal Places введем значение 1, что ограничит точность угловых размеров элементов прорисовываемой топологии до одной десятой доли градуса.

6. Нажмем кнопку OK.

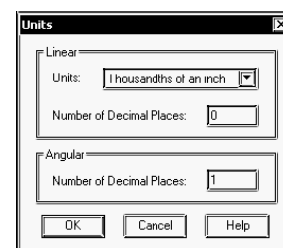


Рис. 1. Выбор единиц измерения.

Настройка слоев

Прежде чем приступить к изменению настроек слоев, следует пояснить общие принципы управления слоями в системе CADSTAR. Все слои в редакторе печатных плат делятся на физические и логические. Физические слои соответствуют сторонам пластин ламината, из которого изготавливается плата. Непосредственно в редакторе плат графическая информация размещается на логических слоях, которые бывают двух типов: электрические и неэлектрические. Чтобы сделать плату

пригодной для производства пользователь задает соответствие между физическими и логическими слоями.

На рисунке 2 приведено соответствие слоев четырехслойной печатной платы из примера, с которым мы работаем. Проект имеет четыре физических слоя: два наружных слоя (1 и 4) и два внутренних слоя питания и заземления (2 и 3). Внутренним физическим слоям соответствует по одному логическому электрическому слою GND (Power) и VCC (Power).

Наружным физическим слоям поставлено в соответствие сразу несколько логических слоев: одному электрическому (например, Top Elec) и ряду неэлектрических слоев, описывающих: шелкографию (Top Silk), защитную маску (Top Solder Resist), точки приклеивания (Top Glue Spot), трафарет для нанесения паяльной пасты (Top Paste), точки размещения компонентов (Top Placement) и их контуры (Top Assembly). Кроме того, в проекте имеется служебный слой Drill Drawing, содержащий информацию о точках сверления отверстий.

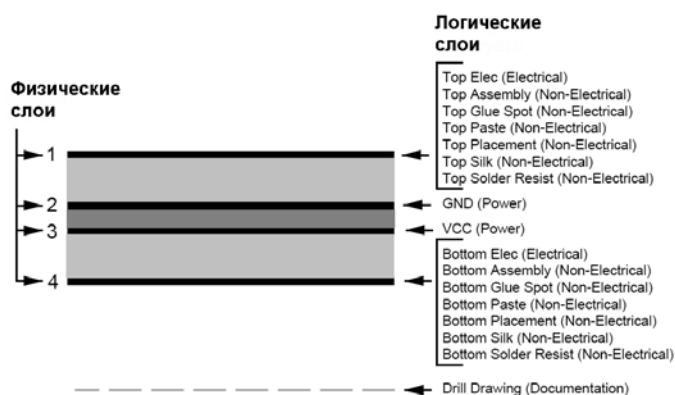


Рис. 2. Пример соответствия слоев.

Заметим, что физический слой может содержать не более одного электрического слоя.

Кроме того, мы можем также задать толщину и материал слоя печатной платы. В дальнейшем эта информация будет использоваться модулем Field Solver (анализ полей) для расчета импеданса проводников для подготовки данных для трассировки с помощью программы P.R. Editor XR HS, а также в модулях EMC Adviser и SI Verify, выполняющими анализ электромагнитной совместимости и целостности сигналов. Позднее мы рассмотрим этот вопрос более подробно.

Приступим к настройкам параметров для верхнего и нижнего электрических слоев.

1. Выполним команду меню Settings | Layers.

На экране появится диалоговое окно Layers (рис. 3) показывающее в поле Logical Layers список заданных в проекте логических слоев. Кроме того, здесь в поле Physical Layers задается минимальное и максимальное число физических слоев. Легко видеть, что сейчас наша плата может иметь максимум четыре физических слоя.

2. В поле Show Layers of Type (показывать слои по типам) включим "галочки" напротив типов слоев Electrical и Powerplane. В списке логических слоев будут отображаться только четыре слоя: Top Elec, GND, VCC и Bottom Elec.

3. Выполним щелчок левой кнопки мыши на имени слоя Top Elec и нажмем кнопку Change.

На экране появится диалоговое окно Layers – Top Elec (рис. 4) со списком параметров слоя.

Здесь задаются:

— Layer Name — имя данного логического слоя, помогающее нам идентифицировать его в процессе проектирования печатной платы.

— Layer Description — вспомогательная информация о данном слое (в нашем примере не используется).

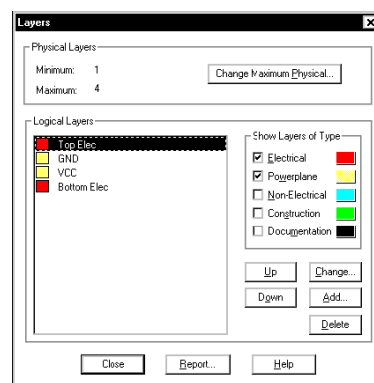


Рис. 3. Окно управления слоями проекта печатной платы.

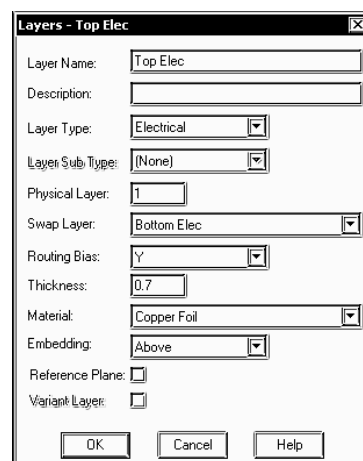


Рис. 4. Настройка параметров слоя.

— Layer Type — тип слоя: электрический (Electrical), неэлектрический (Non-electrical), внутренний слой питания или заземления (Powerplane), конструкционный (Construction) и слой документации (Documentation). Под конструкционными слоями подразумеваются неметаллические слои платы: слои текстолита, ламината, препрега.

— Layer Sub Type — подтип слоя — позволяет использовать более подробную классификацию для неэлектрических слоёв (например, шелкография, сборочный, защитная маска и т.д.). Данный параметр активен только для неэлектрических слоев.

— Physical Layer — номер физического слоя, которому соответствует данный логический слой.

Примечание: Только один электрический слой может соответствовать физическому слою. Слой документации не нуждается в наличии соответствия физическому слою.

— Swap Layer — зеркальный слой, который используется для переноса графики при операции перемещения компонентов с одной стороны платы на другую.

— Routing Bias — предпочтительное направление прокладки проводников на данном слое при автоматической трассировке. Может иметь следующие значения: горизонтальное (X), вертикальное (Y), произвольное (Unbiased), запрет трассировки (Anti-Route) и запрет переходных отверстий (Obstacle).

— Thickness — толщина слоя.

— Material — материал слоя.

— Embedding — направление положения препрегового слоя: Below (препрег ниже), Above (препрег выше), None (слой с препрегом не контактирует).

Примечание: параметры Thickness, Material, Embedding используются при трассировке высокоскоростных плат и при анализе электромагнитной совместимости с помощью программы EMC Adviser.

— Reference Plane — признак опорного слоя. Данный параметр используется программой SI Verify для определения электрического слоя с большими областями заливки медью, соединенными с цепями питания или заземления. Если "галочка" включена, модуль Field Solver использует данный слой в качестве заземляющего слоя при расчетах параметров соседних слоев, что очень сильно влияет на качество результатов.

— Variant Layer — признак слоя для отображения вариантов проекта. Параметр может быть включен только для слоя, показывающего контуры компонентов, при этом в таблице слой будет помечен буквой V.

4. В выпадающем списке Routing Bias выберем значение Y, что соответствует преобладающему вертикальному направлению трассировки.

5. В выпадающем списке Swap Layer выберем слой Bottom Elec в качестве зеркального.

6. Убедимся, что все остальные настройки выполнены, как показано на рисунке 4, и нажмем кнопку OK.

7. В окне Layers выполним двойной щелчок на имени слоя Bottom Elec.

На экране появится диалоговое окно Layers – Bottom Elec со списком параметров слоя.

8. В выпадающем списке Routing Bias выберем значение X, что соответствует преобладающему горизонтальному направлению трассировки.

9. В выпадающем списке Swap Layer выберем слой Top Elec в качестве зеркального.

10. В поле Physical Layer введем значение 4 и нажмем кнопку OK.

Настройка стилей контактных площадок

Стили контактных площадок в редакторе печатных плат CADSTAR настраиваются в окне Assignments. Каждый стиль (стек контактной площадки, падстек) включает описание формы и размера контактной площадки на определенном слое. Стили могут быть простые, когда графика контактной площадки одинаковая на всех слоях, и сложные, когда графическое изображение

площадки на разных слоях отличается как по форме, так и по размеру. Ниже мы выполним упражнение, в ходе которого перенастроим имеющийся в проекте простой стиль контактной площадки, а именно изменим ее форму на слоях защитной маски Solder Resist и паяльной пасты Paste.

1. Выполним команду меню Settings | Assignments или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Pads и в таблице выберем стиль (Pad Code) Circle 75/39.

В правой части окна будет отображаться графика данного стиля контактной площадки (рис. 5), причем она будет одинакова для всех слоев. То есть, данный стиль является простым, о чем свидетельствует отсутствие значка  (button02) в графе Pad Code рядом его именем.

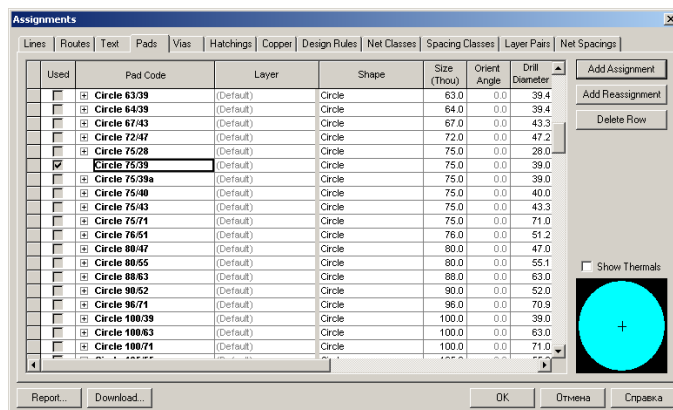


Рис. 5. Настройка стиля контактной площадки.

Легко видеть, что именование данного стиля Circle 75/39 производилось в соответствии с размером контактной площадки (75 mils) и диаметром отверстия (39 mils). Изменим стиль таким образом, чтобы площадка на слоях защитной маски имела размер 100 тысячных долей дюйма, а на слоях формирования трафарета для нанесения паяльной пасты отсутствовала вовсе (рис. 6).

3. Убедимся, что в списке стилей выделен стиль Circle 75/39, и нажмем кнопку Add Reassignment.

В таблице под выбранным стилем появится новая строка с аналогичным именем Circle 75/39, показанным серым цветом (неактивным).

4. В этой строке в графе Layers в выпадающем списке выберем слой Top Paste, а в графе Size введем значение 0.

5. Снова нажмем кнопку Add Reassignment и в появившейся новой строке в графе Layers зададим слой Bottom Paste, а в графе Size введем значение 0.

6. Снова нажмем кнопку Add Reassignment и в появившейся новой строке в графе Layers зададим слой Top Solder Resist, а в графе Size введем значение 100.

7. Снова нажмем кнопку Add Reassignment и в появившейся новой строке в графе Layers зададим слой Bottom Solder Resist, а в графе Size введем значение 100.

В результате проделанных манипуляций в описание стиля контактной площадки будут добавлены четыре строки, как показано на рисунке 7. Эти строки задают форму площадки на четырех логических слоях Top Paste, Bottom Paste, Top Solder Resist и Bottom Solder Resist. На всех остальных слоях площадка будет иметь размер по умолчанию 75 тысячных долей дюйма.

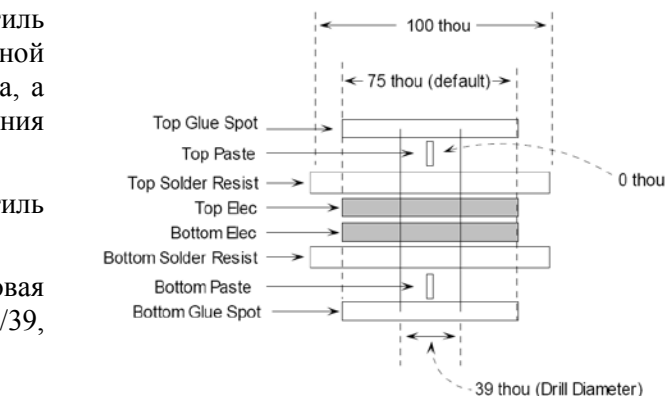


Рис. 6. Требуемые параметры стиля КП.

☒	Circle 75/39	(Default)	Circle	75.0	0.0	39.0
☒	Circle 75/39	Top Solder Resist	Circle	100.0	0.0	39.0
☒	Circle 75/39	Bottom Solder Resist	Circle	100.0	0.0	39.0
☒	Circle 75/39	Top Paste	Circle	0.0	0.0	39.0
☒	Circle 75/39	Bottom Paste	Circle	0.0	0.0	39.0

Рис. 7. Измененные настройки стиля КП.

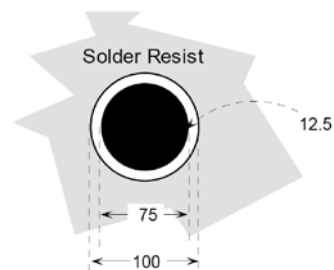


Рис. 8. Графика КП на слое защитной маски.

Как и требовалось, теперь на слоях паяльной пасты площадка будет вырожденной (иметь нулевой размер), а на слоях защитной маски обеспечивать окна с зазором 12.5 тысячных дюйма (рис. 8). Отметим, что подобные настройки являются типичными для контактных площадок компонентов, монтируемых в отверстия. Контактные площадки для компонентов для поверхностного монтажа

описываются иначе: окно в трафарете для нанесения паяльной пасты имеет размер несколько меньший, чем область металлизации.

В нашем проекте для поверхностного монтажа используются стиль контактных площадок Rectangle 30x60, который мы изменим так, чтобы зазор окна трафарета относительно области металлизации составил 5 mils.

8. В таблице стилей выберем стиль (Pad Code) Rectangle 30x60.

Легко видеть, что здесь в графе Size задается ширина площадки. Длина площадки не задается явно, а вычисляется из нескольких значений, смысл которых показан на рисунке 9. Кроме того, для этого стиля ранее уже были сделаны дополнительные настройки, о чем свидетельствует наличие значка $\oplus$ (button02) в графе Pad Code рядом его именем.

9. Выполним щелчок левой кнопки мыши на значке $\oplus$ (button02).

Легко видеть, что для данного стиля контактных площадок в таблице уже задан специальный размер 38 mils на слое Top Solder Resist.

10. Убедимся, что в списке стилей выделен стиль Rectangle 30x60, и нажмем кнопку Add Reassignment.

11. В этой строке в графе Layers в выпадающем списке выберем слой Top Paste, а в графе Size введем значение 20. То есть, уменьшив размер площадки на 10 mils, мы обеспечиваем требуемый зазор 5 mils (рис. 10).

12. Снова нажмем кнопку Add Reassignment и в появившейся новой строке в графе Layers зададим слой Bottom Paste, а в графе Size введем значение 20.

13. Снова нажмем кнопку Add Reassignment и в появившейся новой строке в графе Layers зададим слой Bottom Solder Resist, а в графе Size введем значение 38.

Последнее, что мы сделаем — это научимся настраивать термобарьеры и зазоры для контактных площадок на случай, если они попадают на области сплошной металлизации.

14. В таблице стилей выберем стиль (Pad Code) Circle 75/39.

15. В графу Clearance напротив этого стиля введем значение 15. Это означает, что если контактная площадка попадает на область сплошной заливки, принадлежащей другой цепи, то между металлизацией и контактной площадкой будет обеспечен зазор 15 тысячных дюйма.

16. В графу Relief Width напротив этого стиля тоже введем значение 15. Это означает, что если контактная площадка попадает на область сплошной заливки, принадлежащей той же цепи, то между металлизацией и контактной площадкой будут располагаться контакты шириной 15 тысячных дюйма.

17. Включим опцию Show Thermals, расположенную в правой части окна Assignments.

В окне Assignments будет показан вид только что настроенного нами термобарьера контактной площадки.

18. Для сохранения всех сделанных нами настроек нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

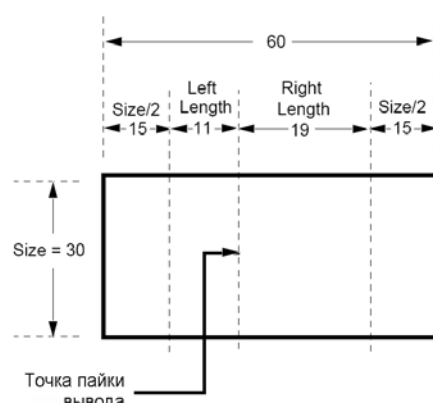


Рис. 9. Расчет длины прямоугольной КП.

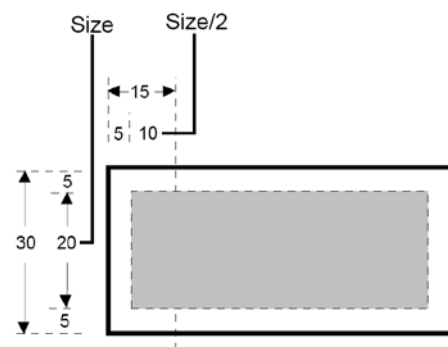


Рис. 10. Расчет размеров окна трафарета для нанесения паяльной пасты.

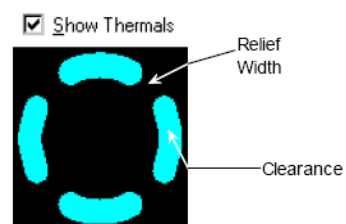


Рис. 11. Параметры термобарьера контактной площадки.

Настройка стилей текстовых надписей

Система CADSTAR допускает использование на схемах и платах два типа шрифтов: TrueType и системный (CADSTAR), входящий в стандартный комплект поставки пакета. Далее мы выполним упражнение, в ходе которого научимся создавать стили текстовых надписей и настраивать их параметры.

1. Выполним команду меню Settings | Assignments или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Text.



Used	Text Code	Font Name	Sample	Height (Thou)	Default Aspect Ratio	Width (Thou)	Line Width (Thou)
☒	Errors	(Cadstar Font)	AaBbVvZz	100	☒	100	5

Рис. 12. Выделение стиля текстовой надписи.

Нам необходимо создать стиль под названием Annotation, который в таблице должен следовать сразу после стиля Errors. Обратите внимание, что стиль Errors является заданным по умолчанию и его имя не может быть изменено, о чем свидетельствует его серый (неактивный) цвет.

3. Чтобы выделить стиль Errors, выполним щелчок левой кнопкой мыши на крайнем левом поле в строке с его описанием (рис. 12).

4. Нажмем кнопку Add Assignment. В таблице стилей появится новая строка с заданными по умолчанию параметрами.

5. В пустой графе Text Code этой строки введем название нового создаваемого стиля Annotation и нажмем клавишу Enter.

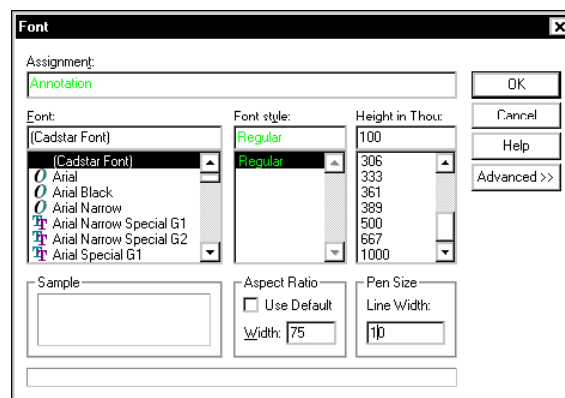


Рис. 13. Настройка параметров шрифта.

Все остальные параметры текстовых стилей в таблице изменить невозможно, так как они настраиваются в диалоговом окне Font.

6. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на любой ячейке строки стиля Annotation, например, на ячейке Height (высота).

На экране откроется диалоговое окно Font (рис. 13).

7. В списке Font выберем системный шрифт (Cadstar Font).

8. В поле Height введем значение 100 — высоту букв шрифта в тысячных долях дюйма.

9. В поле Aspect Ratio выключим опцию Use Default и в ставшем активном поле Width введем значение 75 — ширину букв шрифта в тысячных долях дюйма.

10. В поле Line Width введем значение 10 — толщину линий, используемых для прорисовки букв.

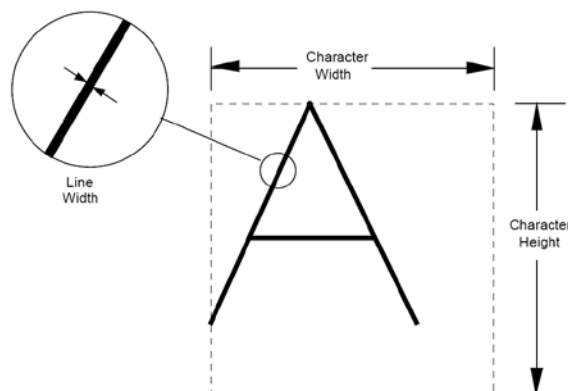
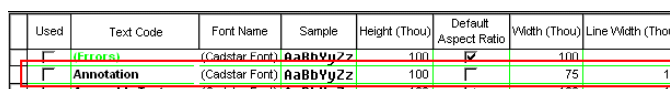


Рис. 14. Основные параметры шрифта.

Обратите внимание, что все перечисленные выше размеры букв задаются в текущих единицах измерения, а именно тысячных долях дюйма. Если бы в качестве единиц изменения в редакторе были выбраны миллиметры, то все параметры задавались бы в них. Кроме того, размеры букв задаются с учетом надстрочных и подстрочных символов, а также межбуквенного интервала (рис. 14).

11. Убедимся, что все настройки в окне Font выполнены, как показано на рисунке 13, и нажмем кнопку OK.

В окне Assignments описание созданного нами стиля Annotation автоматически обновится (рис. 15).



Used	Text Code	Font Name	Sample	Height (Thou)	Default Aspect Ratio	Width (Thou)	Line Width (Thou)
☒	Errors	(Cadstar Font)	AaBbVvZz	100	☒	100	5
☒	Annotation	(Cadstar Font)	AaBbVvZz	100	☐	75	10

Рис. 15. Полностью описанный новый стиль текста.

12. Для сохранения всех сделанных нами

настроек нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

В качестве упражнения самостоятельно создайте и настройте стиль текста, использующий TrueType шрифт.

Настройка стилей переходных отверстий

Следующее, что нам необходимо сделать, это настроить стили переходных отверстий, которые будут использоваться в проекте для обеспечения межслойных переходов. Такие отверстия добавляются на плату автоматически в процессе автотрассировки или вручную, нажатием клавиши L.

Переходные отверстия описываются двумя параметрами:

— Via Code — стиль переходного отверстия, определяющий форму и размер. В нашем примере мы будем использовать только переходные отверстия типа Circle 40/20 (круглая площадка диаметром 40 mils и отверстие с диаметром сверловки 20 mils).

— Layer Pair Code — тип переходного отверстия или, другими словами, пара слоев, описывающая с какого на какой слой осуществляется переход. Для нашего примера в дополнение к имеющемуся по умолчанию типу Through Hole (сквозному переходному отверстию) мы добавим два новых типа: Layer Pair Code 0, который будет связывать слои Top Elec (верхний слой) и слой GND (земли); а также Layer Pair Code 1, который будет связывать слои Top Elec (верхний слой) и слой VCC (питания).

То есть, не следует путать стиль и тип переходного отверстия: стиль описывает его размер, а тип — связываемые слои (рис. 16). Обратите внимание, что отверстия типов LPC=0 и LPC=1 на рисунке связывают выводы компонентов непосредственно со слоями питания и земли. Такие переходные отверстия, обеспечивающие несквозное соединение наружного слоя с внутренним, называются глухими (blind). Имеется еще одна разновидность переходных отверстий: скрытые (buried) переходные отверстия (рис. 17), обеспечивающие несквозное соединение между двумя внутренними слоями, но в нашем проекте мы их использовать не будем.

Примечание: На практике необходимо консультироваться с изготовителем печатных плат и уточнить, допускает ли используемая им технология изготовления применение глухих и/или скрытых отверстий. Производитель может не принимать заказы с использованием таких переходных отверстий, или стоимость плат с их использованием может быть неприемлемой.

Проверим, какие стили и типы переходных отверстий используются в проекте по умолчанию.

1. Выполним команду меню Setting | Defaults.

2. В появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Routes (рис. 18).

Здесь в поле Routing Layers задаются используемые по умолчанию стиль (Via Code) и типа (Layer Pair Code) переходных отверстий. Легко видеть, что по умолчанию система будет использовать сквозные переходные отверстия с круглыми контактными площадками диаметром 40 mils, с диаметром сверления 20 mils (стиль Circle 40/20). Таким образом, если система не обнаружит для данной пары слоев корректно определенного для автоматического использования типа переходного отверстия, то на плату будет добавлено сквозное переходное отверстие диаметром 40 thou, соединяющее верхний и нижний слой.

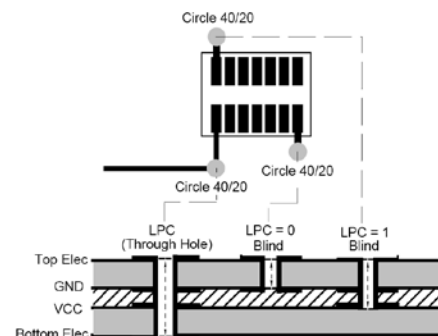


Рис. 16. Стили и типы используемых в

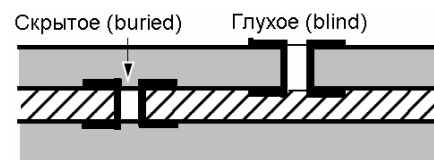


Рис. 17. Разновидности несквозных переходных отверстий.

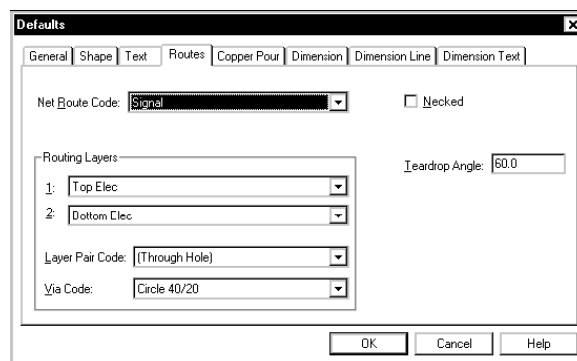


Рис. 18. Настройки используемых по умолчанию стиля и типа переходных отверстий.

3. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Defaults.

Выполним настройку типов переходных отверстий.

4. Выполним команду меню Settings | Assignments или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

5. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Layer Pair.

Здесь приведена таблица заданных в проекте типов переходных отверстий. Пока в таблице присутствует только один тип Through Hole (сквозное).

6. Нажмем кнопку Add Assignment. В таблице появится новая строка с заданными по умолчанию параметрами.

7. В пустой графе Layer Pair Code этой строки введем название нового создаваемого типа 0 и нажмем клавишу Enter.

8. В графе Maximum Physical Layer в выпадающем списке выберем слой GND. Стиль (Via Code) Circle 40/20 оставим без изменения.

9. Снова нажмем кнопку Add Assignment. В таблице появится еще одна новая строка.

10. В пустой графе Layer Pair Code этой строки введем название нового создаваемого типа 1 и нажмем клавишу Enter.

11. В графе Maximum Physical Layer в выпадающем списке выберем слой VCC. Стиль (Via Code) Circle 40/20 оставим без изменения.

Used	Layer Pair Code	Minimum Physical Layer	Maximum Physical Layer	Via Code	Auto Selectable
☐	0	1: Top Elec	2: GND	Circle 40/20	☒
☐	1	1: Top Elec	3: VCC	Circle 40/20	☒
☐	(Through Hole)			Circle 40/20	☒

Рис. 19. Таблица типов переходных отверстий.

В итоге мы получим таблицу, показанную на рисунке 19. Обратите внимание, на включенные галочки Auto Selectable напротив каждого из приведенных здесь типов переходных отверстий. Эта опция позволяет системе автоматически выбирать и применять такие типы переходных отверстий, чтобы добиться наилучшего использования свободного пространства на слоях. Например, когда переходное отверстие в нашем проекте должно соединить цепь со слоем земли, система автоматически использует переходное отверстие типа Layer Pair Code 0, которое соединит верхний сигнальный Top Elec слой со слоем GND. В противном случае, для межслойного перехода будет использовано сквозное отверстие типа Through Hole.

12. Для сохранения всех сделанных нами настроек нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

Сохранение проекта

Прежде чем продолжить работу с проектом, полезно будет его сохранить.

Прежде всего, добавим к проекту комментарий, который позднее поможет вам или вашим коллегам понять, что именно вы делали в данном проекте, и какова была его цель создания.

1. Выполним команду меню File | Properties.

Откроется диалоговое окно Properties (рис. 20), в котором имеется большая панель для ввода текста.

2. В поле Design Title введем текст Course Design Technology Set Up, как показано на рисунке, или любой другой комментарий, в том числе и на русском языке, после чего нажмем кнопку ОК.

Следует помнить, что 10 первых строк данного текстового комментария будут присутствовать в любом текстовом отчете, генерируемом системой CADSTAR, поэтому комментарии должны быть достаточно лаконичными.

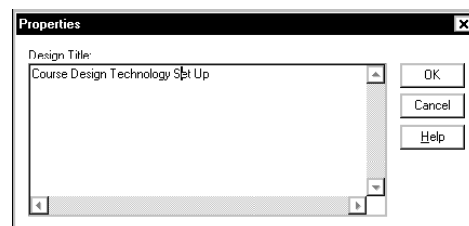


Рис. 20. Ввод в проект текстового комментария.

3. Выполним команду меню File | Save As.

4. В появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, и укажем имя файла проекта, например, selftch2.pcb.

5. Нажмем кнопку Сохранить.

Сохранение проекта в качестве технологического шаблона

Сделанные нами настройки технологии платы могут быть использованы и при создании других проектов. Для этого нам необходимо сохранить текущий проект как технологический шаблон (Template).

Первое что нам надо сделать — это удалить из проекта все имеющиеся в нем компоненты, так как нам не надо сохранять их как часть шаблона.

1. Нажмем комбинацию клавиш Ctrl+A и выделим все имеющиеся на плате компоненты.

2. Выполним команду меню Edit | Delete или нажмем клавишу Delete.

3. В появившемся окне нажмем кнопку Yes и подтвердим свое намерение удалить все компоненты.

Все компоненты и связи между ними будут удалены. Теперь мы можем сохранить пустой проект в качестве шаблона.

4. Выполним команду меню File | Save As Template.

5. В появившемся диалоговом окне Save As Template (рис. 21) введем имя для технологического шаблона, например, Technology1 и нажмем кнопку OK.

Теперь, если мы выполним команду меню File | New, то в окне New на вкладке PCB Design наряду со стандартными будет присутствовать созданный нами технологический шаблон Technology1.

Обратите внимание, что после сохранения в качестве шаблона открытый в редакторе плат проект будет называться Technology1.pcb.

6. Закроем его, выполнив команду меню File | Close.

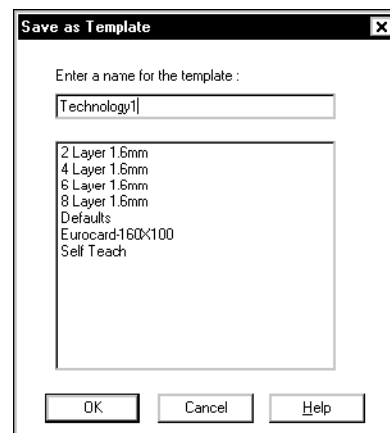


Рис. 21. Сохранение проекта как технологического шаблона.

Создание контура печатной платы

Прежде чем начинать размещение компонентов или трассировку проводников на плате, необходимо задать ее контур. Для начала сделаем ряд упражнений для освоения приемов рисования в редакторе печатных плат CADSTAR и нарисуем относительно простой контур платы (рис. 22). Отметим, что все размеры на рисунке приведены в дюймах.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем сохраненный ранее файл selftch2.pcb или проект Chapter3.pcb, входящий в состав стандартной поставки пакета CADSTAR. Если все предыдущие упражнения были выполнены правильно, то оба этих файла должны быть идентичными и содержать все необходимые технологические настройки.

Чтобы упростить позиционирование курсора, мы будем использовать наиболее удобный крупный шаг сетки. Чтобы иметь возможность рисовать контур без прокручивания (скроллинга) изображения, мы установим режим отображения, когда конур масштабируется таким образом, чтобы полностью помещаться в рабочем окне.

1. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на поле Grid в строке состояния.

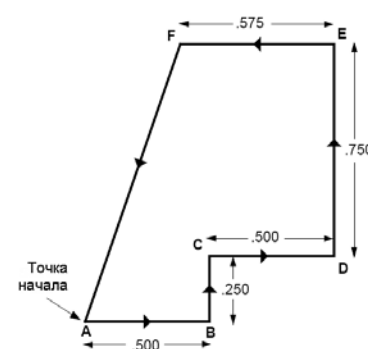


Рис. 22. Контур платы, который мы будем рисовать в качестве упражнения.

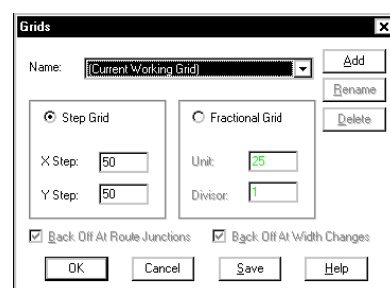


Рис. 23. Настройка сетки для рисования контура платы.

2. В появившемся окне Grids (рис. 23) в выпадающем списке Name выберем строку Current Working Grid.

3. В поля X Step и Y Step введем значения 50 и нажмем кнопку OK.

4. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

5. Выполним команду меню View | Zoom Out или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов, чтобы в окне редактора был показан несколько больший участок рабочего поля.

6. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

7. Поместим указатель мыши в точку с координатами X500 и Y1000 и нажмем левую кнопку мыши.

8. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим указатель мыши на 2 дюйма влево и вверх.

Как мы помним, относительная позиция курсора отображается в строке состояния справа от абсолютной.

Перейдем к выбору цвета, которым будем отображаться контур платы. Также надо убедиться, что данный цвет является "разрешенным" (Pickable), то есть, доступным для выделения мышью. В противном случае, мы не сможем перемещать, изменять и поворачивать элементы контура.

9. Выполним команду Settings | Colours.

10. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category в помощью Мыши выделим строку Board Outline (рис. 24).

11. Проверим, что в строке Board Outline параметры Set Visible и True Size установлены в состояние Yes.

Если это не так, то воспользуемся кнопками в нижней части окна для установки соответствующего параметра или выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на значении параметра в таблице.

12. Нажмем кнопку Change Colours.

13. В появившемся диалоговом окне Colours - Board Outline (рис. 25) зададим для контура платы желтый цвет и нажмем кнопку OK.

Нашей следующей задачей будет удостовериться, что желтый является разрешенным для выделения цветом.

14. В окне Colours нажмем кнопку Pickable Colours.

15. В появившемся диалоговом окне Colours - Pickable Colours (рис. 26) для желтого цвета параметр Pickable должен быть установлен в состояние Yes. Если нет, то выделим строку с желтым цветом, нажмем кнопку Pickable Yes и нажмем кнопку OK.

16. Закроем окно Colours, нажав кнопку OK.

Теперь мы полностью готовы к рисованию контура.

Система CADSTAR предлагает пользователю различные режимы

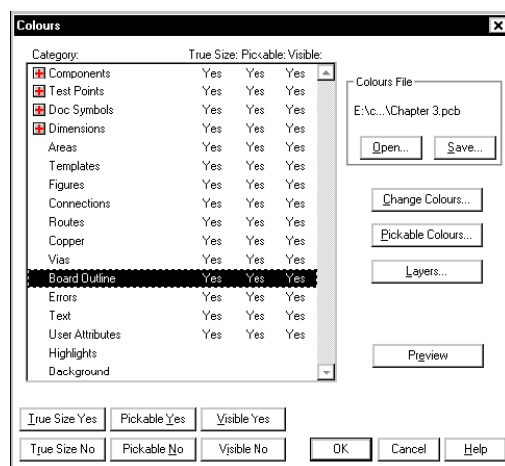


Рис. 24. Настройка параметров отображения контура платы.

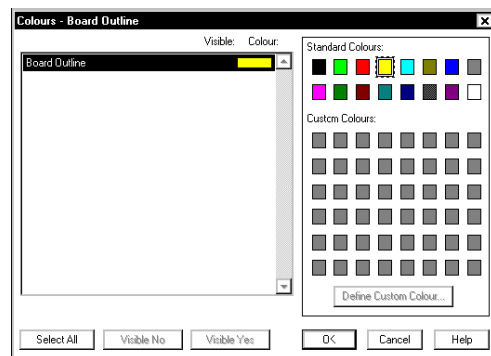


Рис. 25. Настройка цвета для отображения контура платы.

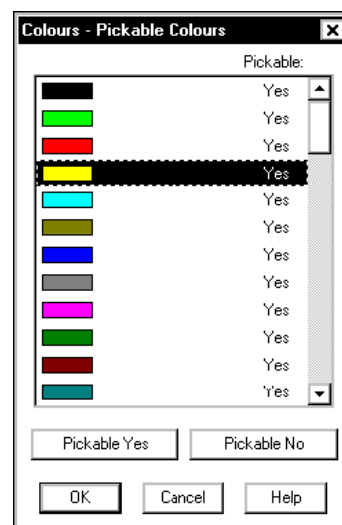


Рис. 26. Настройка разрешенных цветов.

привязки рисуемых объектов к ранее нарисованным фигурам, что значительно упрощает пользователю поиск концов и середины линий, центров окружностей и дуг, пересечений и т.д. Кнопки выбора этих режимов расположены на панели инструментов Snap.

17. Выполним команду меню View | Toolbars | Snap и включим отображение панели Snap на экране.

18. Нажмем на этой панели четыре кнопки: Ends of Lines (концы линий), Centres of Lines (середины линий), Perpendicular Junctions (перпендикулярные соединения линий) и Intersection of Lines (пересечения линий), как показано на рисунке 27.



Рис. 27. Панель инструментов Snap.

19. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку (button06) на панели инструментов.

20. В появившемся на экране диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape (рис. 28), в поле Type выберем опцию Board и в выпадающем списке Code выберем стиль линий Line 1.

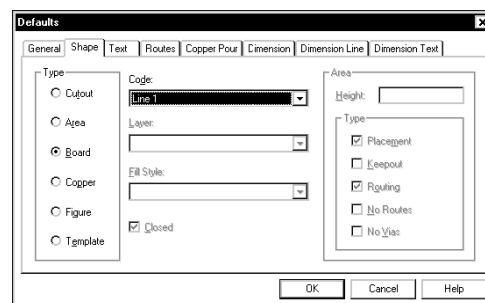


Рис. 28. Настройка линий для рисования контура платы.

21. Нажмем кнопку OK и закроем окно Defaults.

22. Включим ортогональный стиль рисования, для чего выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне Options на закладке Interaction в поле Add Segment Mode включим опцию Two Segment – 90 Degrees и нажмем кнопку OK.

23. Выполним команду меню Add | Shape | Polygon или нажмем кнопку (button07) на панели инструментов Shape.

24. Переместим указатель мыши в точку с координатами X1000 и Y1000 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

25. Контролируя относительные координаты курсора в поле строки состояния, сдвинем курсор право на 500 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Примечание: В случае, если точное позиционирование курсора с помощью мыши затруднено (например, из-за мелкого шага или неудачно подобранного масштаба отображения), для его перемещения можно использовать клавиши стрелок на клавиатуре.

Мы нарисовали первый горизонтальный сегмент АВ контура платы. Система предлагает нам нарисовать следующий сегмент. Редактор плат CADSTAR предоставляет пользователю возможность использовать вспомогательные конструкционные линии, которые по окончании рисования автоматически удаляются.

26. Наведем курсор на правый конец только что нарисованного сегмента, нажмем правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Add Vertical Construction Line.

На экране появится вертикальная пунктирная линия, проходящая через точку, в которой находится курсор.

27. Контролируя относительные координаты курсора в поле строки состояния, сдвинем курсор вверх на 250 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши, чем нарисует первый вертикальный сегмент BC.

28. Нажмем правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Add Horizontal Construction Line.

На экране появится горизонтальная пунктирная линия, проходящая через точку, в которой находится курсор.

29. Сдвинем курсор вправо на 500 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши, чем нарисует второй горизонтальный сегмент CD.

30. Сдвинем курсор вверх на 750 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши, чем нарисуем второй вертикальный сегмент DE.

Конец следующего горизонтального сегмента (точка F) не попадает в узел установленной сетки (50 mils), так как его длина должна быть 575 mils.

31. Не выходя из режима рисования, наберем на клавиатуре команду G 25 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

Новое значение шага сетки будет отображаться в строке состояния рядом с полем текущих единиц измерения.

32. Сдвинем курсор влево на 575 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши, чем нарисуем третий горизонтальный сегмент EF.

Последняя введенная точка соединяется с начальной точкой наклонной линией, которую мы не сможем нарисовать в ортогональном режиме. Так как этот наклонный сегмент является последним, то мы можем дать возможность системе дорисовать его автоматически.

33. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на точке F.

Система автоматически завершит прорисовку контура и удалит вспомогательные конструкционные линии.

Теперь, когда нами создан базовый объект контура, мы имеем возможность изменять его, перемещая имеющиеся сегменты и добавляя новые. Для начала, переместим два имеющихся сегмента контура, как показано на рисунке 29. Старое положение сегментов показано пунктиром.

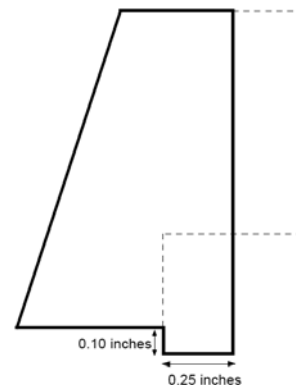


Рис. 29. Новый контур платы (старый показан пунктиром).

34. Выключим маркеры редактирования, для чего выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне Options на закладке Interaction в поле Interaction выключим опцию Enable Resize Markers и нажмем кнопку OK.

35. Нажмем кнопку Select  (button08) на панели инструментов.

36. Наведем указатель мыши на вертикальный сегмент DE, нажмем левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, переместим сегмент влево на 250 mils, после чего отпустим кнопку.

37. Аналогичным образом захватим и переместим горизонтальный сегмент CD вниз на 350 mils.

Обратите внимание, что пользователь может перемещать горизонтальные линии только в вертикальном направлении и, наоборот, вертикальные линии только в горизонтальном направлении.

Приступим к добавлению выступов к правому вертикальному сегменту, как показано на рисунке 30.

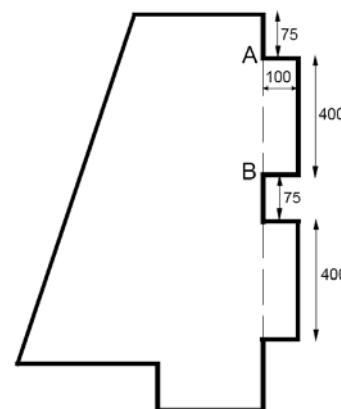


Рис. 30. Добавление выступов на правый сегмент.

38. Прежде всего, убедимся, что на чертеже нет выделенных объектов, для чего выполним команду меню Edit | Deselect All или введем с клавиатуры команду D и нажмем клавишу Enter.

39. Нажмем кнопку Edit Segment  (button09) на панели инструментов и с помощью мыши выберем правый вертикальный сегмент контура.

В точке выделения система сделает излом, который будет перемещаться за указателем мыши.

40. Чтобы точно позиционировать угол A (рис. 30) обнулим относительные координаты, для чего наведем курсор на правый верхний угол контура, введем с клавиатуры команду Z и нажмем клавишу Enter.

41. Переместим курсор на 75 mils вниз от правого верхнего угла контура и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

42. Переместим курсор на 100 mils вправо и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Угол A создан.

43. Переместим курсор на 400 mils вниз и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

44. Переместим курсор на 100 mils влево и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Первый выступ создан.

45. Переместим курсор на 75 mils вниз и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Угол В создан.

46. Переместим курсор на 100 mils вправо и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

47. Переместим курсор на 400 mils вниз и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

48. Переместим курсор на 100 mils влево и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Второй выступ создан.

49. Для выхода из режима редактирования сегмента выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на точке последнего излома.

Итак, мы завершили прорисовку всех прямых линий контура. Теперь нам предстоит добавить в контур несколько дуг и окружностей.

Первым шагом мы создадим кривую, обозначенную на рисунке 31 буквой С.

50. Выполним команду меню Actions | Modify Arc и с помощью мыши выберем наклонную линию.

51. Сдвинем указатель мыши вправо, отслеживая радиус и угол рисуемой дуги в строке состояния.

52. Добьемся, чтобы дуга С выглядела, как показано на рисунке 31 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

53. Снова выполним команду меню Actions | Modify Arc и приступим к рисованию дуги D.

54. Сдвинем указатель мыши вправо, отслеживая радиус и угол рисуемой дуги в строке состояния.

Легко видеть, что текущий шаг сетки не позволяет нам точно прорисовать дугу диаметром 75 mils и углом 180 градусов.

55. Введем с клавиатуры команду G 12.5 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

56. Сдвинем курсор так, чтобы угол дуги составил 180 градусов, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Теперь мы приступим к добавлению на плату круглых вырезов.

57. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

58. В появившемся на экране диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape, в поле Type выберем опцию Cutout и нажмем кнопку OK.

59. Выполним команду меню Add | Shape | Circle или нажмем кнопку Add Circle  (button10) на панели инструментов Shape.

В строке состояния появится подсказка Select shape in which cutout should be created (выберите объект, в котором должен быть сделан вырез).

60. С помощью мыши укажите нарисованный нами контур платы.

В строке состояния появится подсказка Select position for centre of circle (задайте местоположение центра окружности).

61. Переместите курсор в нужную точку чертежа и выполните щелчок левой кнопкой мыши.

62. Переместите курсор вниз пока значение радиуса окружности в строке состояния не станет равным 37.5 mils и выполните щелчок левой кнопкой мыши.

В порядке упражнения добавьте на чертеж две оставшихся окружности, не забывая сначала указывать объект, в котором они будут присутствовать в виде вырезов.

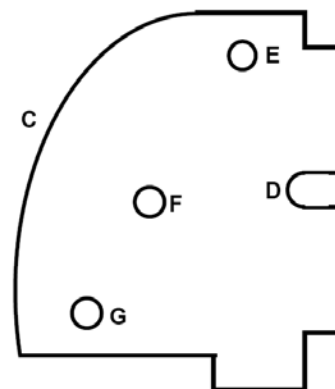


Рис. 31. Добавление к контуру дуг и окружностей.

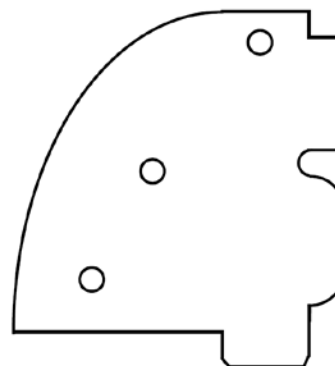


Рис. 32. Добавление к контуру скосов и сглаживаний.

Теперь мы можем приступить к добавлению на чертеж скосов и сглаживаний, как показано на рисунке 32. Отметим, что прямые углы в редакторе плат CADSTAR могут быть видоизменяться с помощью скосов и сглаживаний до тех пор, пока сегменты, составляющие угол, продолжают оставаться ортогональными один другому.

63. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы нижний горизонтальный выступ контура отображался наилучшим образом.

64. Введем с клавиатуры команду G 25 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

65. Выполним команду меню Actions | Mitre Corner.

66. Наведем указатель мыши на левый нижний угол выступа и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

67. Перемещением курсора добьемся, чтобы срез имел размеры 25 на 25 mils, и щелчком левой кнопки мыши завершим создание среза.

68. Аналогичным образом добавим срез к правому нижнему углу выступа.

69. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы нижний вертикальный выступ контура отображался наилучшим образом.

70. Выполним команду меню Actions | Fillet Corner.

66. Наведем указатель мыши на нижний угол выступа и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

67. Перемещением курсора добьемся, чтобы радиус закругления составил 75 mils, и щелчком левой кнопки мыши завершим создание скругления.

68. Аналогичным образом добавим скругление к верхнему углу выступа.

Далее мы рассмотрим редактирование нарисованного контура платы с помощью специальных маркеров. Как мы помним, перед началом рисования мы их выключили.

69. Включим маркеры редактирования, для чего выполним команду меню Tools | Options и в открывшемся окне Options на закладке Interaction в поле Interaction включим опцию Enable Resize Markers и нажмем кнопку ОК.

70. Нажмем кнопку Select  (button08) на панели инструментов.

71. С помощью мыши выберем нарисованный нами контур платы.

Контур будет окружен пунктирным прямоугольником с маленькими залитыми квадратиками (маркерами) по углам. Аналогичные, но не залитые маркеры появятся на точках излома контура. Залитые маркеры используются для изменения размеров всего объекта. Не залитые маркеры служат для изменения формы контура (рис. 33).

72. С помощью мыши захватим один из залитых маркеров и потянем его наружу от объекта.

Объект пропорционально увеличивается, а коэффициент масштабирования в процентах отображается в строке состояния в поле относительных координат.

73. Сделаем объект приблизительно на 30% больше и отпустим маркер.

74. Теперь с помощью мыши захватим один из не залитых маркеров любого из прямолинейных сегментов и переместим в произвольном направлении.

Легко видеть, что на месте маркера появился излом, вершина которого может быть перемещена в нужную нам точку. К новым образованным сегментам добавились новые маркеры редактирования. Обратите внимание, что маркеры, расположенные на дугах или окружностях позволяют менять лишь их радиус.

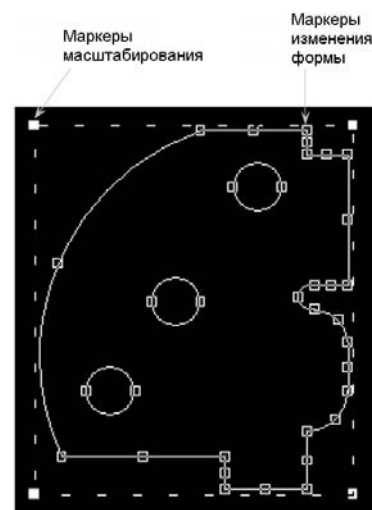


Рис. 33. Использование маркеров редактирования.

Измерения расстояний на чертеже

Система CADSTAR имеет специальный инструмент, служащий для измерения размеров нарисованных объектов.

1. Выполним команду меню Actions | Measure Tool.
2. Выполним щелчок в нужном месте объекта и переместим указатель мыши.

На экране появится размер со стрелками, показывающий расстояние между стартовой точкой и текущим положением курсора (рис. 34).

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на другой точке чертежа.

На экране появится диалоговое окно Measurement Tool, показанное на рисунке 35. Здесь отображается расстояние между двумя выбранными точками следующими способами: по прямой (Measured Distance); по вертикали и горизонтали (X Distance и Y Distance) и манхэттенское расстояние (Manhattan Distance) как сумма расстояний по вертикали и горизонтали.

Кнопка Convert позволяет преобразовать сделанное измерение в условное обозначение размера со стрелками и значением. В нашем примере мы не будем использовать эту кнопку, так как простановку размеров мы будем изучать на последующих занятиях.

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Measurement Tool.
5. Нажмем клавишу Escape и выйдем из режима измерения расстояний.

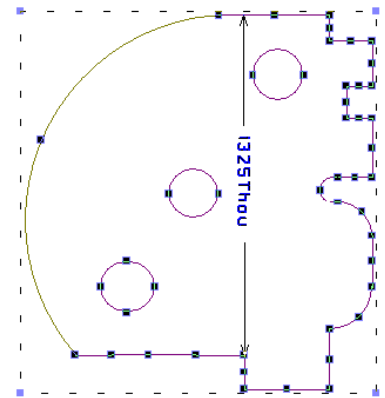


Рис. 34. Измерение размеров объектов на чертеже

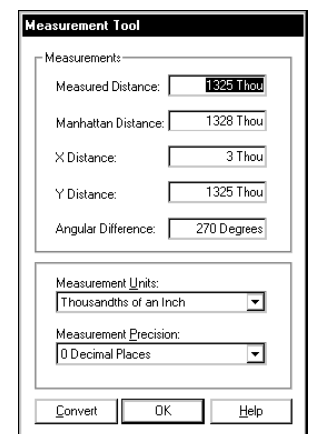


Рис. 35. Результат измерения расстояния между двумя точками чертежа.

Использование окна Shape Properties

Для любого нарисованного на чертеже объекта мы можем получить его описание в виде набора его координат по осям X и Y, что является альтернативным методом проверки точности размеров нашего объекта.

Прежде всего, проверим, что окно Shape Properties отображается на панели управления редактором. Если это не так, то включим его.

1. Выполним команду меню View | Windows | Shape Properties и включим отображение окна.
2. Щелкнем на окне Shape Properties, чтобы оно стало активным.
3. Нажмем кнопку Select (button08) на панели инструментов.
4. Выберем любую точку в нарисованном нами на контуре.

В окне свойств объекта появится таблица, содержащая набор координат X и Y, описывающая наш объект. Мы можем сделать точные изменения объекта простым редактированием этих значений.

5. Введем новое значение X в строке Line To и нажмем клавишу Enter.

Легко видеть, что форма объекта изменилась. Более удобные для понимания значения в таблице можно получить, если включить режим отображения относительных координат (опция Relative). В этом случае в строке Line To будет отображаться реальная длина линий.

Итак, на данном занятии мы научились задавать основные технологические настройки проекта печатной платы, стили контактных площадок, стили и типы переходных отверстий, стили текстовых надписей.

Кроме того, на примере прорисовки простого контура платы мы освоили основные приемы рисования и редактирования объектов на чертеже.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем нарисовать другой контур платы для нашего учебного проекта. В ходе выполнения упражнения пользователю потребуется выполнить следующие действия:

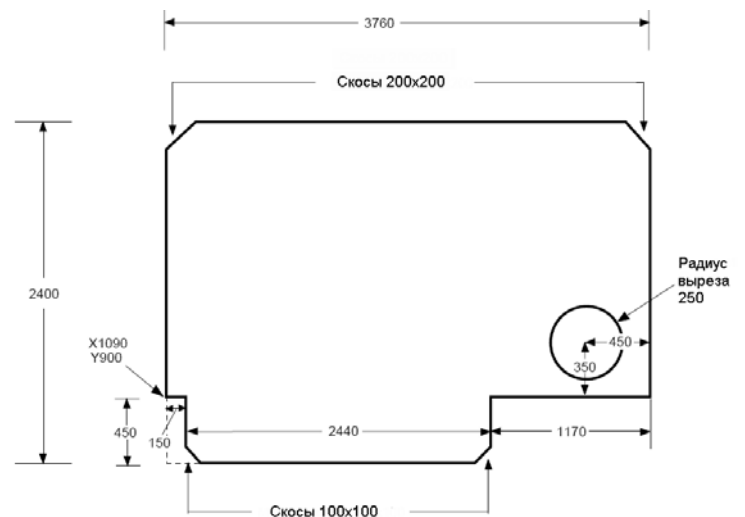


Рис. 36. Чертеж контура платы для самостоятельного упражнения.

1. Удалить ранее нарисованный контур платы.
2. Нарисовать новый контур согласно чертежу, представленному на рисунке 36, используя функции Add Rectangle, Edit Segment и Mitre Corner.
3. Добавить к контуру платы вырез в виде окружности.
4. Добавить в проект комментарий Board Outline Added и сохранить его под новым именем.

Урок 8. Редактор печатных плат системы CADSTAR: размещение компонентов

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились делать общие настройки проекта печатной платы: определять стек слоев, задавать параметры переходных отверстий и контактных площадок, описывать маски, изменять стили текстовых надписей и рисовать контур платы. Теперь мы можем приступить непосредственно к проектированию: размещению компонентов. На данном занятии мы научимся размещать компоненты внутри контура нашей платы в ручном и автоматическом режиме, с условием обеспечения трассируемости топологии и минимизации длины связей. Далее мы оптимизируем топологию за счет использования функции замены эквивалентных вентилях и выводов. В заключение мы рассмотрим, как в редакторе плат работает функция переименования компонентов.

Размещение компонентов

Для работы нам потребуется специальный пример. Если читатель последовательно изучает данные уроки, то у него должен сохраниться проект, полученный на предыдущем занятии. Если по каким-либо причинам такой проект отсутствует, воспользуемся готовым учебным файлом Chapter4.pcb, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter4.pcb.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом. Легко видеть, что здесь имеется нарисованный контур платы, а все компоненты размещены в левом нижнем углу платы в точку начала координат (X0, Y0).

Первое, что мы сделаем, это вручную разместим компоненты, которые будут иметь строго фиксированные позиции и не будут перемещаться в процессе проектирования. В нашем проекте такой компонент всего один — торцевой разъем EC1.

3. Выполним команду меню Actions | Modify Item | Move или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

Так как все компоненты свалены в кучу в одной точке, нам будет проблематично выбрать нужный компонент с помощью мыши. Воспользуемся другим способом.

4. Наберем на клавиатуре текст EC1 и нажмем клавишу Enter.

Разъем окажется приклеенным к указателю мыши (рис. 1). Обратите внимание, что в ходе выполнения команды Move нет необходимости удерживать нажатой левую кнопку мыши. Кроме того, связанные с разъемом соединения продолжают тянуться за ним в процессе перемещения.

5. Наберем на клавиатуре команду C и нажмем клавишу Enter.

"Резиновые" соединения перестанут отображаться на экране.

6. Наберем на клавиатуре команду P и нажмем клавишу Enter.

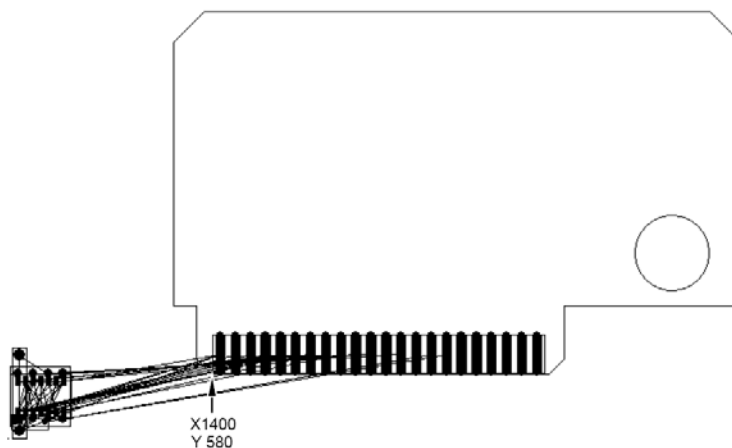


Рис. 1. Ручное размещение разъема.

Теперь с экрана исчезнут контактные площадки компонента. Данные команды позволяют существенно разгрузить экран редактора печатных плат и ускорить обновление изображения. Ввод команд с клавиатуры позволяет изменить режим отображения, не прерывая выполнения основной операции — перемещения компонента. Напомним, что другим способом изменения режима отображения является настройка соответствующих опций Dynamic Item на вкладке Display диалогового окна Options, вызываемого командой Tools | Options.

7. Выполним клавиатурную команду G 20 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter, чем установим сетку равной 20 милс.

8. Переместим указатель мыши, отслеживая координаты точки привязки разъема в строке состояния, в точку с координатами X1400 Y580 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Разъем окажется размещенным в указанном месте. Нам остается зафиксировать его.

9. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на разъеме и в появившемся контекстном меню выберем команду Fix.

Теперь данный компонент будет заблокирован от перемещения при выполнении любых последующих операций.

Примечание: При выборе и перемещении объектов нажатием правой кнопки мыши мы можем вызывать контекстные меню, содержащие наиболее нужные в данный момент команды. Это позволяет избегать лишних движений мышью к панели инструментов.

10. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов и выйдем из режима ручного размещения.

Перед выполнением автоматического размещения, изменим настройки отображения компонентов таким образом, чтобы сделать невидимыми их несущественные детали: контур корпуса компонента и посадочного места, имя компонента, связи и атрибуты. Вся эта графическая информация содержится на специальных неэлектрических слоях. В нашем примере контур корпуса содержится в слоях, именуемых Top Silk и Top Assembly, а контур размещения находится в слое под именем Top Placement (рис. 2).

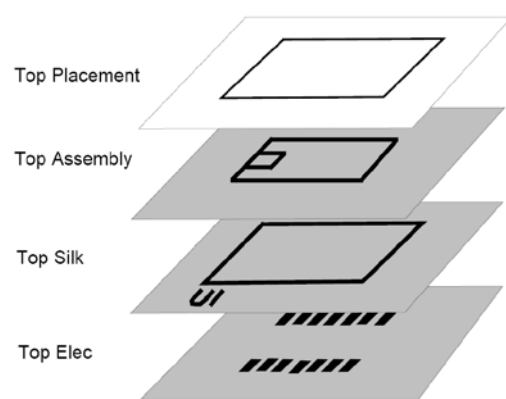


Рис. 2. Распределение графической информации о компоненте на разных слоях.

9. Выполним команду Settings | Colours и в появившемся диалоговом окне Colours нажмем кнопку Layers.

Все, что нам необходимо видеть при размещении — это контактные площадки и контуры размещения.

10. Удерживая нажатой клавишу CTRL, щелчком левой кнопкой мыши последовательно выделим слои Top Assembly и Top Silk в списке Layer Name, после чего нажмем кнопку Visible No.

11. Убедимся, что опция Apply To All Categories включена (рис. 3), что означает, что данные действия применяются для всех элементов находящихся на данном слое, и нажмем кнопку OK.

12. Чтобы увидеть эффект от выполненных установок, нажмем кнопку Preview в диалоговом окне Colours.

Теперь компоненты на плате будут отображаться только в виде набора контактных площадок и контура размещения. Нам осталось только выключить отображение связей и пользовательских атрибутов.

13. В окне Colours, удерживая нажатой клавишу CTRL, щелчком левой кнопкой мыши последовательно выделим объекты Connections и User Attributes в списке Category, после чего нажмем кнопку Visible No.

14. Нажмем кнопку OK и закроем диалоговое окно Colours.

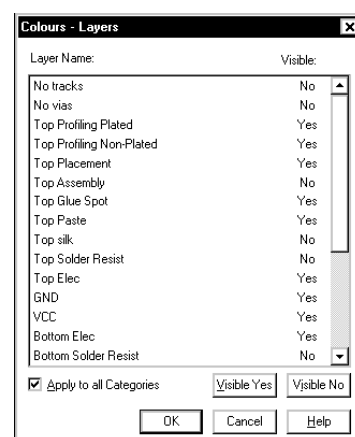


Рис. 3. Настройка параметров отображения слоев.

На текущий момент все компоненты за исключением зафиксированного нами торцевого разъёма наложены друг на друга в точке с координатами X0 Y0. Для того, чтобы облегчить нахождение нужного компонента при операции размещения мы предварительно расположим компоненты вокруг контура платы в алфавитном порядке, как показано на рисунке 4.

15. Выполним команду меню Actions | Placement | Arrange Components.

На экране появится первое окно мастера расположения компонентов (рис. 5).

16. Выберем опцию Place Around Board Outline (разместить вокруг контура платы) и нажмем кнопку Next.

Примечание: данный метод по умолчанию располагает компоненты в алфавитном порядке.

На экране появится второе окно мастера расположения компонентов (рис. 6). Большинство из представленных здесь параметров используются другими методами размещения компонентов и здесь неактивны. Наш простой пример использует только два параметра: Outside Board Outline (снаружи контура платы), который всегда выбран и не требует изменений, и Component Separation, определяющий зазор между компонентами. Опция Stack Matching Component обычно используется для однотипных компонентов, которые могут быть размещены один над другим с шагом, заданным в поле Stacking Offset.

17. В поле Component Separation введем значение 50 и нажмем кнопку Finish.

В результате компоненты будут расположены вокруг периметра платы.

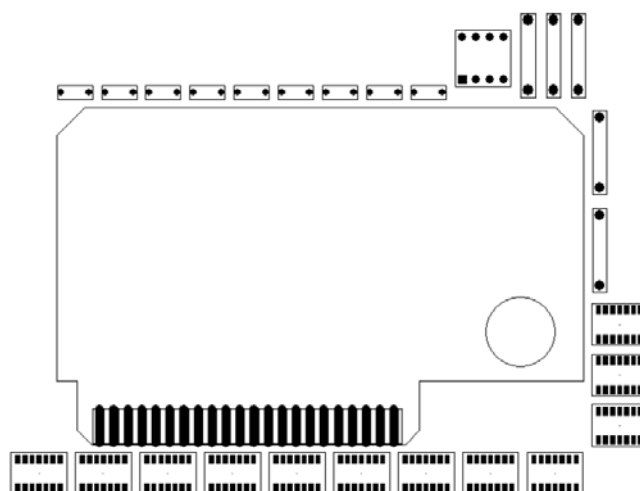


Рис. 4. Размещение компонентов вокруг контура платы.

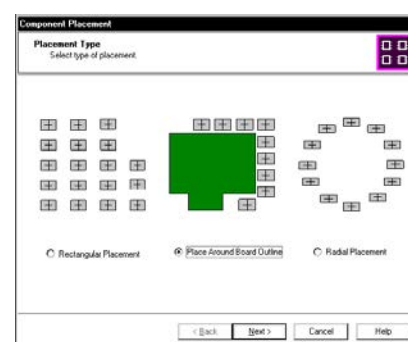


Рис. 5. Первое окно мастера расположения компонентов.

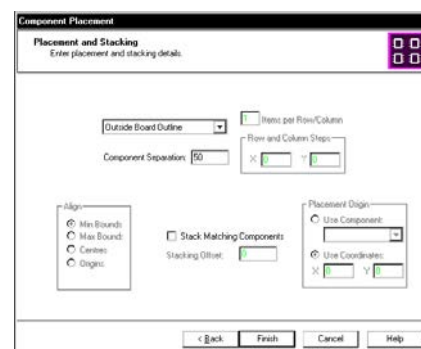


Рис. 6. Второе окно мастера расположения компонентов.

Создание областей размещения

Помимо размещения компонентов одной операцией, в редакторе печатных плат CADSTAR имеется возможность разбиения проекта на отдельные области, с последующим размещением в их рамках относящихся к ним компонентов. В нашем примере мы создадим две области: одну для цифровых цепей, а другую для аналогового преобразователя, как показано на рисунке 7.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов, чтобы вся плата отображалась в окне редактора оптимальным образом.

2. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

3. В появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape (рис. 8), в поле Type выберем опцию Area, в выпадающем списке Code выберем стиль линий Line 8, а также включим опцию Placement.

Для лучшего понимания значения выполняемых настроек имеет смысл описать их более подробно.

— Опция Area показывает, что создаваемый объект является областью, тип которой задается в поле Area Type.

— Список Code определяет стиль линии, которой область будет показана на экране.

— Список Layer определяет на размещение каких сторон платы будет допустимо для данной области. В нашем примере выбран слой Top Elec, что означает, что в этой области компоненты будут размещаться только на верхней стороне платы.

— Опции Area Type активны только когда в поле Type выбрана опция Area. Опция Placement используется, чтобы показать, что данная область используется для размещения компонентов.

— Поле Height задает максимально допустимую высоту компонентов размещаемых в данной области. Этот параметр используется в процедуре проверки корректности проекта (DRC). Высота компонентов задается в процессе создания библиотечного элемента.

Приступим к рисованию области размещения.

4. Выполним команду меню Add | Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов Shape.

5. Переместим курсор в точку с координатами X1200 Y900 и выполним щелчок левой кнопкой мыши для начала рисования прямоугольника.

6. Выполним клавиатурную команду G 50 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter, чем установим сетку равной 50 милс.

7. Переместим курсор в точку с координатами X3050 Y2850 (рис. 7) и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши для завершения процедуры рисования.

Нарисованной области необходимо присвоить имя, что позволит выбирать ее в ходе автоматического размещения. Проще всего это сделать с использованием функции Item Properties.

8. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов и выберем любой сегмент только что созданного прямоугольника.

9. Нажмем кнопку Item Properties  (button06) на панели инструментов.

10. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Area (рис. 9) в поле Name вместо имени по умолчанию введем имя Digital, после чего нажмем кнопку OK.

Приступим к рисованию второй области для аналоговых компонентов.

11. Выполним команду меню Add | Shape | Polygon или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов Shape.

12. Переместим указатель мыши в точку с координатами X3100 и Y900 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

13. Контролируя относительные координаты курсора в поле строки состояния, сдвинем курсор право на 850 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

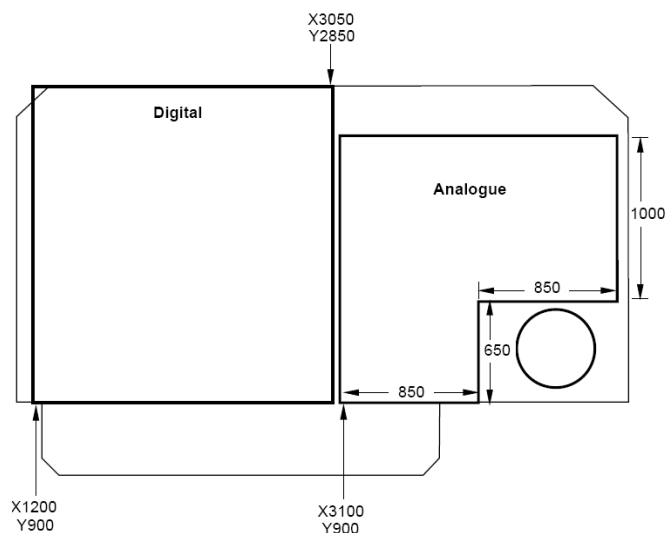


Рис. 7. Области ра

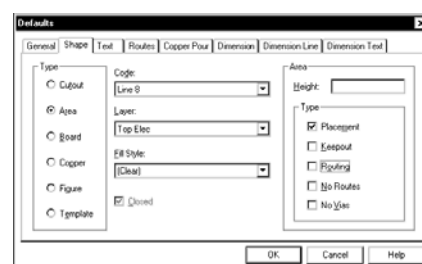


Рис. 8. Настройки для рисования области размещения компонентов.

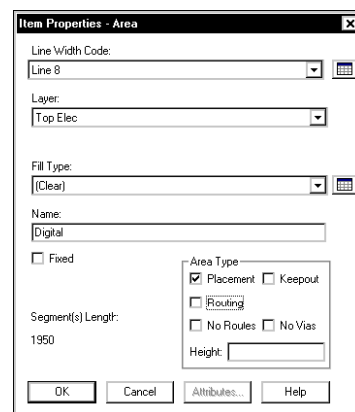


Рис. 9. Присвоение имени области размещения.

14. Контролируя относительные координаты курсора в поле строки состояния, сдвинем курсор вверх на 650 тысячных долей дюйма и выполним щелчок левой кнопкой мыши.
15. Аналогичным образом нарисуем все оставшиеся сегменты полигона (рис. 7) и двойным щелчком левой кнопки мыши завершим рисование.
16. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов, выполним щелчок правой кнопкой мыши на любом сегменте полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Item Properties.
17. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Area в поле Name вместо имени по умолчанию введем имя Analogue, после чего нажмем кнопку OK.

Настройка сеток для размещения компонентов

Следующим шагом мы зададим специальные сетки для процедуры автоматического размещения. Сетки не должны быть слишком мелкими, так как в этом случае время размещения значительно увеличится. Система будет пытаться учитывать каждую точку сетки, даже если большая часть этих точек будет излишней.

1. Выполним команду меню Setting | Grids.
2. В появившемся диалоговом окне Grids (рис. 10) включим опцию Step Grid и в полях X Step и Y Step введем значения 525 и 425 соответственно.
3. Нажмем кнопку Add, в появившемся окне New Grid Name введем новое имя сетки Digital и нажмем кнопку OK.
4. Аналогичным образом создадим сетку Analogue с шагом X Step 280 и Y Step 280 милс, а также сетку Bypass с шагом X Step 50 и Y Step 425 милс.
5. Сохраним сделанные настройки, нажав кнопку OK.

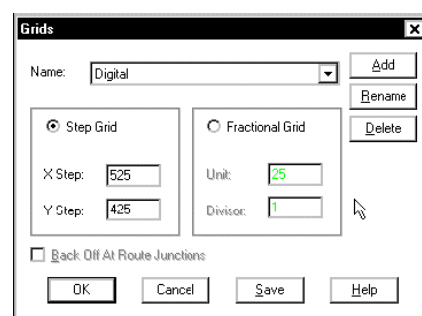


Рис. 10. Настройка сетки для размещения компонентов.

Теперь мы можем переключать сетки, используя соответствующую ячейку в строке состояния.

Автоматическое размещение компонентов

На первом этапе мы разместим все цифровые компоненты в области Digital. Естественно, нам необходимо выбрать сетку для этой области.

1. Наведем указатель мыши на ячейку Grid в строке состояния и нажмем правую кнопку мыши. В выпадающем меню можно видеть названия трех только что созданных нами сеток.
 2. Выберем сетку с именем Digital.
- Прежде чем приступить к автоматическому размещению цифровых компонентов, нам надо запретить перемещение всех остальных компонентов. Так мы и поступим: сначала заблокируем абсолютно все компоненты, а потом разблокируем только цифровые.
3. Выберем все компоненты на плате, для чего введем клавиатурную команду S * (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.
 4. Наведем указатель мыши на один из выделенных компонентов, выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Fix.
- Теперь надо снять блокировку с тех компонентов, которые необходимо разместить на плате.
5. Введем клавиатурную команду S U* (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.
- Выделенными окажутся только те компоненты, позиционное обозначение которых начинается с буквы U, другими словами, цифровые микросхемы.
6. Наберем на клавиатуре S U* и затем нажмем Enter.

7. Для разблокировки выделенных компонентов будем использовать другой метод: выполним команду меню Edit | Item Flags | Unfix.

Приступим к автоматическому размещению.

8. Выполним команду меню Actions | Placement | Automatic Placement.

Откроется диалоговое окно Automatic Placement (рис. 11). Здесь задаются следующие параметры:

— Placement Area — имя области размещения, в которой должны быть размещены выбранные компоненты.

— Placement Grid — имя сетки, которая должна использоваться для размещения.

— Surface Mounted Auto-Mirror — разрешает перенос SMD компонентов на другую сторону платы. В нашем примере опция выключена, так как для компонентов мы используем только одну (верхнюю) сторону платы.

— Surface Mounted Auto-Rotation — задает разрешенные углы поворота SMD компонентов. В нашем примере не используется, так как все компоненты должны располагаться горизонтально с первым выводом в нижнем левом углу корпуса.

— Through Hole Auto-Mirror — разрешает перенос монтируемых в отверстия компонентов на другую сторону платы. В нашем примере опция выключена, так как у нас нет таких цифровых компонентов.

— Through Hole Auto-Rotation — задает разрешенные углы поворота монтируемых в отверстия компонентов. В нашем примере не используется, так как у нас нет таких цифровых компонентов.

— During Placement Reconnect — опция, задающая обновление связей после размещения каждого компонента.

— During Placement Show Placing — опция, задающая отображение компонентов в процессе автоматического размещения.

— Choose Nets — кнопка используется для выбора связей, для которых в процессе автоматического размещения будет рассчитываться минимальная длина связей.

9. Зададим все настройки, как показано на рисунке 11, а именно выберем область и сетку размещения Digital, включим опции Reconnect и Show Placing.

Прежде чем запускать процесс размещения зададим цепи, длина которых должна быть минимизирована.

10. В диалоговом окне Automatic Placement нажмем кнопку Choose Nets.

На экране появится новое диалоговое окно Choose Nets, показанное на рисунке 12. В списке Net List слева показаны все цепи нашего проекта. Справа в списке Chosen Nets показан список цепей, назначенных на оптимизацию. По умолчанию в этом списке также присутствуют все цепи проекта. В нашем примере из этого списка должны быть удалены цепи VCC и GND, разводка которых осуществляется по внутренним слоям металлизации и не влияет на размещение компонентов.

11. Удерживая нажатой клавишу CTRL, щелчком левой кнопкой мыши последовательно выделим цепи VCC и GND в списке Chosen Nets, после чего нажмем кнопку Remove.

Цепи будут удалены из списка оптимизации.

12. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Chosen Nets.

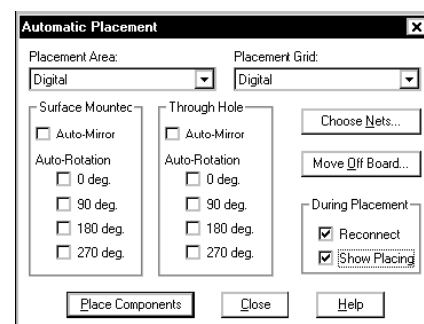


Рис. 11. Настройка процедуры автоматического размещения.

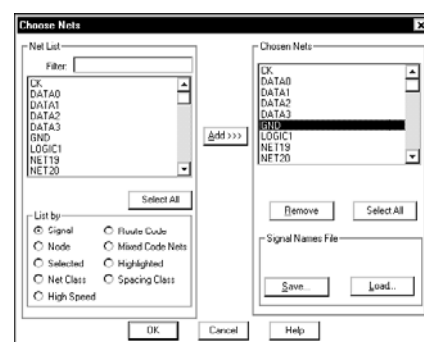


Рис. 12. Выбор оптимизируемых цепей.

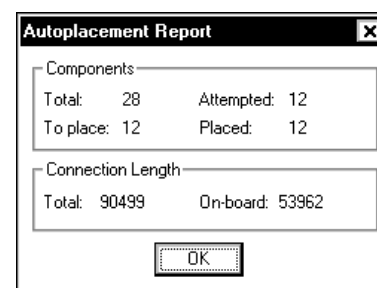


Рис. 13. Отчет о результатах авторазмещения компонентов.

Сейчас мы полностью готовы к запуску процедуры автоматического размещения.

13. Нажмем кнопку Place Components.

В процессе размещения в специальном окне Autoplacement Report отображается отчет о выполнении процедуры. По окончании размещения окно отчета будет иметь вид, показанный на рисунке 13. Здесь показано общее число компонентов, число размещенных компонентов и суммарную эффективную длину связей для данного варианта размещения.

13. Нажмем кнопку ОК и закроем окно отчета.

Легко видеть, что в области Digital в три колонки по четыре микросхемы в каждой будут размещены 12 SMD компонентов. Теперь мы готовы приступить к авторазмещению аналоговых компонентов.

В области Analogue должны быть размещены следующие компоненты: резисторы R[1-5], операционный усилитель OA1 и конденсатор C9.

Снова зафиксируем все компоненты, а затем разблокируем только нужные нам компоненты.

14. Выберем все компоненты на плате, для чего введем клавиатурную команду S * (с пробелом) и нажмем клавишу Enter, после чего выполним команду меню Edit | Item Flags | Fix.

15. Для выделения резисторов выполним клавиатурную команду S R[1-5] (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

16. Добавим к полученному выделению операционный усилитель OA1, для чего выполним клавиатурную команду S +OA1 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

17. Добавим к полученному выделению конденсатор C9, для чего выполним клавиатурную команду S +C9 (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

18. Для разблокировки выделенных компонентов выполним команду меню Edit | Item Flags | Unfix.

19. Выполним команду меню Actions | Placement | Automatic Placement.

20. Откроется диалоговое окно Automatic Placement, в котором необходимо задать следующие настройки: область размещения (Placement Area) — Analogue, сетка размещения (Placement Grid) — Analogue, включить опции Reconnect и Show Placing, а также включить опцию Auto Rotation 0 deg в поле Through Hole. Из списка оптимизируемых цепей, как и ранее надо исключить цепи VCC and GND.

21. Нажмем кнопку Place Components.

Программа выполнит авторазмещение аналоговых компонентов и сгенерирует соответствующий отчет. В ходе размещения один или два резистора могут оказаться сдвинутыми относительно линии расположения всех остальных. В качестве самостоятельного упражнения вручную выровняйте положение резисторов, чтобы получить показанное на рисунке 14. Возможно, для этого придется уменьшить шаг сетки до более приемлемого уровня, например 10 милс.

Нам остается разместить оставшиеся блокировочные конденсаторы. Снова зафиксируем все компоненты, а затем снимем блокировку с блокировочных конденсаторов с C1 по C8.

22. Выберем все компоненты на плате, для чего введем клавиатурную команду S * (с пробелом) и нажмем клавишу Enter, после чего выполним команду меню Edit | Item Flags | Fix.

23. Для выделения конденсаторов выполним клавиатурную команду S C[1-8] (с пробелом) и нажмем клавишу Enter.

24. Для разблокировки выделенных компонентов выполним команду меню Edit | Item Flags | Unfix.

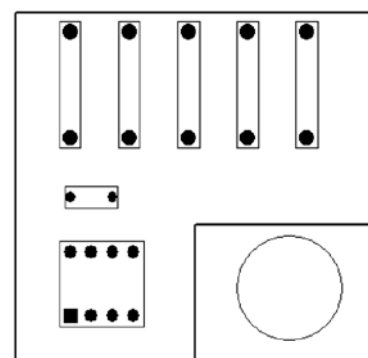


Рис. 14. Результат авторазмещения компонентов в области Analogue.

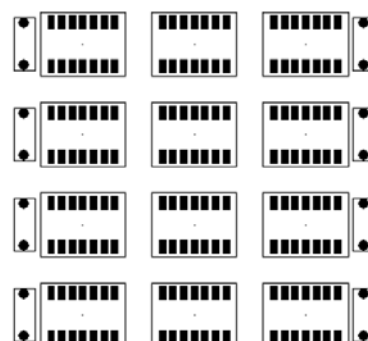


Рис. 15. Желаемый результат размещения конденсаторов.

25. Выполним команду меню Actions | Placement | Automatic Placement.

26. Откроется диалоговое окно Automatic Placement, в котором необходимо задать следующие настройки: область размещения (Placement Area) — Digital, сетка размещения (Placement Grid) — Bypass, включить опции Reconnect и Show Placing, а также включить опцию Auto Rotation 90 deg в поле Through Hole. Из списка оптимизируемых цепей, в отличие от предыдущих упражнений, надо удалить все цепи за исключением VCC and GND.

В результате сделанных настроек должен получиться результат, показанный на рисунке 15. Если этого не произошло, то необходимо выделить все конденсаторы и вручную переместить вниз, чтобы они встали рядом с соответствующей микросхемой.

Нам остается только сохранить проект с размещенными компонентами.

27. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Component Placed и нажмем кнопку ОК.

28. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch4.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Использование эквивалентности секций и выводов

Как мы видели ранее, включенная опция Reconnect в настройках процедуры автоматического размещения компонентов активирует алгоритм минимизации длин соединений. Дополнительный выигрыш в длине проводников можно получить, используя функцию замены эквивалентных секции и выводов компонентов.

Прделаем упражнение и попробуем минимизировать общую длину соединений в два этапа: сначала выполним замену (сваппинг) секций, а затем выводов. Напомним, что информация об эквивалентности секций и выводов компонентов должна содержаться в его библиотечном описании. Эквивалентность секций, еще называемая внешней (External), в тексте описания компонента представлена двумя строками:

*EXT 1 13 10 9 8

*EXT 2 3 4 5 6

Результат выполнения подобной замены показан на рисунке 16.

Эквивалентные выводы в представлении компонента в библиотеке описываются строкой:

*EQU 4=5, 2=3, 9=10, 1=13

Это означает, что взаимная замена выводов 4 и 5, 2 и 3 и т. д., никак не отразится на работе устройства. Пример выполнения замены эквивалентных выводов показан на рисунке 17.

Примечание: Дополнительная информация о формате строк, описывающих взаимозаменяемость вентилях и выводов в библиотечном компоненте, представлена в разделе Parts Library электронной справки системы CADSTAR.

Прежде чем запустить процедуру эквивалентной замены, изменим настройки отображения цепей, чтобы их было лучше видно на экране.

1. Выполним команду меню Setting | Colours.

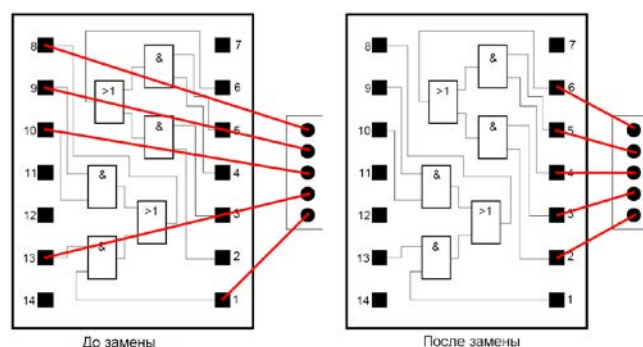


Рис. 16. Результат выполнения функции замены эквивалентных секций.

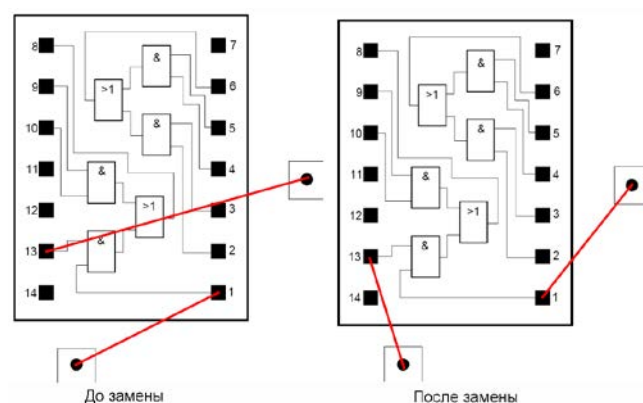


Рис. 17. Результат выполнения функции замены эквивалентных выводов.

2. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Connections и нажмем кнопку Visible Yes, чем включим отображение связей.
 3. Далее в списке Category выберем строку Highlights и нажмем кнопку Change Colours.
 4. В открывшемся окне Colours – Highlights в списке объектов выберем строку Nets (цепи), установим для них цвет подсветки, отличный от обычного отображения связей, например, красный, и нажмем кнопку OK.
 5. Выполним команду меню Edit | Highlight Net.
 6. В появившемся диалоговом окне Highlight Nets в списке Net List с помощью мыши, удерживая нажатой клавишу CTRL, выделим две цепи DATA0 и DATA3 и нажмем кнопку Add.
- Указанные цепи появятся в правом списке Chosen Nets.
7. Нажмем кнопку OK и закроем окно Highlight Nets.

Теперь в нашем проекте две цепи DATA0 и DATA3 будут выделяться на фоне остальных.

8. Выполним команду меню Actions | Gate and Pin Swap | Automatic Gate and Pin Swap.

В появившемся диалоговом окне Gate and Pin Swap имеются следующие настройки:

— Gate Swap — замена секций.

— Pin Swap — замена выводов.

— Run To Completion — данная опция управляет ходом выполнения процедуры замены. Включенная опция означает, что многопроходный процесс замены будет длиться до окончательного завершения и не будет останавливаться в конце каждого прохода. Система будет повторять попытки замены вентилях до тех пор, пока не останется секций доступных для замены.

— Summary After Each Pass — данная опция предписывает процедуре замены выполнять остановки после каждого прохода, а пользователю представится возможность прервать или продолжить процесс.

— Choose Nets to Minimise — кнопка используется для выбора связей, которые будут использоваться для расчета минимальной длины в процессе обмена.

— Swap Fixed Items — опция разрешает замену секций и выводов у компонентов, заблокированных от перемещения.

— Within Area — в данном списке указывается область платы, на которой будет выполняться замена.

9. Установим все настройки в окне Gate and Pin Swap, как показано на рисунке 18, а именно: в поле Type of Swap включим опцию Gate Swap (замена секций), в поле When to Stop включим опцию Run To Completion (до конца), в поле What to Swap (что заменять) включим опцию Swap Fixed Items, в списке Within Area выберем строку Board Outline (в пределах платы).

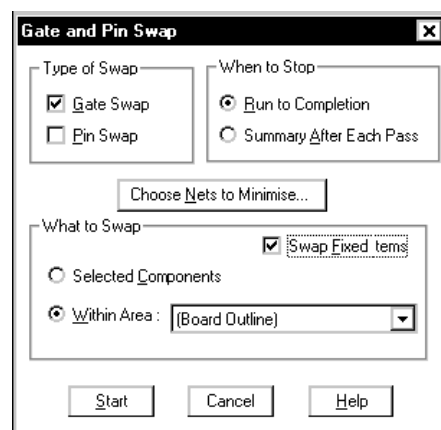


Рис. 18. Настройка процедуры замены эквивалентных секций и выводов.

10. Далее нажмем кнопку Choose Nets to Minimise и в появившемся окне Choose Nets из списка Chosen Nets удалим цепи VCC и GND, после чего нажмем кнопку OK.

11. Сейчас мы полностью готовы к запуску процедуры замены, поэтому нажмем кнопку Start.

По окончании выполнения процедуры замены на экране появится отчет, показанный на рисунке 19. Ничего страшного, если полученный вами отчет будет содержать статистические данные, немного отличающиеся от приведенных здесь.

12. Чтобы принять результаты свопинга, нажмем кнопку OK.

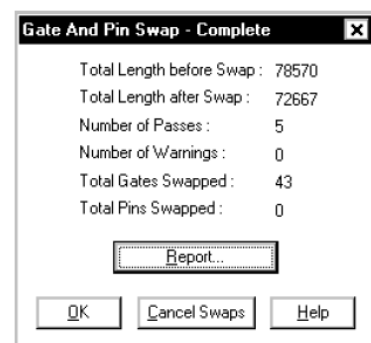


Рис. 19. Отчет о результатах замены эквивалентных секций.

Легко видеть, что структура связей у подсвеченных цепей изменилась.

В качестве самостоятельного упражнения сделайте автоматическую замену эквивалентных выводов с теми же настройками, что и при замене секций. Напомним, что в этом случае в поле Type of Swap должна быть включена опция Gate Swap.

После того, как замена будет выполнена, сохраним проект с новым комментарием.

13. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Placed and Swapped и нажмем кнопку OK.

14. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch4.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Все изменения, сделанные нами в ходе замены эквивалентных секций и выводов, будут отражены в специальном файле обратной аннотации (Back Annotation File) с расширением .rin, который будет автоматически создан в папке проекта платы.

С помощью Проводника системы Windows откроем папку с проектом платы, найдем в ней файл с именем selftch4.rin и откроем его с помощью любого текстового редактора, например, Блокнота. Легко видеть, что здесь в текстовом виде достаточно наглядно отображена последовательность сделанных изменений. Операции замены секций описаны текстовыми блоками, начинающимися со строки .SWA_GAT, а операции замены выводов — блоками, начинающимися со строки .SWA_PIN.

Данный файл используется для внесения изменений в проект принципиальной схемы. Работу механизма обратной аннотации мы рассмотрим на последующих занятиях.

Переименование компонентов на плате

Следующее, что мы выполним, — это переименование компонентов на плате. Обычно нумерацию компонентов определяют проект схемы, но в ряде случаев, когда проекты достаточно сложные, для облегчения навигации имеет смысл ее изменить, например, как показано на рисунке 20.

Для упражнения нам потребуется учебный файл Chapter5.pcb, входящим в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter5.pcb.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

В редакторе печатных плат системы CADSTAR имеется два типа переименования компонентов: простое (Positional) и сложное (Multiple). В первом случае изменяется только цифровой суффикс обозначения, а буквенный шаблон (Stem) остается неизменным (рис. 21), то есть, выполняется простая перенумерация в соответствии с положением компонента на плате.

В случае сложного переименования может быть изменен как буквенный шаблон, так и цифровой суффикс обозначения, причем порядок номеров не будет зависеть от местоположения компонента на плате (рис. 22).

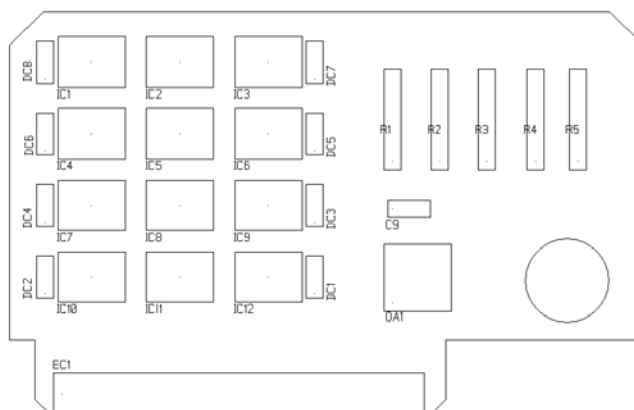


Рис. 20. Требуемая перенумерация компонентов на плате.

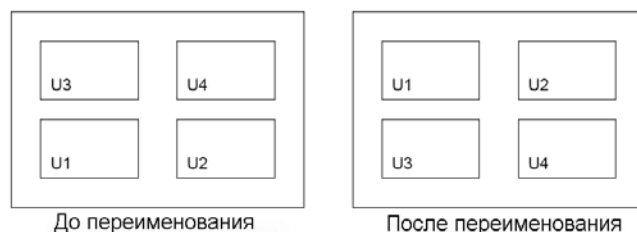


Рис. 21. Простая перенумерация компонентов.

Для начала выполним простую перенумерацию цифровых микросхем слева направо и сверху вниз, начиная с левого верхнего угла области Digital, но перед этим выполним несколько подготовительных операций.

Включим отображение имен компонентов на слое Top Silk.

3. Выполним команду меню Setting | Colours и в появившемся диалоговом окне Colours нажмем кнопку Layers.

4. В открывшемся окне Colours – Layers в списке Layer Name выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Top Silk, чтобы признак Visible переключился в положение Yes, чем включим отображение слоя шелкографии.

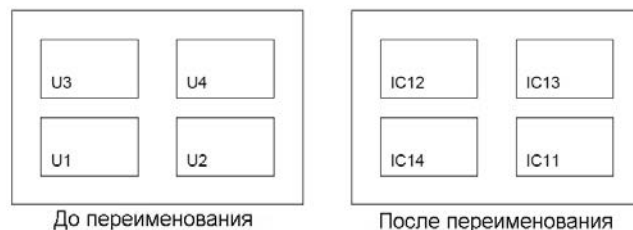


Рис. 22. Сложное переименование компонентов.

5. Выключим опцию Apply To All Categories и нажмем кнопку OK.

То есть, мы собираемся делать видимыми на слое Top Silk не все объекты, а только имена компонентов.

6. В окне Colours в списке Category выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Components и раскроем список примитивов компонентов.

7. В списке выберем строку Components – Names и нажмем кнопку Change Colours.

8. В открывшемся окне Colours – Names в списке Layer выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Top Silk, чтобы признак Visible переключился в положение Yes, чем включим отображение имен компонентов на слое шелкографии, после чего нажмем кнопку OK.

Включим отображение контуров компонентов на слое Top Placement.

9. В окне Colours снова нажмем кнопку Layers.

10. В окне Colours – Layers в списке Layer Name выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Top Placement, чтобы признак Visible переключился в положение Yes, выключим опцию Apply To All Categories и нажмем кнопку OK.

11. В окне Colours в списке Category выберем строку Components – Outlines и нажмем кнопку Change Colours.

12. В открывшемся окне Colours – Outlines в списке Layer выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Top Placement, чтобы признак Visible переключился в положение Yes, чем включим отображение контуров компонентов.

13. Убедимся, что в этом окне выключено отображение для слоев Top Silk, Top Assembly и No Tracks и нажмем кнопку OK.

Выключим отображение контактных площадок и соединений компонентов.

14. В окне Colours в списке Category, удерживая нажатой клавишу CTRL, выберем строки Components – Pads и Connections, после чего нажмем кнопку Visible No.

15. Нажмем кнопку Preview и убедимся, что на экране редактора отображается только нужная нам графическая информация (рис. 20).

16. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

Приступим к перенумерации компонентов.

17. Выполним команду меню в подменю Actions | Component Rename | Positional Rename.

Откроется диалоговое окно Positional Rename (рис. 23), в котором имеются следующие настройки:

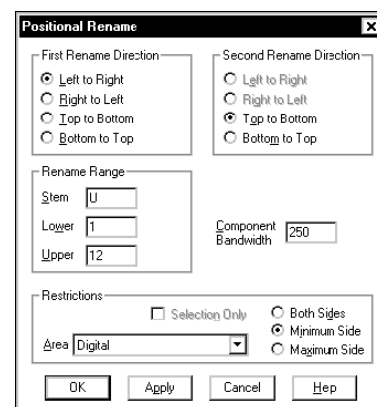


Рис. 23. Настройки перенумерации компонентов.

— First Rename Direction — первичное направление переименования. Может горизонтальным, вдоль рядов компонентов (слева направо или справа налево) или вертикальным, вверх или вниз по колонкам компонентов (сверху вниз или снизу вверх).

— Second Rename Direction — вторичное направление переименования. Задает направление, перпендикулярное первичному.

— Rename Range – Stem — шаблон имен подлежащих переименованию компонентов.

— Rename Range – Lower и Upper — диапазон номеров компонентов.

То есть если заданы значения Stem — U, Lower — 10, Upper — 30, то переименовываться будут только компоненты, позиционное обозначение которых начинается с буквы U, а номера лежат в пределах от 10 до 30, именно все компоненты от U10 до U30.

— Component Bandwidth — полоса анализа, используется системой для принятия решения: является ли компонент в том же ряду или колонке смежным предыдущему, то есть должен ли он иметь следующий номер. Два смежных компонента считаются относящимися к одному и тому же ряду или колонке, если центры их контуров размещения отстоят в заданном направлении друг от друга не более чем на расстояние, заданное параметром Component Bandwidth. В примере, показанном на рисунке 24, компоненты U9, U6 и U10 при переименовании будут относиться к одному и тому же ряду для переименования, компонент U21 отстоит от предыдущего на расстояние, большее заданного параметром Component Bandwidth, и будет переименовываться в следующем проходе.

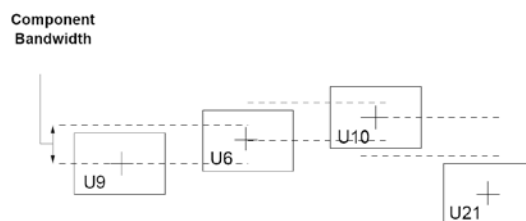


Рис. 24. Принцип определения смежных компонентов при переименовании.

— Selection Only — опция, предписывающая переименовывать только выделенные компоненты.

— Restrictions Area — определяет область платы, где будет перевыполняться переименование.

— Both Side, Minimum Side и Maximum Side — определяет сторону (физический слой), на которой должны располагаться обрабатываемые компоненты.

18. В диалоговом окне Positional Rename выполним настройки, как показано на рисунке 23, а именно: в поле First Rename Direction (первичное направление переименования) включим опцию Left to Right (слева направо); в поле Second Rename Direction (вторичное направление переименования) включим опцию Top to Bottom (сверху вниз); в поле Rename Range (диапазон переименования) укажем шаблон (Stem) U и диапазон номеров от 1 до 12; в поле Restrictions укажем область Digital и включим опцию Minimum Side, что соответствует физическому слою 1 (верхнему); параметр Component Bandwidth сделаем равным 250 тысячных долей дюйма.

19. Нажмем кнопку Apply и запустим процесс перенумерации.

На экране появится окно с отчетом о выполненной операции.

20. Нажмем кнопку OK и закроем окно отчета.

21. Нажмем кнопку OK и закроем окно Positional Rename.

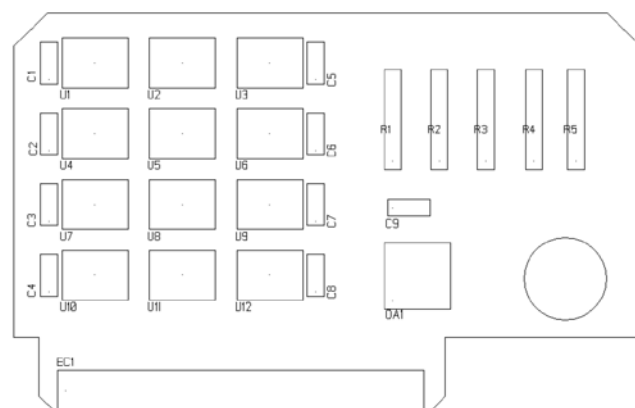


Рис. 25. Результат простой перенумерации компонентов на плате.

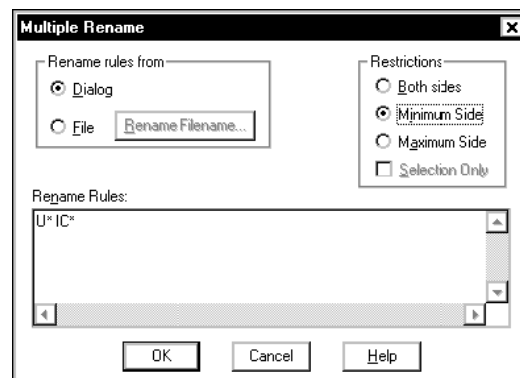


Рис. 26. Настройки сложного переименования компонентов.

В качестве упражнения самостоятельно перенумеруйте блокировочные конденсаторы в области Digital и резисторы в области Analogue, чтобы их номера соответствовали, показанным на рисунке 25.

Далее мы приступим к сложному переименованию. Для начала заменим в позиционных компонентах SMD микросхем буквенный префикс U на IC.

22. Выполним команду меню Actions | Component Rename | Multiple Rename.

23. В появившемся диалоговом окне Multiple Rename выполним настройки, как показано на рисунке 26, а именно: в поле Rename rules from (правила брать из) выберем опцию Dialog (из этого окна); в поле Restrictions выберем опцию Minimum Side, что соответствует физическому слою 1 (верхнему).

24. Так как мы собираемся заменить префиксы обозначений U на IC, в поле Rename Rule введем правило переименования U* IC* и нажмем кнопку ОК.

На экране появится окно отчета, в котором сообщается, что переименование выполнено для 12 компонентов.

25. Нажмем кнопку ОК и закроем окно отчета.

В качестве самостоятельного упражнения выполните переименование блокировочных конденсаторов, как показано на рис. 20. Сначала следует заменить буквенные префиксы конденсаторов C1 — C8 на DC, а затем перенумеровать полученные конденсаторы справа налево, внизу вверх. Чтобы исключить из сложного переименования конденсатор C9, в правиле преобразования вместо C* необходимо указать диапазон компонентов C[1-8].

В завершение занятия следует включить отображение на экране соединений и контактных площадок компонентов и сохранить проект с комментарием Components Renamed под именем selftch5.pcb.

26. Выполним команду меню Setting | Colours и в появившемся диалоговом окне Colours в списке Category с помощью мыши выделим строки Connections и Components – Pads, нажмем кнопку Visible Yes и нажатием кнопки ОК закроем окно.

27. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Components Renamed и нажмем кнопку ОК.

28. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch5.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

На следующем занятии мы приступим к трассировке платы.

Урок 9. Простейшие приемы ручной и автоматической трассировки

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы разместили на плате компоненты и полностью подготовили плату к трассировке проводников. На данном занятии мы изучим простейшие приемы ручной и автоматической трассировки: разводку отдельных проводников, прорисовку стрингеров для цепей питания, автоматическую трассировку цепей на сигнальных слоях, размещение полигонов. Все приемы автоматической прокладки проводников будут рассматриваться с использованием программы CADSTAR Automatic Router, одной из трех программ автотрассировки, доступных в системе CADSTAR. В результате всех манипуляций мы получим топологию платы, показанную на рисунке 1.

Вычислительное ядро автотрассировщика системы CADSTAR работает по стандартному многопроходному алгоритму поиска пути трассировки и устранения нарушений.

В ходе выполнения каждого прохода трассировщик пытается проложить проводники по кратчайшему пути, ищет некорректные результаты предыдущих проходов и исправляет их, стремясь к такому состоянию топологии, когда проводники разных цепей не пересекают и не касаются друг друга (рис. 2).

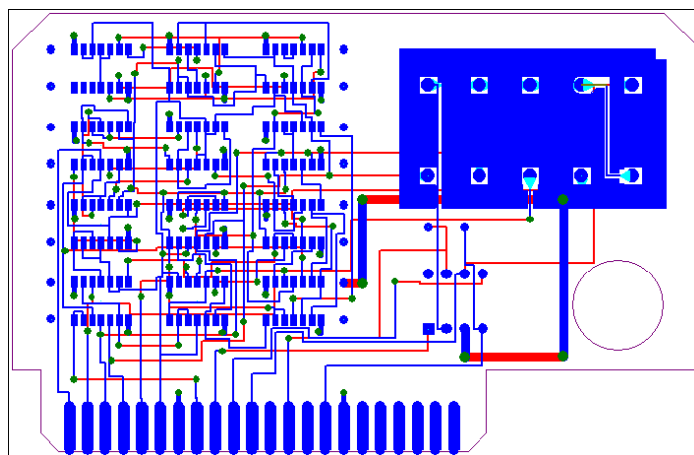


Рис. 1. Топология платы, которую мы получим в конце занятия.

Наличие некоторого числа нарушений в конце каждого прохода трассировки — закономерный результат работы стратегии программы, в основе которой лежит правило, что для получения качественной топологии лучше сначала получить кратчайшие пути прохождения трасс, пусть даже с ошибками, а потом эти ошибки исправить. В этом случае имеется большая вероятность получить правильную окончательную разводку платы, чем когда во избежание нарушений прокладываются длинные петли проводников, загромождающие топологию.



Рис. 2. Принцип работы многопроходного алгоритма.

После завершения трассировки рекомендуется выполнить процедуру сглаживания (рис. 3), в процессе работы которой удаляются ненужные переходные отверстия и изломы проводников, а также оптимизируются зазоры между дорожками. В результате мы получаем более пригодный для производства проект, как показано далее...

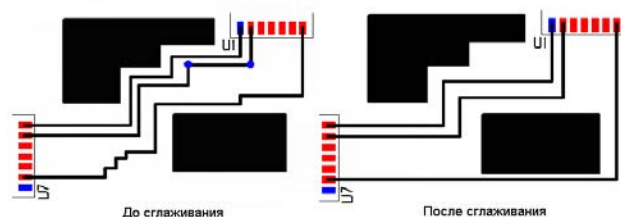


Рис. 3. Принцип работы процедуры сглаживания.

Подготовка к трассировке

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter6.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter6.pcb.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

Так как первым делом мы будем разводять цепи VCC и GND, нам необходимо настроить режим отображения таким образом, чтобы показывались только они.

3. Выполним команду Settings | Colours.

4. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Connections и нажмем кнопку Change Colours.

В появившемся окне Colours – Connections в списке Code помимо Default (по умолчанию) будут присутствовать четыре типа цепей, созданные нами еще в редакторе схем: Clock, Signal, VCC и GND. Именно они задают ширины проводников соответствующих цепей.

5. Нажмем кнопку Select All и выделим все типы цепей в списке Code, после чего нажмем кнопку Visible No и сделаем их невидимыми.

6. Выполним двойной щелчок левой кнопки мыши на типе цепей GND и включим его отображение.

7. Щелчком левой кнопки мыши на квадратике в правой части окна зададим для типа GND синий цвет.

8. Аналогичным образом включим на отображение тип цепей VCC и зададим для него красный цвет.

9. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours – Connections.

Так как мы будем прокладывать проводники только на верхнем или нижнем слое, нам необходимо включить видимость только этой пары слоев. Все остальные слои, за исключением Top Placement, надо сделать невидимыми.

10. В окне Colours нажмем кнопку Layers.

11. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все слои в списке Layer Name, после чего нажмем кнопку Visible No и сделаем их невидимыми.

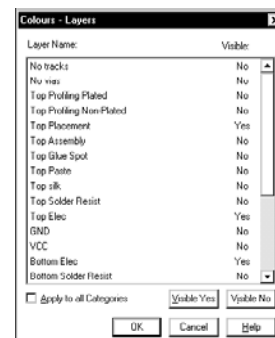


Рис. 4. Настройки отображения слоев.

12. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши выделим в списке слои Top Elec, Bottom Elec и Top Placement, после чего нажмем кнопку Visible Yes.

13. Убедимся, что опция Apply To All Categories выключена (рис 4), и нажмем кнопку ОК.

Примечание: Выключение опции Apply To All Categories предотвращает применение настройки видимости слоя в данном диалоговом окне ко всем индивидуальным установкам слоев для других объектов.

14. В диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Routes и нажмем кнопку Change Colours.

15. В появившемся диалоговом окне Colours – Routes зададим для проводников на слое Top Elec голубой цвет, а для проводников на слое Bottom Elec — красный, после чего нажмем кнопку ОК.

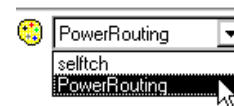


Рис. 5. Выбор цветовой палитры.

Итак, мы полностью настроили цветовую схему, которая может пригодиться нам в дальнейшем при трассировке цепей питания и земли. Сохраним сделанные настройки на диске в виде файла цветовой палитры.

16. В диалоговом окне Colours в поле Colours File нажмем кнопку Save.

17. В появившемся стандартном диалоговом окне сохранения файла выберем папку Colours, зададим имя файла PowerRouting.col и нажмем кнопку Сохранить.

Теперь мы имеем возможность выбирать данную палитру в выпадающем списке на главной панели инструментов (рис. 5).

18. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

На экране, помимо контура платы и компонентов, будут отображаться только соединения, относящиеся к цепям VCC и GND.

Ручная трассировка цепей

Мы готовы приступить к ручной прокладке проводников. В проектировании печатных плат это одна из основных операций, так как некоторые проводники должны иметь специфическую форму, которая может быть получена только вручную. Впоследствии мы зафиксируем проложенные дорожки, чтобы они не были удалены или изменены автотрассировщиком. Выполним соединение цепи GND между микросхемой OA1 и блокировочным конденсатором DC1, как показано на рисунке 6.

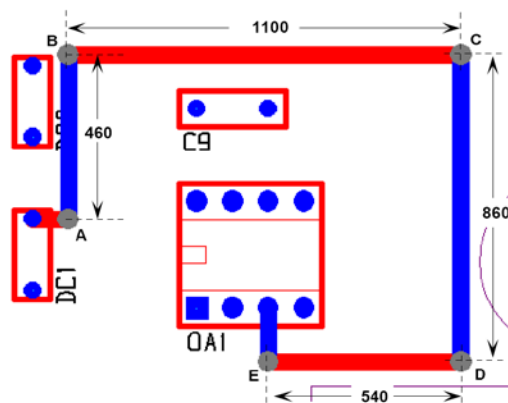


Рис. 6. Прокладка проводника цепи GND.

1. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов.
2. Наведем указатель мыши на прорисованную синим цветом линию связи между выводом 3 микросхемы OA1 и конденсатором DC1.
3. Убедимся, что в появившемся диалоговом окне Item Properties – Connections в поле Signal Name отображается имя цепи GND и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Обратите внимание, что имя цепи также будет отображаться в подсказке рядом с указателем мыши при наведении его на линию соединения. Если этого не происходит, то необходимо включить опцию Enable Design Tooltips на вкладке Display диалогового окна Options, вызываемого командой меню Tools | Options.

4. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображались компоненты OA1 и DC1.

5. Выполним щелчок левой кнопки мыши на поле сетки в строке состояния, в появившемся диалоговом окне Grids для рабочей сетки Current Working Grid зададим шаг по осям X и Y равный 10 тысячных долей дюйма и нажатием кнопки ОК закроем окно.

6. Выполним команду меню Actions | Modify Segment | Edit или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

7. Наведем указатель мыши на синюю линию связи GND недалеко от вывода конденсатора DC1 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

От вывода 2 конденсатора DC1 к указателю мыши протянется динамически изменяемый проводник, причем в ортогональном режиме прорисовки (клавиатурная команда A 90) он будет образовывать прямой угол.

8. Подвигаем указатель мыши в разные стороны и наблюдаем реакцию редактора.



Рис. 7. Информация в строке состояния.

Обратите внимание, что в строке состояния будет отображаться следующая информация: имя цепи, номера выводов и имена компонентов, соединяемых данной связью (рис. 7), а также координаты курсора, имя активного слоя и заданный стиль переходных отверстий.

9. Переместим курсор горизонтально в точку А (рис. 6) с координатами X3000 Y1370 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

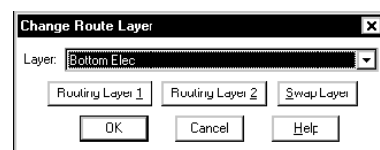


Рис. 8. Смена слоя трассировки.

На плате появляется короткий горизонтальный сегмент цепи GND с реальной шириной.

10. Переместим курсор вертикально вверх на 460 милс в точку В и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На плате появится второй сегмент цепи, нарисованный в слое Top Elec голубым цветом. Как мы помним, ранее в настройках слоев мы задали приоритетное направление (Routing Bias) для слоя Top Elec вертикальное (Y), а для слоя Bottom Elec — горизонтальное (X). Первый нарисованный нами горизонтальный сегмент нарисован в слое Top Elec, в этом нет ничего страшного, позднее мы изменим слой для него.

Следующий третий горизонтальный сегмент цепи должен располагаться на слое Bottom Elec, поэтому прежде чем его нарисовать, переключим активный слой.

11. Не выходя из режима рисования проводников, выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Change Layer.

12. В появившемся на экране диалоговом окне Change Route Layer (рис. 8) в выпадающем списке Layer выберем слой Bottom Elec и нажмем кнопку ОК.

Цвет динамически прокладываемого проводника изменится, показывая нам, что проводим его на другом слое. Кроме того, обратите внимание, что на конце вертикального сегмента автоматически добавилось переходное отверстие.

13. Переместим курсор горизонтально вправо на 1100 милс в точку С и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

14. Наберем клавиатурную команду L и нажмем клавишу Enter.

Слой изменится на Top Elec, который назначен в качестве Swap Layer для текущего слоя Bottom Elec.

15. Переместим курсор вертикально вниз на 860 милс в точку D и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

16. Как описано ранее, изменим слой на Bottom Elec.

17. Наведем указатель мыши на вывод 3 компонента OA1 и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши.

Система завершит прорисовку цепи, автоматически образовав излом проводника в точке Е и добавив последний вертикальный сегмент на текущем слое.

Изменим слой для первого сегмента. Не трудно догадаться, что делать это мы будем с помощью функции изменения свойств объекта Item Properties.

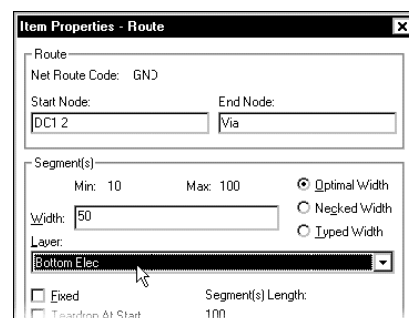


Рис. 9. Смена слоя для выделенного сегмента проводника.

18. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и с помощью мыши выделим первый нарисованный нами сегмент цепи.

19. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов.

20. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Route в выпадающем списке Layer выберем слой Bottom Elec, назначенный нами для горизонтальных сегментов, и нажмем кнопку ОК.

Выделенный сегмент изменит цвет, а значит и слой, а в точке А появится переходное отверстие.

Слой для последнего сегмента мы изменим несколько иначе.

21. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на последнем вертикальном сегменте нарисованного проводника.

22. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Route в выпадающем списке Layer выберем слой Top Elec, назначенный нами для вертикальных сегментов, и нажмем кнопку ОК.

Выделенный сегмент изменит цвет, а значит и слой, а в точке Е появится переходное отверстие.

Добавляемые по умолчанию переходные отверстия стиля Circuit 40/20 не согласуются с шириной проводников 50 милс, а значит их необходимо заменить на большие.

23. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из переходных отверстий, даже если его не видно на чертеже.

24. В появившемся на экране окне Select Item в списке выберем интересующий нас объект Via и нажмем кнопку ОК. Переходное отверстие окажется выделенным.

25. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов.

26. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Via в выпадающем списке Via Code выберем новый стиль переходных отверстий Circuit 60/32 и нажмем кнопку ОК.

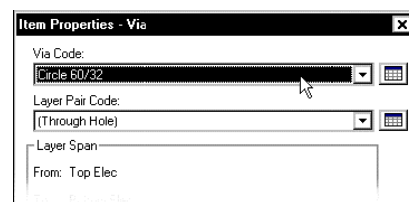


Рис. 10. Смена стиля переходных отверстий.

На плате появится переходное отверстие большего размера. Нам остается изменить остальные 4 отверстия. Можно сделать это последовательно, но мы воспользуемся другим способом.

27. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов.

28. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчок на одном из четырех оставшихся отверстий, в окне Select Item выберем объект Via и нажмем кнопку ОК.

29. Повторим данное действие для трех оставшихся переходных отверстий.

В итоге у нас окажутся выделенными 4 переходных отверстия.

30. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов, в появившемся диалоговом окне Item Properties – Via в выпадающем списке Via Code выберем стиль переходных отверстий Circuit 60/32 и нажмем кнопку ОК.

Все четыре выделенных объекта изменятся одновременно.

Нам остается лишь заблокировать нарисованный проводник, чтобы автотрассировщик не трогал прорисованные вручную сегменты и переходные отверстия. Выделить все нужные объекты можно последовательным щелчком левой кнопкой мыши при нажатой клавише CTRL, но мы воспользуемся другим способом.

31. Выполним команду Settings | Colours.

32. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category, удерживая нажатой клавишу SHIFT, с помощью мыши выделим все категории объектов и нажмем кнопку Pickable No.

33. Далее в списке Category, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выделим строки Routes и Vias и нажмем кнопку Pickable Yes.

34. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

35. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов.

36. С помощью мыши зададим окно охвата вокруг нарисованного нами проводника.

Выделенными окажутся сразу все переходные отверстия и сегменты нарисованного проводника.

37. Нажмем кнопку Fix  (button06) на панели инструментов.

Все выделенные объекты будут заблокированы от перемещения.

38. Снова выполним команду Settings | Colours, в окне Colours в списке Category выделим все категории объектов и нажмем кнопку Pickable Yes.

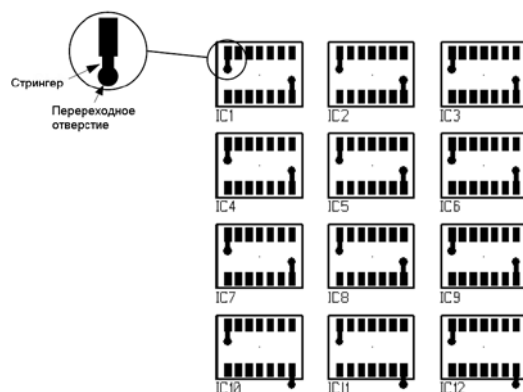


Рис. 11. Соединение SMD контактных площадок с внутренними слоями.

Автоматическая трассировка стрингеров

Технология поверхностного монтажа требует организации соединения контактных площадок с внутренними слоями через специальные отводы с переходными отверстиями на конце, так называемыми, стрингерами (рис. 11). Правильная трассировка таких отводов позволяет значительно

разгрузить наружные слои платы и существенно облегчить решение общей задачи трассировки. Именно поэтому трассировка стрингеров является первым этапом автоматической трассировки.

В нашем примере на внутренних слоях находятся только цепи питания и заземления, поэтому отводы будут добавляться к SMD контактными площадкам именно этих двух цепей. Автотрассировщик будет располагать стрингеры на том же слое, на котором расположены площадки Top Elec, и делать их предельно короткими. Добавляемое переходное отверстие будет глухим и обеспечивать связь верхнего слоя только с соответствующим нижним слоем, согласно описанию пар слоев на вкладке Layer Pairs диалогового окна Assignments, вызываемого командой меню Setting | Assignments.

Для создания стрингера автотрассировщик проверяет два условия: отсутствие для данной контактной площадки заданного диаметра отверстия сверления (Drill Diameter) и имя цепи, которое должно совпадать с именем одного из внутренних слоев металлизации (рис. 12).

Приступим к настройке автотрассировщика.

1. Выполним команду меню Tools | Auto Router.

На экране появится диалоговое окно Automatic Router (рис. 13). Рассмотрим приведенные здесь настройки более подробно:

— Function — в этом поле выбирается процедура, которая будет выполняться трассировщиком: Memory Route (трассировка памяти), Single Pass (однопроходной режим), Multi-pass (многопроходной режим), Smoothing (сглаживание), Optimising (оптимизация зазоров), Mitring (добавление углов), Optimal Width (увеличение ширины проводников), Fix Routes (блокировка проводников), Unfix Routes (разблокировка проводников), Unroute (отмена трассировки). Название выбранной процедуры отображается на кнопке запуска. Кроме того, от выбора процедуры зависит активность других параметров в данном окне.

— Passes Routing — задает число проходов многопроходной трассировки.

— Passes Smoothing — задает число проходов сглаживания проводников.

— Passes Effort — определяет количество попыток, предпринимаемым трассировщиком для прокладки проводника между двумя точками.

— Route Grid — задает шаг сетки трассировки.

Примечание: Трассировщик системы CADSTAR принадлежит к категории бессеточных, так как способен прокладывать проводники, находящиеся вне узлов сетки трассировки. Задание шага сетки служит лишь для упорядочивания общего рисунка топологии. Для соединения с объектами, находящимися вне сетки трассировки, используются короткие сегменты проводников (рис. 14).

— Via Grid — задает шаг сетки размещения переходных отверстий. Эта сетка должна быть кратной шагу сетки трассировки.

— Routing Area — задает область трассировки соединений.

— Routing Layer — задает слои, на которых будет выполняться прокладка проводников.

— Choose Nets — данная кнопка вызывает окно выбора цепей.

2. Нажмем кнопку Choose Nets.

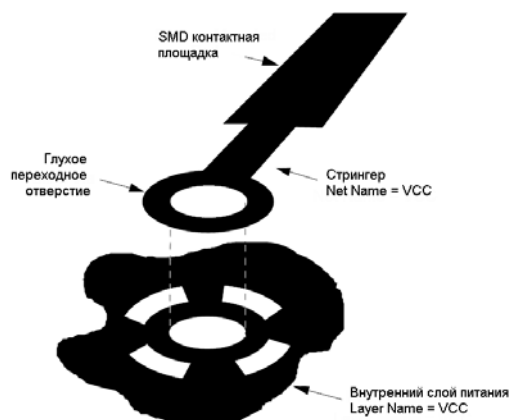


Рис. 12. Условия для автоматического создания стрингера.

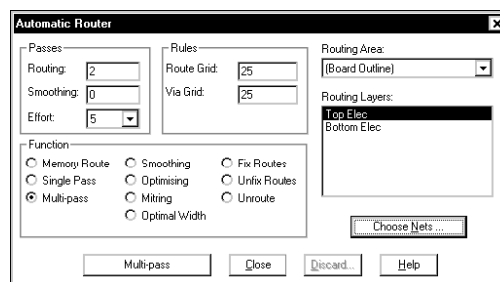


Рис. 13. Настройки программы автотрассировки.

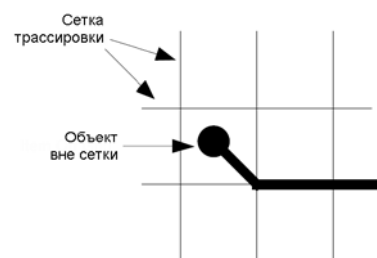


Рис. 14. Трассировка проводника, находящегося вне сетки.

3. В появившемся окне Choose Nets в левом списке Net List, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем цепи VCC и GND, нажмем кнопку Add и нажатием кнопки ОК закроем окно.

4. Выполним все остальные настройки в окне Automatic Router, как показано на рисунке 13. А именно: выберем многопроходной режим (Multi-pass), зададим число проходов трассировки (Routing) 2, а сглаживания (Smoothing) 0; число попыток (Effort) зададим равным 5, хотя для такой простой операции как прокладка стрингеров, скорее всего, будет достаточно одного прохода; сетки размещения переходных отверстий (Via Grid) и проводников (Route Grid) зададим равными 25 милс, что хорошо согласуется с примененными на нашей плате SMD компонентами; в качестве области трассировки (Routing Area) укажем всю плату (Board Outline); слой для трассировки (Routing Layer) выберем Top Elec.

5. Нажмем кнопку Multi-Pass.

В зависимости от конфигурации системы CADSTAR в этот момент может появиться предупреждение "No Field Solver data found" (не найдены данные анализа полей), которое можно игнорировать.

На экране появится окно с отчетом о работе трассировщика, данные в котором будут обновляться каждые 5 секунд (рис. 15). Как только трассировка будет полностью завершена, в отчете появится сообщение "Routing operation completed successfully".

Полученный нами отчет может немного отличаться от показанного на рисунке 15, это не страшно. Обратите внимание, что для прорисовки стрингеров программе потребовался всего один проход. Пользователь может задаться вопросом, не проще ли было использовать однопроходной режим Single Pass? Для данного простейшего примера однопроходная трассировка, при котором мы можем менять лишь количество попыток, вполне подходит. Но для более сложных случаев она может привести к неприемлемому результату.

6. Так как нам не требуется сохранение отчета в файл, нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

7. В снова появившемся диалоговом окне Automatic Router нажмем кнопку Close.

На экране появится запрос на подтверждение добавления результатов работы трассировщика на топологию в редактор печатных плат. Это связано с тем, что обмен данными с программой трассировки происходит через промежуточный текстовый файл с расширением .RIF.

8. Нажмем кнопку Yes и подтвердим обновление топологии.

9. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Легко видеть, что программа трассировки добавила ко всем контактным SMD площадкам цепей VCC и GND короткие проводники с переходным отверстием на соответствующий внутренний слой. Нам остается лишь заблокировать их, чтобы они не менялись при последующей автотрассировке оставшихся цепей.

10. Снова выполним команду меню Tools | Auto Router.

11. В окне Automatic Router в поле Function выберем процедуру Fix Routes и нажмем кнопку Fix Routes.

Так как мы забыли указать цепи, обрабатываемые в ходе выполняемой операции, на экране появится окно Choose Nets.

12. В появившемся окне Choose Nets, как и ранее, в список Chosen Nets добавим цепи VCC и GND и нажатием кнопки ОК закроем окно.

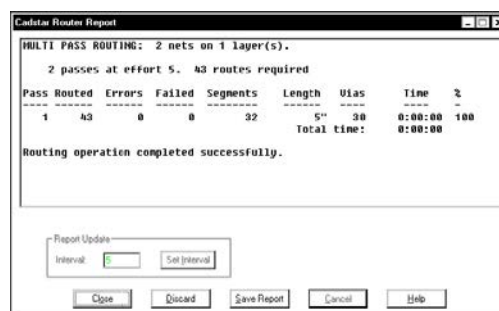


Рис. 15. Отчет о работе автотрассировщика.

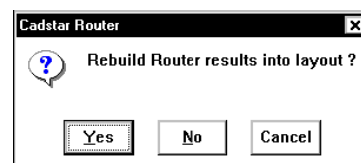


Рис. 16. Запрос на обновление топологии в редакторе плат.

Так как ранее система уже создала RIF файл с именем аналогичным текущему проекту, при повторном запуске программы автотрассировки появится запрос на подтверждение перезаписи этого файла (рис. 17).

13. Для продолжения нажмем кнопку OK.

14. В появившемся по окончании выполнения операции окне отчета нажмем кнопку Close.

15. Нажатием кнопки Close закроем окно Automatic Router.

16. В появившемся запросе на обновление топологии, нажмем кнопку Yes.

У всех проводников и переходных отверстий цепей VCC и GND будет автоматически включен параметр Fixed. Проверим это.

17. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов и щелкнем левой кнопкой мыши на одном из переходных отверстий.

18. В появившемся на экране окне Select Item в списке выберем интересующий нас объект Via и нажмем кнопку OK.

На экране появится диалоговое окно Item Properties – Via, в котором легко видеть, что опция Fixed для данного объекта включена. Кроме того, убедимся, что это автоматически добавленное переходное отверстие является глухим: в поле Layer Span для него указаны слои Top Elec и GND или VCC в зависимости от имени цепи.

19. Нажмем кнопку OK и закроем окно Item Properties – Via.

Мы полностью готовы к автотрассировке остальной части цепей на плате.

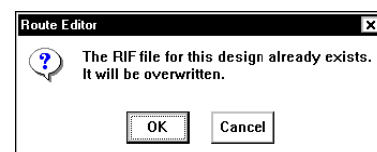


Рис. 17. Запрос на перезапись RIF файла.

Автоматическая трассировка цепей

Разводку оставшихся цепей на плате, включая VPOS и VNEG, мы также будем выполнять в многопроходном режиме. Но перед этим мы выполним однопроводную трассировку, по результатам которой определим необходимое число попыток (Effort) для многопроходного режима.

1. Выполним команду Settings | Colours.

2. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Connections и нажмем кнопку Change Colours.

3. В появившемся окне Colours – Connections нажмем кнопку Select All и выделим все типы цепей в списке Code, после чего нажмем кнопку Visible Yes и сделаем их видимыми.

4. Последовательно закроем окна Colours – Connections и Colours.

5. Выполним команду меню Tools | Auto Router.

6. В окне Automatic Router в поле Function выберем процедуру Single Pass, зададим параметр Effort равным 5, шаги сеток сделаем равными 5 милс, в качестве области трассировки (Routing Area) укажем всю плату (Board Outline), слои для трассировки (Routing Layer) выберем Top Elec и Bottom Elec (рис. 18), после чего нажмем кнопку Single Pass.

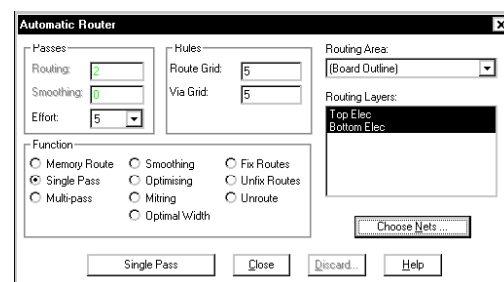


Рис. 18. Настройка однопроводного режима трассировки.

7. В появившемся окне Choose Nets в список Chosen Nets добавим все цепи кроме VCC и GND, после чего нажатием кнопки OK закроем окно.

8. Подтвердим обновление RIF файла.

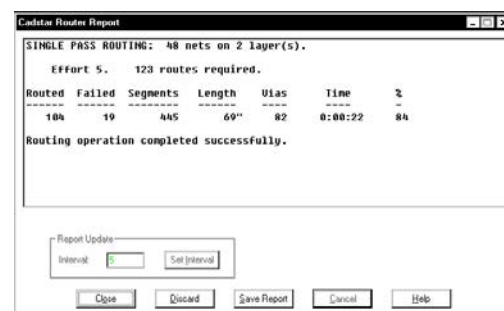


Рис. 19. Отчет о работе трассировщика в однопроводном режиме.

На экране появится отчет о ходе выполнения трассировки (рис. 19). Попробуем проанализировать результаты однопроходной трассировки для определения примерного значения количества попыток (Effort), требуемого для многопроходного режима.

Процент завершенности трассировки можно считать хорошим, если он превышает 80%. На практике, из-за большого количества SMD компонентов, это значение получается несколько ниже, чем могло бы быть, так как при однопроходной трассировке создаваемые проводники блокируют выходы от других SMD контактных площадок. В многопроходном режиме трассировщик может развести заново или растолкать в стороны блокирующие дорожки, и тем самым удалить любые нарушения при последующих проходах. Поэтому мы будем использовать максимально допустимое в системе количество попыток равное 10.

Полученный нами результат однопроходной трассировки показывает, что он вполне удовлетворителен для продолжения и перехода к многопроходной трассировке. Если процент завершения получился ниже 70%, то перед переходом к многопроходной трассировке нам бы потребовалось изменить расположение компонентов на плате.

14. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

15. Нажатием кнопки Close закроем окно Automatic Router.

16. В появившемся запросе на обновление топологии, нажмем кнопку No.

17. Снова выполним команду меню Tools | Auto Router.

18. Выполним все настройки в окне Automatic Router, как показано на рисунке 20. А именно: выберем многопроходной режим (Multi-pass); зададим число проходов трассировки (Routing) 4, а сглаживания (Smoothing) 2; число попыток (Effort) зададим равным 10; сетки размещения переходных отверстий (Via Grid) и проводников (Route Grid) зададим равными 1 милс; в качестве области трассировки (Routing Area) укажем всю плату (Board Outline); слои для трассировки (Routing Layer) выберем Top Elec и Bottom Elec, после чего нажмем кнопку Multi-pass.

19. Подтвердим обновление RIF файла.

На экране появится отчет о ходе выполнения трассировки (рис. 21). Изменим частоту обновления отчета.

20. В поле Report Update параметру Interval присвоим значение 3 и нажмем кнопку Set Interval.

Отчет начнет обновляться раз в три секунды. По завершению работы всех проходов трассировки и сглаживания, процент завершения будет равным 100%.

21. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

22. Нажатием кнопки Close закроем окно Automatic Router и подтвердим обновление топологии.

Все цепи в проекте окажутся разведены. Если по каким-либо причинам в проекте остались неразведенные соединения, не стоит беспокоиться. В качестве самостоятельного упражнения можно попробовать заново оттрассировать плату, изменив настройки программы трассировки, например, увеличив число проходов, или предварительно изменив размещение компонентов на плате.

Если мы внимательно посмотрим на полученную топологию, то можем обнаружить, что некоторые проводники и переходные отверстия выглядят так, будто бы они соприкасаются и образуют короткое замыкание (рис 22).

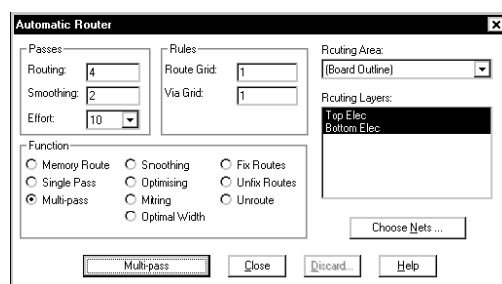


Рис. 20. Настройка многопроходного режима трассировки.

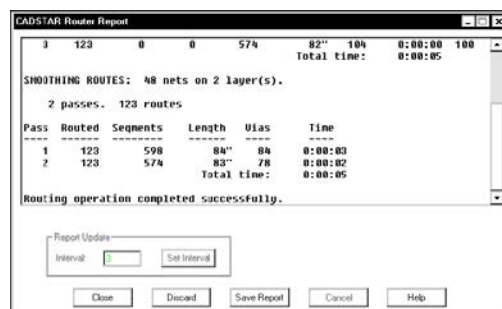


Рис. 21. Отчет о работе трассировщика в многопроходном режиме.

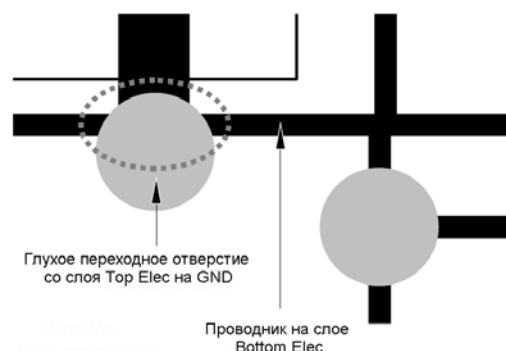


Рис. 22. В указанном месте нет замыкания, так как объекты расположены на разных слоях.

На самом деле замыкания не происходит, так как горизонтальный проводник проходит по слою Bottom Elec, а переходное отверстие со слоя Top Elec на GND является глухим и не имеет выход на слой Bottom Elec.

Нам остается лишь сохранить разведенный проект платы.

23. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Routed и нажмем кнопку OK.

24. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch6.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Формирование каплевидных контактных площадок

Каплевидные контактные площадки (рис. 23) предназначены для повышения технологичности платы при изготовлении, так как позволяют получить более надежный контакт площадки с проводником при большой погрешности сверления. В системе CADSTAR плавный переход от площадки к дорожке выполняется посредством изменения свойств проводника, что дает возможность создавать такие переходы еще и в местах соединения сегментов проводников разной ширины.

Выполним упражнение и добавим плавные переходы ко всем контактным площадкам области Analogue. Прежде всего, настроим цвет плавных переходов, чтобы их можно было отличить от проводников.

1. Выполним команду Settings | Colours.

2. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Highlights и нажмем кнопку Change Colours.

3. В появившемся окне Colours – Highlights в списке с помощью мыши выделим строку Teardrops и зададим для них цвет, отличный от проводников на слоях Top Elec и Bottom Elec.

4. Последовательно закроем окна Colours – Highlights и Colours.

5. Выполним команду Setting | Defaults.

6. В появившемся окне Defaults перейдем на вкладку Routes в поле Teardrop Angle (угол перехода) введем значение 30 градусов, после чего нажмем кнопку OK и закроем окно.

7. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и с помощью мыши выделим проводник, подходящий к любому выводу одного из резисторов области Analogue.

8. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов.

9. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Route включим активную опцию Teardrop At Start или Teardrop At End, в зависимости от того, каким концом проводник подключается к контактной площадке.

10. Нажмем кнопку OK и закроем окно Item Properties – Route.

К выделенному проводнику будет добавлен плавный переход, образующий каплевидную контактную площадку. Чтобы добавить подобные переходы к остальным площадкам в данной области платы, нам необходимо выделить нужные проводники. Это можно сделать последовательно с помощью мыши, удерживая нажатой клавишу CTRL, но мы воспользуемся уже знакомым нам методом с использованием свойства Pickable.

11. Выполним команду Settings | Colours.

12. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category, удерживая нажатой клавишу SHIFT, с помощью мыши выделим все категории объектов и нажмем кнопку Pickable No.

13. Далее в списке Category с помощью мыши выделим строке Routes и нажмем кнопку Pickable Yes.

14. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

15. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов.

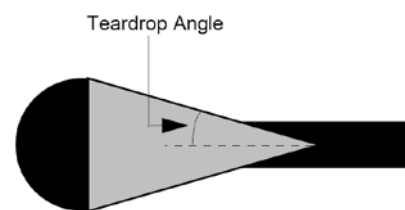


Рис. 23. Формирование каплевидной контактной площадки .

16. С помощью мыши зададим окно охвата вокруг проводников, расположенных в области Analogue, и выделим их.

17. Нажмем кнопку Item Properties  (button02) на панели инструментов.

18. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Route включим опции Teardrop At Start и Teardrop At End, и нажмем кнопку OK.

У всех выделенных проводников в точке присоединения к контактной площадке или переходному отверстию будут добавлены плавные переходы. Обратите внимание, что если сегмент проводника, к которому добавлялся переход, был слишком короткий, то угол перехода увеличивался автоматически, подстраиваясь под его длину.

19. Снова выполним команду Settings | Colours, в окне Colours в списке Category выделим все категории объектов и нажмем кнопку Pickable Yes, после чего нажатием кнопки OK закроем окно.

Удаление плавных переходов осуществляется выключением опции Teardrop At Start или Teardrop At End соответствующего проводника. Данную операцию мы рекомендуем проделать в виде самостоятельного упражнения.

Формирование областей заливки

Одним из способов формирования областей заливки в редакторе печатных плат системы CADSTAR является функция Maximise Copper.

Каждая область заливки имеет назначенное имя цепи, что означает ее объединение со всеми другими объектами, принадлежащими этой цепи и попавшими внутрь контура области заливки. Все остальные объекты, принадлежащие другим цепям, будут обрисованы контуром с учетом зазоров, заданных правилами Route to Pad (проводник — контактная площадка) или Route to Route (проводник — проводник).

Создаваемая нами область заливки на слое Top Elec будет принадлежать цепи GND, поэтому будет объединяться с ранее нарисованным проводниками этой цепи (рис. 24). Для начала настроим редактор так, чтобы отображался только слой Top Elec.

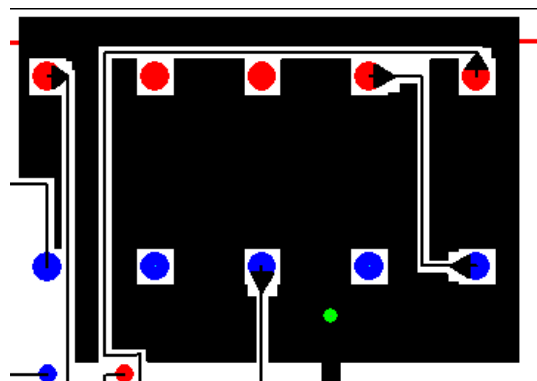


Рис. 24. Область заливки, полученная с помощью функции Maximise Copper.

1. Выполним команду Settings | Colours.

2. В появившемся диалоговом окне Colours нажмем кнопку Layers.

3. В открывшемся диалоговом окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и затем кнопку Visible No.

4. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Top Elec в списке Layers, убедимся, что опция Apply to all Categories выключена, и нажмем кнопку OK.

5. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

Теперь в редакторе отображается только содержимое слоя Top Elec.

Для прорисовки области заливки нам необходимо задать специальный тип линий.

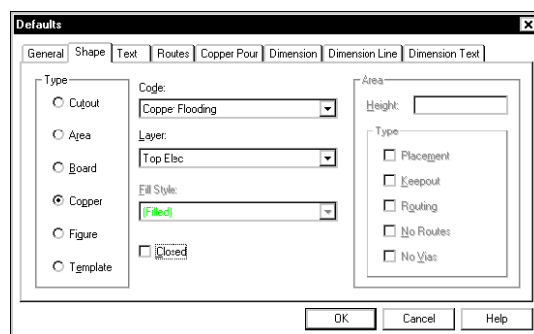


Рис. 25. Область заливки, полученная с помощью функции Maximise Copper.

6. Выполним команду меню Setting | Assignment и в появившемся диалоговом окне Assignment перейдем на вкладку Copper.

7. Нажмем кнопку Add Assignment и создадим новый тип линий с именем Copper Flooding.

8. Установим параметр Width для созданного типа равным 1 милс и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Приступим к рисованию области заливки.

9. Выполним команду меню Add | Shape | Defaults или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

10. В появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Shape (рис. 25), в поле Type выберем опцию Cooper, в выпадающем списке Code выберем стиль линий Copper Flooding, в списке Layer выберем слой Top Elec, в списке Fill Style выберем строку Filled, а также включим опцию Closed.

11. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Defaults.

12. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображались резисторы из области Analogue.

13. Выполним команду меню Actions | Maximise Copper.

Данная функция работает без диалогового окна, все подсказки появляются в строке состояния. Первая подсказка будет иметь вид: Select start point for maximise copper boundary (задайте начальную точку контура области заливки).

14. Щелчком левой кнопкой мыши зададим левый верхний угол контура, как показано на рис. 26.

В строке состояния появится подсказка: Insert corner or double click for finish (задайте угол или выполните двойной щелчок для завершения). То есть, процесс рисования области заливки ничем не отличается от прорисовки обычного полигона.

15. Зададим остальные углы контура и двойным щелчком левой кнопкой мыши завершим его прорисовку.

На экране появится запрос, будет наша область заливки объединена с каким-либо объектом на плате (рис. 27).

16. Нажмем кнопку Yes.

В строке состояния появится подсказка: Select item to share copper with (выберите объект для объединения с областью заливки).

17. Наведем указатель мыши на нарисованный нами вручную проводник цепи GND и выполним щелчок левой кнопкой мыши. Фактически мы задаем имя цепи для области заливки.

На экране приклеенным к указателю мыши окажется белый квадрат, который имеет размер стороны 25 милс. Это число получено сложением двух величин зазора Route to Pad или Route to Route (12 милс) и ширины линии, тип которой выбран для заполнения области заливки (рис. 28). В строке состояния появится подсказка: Select copper seed position (укажите позицию с которой начнется заполнение).

18. Переместим указатель мыши в центр нарисованной нами области и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На экране появится запрос, выполнить ли формирование области заливки (рис. 29).

19. Нажмем кнопку Yes.

На топологии появится область заливки, которая объединится с цепью GND и обтечет все остальные объекты, принадлежащие другим цепям с зазором 12 милс. Возможно, некоторые участки области окажутся не залитыми, так как в них не смог проникнуть инструмент заполнения. В этом случае процедуру формирования области придется повторить заново, изменив соответствующие настройки.

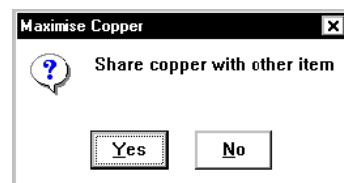
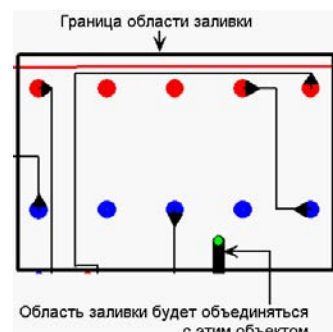


Рис. 27. Запрос на выбор объекта для объединения.

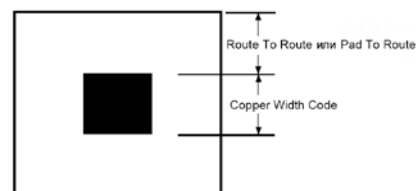


Рис. 28. Принцип формирования инструмента для заливки области.

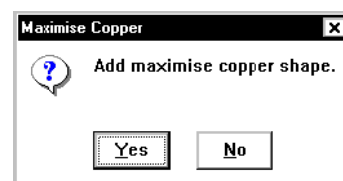


Рис. 29. Запрос на формирование области заливки.

Кроме того, обратите внимание, что заливка области Maximise Copper не полностью повторяет контур плавных переходов или круглых площадок, что связано с алгоритмом ее формирования. Для редактирования области заливки мы можем использовать стандартные функции редактирования полигона, например, Fillet Corner, Edit Segment и Move.

Редактор печатных плат все еще будет находиться в режиме прорисовки областей, о чем свидетельствует подсказка в строке состояния.

20. Так как мы не будем рисовать новых областей заливки, нажмем клавишу Escape.

21. Выполним команду Settings | Colours.

22. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Copper, нажмем кнопку True Size No, после чего нажмем кнопку Layers.

23. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все слои в списке Layer Name, после чего нажмем кнопку Visible No и сделаем их невидимыми.

24. С помощью мыши выделим в списке слои Top Elec, нажмем кнопку Visible Yes, убедимся, что опция Apply To All Categories выключена и нажмем кнопку OK.

25. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

На экране останутся только объекты, находящиеся в слое Top Elec, а созданная нами область заливки будет отображаться только контуром, который можно редактировать, как контур обычного полигона.

26. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображался один из прямоугольных вырезов области заливки вокруг круглой контактной площадки.

27. Выполним щелчок левой кнопки мыши на поле сетки в строке состояния, в появившемся диалоговом окне Grids для рабочей сетки Current Working Grid зададим шаг по осям X и Y равный 5 тысячных долей дюйма и нажатием кнопки OK закроем окно.

28. Выполним команду меню Actions | Fillet Corner и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из углов выреза.

29. Переместим указатель мыши в сторону центра контактной площадки и зададим нужный радиус скругления, после чего еще раз выполним щелчок левой кнопкой мыши.

30. Аналогичным способом закруглим еще один угол, чтобы получить вид, показанный на рисунке 30.

31. Нажмем клавишу Escape и выйдем из режима скругления углов.



Рис. 30. Скругление вырезов в областях заливки.

В качестве самостоятельного упражнения вы можете добавить к контуру скосы под углом 45 градусов с помощью команды Actions | Mitre Corner, а также отредактировать сегменты контура командой Actions | Modify Segment | Edit. Однако, этим не следует увлекаться. Система CADSTAR предлагает другие более удобные способы заливки областей металлизации, которые мы рассмотрим позднее.

Нам остается лишь сохранить созданный нами проект платы.

32. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Routes and Copper Added и нажмем кнопку OK.

33. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch6.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Итак, мы рассмотрели основные приемы рисования проводников в ручном режиме, а также автоматическую трассировку с помощью самой простой программы трассировки системы CANSTAR Automatic Router. На следующем занятии мы рассмотрим работу другого автотрассировщика Embedded Router.

Урок 10. Интерактивная и автоматическая трассировки с помощью программы Embedded Router

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы рассмотрели работу самой простой из трех доступных в системе CADSTAR программ автотрассировки Automatic Router. Сегодня мы научимся выполнять интерактивную и автоматическую трассировку с помощью другой программы Embedded Router (встроенного трассировщика), которая также работает по стандартному многопроходному алгоритму поиска пути трассировки и устранения нарушений, но имеет гораздо большие возможности. В результате всех манипуляций мы получим топологию платы, показанную на рисунке 1. Не стоит волноваться, если полученная нами структура проводников будет немного отличаться.

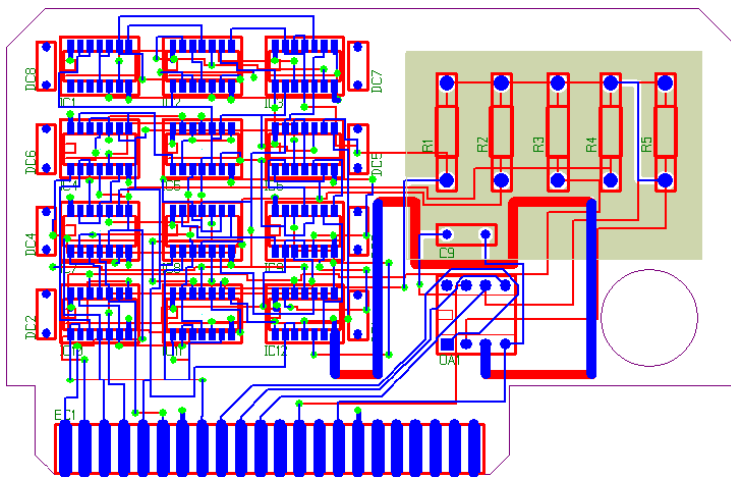


Рис. 1. Топология платы, которую мы получим в конце занятия.

Области металлизации Copper Template

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter6.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR. На предыдущем занятии мы использовали этот же проект, но после изменения сохранили его под другим именем, поэтому данный файл должен остаться в исходном неразведенном состоянии.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter6.pcb.
2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

На предыдущем занятии для заливки областей металлизации мы использовали функцию Maximise Copper, сейчас мы воспользуемся более продвинутым способом. Заливка меди будет выполняться с помощью встроенного трассировщика с использованием так называемого шаблона заливки (Copper Template). Первое, что нам необходимо сделать, это настроить данный шаблон.

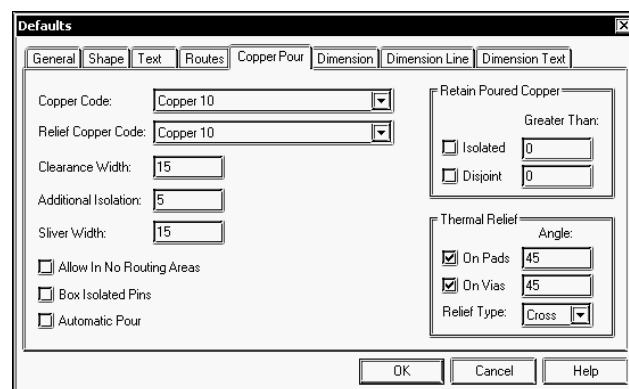


Рис. 2. Настройка параметров шаблона заливки.



Рис. 3. Основные параметры шаблона заливки.

3. Выполним команду меню Setting | Defaults и в открывшемся диалоговом окне Defaults перейдем на вкладку Copper Pour (рис. 2).

Здесь приведены основные настройки шаблона заливки, а именно (рис. 3):

- Copper Code — определяет ширину линии, используемой для рисования полигона;
- Relief Copper Code — определяет ширину линии, используемой для соединения контактной площадки с полигоном;
- Clearance Width — задает расстояние между контактной площадкой и периметром окружающего её полигона;
- Thermal Relief — позволяет использовать тепловой барьер между полигоном и контактной площадкой (переходным отверстием) и задает угол поворота соединительных проводников.

4. Установим все необходимые параметры как показано на рисунке 2, а именно: Copper Codes и Relief Copper Code равные Copper 10, Clearance Width равный 15 тысячных дюйма, в поле Thermal Relief включим галочки напротив On Pads и On Vias (термобарьер разрешен как для контактных площадок, так и для переходных отверстий) и зададим угол поворота Angle равный 45 градусов.

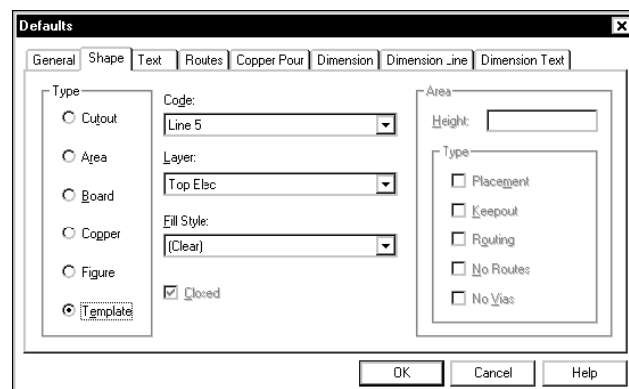


Рис. 4. Настройки формы шаблона заливки.

5. Щелчком мыши перейдем на закладку Shape диалогового окна Defaults (рис. 4).

6. В поле Type выберем опцию Template; в списке Code выберем тип линии для рисования контура шаблона Line 5; в списке Layer укажем слой, на котором будет находиться полигон Top Elec; в списке Fill Style выберем Clear (не залитый).

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Defaults.

8. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображались резисторы из области Analogue.

9. Выполним команду меню Add | Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов и нарисуем прямоугольник, охватывающий резисторы R1 – R5 и конденсатор C9.

Нам остается присвоить нарисованной области заливки имя и назначить цепь.

10. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов и с помощью мыши выделим только что нарисованный контур области заливки.

11. Нажмем кнопку Item Properties  (button04) на панели инструментов.

12. В появившемся окне Item Properties Template – Copper Pour (рис. 5) в поле Name введем новое имя области заливки Resistor Screen, а в выпадающем списке Signal Name выберем имя цепи GND.

13. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Item Properties.

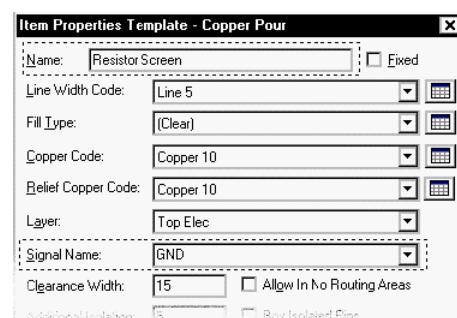


Рис. 5. Задание имени и цепи шаблону заливки.

Подготовка к ручной трассировке

Теперь мы можем приступить к ручной трассировке платы с помощью программы Embedded Router.

1. Выполним команду меню Tools | Embedded Router или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

Все меню команд и панели инструментов изменятся в соответствии с требуемой для данной программы функциональностью.

2. Выполним команду меню Setting | Grids.

На экране появится диалоговое окно Grids, в котором автоматически будет выбрана сетка Router Grid (рис. 6). Обратите внимание, что в режиме встроенного трассировщика поле сетки в строке состояния отсутствует, поэтому данное окно можно вызвать только командой меню.

3. Зададим шаг сетки трассировки Routing равный 10 тысячных дюйма.

4. Зададим шаг сетки размещения переходных отверстий Via равный тоже 10 тысячных дюйма.

Примечание: Шаг сетки переходных отверстий должен быть равен или кратен шагу сетки трассировки.

5. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Grids.

Приступим к настройке опций трассировщика.

6. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится диалоговое окно Routing Options (рис. 7), в котором задаются основные настройки автотрассировщика.

7. В поле Process выберем опцию Route, что означает, что все выполняемые в данный момент настройки относятся к процессу трассировки.

8. В поле Route Width выберем опцию Optimal. В этом случае для каждого типа цепей, описанных в окне Assignments на вкладке Routes, будет выбрано значение из колонки Optimal.

9. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает прокладку сегментов проводников на разных слоях с использованием межслойных переходных отверстий.

10. Включим опцию Errors Allowed, которая позволит нам игнорировать соблюдение минимально допустимых зазоров в процессе ручной трассировки.

11. Включим опцию On Line DRC (проверка DRC "на лету"). Теперь при ручной прокладке проводника, так как ошибки разрешены, сам проводник и любые препятствия на его пути менять цвет в случае нарушения минимального зазора.

Напомним, что цвет подсветки нарушения настраивается в окне Colours, категория Highlights — DRC Router.

12. В поле Angle выберем опцию 90 Degrees, чем включим ортогональную трассировку.

Так как сначала мы будем выполнять ручную трассировку, остальные параметры для нас сейчас не актуальны. Позднее рассмотрим их более подробно.

13. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 7, и нажмем кнопку ОК.

В процессе трассировки для изменения слоя мы будем пользоваться командой Change Layer из контекстного меню, поэтому нам необходимо сделать слои Top Elec и Bottom Elec активными.

14. Выполним команду меню Setting | Routing Layers.

15. В появившемся диалоговом окне Routing – Layers (рис. 8) в списке Layer Name выберем слои Top Elec и Bottom Elec и нажмем кнопки Active Yes и Visible Yes.

16. Выберем слои GND и VCC и нажмем кнопки Active No и Visible No.

17. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Routing – Layers.

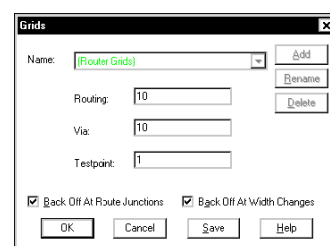


Рис. 6. Настройка сетки трассировки.

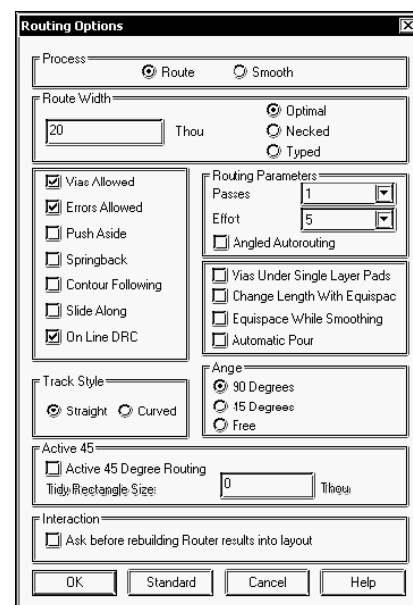


Рис. 7. Настройка параметров трассировщика.

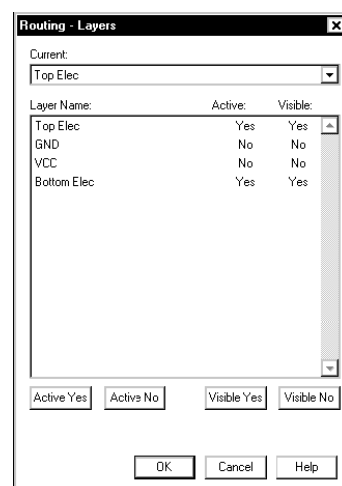


Рис. 8. Настройка активных слоев для трассировки.

Последнее, что нам остается, это выполнить оптимизацию связей на плате с целью минимизации длины цепей.

18. Выполним команду меню Actions | Reconnect.

19. В появившемся диалоговом окне Reconnect (рис. 9) выберем опцию Whole Design (весь проект) и нажмем кнопку ОК.

Если суммарная длина связей изменилась, это будет отражено в окне отчета, появляющемся по завершению операции.

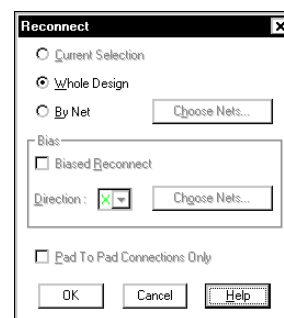


Рис. 9. Оптимизация связей на плате.

Ручная трассировка

Приступим к ручному созданию проводников. Напомним, что таким способом создаются только наиболее критические проводники, которые не

могут быть проложены автоматически. Чтобы впоследствии автотрассировщик не перерисовал их заново, созданные вручную проводники должны быть зафиксированы.

В качестве упражнения проложим часть цепи GND от вывода 3 микросхемы OA1. Обратите внимание, что данное соединение не отображается в окне редактора до тех пор, пока мы не начнем его прокладывать. Это происходит потому, что вывод требует сквозного отверстия и соединяется с соответствующим внутренним слоем напрямую.

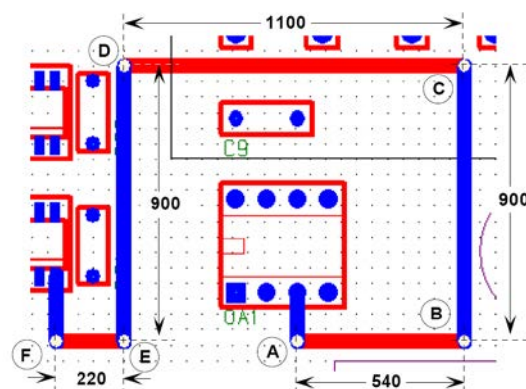


Рис. 10. Конфигурация прокладываемого вручную проводника.

1. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображалась часть платы, показанная на рисунке 10.

2. Убедимся, что ни один графический примитив проекта не выделен.

3. Выполним команду меню Actions | Manual Route или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

4. Наведем указатель мыши на вывод 3 микросхемы OA1 и щелкнем левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, что имя цепи будет отображаться в подсказке рядом с указателем мыши при наведении его на линию соединения. Если этого не происходит, то необходимо включить опцию Enable Design Tooltips на вкладке Display диалогового окна Options, вызываемого командой меню Tools | Options.

5. Сдвинем указатель мыши немного вниз.

От вывода микросхемы к указателю мыши на слое Top Elec протянется динамически изменяемый проводник ширины, заданной настройкой Optimal, а именно 50 милс. Кроме того, на экране будет отображаться и тянуться за проводником оставшаяся часть GND связи. Обратите внимание, что имя цепи и слой, на котором она прокладывается, отображаются в правой части строки состояния.

Напомним, что выбранные нами опции трассировки подразумевают, что нарушение минимального зазора будет допускаться, но автоматически отображаться (On Line DRC). Проверим, как работает эта функция.

6. Подвигаем указатель мыши так, чтобы прокладываемый проводник задевал другие выводы микросхемы OA1 или конденсатора C9. Легко видеть, что цвет дорожки и выводов меняется, когда они находятся слишком близко друг к другу.

7. Переместим курсор вертикально вниз в точку A (рис. 10) с координатами X3560 Y960 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Примечание: Если мы хотим обнулить относительные координаты, следует выполнить клавиатурную команду Z и нажать клавишу Enter.

Как мы помним, для верхнего и нижнего электрических слоев, заданы следующие направления разводки: Top Elec = Y bias (вертикальная трассировка) и Bottom Elec = X bias (горизонтальная трассировка). Только что нарисованный нами сегмент проводника проходит в вертикальном направлении на слое Top Elec и это соответствует данным настройкам. Следующий сегмент мы планируем сделать горизонтальным, поэтому должны провести его на слое Bottom Elec.

8. Наведем указатель мыши на конец только что нарисованного нами сегмента и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

9. В появившемся контекстном меню выберем команду Change Layer.

Таким образом, мы перешли на слой Bottom Elec, а на конце сегмента автоматически добавилось переходное отверстие. Так как мы настроили трассировщик на использование только двух активных слоев, переключение слоев произошло однозначно. Если бы активных слоев было более двух, на экране появилось бы диалоговое окно, предлагающее выбрать, на какой из слоев будет осуществлен переход.

Теперь мы можем продолжить дорожку на новом слое.

10. Наведем курсор на конец первого сегмента с переходным отверстием и выполним щелчок левой кнопки мыши.

11. Переместим курсор горизонтально вправо в точку В (рис. 10), отслеживая относительные координаты в строке состояния, и выполним щелчок левой кнопки мыши.

12. Аналогичным образом проложим все остальные сегменты, не забывая, что все вертикальные сегменты должны располагаться на слое Top Elec, а горизонтальные — Bottom Elec.

13. Завершим прокладку проводника двойным щелчком левой кнопки мыши на выводе 7 микросхемы IC12.

Обратите внимание, что при наведении указателя мыши на вывод курсор изменит вид с прямоугольника на круг с прицелом. Это говорит о том, что система захватила целевой графический примитив и закончит рисование проводника именно на нем, а не в ближайшем узле сетки. Кроме того, в некоторых местах, например, вблизи вывода 7 микросхемы IC12, только что проложенный проводник подсвечивается желтым цветом. Это означает, что система обнаружила нарушение DRC (не выдержан зазор между последним сегментом проводника и соседней контактной площадкой) и сигнализирует об этом. Пока мы не будем обращать на это внимание и попробуем изменить только что проложенный проводник, как показано на рисунке 11.

14. Наведем указатель мыши на сегмент проводника вблизи конденсатора C9 и выполним щелчок левой кнопкой мыши, после чего сдвинем курсор немного вниз.

От указанной точки старого проводника вниз потянется новый сегмент. Обратите внимание, что он будет прокладываться на том же слое, на котором находился исходный сегмент проводника и никаких дополнительных переключений слоев не требуется.

15. Подвигаем указатель мыши немного вправо-влево, выберем нужную точку изгиба проводника и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, что при горизонтальном перемещении указателя мыши прокладываемый сегмент проводника остается вертикальным за счет автоматического сдвига начальной точки, так как включен ортогональный режим разводки.

16. Проложим горизонтальный сегмент, как показано на рисунке 11, и щелчком левой кнопки мыши зафиксируем второй изгиб нового проводника.

17. Сдвинем указатель мыши вверх и наведем его на старый проводник.

Курсор при этом изменит вид с прямоугольника на круг с прицелом.

18. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование нового проводника.

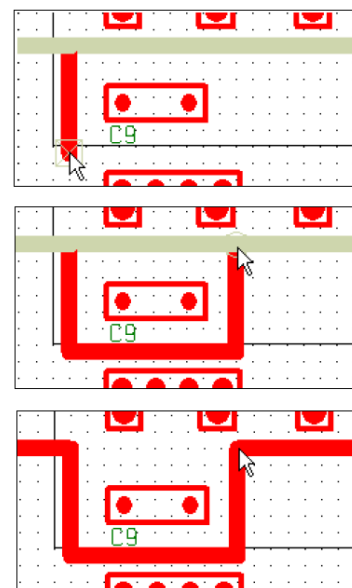


Рис. 11. Изменение ранее проложенного проводника.

Обратите внимание, что система автоматически удалит старый участок проводника над конденсатором С9. Это говорит о том, что алгоритм трассировщика следит за тем, чтобы в проводнике не образовывалось замкнутых петель, даже при его ручной прокладке. Такой режим работы программы трассировки называется интерактивным и существенно облегчает работу разработчика печатной платы при прокладке наиболее критических цепей.

Нам остается зафиксировать нарисованный нами проводник, чтобы он не был изменен в дальнейшем при автоматической трассировке всех остальных цепей.

19. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов.

20. Нажмем кнопку Net Focus  (button08) на панели инструментов и перейдем в режим редактирования всей цепи.

21. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на любом участке нарисованного нами проводника цепи GND.

Весь проводник окажется выделенным.

22. Нажмем кнопку Fix  (button09) на панели инструментов и зафиксируем выделенные объекты топологии.

Теперь мы полностью готовы к автоматической прорисовке топологии.

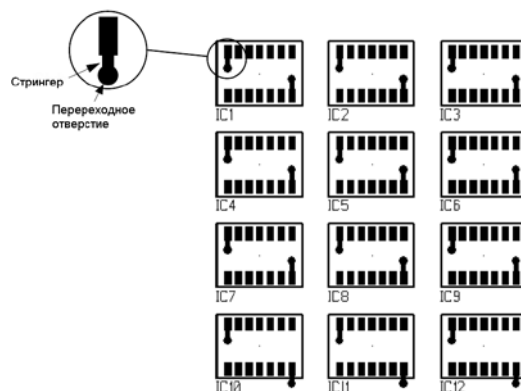


Рис. 12. Соединение SMD контактных площадок с внутренними слоями.

Автоматическая трассировка стрингеров

Технология поверхностного монтажа требует организации соединения контактных площадок с внутренними слоями через специальные отводы с переходными отверстиями на конце, так называемыми, стрингерами (рис. 12). Правильная трассировка таких отводов позволяет значительно разгрузить наружные слои платы и существенно облегчить решение общей задачи трассировки. Именно поэтому трассировка стрингеров является первым этапом автоматической трассировки.

В нашем примере на внутренних слоях находятся только цепи питания и заземления, поэтому отводы будут добавляться к SMD контактным площадкам именно этих двух цепей. Автотрассировщик будет располагать стрингеры на том же слое, на котором расположены площадки Top Elec, и делать их предельно короткими. Добавляемое переходное отверстие будет глухим и обеспечивать связь верхнего слоя только с соответствующим нижним слоем, согласно описанию пар слоев на вкладке Layer Pairs диалогового окна Assignments, вызываемого командой меню Setting | Assignments.

Для создания стрингера автотрассировщик проверяет два условия: отсутствие для данной контактной площадки заданного диаметра отверстия сверления (Drill Diameter) и имя цепи, которое должно совпадать с именем одного из внутренних слоев металлизации (рис. 13).

Приступим к настройке автотрассировщика.

1. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки.

2. В поле Process выберем опцию Route, что означает, что все выполняемые в данный момент настройки относятся к процессу трассировки.

3. В поле Route Width выберем опцию Necked. В этом случае для каждого типа цепей, описанных в окне Assignments на вкладке Routes, будет выбрано значение из колонки Necked.

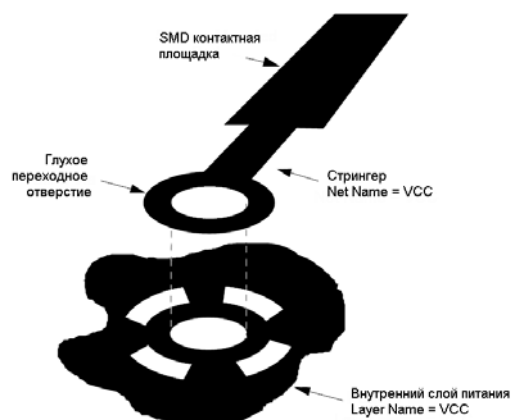


Рис. 13. Условия для автоматического создания стрингера.

4. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает добавление к стрингерам переходных отверстий на внутренние слои.

5. Включим опцию Errors Allowed, которая позволяет трассировщику выполнять операции удаления и повторной прокладки проводников в поисках наилучшего варианта. В действительности опция Errors Allowed включается автоматически, когда задан более чем один проход трассировки.

6. В поле Angle выберем опцию 90 Degrees, чем включим ортогональную трассировку.

7. Выключим опцию On Line DRC.

8. В поле Routing Parameters установим параметр Passes (проходы) в значение 2, то есть трассировка будет выполняться в два прохода (хотя для такой простой задачи хватит и одного прохода), а параметр Efforts (попытки) в значение 5.

Примечание: Число попыток определяет время, которое автотрассировщик тратит на прокладку проводника между двумя точками. Чем большее количество попыток задано, тем дольше программа будет обрабатывать топологию. Значение 5 подходит для разводки стрингеров, поскольку на данный момент на плате имеется минимальное количество препятствий. На практике, мы будем использовать результаты одного прохода для оценки нужного количества попыток.

9. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 14, и нажмем кнопку ОК.

Изменим настройки сетки.

10. Выполним команду меню Setting | Grids.

11. В появившемся диалоговом окне Grids (рис. 15) зададим шаг сетки трассировки Routing равный 25 милс и шаг сетки размещения переходных отверстий Via равный тоже 25 милс.

12. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Grids.

Выберем цепи, которые необходимо развести.

13. Выполним команду меню Edit | Select Net.

14. В появившемся окне Select Nets (рис. 16) в левом списке Net List, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем цепи VCC и GND, нажмем кнопку Add и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Теперь мы можем приступить к автоматической трассировке.

15. Нажмем кнопку Autoroute  (button10) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Autorouting Results (рис. 17), в котором будет выводиться отчет о ходе выполнения трассировки. Так как наша топология совсем простая процесс завершится очень быстро. Легко видеть, что программа развела все стрингеры за один проход трассировки.

16. Нажмем кнопку Ассерпт и закроем окно отчета.

Зафиксируем разведенные стрингеры.

17. Выполним команду меню Edit | Select Net.

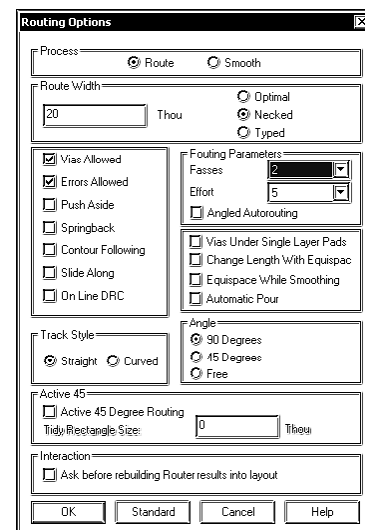


Рис. 14. Настройка параметров трассировщика для разводки стрингеров.

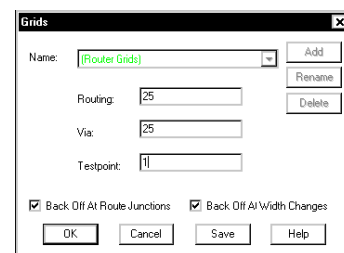


Рис. 15. Настройка сетки для трассировки стрингеров.

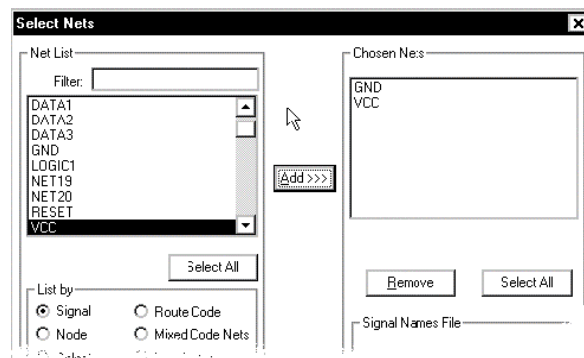
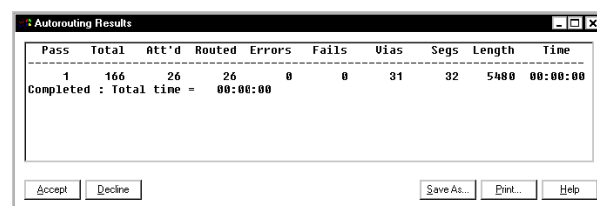


Рис. 16. Выбор цепей для трассировки.



Pass	Total	Att'd	Routed	Errors	Fails	Vias	Segs	Length	Time
1	166	26	26	0	0	31	32	5480	00:00:00
Completed : Total time = 00:00:00									

Buttons: Accept, Decline, Save As..., Print..., Help

Рис. 17. Окно отчета о ходе трассировки.

18. В появившемся окне Select Nets в левом списке Net List, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем цепи VCC и GND, нажмем кнопку Add и нажатием кнопки ОК закроем окно.

19. Нажмем кнопку Fix  (button09) на панели инструментов и зафиксируем выделенные объекты топологии.

Убедимся в том, что переходные вставленные автотрассировщиком отверстия действительно являются глухими.

20. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов.

21. Выполним щелчок левой кнопки на любом из переходных отверстий только что созданного стрингера, например, принадлежащего цепи VCC.

22. Нажмем кнопку Item Properties  (button04) на панели инструментов.

В появившемся окне Item Properties Template – Via в поле Layer Span будет показано, что переходное отверстие идет со слоя Top Elec (From: Top Elec) на слой VCC (To: VCC).

23. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Item Properties.

Ручная диагональная трассировка в режиме Active 45

Рассмотрим еще один способ ручной прокладки проводников, доступный во встроенном трассировщике Embedded Router как режим Active 45. В этом режиме проводник автоматически прокладывается, следуя за перемещаемым вручную курсором от начальной до конечной точки. При этом к проводнику добавляются скосы под углом 45 градусов (отсюда и название диагональная трассировка).

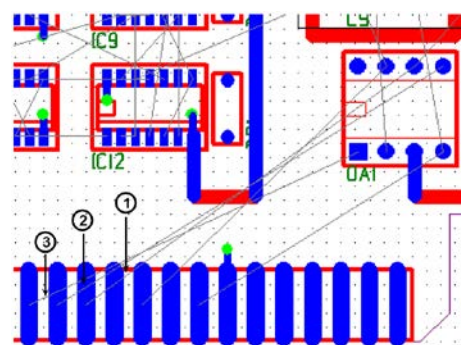


Рис. 18. Указанные цепи будут трассироваться в режиме Active 45.

1. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки.

2. В поле Process выберем опцию Route.

3. В поле Route Width выберем опцию Necked.

4. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает добавление к проводникам переходных отверстий.

5. Выключим опцию Errors Allowed, то есть запретим трассировку с ошибками.

6. Включим опцию Push Aside, которая разрешает трассировщику расталкивать имеющиеся на топологии проводники для освобождения места для прокладываемого проводника.

7. В поле Active 45 включим опцию Active 45 Degree Routing, тем самым активируем режим диагональной трассировки.

Обратите внимание, что при включении этой галочки в поле Angle автоматически включится опция 45 Degrees.

8. В поле Tidy Rectangle Size введем значение 150 милс, оно задает размер генерируемого диагональным трассировщиком скоса по осям X и Y.

9. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 19, и нажмем кнопку ОК.

Приступим к трассировке.

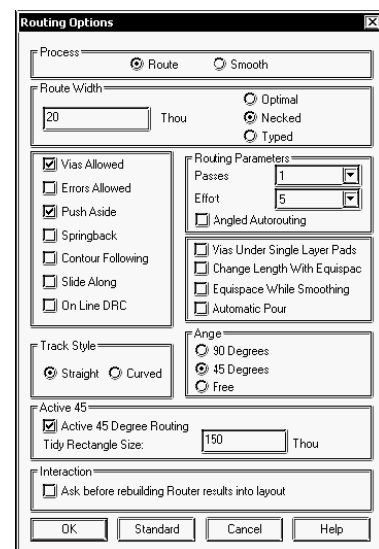


Рис. 19. Настройка параметров трассировщика для разводки в режиме Active 45.

10. Выполним команду меню Actions | Manual Route или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

11. Наведем указатель мыши линию соединения цепи 1 вблизи вывода торцевого разъема и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На топологии от вывода разъема за курсором потянется проводник.

12. Аккуратно начнем сдвигать указатель мыши в сторону вывода 6 микросхемы OA1, чтобы проложить проводник, как показано на рисунке 20.

Обратите внимание на поведение проводника, который прокладывается трассировщиком автоматически, следуя за курсором.

13. Наведем указатель мыши на вывод 6 микросхемы OA1.

Программа самостоятельно завершит прокладку оставшейся части проводника.

14. Наведем указатель мыши линию соединения цепи 2 вблизи вывода торцевого разъема и выполним на ней щелчок левой кнопкой мыши.

15. Сдвигая указатель мыши, аналогичным образом выполним трассировку этой цепи.

Обратите внимание, что благодаря тому, что включена опция расталкивания Push Aside, при прокладке нового проводника система сдвигает ранее проложенный проводник с соблюдением заданных зазоров.

16. Аналогичным образом разведем цепь 3.

Ничего страшного, если вид проложенных проводников будет немного отличаться от показанного на рисунке 20. В завершение упражнения зафиксируем разведенные проводники.

17. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов.

18. Нажмем кнопку Net Focus  (button08) на панели инструментов.

19. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши выделим только что проложенные проводники.

20. Нажмем кнопку Fix  (button09) на панели инструментов и зафиксируем выделенные объекты топологии.

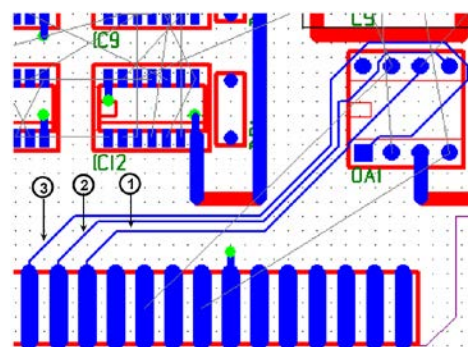


Рис. 20. Результат трассировки цепей в режиме Active 45.

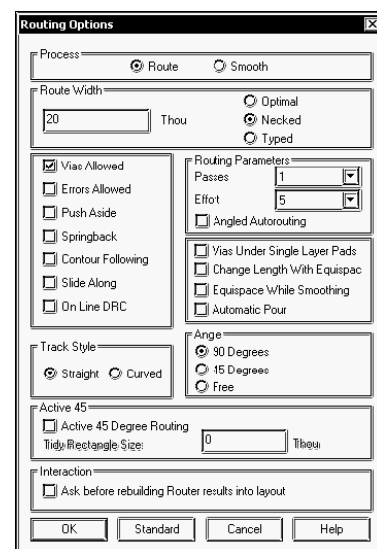


Рис. 21. Настройка параметров трассировщика для разводки в режиме Active 45.

Автоматическая трассировка платы

Сейчас мы полностью готовы к использованию автотрассировки для разводки всех остальных цепей. Разводить оставшиеся цепи, включая VPOS и VNEG, мы будем в автоматическом многопроходном режиме. Причем, делать это будем в два этапа: сначала выполним однопроходную трассировку с числом попыток (Effort) равным 5, проанализируем полученные результаты, а затем запустим многопроходной режим с параметром Effort, полученным по итогам анализа.

Снова настроим трассировщик.

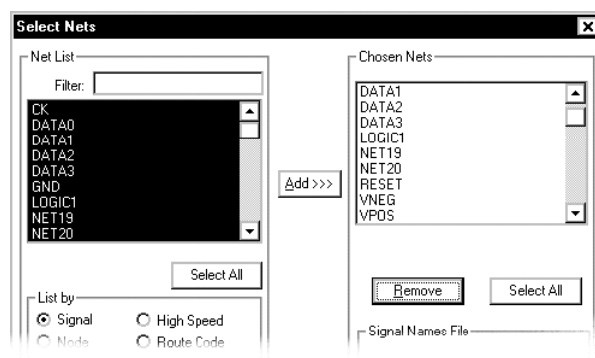


Рис. 22. Выбор цепей для автотрассировки.

1. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки, как показано на рисунке 21.

2. В поле Process выберем опцию Route.

3. В поле Route Width выберем опцию Necked.

4. В поле Routing Parameters установим параметр Passes (проходы) в значение 1, а параметр Efforts (попытки) в значение 5.

5. Выключим опцию Errors Allowed, так как мы не хотим разрешать программе удалять и переразводить цепи в течение одного прохода.

6. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 21, и нажмем кнопку ОК.

Изменим настройки сетки.

7. Выполним команду меню Setting | Grids.

8. В появившемся диалоговом окне Grids зададим шаг сетки трассировки Routing равный 5 милс и шаг сетки размещения переходных отверстий Via равный тоже 5 милс, после чего нажмем кнопку ОК.

Выберем цепи, которые необходимо развести, а именно все кроме VCC и GND.

9. Выполним команду меню Edit | Select Net.

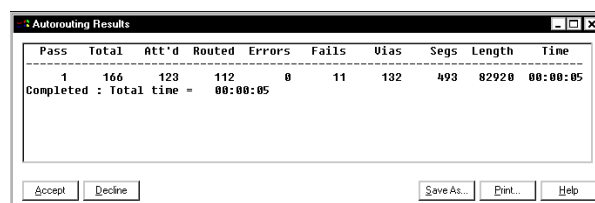
10. В появившемся окне Select Nets (рис. 22) в левом списке Net List нажмем кнопку Select All и выберем все цепи, после чего нажмем кнопку Add.

11. Далее в правом списке Chosen Nets, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем цепи VCC и GND, нажмем кнопку Remove, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

Теперь мы можем приступить к автоматической трассировке.

12. Нажмем кнопку Autoroute  (button10) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Autorouting Results (рис. 23), в котором будет выводиться отчет о ходе выполнения трассировки. Так как наша топология совсем простая процесс завершится очень быстро. Проанализируем приведенные здесь значения.



Pass	Total	Att'd	Routed	Errors	Fails	Vias	Segs	Length	Time
1	166	123	112	0	11	132	493	82920	00:00:05

Completed : Total time = 00:00:05

Accept Decline Save As... Print... Help

Рис. 23. Окно отчета о ходе трассировки.

Результат работы автотрассировщика в однопроходном режиме можно считать хорошим, если процент завершенности трассировки превышает 80%. Если на плате присутствуют SMD компоненты то хорошим можно считать проект, разведенный на 70%. Это связано с тем, что при однопроходной разводке одна первоначально проведенная дорожка может блокировать сразу несколько SMD выводов, а в случае многопроходной разводки, программа будет пытаться провести дорожки поверх этого препятствия или отодвинуть его и исправить сделанные нарушения. Если процент завершенности составляет менее 70%, то это указывает на необходимость изменить размещение компонентов.

В полученном нами отчете сказано, что разведены 112 (Routed) из 123 (Att'd) цепей, что составляет 91%. Это говорит о том, что размещение компонентов выполнено правильно, и мы можем приступить к многопроходной трассировке.

13. Так как нам не нужно сохранять результаты трассировки в однопроходном режиме, нажмем кнопку Decline и просто закроем окно отчета.

Настроим многопроходной режим трассировщика.

14. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки.

15. В поле Process выберем опцию Route.

16. В поле Route Width выберем опцию Necked.

17. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает добавление к проводникам переходных отверстий.

18. Включим опцию Errors Allowed, то есть, разрешим трассировку с ошибками.

19. Включим опцию Push Aside, которая разрешает трассировщику расталкивать имеющиеся на топологии проводники для освобождения места для прокладываемого проводника.

20. Включим опцию Springback, которая предписывает трассировщику возвращать расталкиваемые дорожки на исходное место, если необходимость в расталкивании отпала.

Примечание: Использование опции Springback эффективно только при включенной опции Push Aside.

21. Включим опцию Contour Following, которая предписывает трассировщику располагать дорожки максимально близко к препятствиям: другим дорожкам, контактными площадкам, переходным отверстиям, полигонам и так далее.

Примечание: Включение опции Contour Following позволяет сохранить больше свободного места на плате для последующих операций трассировки. Но при этом у проложенных проводников могут появиться дополнительные изломы или переходные отверстия, а значит, потребуется процедура сглаживания.

22. В поле Routing Parameters установим параметр Passes (проходы) в значение 4 (для нашей относительно простой платы этого будет достаточно), а параметр Efforts (попытки) в максимальное значение 10, что позволит обеспечить больший процент выполнения.

23. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 24, и нажмем кнопку ОК.

Изменим настройки сетки.

24. Выполним команду меню Setting | Grids.

25. В появившемся диалоговом окне Grids зададим шаг сетки трассировки Routing равный 1 милс и шаг сетки размещения переходных отверстий Via равный тоже 1 милс, после чего нажмем кнопку ОК.

Выберем цепи, которые необходимо развести, а именно все кроме VCC и GND.

26. Выполним команду меню Edit | Select Net.

27. В появившемся окне Select Nets в левом списке Net List нажмем кнопку Select All и выберем все цепи, после чего нажмем кнопку Add.

28. Далее в правом списке Chosen Nets, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем цепи VCC и GND, нажмем кнопку Remove.

Чтобы в последствии не выполнять многократно эту операцию, сохраним список имен выбранных цепей во внешний файл.

29. В поле Signal Names File нажмем кнопку Save.

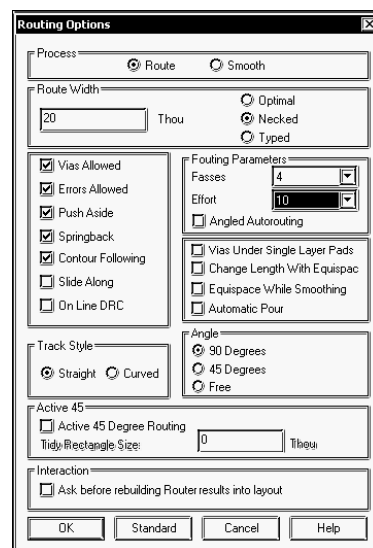


Рис. 24. Настройка параметров трассировщика для разводки в многопроходном режиме.

Pass	Total	Att'd	Routed	Errors	Fails	Vias	Segs	Length	Time
1	166	123	105	18	0	114	677	86334	00:00:08
2	166	27	25	2	0	133	766	92248	00:00:06
3	166	2	2	0	0	132	776	92717	00:00:00
Completed : Total time = 00:00:14									

Buttons: Accept, Decline, Save As..., Print..., Help

Рис. 25. Окно отчета о ходе многопроходной трассировки.

30. В появившемся диалоговом окне Save Signal Names File выберем нужную папку, зададим имя файла списка имен цепей all.sig и нажмем кнопку Сохранить.

31. Нажмем кнопку OK и закроем окно Select Nets.

Примечание: Не следует путать только что созданный нами список имен цепей (файл с расширением .sig) со списком соединений (netlist). Список соединений (файл с расширением .fpr) формируется для всего проекта командой экспорта и содержит полную информацию об электрической связности.

Теперь мы можем приступить к автоматической трассировке.

32. Нажмем кнопку Autoroute  (button10) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Autorouting Results (рис. 25), в котором будет выводиться отчет о ходе выполнения трассировки. После выполнения каждого прохода, отчет автотрассировщика будет автоматически обновляться. Как только количество ошибок (Errors) и неудач (Fails) будет равно нулю, процесс трассировки завершится, что означает 100% завершение.

33. Нажмем кнопку Ассерт и закроем окно отчета.

Для улучшения технологичности проекта мы должны выполнить два прохода сглаживания. Эта процедура позволит удалить ненужные переходные отверстия и изломы проводников, а также выровнять зазоры между дорожками.

34. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки.

35. В поле Process выберем опцию Smooth, что означает, что мы настраиваем режим сглаживания.

36. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает добавление к проводникам переходных отверстий.

37. Включим опцию Equispace While Smoothing, которая предписывает трассировщику при выравнивании проводников максимально использовать пространство между препятствиями, а зазоры между проводниками делать приблизительно одинаковые.

Примечание: Выравнивание зазоров не касается переходных отверстий, контактных площадок или сегментов к ним присоединенных. Другими словами, выравнивание зазоров может осуществляться только для сегментов, которые с обоих концов соединены с другими сегментами проводников.

38. В поле Routing Parameters установим параметр Passes (проходы) в значение 2, а параметр Efforts режиме сглаживания недоступен.

39. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 26, и нажмем кнопку OK.

Выберем цепи, которые необходимо развести, а именно все кроме VCC и GND.

40. Выполним команду меню Edit | Select Net.

41. В появившемся окне Select Nets в поле Signal Names File нажмем кнопку Load.

42. В появившемся диалоговом окне Load Signal Names File выберем папку и ранее сохраненный нами файл списка имен цепей all.sig, после чего нажмем кнопку Открыть.

В список Chosen Nets будет загружен список нужных нам цепей.

43. Нажмем кнопку OK и закроем окно Select Nets.

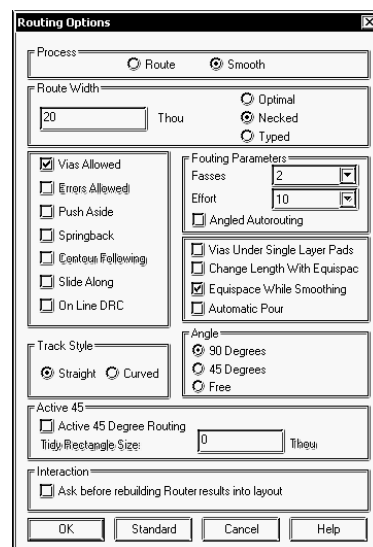
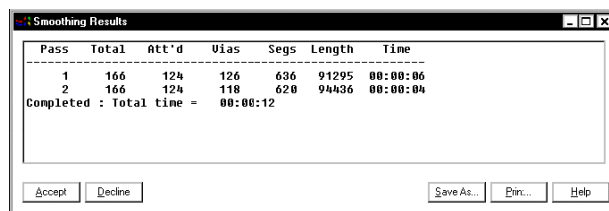


Рис. 26. Настройка параметров трассировщика для режима сглаживания.



Pass	Total	Att'd	Vias	Segs	Length	Time
1	166	124	126	636	91295	00:00:06
2	166	124	118	620	94436	00:00:04

Completed : Total time = 00:00:12

Buttons: Accept, Decline, Save As..., Print..., Help

Рис. 27. Окно отчета о ходе процедуры сглаживания.

Так как настройки сетки менять нет необходимости, мы можем запустить процедуру сглаживания.

44. Нажмем кнопку Autoroute  (button10) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Autorouting Results (рис. 27), в котором будет выводиться отчет о ходе выполнения трассировки. Рассмотрим его более подробно и сравним с отчетом, полученным после трассировки в многопроходном режиме (рис. 25). Прежде всего, число переходных отверстий (Vias) снизилось с 132 до 118. Число сегментов проводников (Segs) снизилось с 776 до 620, однако незначительно увеличилась суммарная длина проводников, что легко объяснить увеличением зазоров между проводниками.

45. Нажмем кнопку Ассерт и закроем окно отчета.

Ручное редактирование топологии

Как правило, топология, полученная в процессе автоматической трассировки, требует ручной доработки. Рассмотрим, как работают функции Push Aside и Springback в режиме ручной трассировки.

1. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

На экране появится уже знакомое нам диалоговое окно Routing Options, в котором надо сделать новые настройки.

2. В поле Process выберем опцию Route.

3. В поле Route Width выберем опцию Necked.

4. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает добавление к проводникам переходных отверстий.

5. Включим опцию Errors Allowed, то есть запретим трассировку с ошибками.

6. Включим опцию Push Aside, которая разрешает трассировщику расталкивать имеющиеся на топологии проводники для освобождения места для прокладываемого проводника.

7. Включим опцию Springback, которая предписывает трассировщику возвращать расталкиваемые дорожки на исходное место, если необходимость в расталкивании отпала.

8. Включим опцию On Line DRC (проверка DRC "на лету"). Теперь при ручной прокладке проводника, так как ошибки разрешены, сам проводник и любые препятствия на его пути менять цвет в случае нарушения минимального зазора.

9. Убедимся, что все остальные настройки выполнены так, как показано на рисунке 28, и нажмем кнопку ОК.

Для удобства работы нам необходимо изменить настройки палитры.

10. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button13) на панели инструментов.

11. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category, удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выберем объекты Component Outlines, Component Part Names, Areas, Connections, User Attribute и нажмем кнопку Visible No, чем сделаем их невидимыми.

12. Выберем в списке Category строку Routes и нажмем кнопку Change Colours.

13. В появившемся окне Colours – Routes в списке Layer выполним двойной щелчок на слое Top Elec и сделаем его невидимым (Visible No), после чего закроем окно нажатием кнопки ОК.

14. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

15. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображались SMD компоненты IC5 и IC6.

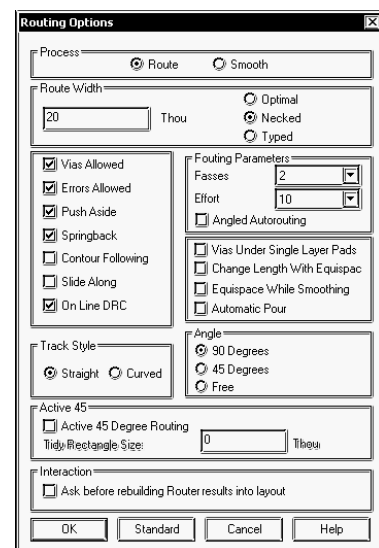


Рис. 28. Настройка параметров трассировщика для ручного редактирования топологии.

Приступим к трассировке.

16. Выполним команду меню Actions | Manual Route или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

17. Наведем указатель мыши на любую из имеющихся здесь цепей и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

18. Сдвинем указатель мыши немного вверх, как показано на рисунке 29.

На топологии появится новый проводник, который потянется за курсором. Обратите внимание, что другие проводники и переходные отверстия будут сдвигаться, освобождая место для прокладываемого проводника, это работает функция Push Aside.

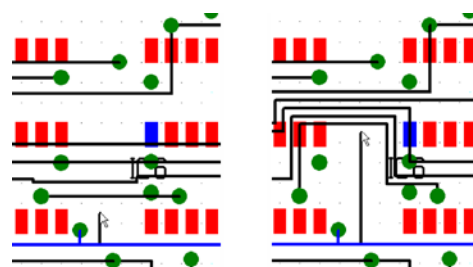


Рис. 29. Расталкивание препятствий в режиме ручной трассировки.

19. Сдвинем указатель мыши обратно вниз.

Только что сдвинутые объекты вернутся на свое исходное место.

20. Нажмем клавишу Escape и выйдем из режима ручного редактирования.

Если не все объекты вернулись на свои места, то рекомендуется выполнить команду Edit | Undo.

Следующий режим, который мы рассмотрим, называется River Routing (обтекающий). На сначала включим отображение проводников на слое Top Elec.

21. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button13) на панели инструментов.

22. В появившемся диалоговом окне Colours в списке Category выберем строку Routes и нажмем кнопку Change Colours.

23. В появившемся окне Colours – Routes в списке Layer выполним двойной щелчок на слое Top Elec и сделаем его видимым (Visible Yes), после чего закроем окно нажатием кнопки OK.

24. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

25. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов.

26. Нажмем кнопку Node Focus  (button11) на панели инструментов.

27. Выполним команду меню Actions | River Route и с помощью мыши выберем одну из цепей с несколькими прямоугольными изгибами.

Проводник будет перерисован и "обтечет" имеющиеся препятствия (рис. 30a).

28. Выполним команду меню Tools | Routing Options.

29. В появившемся диалоговом окне Routing Options в поле Process выберем опцию Smooth (сглаживание).

30. Снова выполним команду меню Actions | River Route и с помощью мыши выберем ту же цепь.

Проводник будет перерисован и "обтечет" препятствие с меньшим числом изломов (рис. 30b). В качестве упражнения самостоятельно выберите еще несколько цепей и посмотрите на результат работы трассировщика.

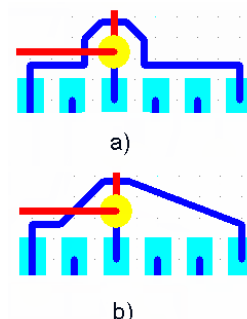


Рис. 30. Обтекающий режим трассировки.

Заливка области металлизации

В самом начале данного занятия мы создали область металлизации Copper Template. Сейчас, после того, как мы полностью оттрассировали плату, мы можем выполнить ее заливку.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. Нажмем кнопку Select  (button03) на панели инструментов.
3. С помощью мыши выберем нарисованный нами ранее контур области металлизации Copper Template.
4. Выполним команду меню Actions | Copper Pour.

Система выполнит заливку выбранного контура (рис. 31). Любые контактные площадки, переходные отверстия и дорожки внутри области, принадлежащие той же цепи, что и полигон, будут соединены с медной заливкой. Все остальные объекты на сигнальных слоях будут изолированы от него.

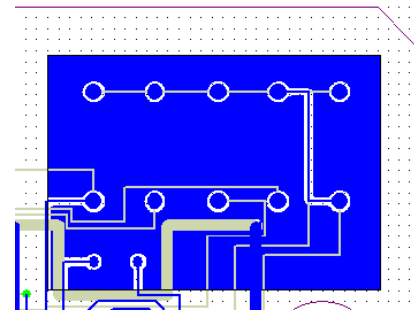


Рис. 31. Заливка области металлизации Copper Pour.

Если мы выключим отображение проводников на экране, мы увидим что переходное отверстие, принадлежащее проложенному нами вручную проводнику цепи GND имеет с полигоном соединение как показано рисунке 32.

Нам остается лишь сохранить созданный нами проект платы.

5. Выполним команду меню File | Exit Embedded Router или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов и вернемся в редактор печатных плат.



Рис. 32. Соединение переходного отверстия с полигоном.

6. Выполним команду меню File | Properties, в появившемся окне Properties в поле Design Title введем текст Routed и нажмем кнопку OK.

7. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch6.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Итак, мы изучили основные приемы разработки топологии с помощью встроенного трассировщика Embedded Router. Эта программа имеет множество разнообразных функций, полное описание которых можно найти в руководстве пользователя или интерактивной справочной системе. На следующем занятии мы рассмотрим простановку размеров на чертежах и механизм обратной аннотации.

Урок 11. Доработка чертежа печатной платы. Разработка топологических посадочных мест компонентов.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились основным приемам ручной и автоматической трассировки печатных плат и получили законченную топологию. На данном занятии мы рассмотрим различные функции доработки чертежа платы: добавим условные обозначения размеров и текстовое описание проекта, а также научимся использовать механизм внесения изменений в проект ECO (Engineering Change Order).

Простановка условных обозначений размеров

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter8.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter8.pcb.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом. Цветовые палитры отображения графических примитивов здесь настроены таким образом, что на экране видны только контур платы и рамка с подписью. В конце данного упражнения мы должны получить чертеж, показанный на рисунке 1.

При работе с условными обозначениями размером нам потребуется заблокировать маркеры масштабирования графических объектов.

3. Выполним команду меню Tools | Options, в появившемся окне Options перейдем на закладку Interaction и здесь в поле Interaction выключим опцию Enable Resize Markers, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

Перед тем, как приступить к добавлению в проект размеров, нам необходимо настроить их параметры по умолчанию: внешний вид линий и стрелок, отображаемые в проекте единицы измерения, а также размер и внешний вид текстовых значений.

4. Выполним команду меню Setting | Defaults и в появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension (рис. 2).

Прежде всего, настроим вид стрелки.

5. В поле Arrow Heads в выпадающем списке Style выберем стиль отображения стрелки, показанный на рисунке 2.

6. Зададим длину стрелки (Length) равной 90 тысячных дюйма.

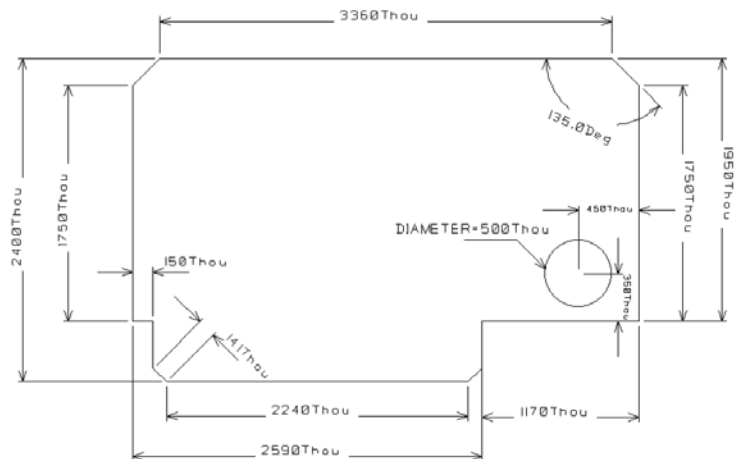


Рис. 1. Контур платы с проставленными размерами.

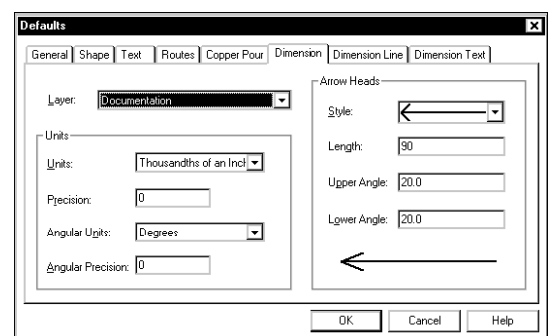


Рис. 2. Настройка параметров размеров по умолчанию.

7. Зададим углы наклона верхней и нижней линий стрелки (Upper Angle и Lower Angle) равными 20 градусам.

Настроим отображение линейных единиц измерения.

8. В выпадающем списке Units в качестве единиц измерения выберем тысячные доли дюйма (Thousandths of an Inch), а параметр Precision зададим равным 0, что будет соответствовать целочисленным значениям.

Аналогичным образом настроим отображение угловых единиц измерения.

9. В выпадающем списке Angular Units в качестве единиц измерения выберем градусы (Degrees), а параметр Angular Precision зададим равным 0, что будет соответствовать целочисленным значениям.

10. В выпадающем списке Layer выберем слой под названием Documentation, на котором будут размещаться обозначения размеров.

Настроим стили линий, составляющих условное обозначение размера.

11. В диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension Line (рис. 3).

12. В поле Dimension Line в выпадающем списке Line Code выберем стиль линии Line 5 для отображения размерных линий (со стрелками на конце).

13. В выпадающем списке Style выберем значение Internal.

Примечание: Различия между стилями линейных размеров Internal и External показаны на рисунке 4. Если текст размера не помещается внутри размерных линий при выбранном стиле Internal, то система автоматически переключит стиль на External.

Настроим параметры объектов Leader Line — "полочек", предназначенных для обозначения размеров радиусов, диаметров и т.д (рис. 5).

14. В поле Leader Line зададим параметр Angle равным 45 градусам, параметр Length — равным 300 милс и параметр Extension Line — равным 394 милс.

Настроим параметры выносных линий Extension Line (рис. 6).

15. В поле Extension Line в выпадающем списке Line Code выберем стиль линии Line 5 для отображения выносных линий.

16. Для параметров Offset и Overshot зададим значения равные 30 и 50 милс соответственно.

17. Выключим опцию Suppress First Extension Line.

Эта опция используется в том случае, когда несколько линий измерения начинаются из одной точки, и останавливает выносную линию за ранее нанесенным размером.

Настроим стили отображения текстовых обозначений размеров.

18. В диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension Text (рис. 7).

19. В выпадающем списке Text Code выберем стиль текста Text Size 75/75/12.

20. В поле Position выберем стиль (Style) Inside и зададим значение параметра Gap равным 50.

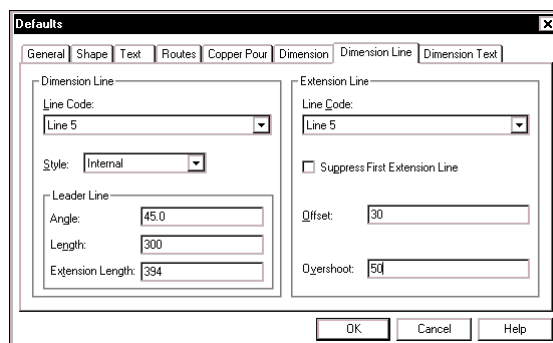


Рис. 3. Настройка стилей линий для прорисовки размеров по умолчанию.

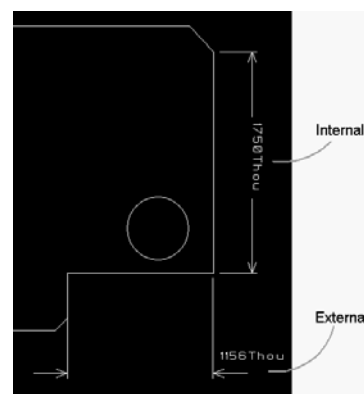


Рис. 4. Различные стили отображения линейных размеров.

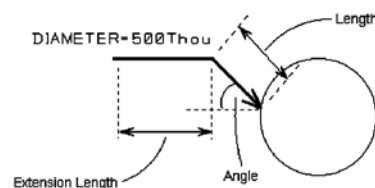


Рис. 5. Параметры описания Leader Line.

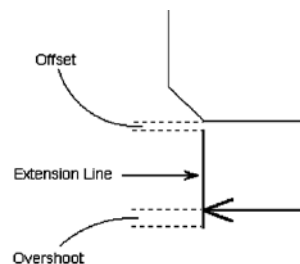


Рис. 6. Параметры описания выносных линий.

Если бы мы выбрали стиль Outside, то второй параметр автоматически изменился бы на Offset. Смысл этих параметров показан на рисунке 8.

Нам остается лишь настроить формат текстового обозначения размера. В формате может присутствовать произвольный набор символов и четырех стандартных переменных: `<@DISTANCE@>`, `<@UNITS@>`, `<@UNITS SHORT@>` и `<@UNITS ABBREVIATED@>`. На рисунке 9 приведены несколько примеров формата описания текстового обозначения размеров. Выбор переменных осуществляется из контекстного меню, вызываемого нажатием кнопки `>`, расположенной рядом с соответствующим текстовым полем.

Примечание: Для нашего упражнения мы выбрали внутренний (Internal) стиль отображения размеров. Однако, нам необходимо настроить также формат для внешнего стиля, поскольку система автоматически будет использовать внешний стиль размещения текста размера в случае нехватки места для его внутреннего размещения.

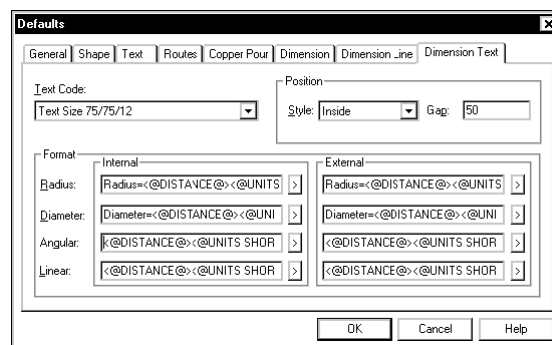


Рис. 7. Настройка текстовых обозначений размеров.

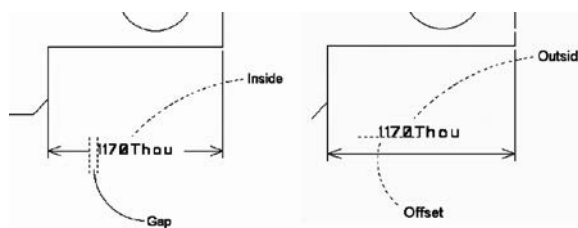


Рис. 8. Параметры текстового обозначения размера.

21. Проверим, что настройки форматов текстовых обозначений в поле Format выполнены, как показано на рисунке 7.

22. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Defaults.

Примечание: Если вид какого-либо обозначения размера нас не будет устраивать, мы можем изменить индивидуально, воспользовавшись редактированием свойств объекта (Item Properties).

Приступим к добавлению в чертеж размеров.

23. Выполним команду меню View | Toolbars | Dimension, чем включим отображение панели инструментов Dimension.

24. Выполним команду меню View | Toolbars | Snap, чем включим отображение панели инструментов Snap.

25. На панели инструментов Snap нажмем кнопки Snap on Endpoint (привязка к концам линий) и Snap to Perpendicular (привязка к перпендикулярным пересечениям линий), как показано выше на рисунке 10.

26. Выполним команду меню Add | Dimension | Direct или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки линейного размера.

В строке состояния появится подсказка Select start point for dimension (выберите первую точку размера).

27. Наведем указатель мыши на левый конец горизонтального сегмента контура платы и, как только курсор примет вид квадратика (система захватит конец линии), выполним щелчок левой кнопкой мыши.

В строке состояния появится подсказка Select end point for dimension (выберите вторую точку размера).

28. Сдвинем указатель мыши вправо, захватим правый конец горизонтального сегмента, и выполним еще один щелчок левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, что при перемещении курсора за ним начинает тянуться условное обозначение линейного размера. В строке состояния появится подсказка Place dimension line (задайте положение размера).

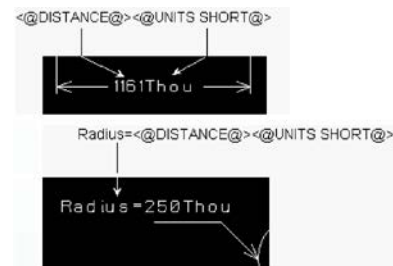


Рис. 9. Примеры описания текстового формата.



Рис. 10. Панели инструментов Dimension и Snap.



Рис. 11. Простановка линейного размера.

29. Сдвинем указатель мыши вниз приблизительно 250 тысячных дюйма и третий раз выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система закончит прорисовку условного обозначения линейного размера, который после всех проделанных операций будет выглядеть, как показано на рисунке 11. Продолжим прорисовку линейных размеров, тем более, что система находится в нужном нам режиме.

30. Наведем указатель мыши на левый нижний угол платы и щелчком левой кнопки мыши зададим первую точку.

31. Сдвинем указатель мыши вправо и на конце горизонтального сегмента контура щелчком левой кнопки мыши зададим вторую точку.

32. Сдвинем указатель мыши немного вверх, чтобы размер принял вид, показанный на рисунке 12, и щелчком левой кнопки мыши завершим его рисование.

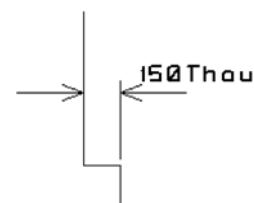


Рис. 12. Еще один вариант линейного размера.

Так как текстовая часть не поместилась между стрелками размера, то система автоматически изменила стиль обозначения с Internal на External.

Обратите внимание, что оба нарисованных нами размера определялись начальными точками, расположенными на одном уровне по вертикали. В случае, если точки находятся на разных уровнях, обычно используют линейные ортогональные размеры.



Рис. 13. Простановка линейного ортогонального размера.

33. Выполним команду меню Add | Dimension | Orthogonal или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки линейного ортогонального размера.

34. Последовательно щелчками левой кнопки мыши зададим точки 1 и 2, как показано на рисунке 13.

35. Сдвинем указатель мыши левее платы.

Система предложит нарисовать ортогональный вертикальный размер в стиле External.

36. Сдвинем указатель мыши вниз.

Система предложит нарисовать ортогональный горизонтальный размер в стиле Internal.

37. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование размера.

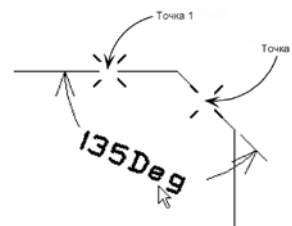


Рис. 14. Простановка углового размера.

Добавим на чертеж обозначение углового размера. Обычно для измерения величины угла необходимо задать две линии, причем эти линии могут не иметь точку пересечения, что на практике встречается весьма часто.

38. Выполним команду меню Add | Dimension | Angular или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки углового размера.

39. Не изменяя режим привязки, последовательно щелчками левой кнопки мыши зададим точки 1 и 2 в правом верхнем углу контура платы, как показано на рисунке 14.

40. Сдвинем указатель мыши немного вверх.

Система предложит нарисовать обозначение вогнутого угла со значением 225 градусов, то есть превышающим 180 градусов.

41. Сдвинем указатель мыши немного вниз.

Система предложит нарисовать обозначение выпуклого угла со значением 135 градусов.

42. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование размера.

Добавим на чертеж обозначение диаметра окружности.

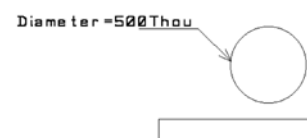


Рис. 15. Простановка обозначения диаметра.

43. Нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов Snap и включим режим привязки Snap to Quadrant, выделяющий четверти окружности.

44. Выполним команду меню Add | Dimension | Diameter или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки обозначения диаметра окружности.

45. Наведем указатель мыши на круглый вырез в плате и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из точек привязки.

На чертеже появится обозначение диаметра окружности (рис. 15). Так как текст размера будет достаточно большим, система автоматически выберет для него стиль External.

В качестве самостоятельного упражнения мы предлагаем добавить на чертеж все остальные обозначения размеров, показанные на рисунке 1.

Добавление на чертеж текстовых надписей

Открытый нами проект содержит штамп основной надписи, расположенный в правом нижнем углу рамки чертежа, и включающий информацию, позволяющую нам идентифицировать проект. Эта информация может быть фиксированной, то есть содержать обычный текст, а также динамически изменяемой, то есть включающей в себя такие автоматически изменяемые параметры, как текущее время и дата. Добавим в штамп следующие текстовые надписи: имя проекта в поле Design и текущую дату в поле Drawn.

1. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображался весь штамп основной надписи.

2. Выполним команду меню Add | Text или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

На экране появится диалоговое окно Add Text, показанное на рисунке 16.

3. В поле Text String введем текст Digital to Analogue Converter.

4. В выпадающем списке Layer выберем слой Documentation.

5. В выпадающем списке Text Code выберем стиль Annotation.

Напомним, что этот стиль мы задали на одном из предыдущих занятий, когда делали технологические настройки проекта.

6. Включим галочку Use Alignment и поле Alignment выберем центральную опцию, как показано на рисунке 16. В этом случае точка привязки будет располагаться в центре надписи.

7. В поле Justification выберем опцию Centre. В этом случае строки в многострочной текстовой надписи будут выравниваться по центру.

8. Когда все настройки будут выполнены, нажмем кнопку OK.

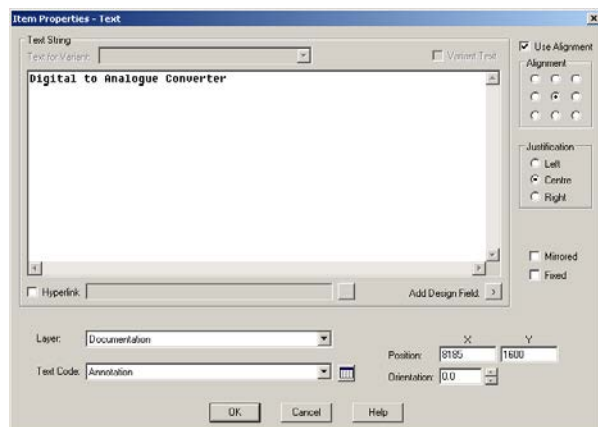


Рис. 16. Добавление на чертеж текстовой надписи.

На экране появится текстовая надпись, которая будет "приклеена" к курсору.

9. Переместим указатель мыши так, чтобы добавляемая надпись располагалась в центре поля Design основной надписи, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена текстовая строка с названием проекта. Если вдруг она не отображается, следует изменить настройки цвета для выделенных объектов. На экране вновь появится диалоговое окно Add Text, предлагающее ввести новую надпись. В поле Text String будет присутствовать ранее введенный текст.

10. С помощью клавиши Backspace удалим надпись Digital to Analogue Converter в поле Text String.

11. Нажмем кнопку Add Design Field и в появившемся контекстном меню выберем поле Date.

В поле Text String появится текст <@DATE@>, обозначающий автоматическое добавление на чертеж текущей даты. Текст Date здесь используется в качестве имени проектного параметра.

12. В выпадающем списке Text Code стиль текста изменим на Text Size 75/75/12.

13. Нажмем кнопку ОК.

На экране появится "приклеенная" к курсору текстовая надпись, содержащая текущую дату. Стиль отображения даты определяется региональными настройками операционной системы Windows.

14. Переместим указатель мыши так, чтобы добавляемая надпись располагалась в центре поля Drawn основной надписи, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена текстовая строка с текущей датой. Для обновления текстовых надписей, содержащих проектные параметры (в нашем случае Date) необходимо выполнить команду меню Edit | Update Design Fields.

Система снова покажет диалоговое окно Add Text и предложит нам ввести очередную текстовую строку, но сейчас это не входит в наши планы.

15. Нажмем кнопку Cancel или клавишу ESC и выйдем из режима добавления текстовых строк.

Изменим шрифт написания текстовой строки с названием проекта.

16. Нажмем кнопку Select  (button09) на панели инструментов и с помощью мыши выделим надпись Digital to Analogue Converter.

17. Нажмем кнопку Item Properties  (button11) на панели инструментов.

18 В появившемся окне Item Properties – Text нажмем кнопку  (button10), расположенную рядом с выпадающим списком Text Code.

На экране появится диалоговое окно Assignments с активной закладкой Text, где в таблице будут представлены все настроенные в проекте текстовые стили. Используемый в настоящий момент для данного объекта стиль будет помечен в графе Used буквой i.

19. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши в ячейке Font Name для стиля Annotation.

Появится диалог выбора шрифтов. Как мы можем видеть, список содержит многочисленные True Type шрифты.

20. В появившемся окне Font прокрутим список Font и выберем шрифт Arial (рис. 17).

21. В поле Height in Thou введем высоту шрифта равную 100 милс, в поле Aspect Ratio Width зададим ширину символов 50 милс, а в поле Pen Size Line Width укажем толщину линий прорисовки текста 5 милс, после чего нажмем кнопку ОК.

Имя шрифта для стиля Annotation в таблице на вкладке Text окна Assignments изменится на Arial (рис. 18).

22. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

23. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Item Properties для текстовой строки.

Легко видеть, что название проекта на чертеже теперь отображается шрифтом Arial.

Нам осталось научиться добавлять на чертеж еще один вид текстовых надписей — гипертекстовые ссылки, которые представляют собой очень удобный способ связи проекта как с локальными документами, так и с документами, расположенными в сети интернет.

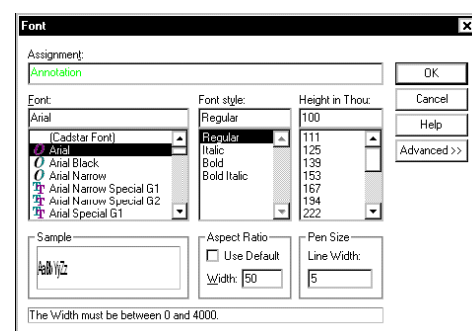


Рис. 17. Настройка TrueType шрифта для стиля текста.

Used	Text Code	Font Name	Sample	Height (Thou)	Default Aspect Ratio	Width (Thou)
☐	(Error)	(Cadstar Font)	AaBbVgZz	60	☐	60
☒	Annotation	Arial	AaBbVgZz	100	☒	50
☐	Assembly Outline	(Cadstar Font)	AaBbVgZz	100	☒	100
☐	Assembly Text	(Cadstar Font)	AaBbVgZz	100	☒	100

Рис. 18. Изменение стиля текста.

24. Выполним команду меню Add | Text или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

25. В диалоговом окне Add Text в поле Text String введем текст Schematic Design.

26. В выпадающем списке Layer выберем слой Documentation.

27. Включим галочку Hyperlink, поле ввода гипертекстовой ссылки станет активным.

28. Нажмем кнопку, расположенную рядом с этим полем.

На экране появится диалоговое окно Select Hyperlink, по сути, стандартное окно выбора и открытия файла.

29. В качестве гиперссылки укажем файл Chapter7.scm из папки Self Teach и нажмем кнопку Открыть.

В окне Add Text в ранее пустом поле появится полный путь гиперссылки.

30. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Add Text.

На экране появится к курсору текстовая надпись, содержащая текущую дату. Стилль отображения даты определяется региональными настройками операционной системы Windows.

31. Переместим указатель мыши с "приклеенной" надписью в свободное место чертежа и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена подчеркнутая текстовая надпись Schematic Design. Подчеркивание говорит нам о том, что надпись используется в качестве гиперссылки.

32. Выполним двойной щелчок на строке Schematic Design.

Система CADSTAR откроет проект схемы Chapter7.scm.

Примечание. В случае, если редактор настроен таким образом, что по двойному щелчку левой кнопки мыши на объекте открывается окно редактирования его параметров Item Properties (команда меню Tool | Options, в окне Options вкладка Interaction, опция Double Click Item Properties), то вызов гиперссылки выполняется командой Execute Hyperlink из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на текстовой надписи.

Нам остается лишь сохранить измененный нами проект печатной платы. Проект схемы Chapter7.scm закрывать не нужно, он потребуется нам для изучения механизма ECO (Engineering Change Order).

33. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch8.pcb и нажмем кнопку Сохранить.

Прямая и обратная аннотация проекта

Сейчас мы приступим к изучению очень важного этапа проектирования платы — синхронизации данных в проекте схемы и платы, которая выполняется с помощью специального механизма ECO (Engineering Change Order). Данный механизм включает в себя два разнонаправленных процесса: прямую и обратную аннотацию. Под прямой аннотацией подразумевается передача в проект печатной платы изменений, сделанных в схеме. Процедура обратной аннотации обновляет проект схемы по изменениям, сделанным в проекте печатной платы.

Прежде чем модифицировать на схему и передавать их на плату, необходимо выполнить процедуру обратной аннотации и привести схему в полное соответствие с платой, которая изменялась в процессе трассировки.

Как мы знаем из предыдущего занятия, на котором мы выполняли автотрассировку с автоматической заменой эквивалентных секций и выводов, все изменения отражаются в специальном файле обратной аннотации (Back Annotation File) с расширением .rin, который система автоматически создает в папке проекта платы.

На данном занятии мы будем использовать готовый файл backan.rin, входящий в комплект стандартной поставки системы CADSTAR и содержащий описание суммарных изменений проекта.

1. В режиме редактора схем с открытым проектом Chapter7.scm выполним команду меню File | Back Annotation.

2. В появившемся на экране диалоговом окне Back Annotation выберем папку Self Teach и в ней файл backan.rin, после чего нажмем кнопку Открыть.

На экране появится окно отчета с большим количеством предупреждений о невозможности переименования блокировочных конденсаторов. Это связано с тем, что в схеме блокировочные конденсаторы имеют групповое имя C[1-8] и не могут быть переименованы индивидуально. Пока об этом не стоит беспокоиться.

3. Нажмем кнопку Close и просто закроем окно отчета.

На экране появится информационное сообщение с отчетом о результатах выполнения операции обратной аннотации (рис. 19).

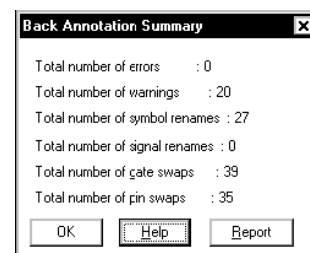


Рис. 19. Отчет о выполнении операции обратной аннотации.

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

На экране появится еще одно информационное окно с предупреждением о

необходимости удаления файла обратной аннотации (рис. 20). Это сообщение относится только к файлам обратной аннотации, имеющим имя, совпадающее с именем проекта. Если такой файл не удалить, он будет использован в процессе последующего обновления проекта, что приведет к неизбежным ошибкам. Поскольку в нашем случае имя файла обратной аннотации не соответствует имени проекта, данное сообщение может быть проигнорировано.



Рис. 20. Предупреждение о необходимости удаления файла обратной аннотации.

5. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

Все изменения, хранящиеся в файле обратной аннотации, будут внесены в проект. В этом легко убедиться.

6. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне Select Sheet выберем лист схемы JK Flip Flop, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

На экране откроется лист схемы JK Flip Flop. Обратите внимание, что все имена логических элементов сменились с U на IC. Сохраним обновленный проект схемы.

7. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне укажем имя файла backan.scm и нажмем кнопку Сохранить.

8. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне Select Sheet выберем лист схемы D/A Converter, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

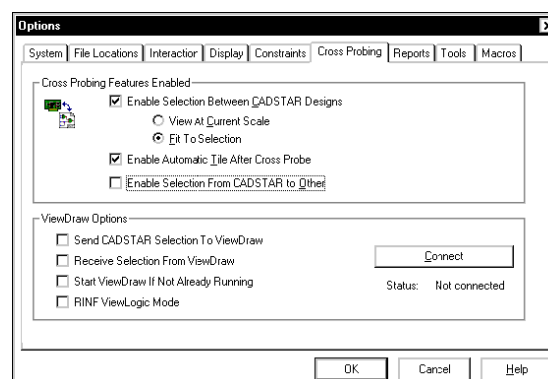


Рис. 21. Настройка механизма горячей связи (Cross Probing).

На экране откроется лист схемы D/A Converter.

Теперь мы готовы к ручному изменению схемы, как это обычно происходит в процессе проектирования. Но прежде чем приступить к этому, настроим механизм горячей связи (Cross Probing) между редакторами схем и плат.

9. Выполним команду меню Tools | Options, и появившемся окне Options перейдем на вкладку Cross Probing (рис. 21).

Здесь имеются следующие настройки:

— Enable Selection Between CADSTAR Designs — опция, активизирующая режим горячей связи посредством выделения объектов.

— View At Current Scale — задает режим подсветки выбранных элементов в других проектах без масштабирования или подстройки размеров окна.

— Fit To Selection — задает режим подсветки выбранных элементов в других проектах с подстройкой масштаба для наилучшего их отображения.

— Enable Automatic Tile After Cross Probe — опция, задающая такой режим отображения, при котором все окна, содержащие выделенные объекты будут занимать равные части экрана.

10. Включим следующие опции: Enable Selection Between CADSTAR Designs, Fit To Selection и Enable Automatic Tile After Cross Probe, после чего нажмем кнопку OK.

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter9.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

11. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter9.pcb.

На экране отобразится указанный проект печатной платы.

12. Выполним команду меню Windows | Tile Vertically.

Система изменит режим отображения проектов таким образом, чтобы они отображались в окнах одинакового размера.

Приступим к внесению изменений в схему. Допустим, нам требуется удалить резистор R1, связанные с ним линии связи и вывод торцевого разъема, а также добавить конденсатор DC10, соединенный с выводом 3 микросхемы OA1. В результате, мы должны получить схему, показанную на рисунке 22.

13. С помощью мыши выберем на листе схемы D/A Converter резистор R1.

Окна редактором схем и плат автоматически будут изменены таким образом, чтобы мы могли видеть выделенный резистор в обоих приложениях.

14. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчки левой кнопкой мыши на подходящих к резистору линиях связи (справа — до точки соединения) и соответствующем выводе торцевого разъема.

Таким образом, выделенными окажутся все элементы схемы, связанные с резистором R1. Вид в окне печатной платы изменится, чтобы отображать все выделенные элементы.

15. Выполним команду меню Edit | Delete или нажмем клавишу Delete.

На экране появится запрос подтверждения удаления.

16. Подтвердим выполняемое действие и нажмем кнопку Yes.

Все выделенные элементы будут удалены. Теперь мы можем приступить к добавлению на схему конденсатора. Убедимся, что нужная нам библиотека подключена к системе.

17. Выполним команду меню Libraries | Schematic Symbols.

В открывшемся окне Library Manager в поле Current Library (текущая библиотека) должно быть указано имя библиотеки symbol.lib. Если это не так, то данную библиотеку необходимо подключить.

18. Нажмем кнопку Browse.

19. В появившемся окне Select Library выберем библиотеку symbol.lib и нажмем кнопку OK.

Теперь в диалоговом окне Library Manager будет отображаться содержимое выбранной библиотеки.

20. Нажмем кнопку Close и закроем окно.

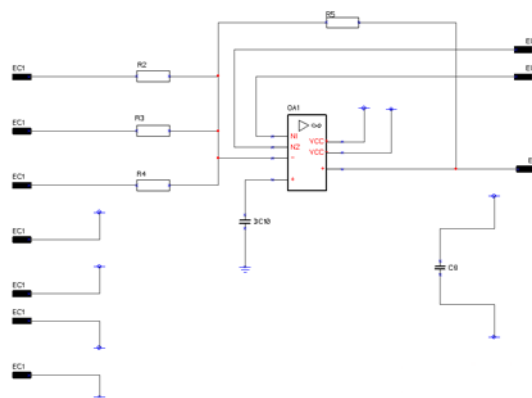


Рис. 22. Измененный лист схемы D/A Converter.

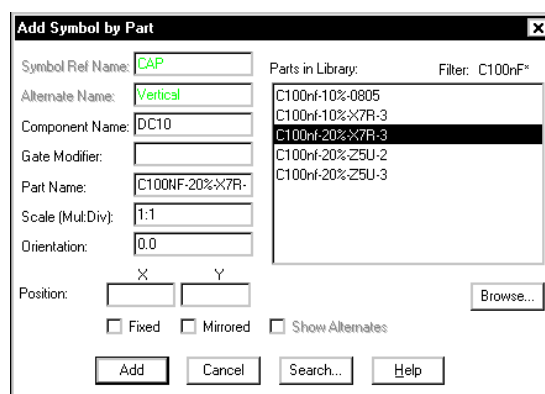


Рис. 23. Выбор компонента из библиотеки.

21. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы в окне редактора схем оптимально отображалась микросхема OA1.

22. Выполним команду меню Add | Part or Symbol или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

23. В появившемся диалоговом окне Add Symbol by Part нажмем кнопку Search.

24. В открывшемся окне Add Symbol Search в поле Search In включим опцию Library (искать в библиотеках), в поле Search For включим опцию Parts (компоненты), в активное текстовое поле введем маску имени компонента C100nf* и нажмем кнопку OK.

Окно Add Symbol by Part примет вид, показанный на рисунке 23.

24. В списке Parts in Library выберем компонент с именем C100nf-20%-X7R-3.

25. В поле Component Name введем позиционное обозначение нового конденсатора DC10 и нажмем кнопку Add.

На экране появится "приклеенный" к курсору конденсатор.

26. Наведем указатель мыши с конденсатором на цепь, идущую от вывода 3 микросхемы OA1 на землю и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Если выводы нового компонента попадают на линию связи, существующая цепь будет автоматически разбиваться на две подцепи. На экране появится окно Name Net (рис. 24), предлагающее ввести имена частей цепи. Так как нижний вывод конденсатора будет соединен с символом заземления, то имя для соответствующей подцепи будет задаваться однозначно. Нам остается задать имя для цепи верхнего вывода.

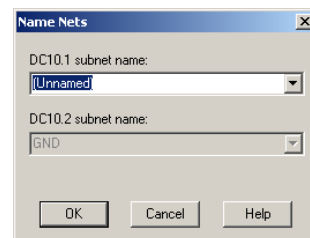


Рис. 24. Окно именования частей разбитой цепи.

27. В выпадающем списке DC10.1 subnet name выберем строку (Unnamed). В этом случае система присвоит имя цепи автоматически.

Система предложит добавить на схему еще один конденсатор данного типа, но нам это не требуется.

28. Нажмем клавишу ESC.

На экране снова появится окно Add Symbol by Part, предлагающее выбрать новый компонент.

29. Нажмем клавишу кнопку Cancel и выйдем из режима добавления компонентов.

Нам остается сохранить сделанные в схеме изменения и передать сделанные изменения в проект печатной платы, то есть выполнить прямую аннотацию.

30. Выполним команду меню File | Save.

Проект схемы будет сохранен под ранее заданным именем backan.scm.

31. Перейдем в окно редактора печатных плат с открытым проектом Chapter9.pcb и выполним команду меню File | ECO Update.

На экране появится сообщение, показанное на рисунке 25, в котором говорится, что в ходе выполнения операции в проект могут быть добавлены или удалены цепи, что может привести к неожиданным результатам. Дело в том, что многим цепям система присваивает имена по умолчанию, которые начинаются с символа \$. При внесении изменений в схему нумерация цепей могла сдвинуться, что при сравнении списков соединений в процессе прямой аннотации станет причиной обнаружения большого числа несоответствий. Найти и исправить эти несоответствия можно с помощью специальной процедуры проверки Connection Check. Порядок использования данной функции описан в интерактивной справочной системе, и мы рекомендуем изучить его

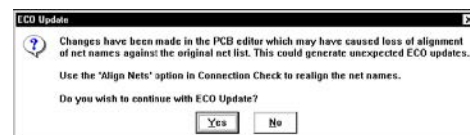


Рис. 25. Предупреждение о возможном несовпадении имен цепей.

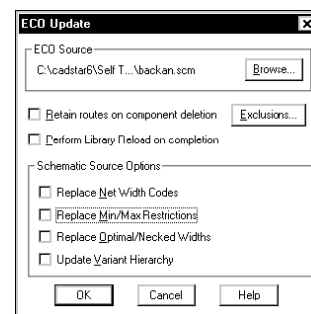


Рис. 26. Настройка процедуры прямой аннотации.

самостоятельно. В рамках данного курса мы не будем использовать эту функцию, поэтому просто проигнорируем сообщение.

32. Нажмем кнопку Yes.

На экране появится диалоговое окно ECO Update (рис. 26), в котором имеются основные настройки процедуры прямой аннотации:

— ECO Source — в этом поле задается имя проекта схемы, с которым будет сравниваться активный проект печатной платы.

— Retain routes on component deletion — данная опция предписывает сохранить на плате проводники, оканчивающиеся на выводах удаляемых компонентов.

— Exclusions — данная кнопка служит для вызова окна, в котором можно задать имена компонентов, модификация которых запрещена.

Остальные параметры имеют отношение только к настройке ширины дорожек и структуры вариантов проекта, что для нас сейчас не важно.

33. Нажмем кнопку Browse и в появившемся диалоговом окне ECO Source File выберем папку Self Teach и в ней файл backan.scm, после чего нажмем кнопку Открыть.

34. В окне ECO Update нажмем кнопку OK.

35. В появившемся окне Collating Schematic Design выберем все листы схемы и нажмем кнопку OK.

36. На экране появится сообщение, показанное на рисунке 25, но мы снова проигнорируем его и нажмем кнопку Yes.

Система запустит процедуру сравнения двух проектов, по завершении которой выведет окно отчета, показанное на рисунке 27. Так как использовались реальные данные содержимое нашего отчета, может немного отличаться от показанного.

37. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

На экране появится запрос на подтверждение внесения изменений в проект печатной платы (рис. 28).

38. Нажмем кнопку Yes.

Система обновит проект платы согласно результатам сравнения с исходным файлом схемы.

39. Выполним команду меню View | View All.

Проанализируем полученный результат. На плате исчез резистор R1 и подходившие к нему проводники. В проект был добавлен конденсатор DC10, который по умолчанию помещен в точку начала координат. Кроме того, из-за несоответствия на плате и схеме имен конденсаторов, с платы были удалены старые конденсаторы DC1—DC8, но были добавлены новые C1—C8. Из-за переименования в процессе свопинга эквивалентных секций и выводов изменилась структура связей между цифровыми микросхемами, поэтому многие из проводников будут удалены, а новым связям потребуются повторная трассировка. Обратите, что в процессе прямой аннотации могут быть удалены и зафиксированные цепи.

То есть, единственным способом принудительной блокировки объектов на плате от изменения является указание их в окне, вызываемом кнопкой Exclusions при настройке процедуры аннотации.

40. Нам остается лишь закрыть проект Chapter9.pcb без сохранения внесенных изменений.

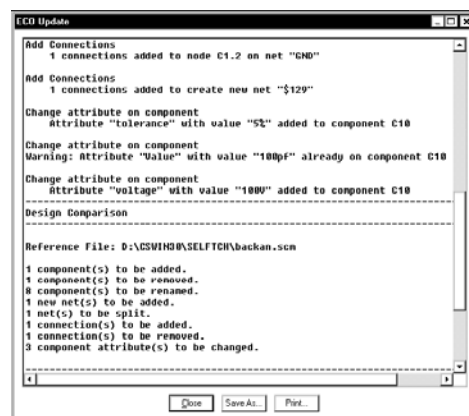


Рис. 27. Отчет о выполнении процедуры прямой аннотации.

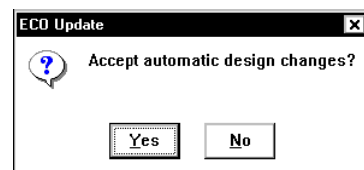


Рис. 28. Запрос на внесение изменений в проект.

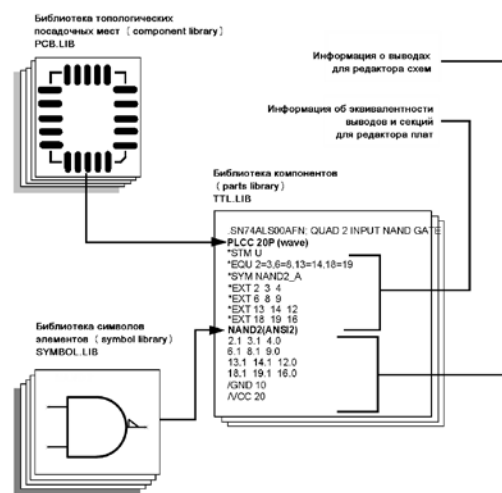


Рис. 29. Структура хранения информации в библиотеках системы CADSTAR.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем внести в схему или плату еще несколько изменений и выполнить процедуры прямой и обратной аннотации.

Создание библиотек топологических посадочных мест

Сейчас, когда мы научились основным приемам работы в редакторе печатных плат, нам необходимо закрыть еще одно белое пятно — научиться создавать топологические посадочные места компонентов и сохранять их в специальной библиотеке, чтобы позднее использовать в своих проектах. Напомним, что ранее на одном из занятий мы научились рисовать символы элементов для редактора схем и упаковывать их в библиотеки компонентов, включающие ссылки на символы и посадочные места, а также информацию об эквивалентности секций и выводов. Структура хранения информации в библиотеках показана на рисунке 29.

В качестве упражнения мы создадим посадочное место для 20-и выводного корпуса PLCC компонента для поверхностного монтажа (рис. 30). Для этого мы будем использовать специальную подпрограмму — мастер создания новых элементов, значительно упрощающую эту процедуру. Позднее мы вручную сможем немного изменить модель, для наиболее полного соответствия требованиям проекта.

Для работы нам не потребуется никаких специальных проектов, поэтому сразу приступим к запуску мастера.

1. Выполним команду меню File | New.
2. В появившемся диалоговом окне New перейдем на закладку PCB Component (рис. 31).

Здесь представлены несколько иконок, соответствующих разным подпрограммам для создания различных посадочных мест. Для нашего компонента нам подходит мастер под именем LCC Wizard.

Примечание: Иконка под именем Defaults не запускает никакого мастера, она используется в случае, посадочное место будет создаваться полностью вручную.

3. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на иконке LCC Wizard.

На экране появится первая страница мастера LCC Wizard (рис. 32). Здесь задаются:

— Template File — имя файла технологического шаблона, на котором будет базироваться создаваемое посадочное место.

— Reference Name — основное имя, по которому компонент идентифицируется в библиотеке. На это имя мы ссылаемся, когда желаем вызвать компонент из библиотеки.

— Alternate Name — псевдоним, вспомогательное имя, которое используется в том случае, когда отдельный компонент может иметь несколько различных версий. Это имя отображается в списке компонентов в скобках позади Reference Name (например, SELFTCH (PLCC20)).

— Height — высота компонента. Этот параметр должен учитываться, если для платы существуют ограничения по высоте компонентов. При выполнении проверки правил проектирования (DRC) система выдаст сообщение об ошибке, если какой-либо компонент превышает максимально допустимую высоту в зоне размещения.

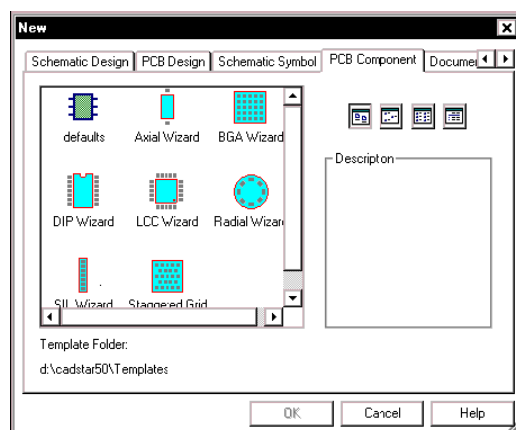
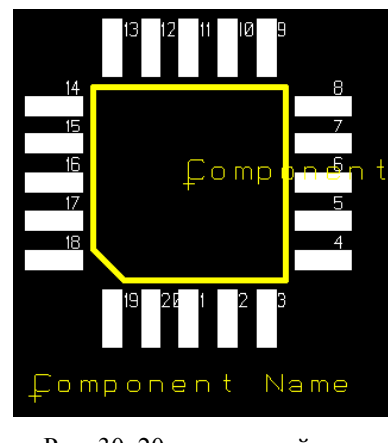


Рис. 31. Выбор мастера создания топологического посадочного места.

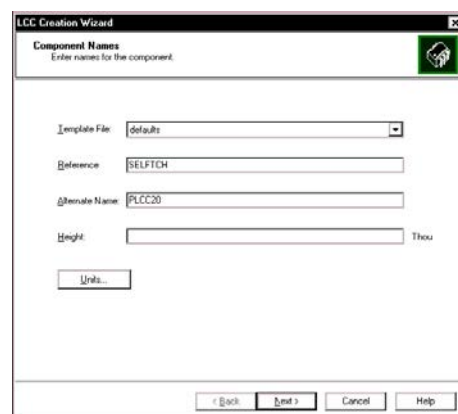


Рис. 32. Первая страница мастера LCC Wizard.

4. Выполним все настройки, как показано на рисунке 32, а именно: в выпадающем списке Template File выберем строку defaults; в поле Reference введем имя SELFTCH, а в поле Alternate Name — имя PLCC20.

5. Нажмем кнопку Units и в появившемся окне Units в поле Linear зададим линейные единицы измерения Thousandths of inch (тысячные доли дюйма) с числом цифр после запятой 0 (Number of Decimal Places), после чего нажмем кнопку ОК.

6. Нажмем кнопку Далее.

На экране появится вторая страница мастера LCC Wizard (рис. 33), на которой задаются основные параметры посадочного места согласно приведенному здесь чертежу. Параметры размеров имеют следующее значение:

— А и С — задают расстояние между рядами выводов по вертикали и горизонтали;

— В и D — задают размеры корпуса компонента по горизонтали и вертикали;

— Е и F — задают расстояние между центрами выводов по обеим осям;

— Nx и Ny — задают количество выводов вдоль каждой грани компонента.

7. Выполним все настройки, как показано на рисунке 33, а именно выполним двойной щелчок в каждой ячейке и введем следующие значения: для А и С — 350, для В и D — 250, для Е и F — 50, для Nx и Ny — 5.

8. Нажмем кнопку Далее.

На следующей странице мастера (рис. 34) задается маркер первого вывода посадочного места. Для этой цели мы будем использовать скос угла.

9. В поле Pin One Position (позиция) включим опцию Pin one in corner (угол).

10. В поле Pin One Marker Style (стиль) выберем вариант Mitre (скос угла).

11. В поле Pin One Marker Size/Position (размер скоса) в ячейках X и Y зададим значения 40 тысячных дюйма.

12. Нажмем кнопку Далее.

Следующая и последняя страница мастера служит для задания типа используемых контактных площадок, вида линии контура корпуса, слоя, на котором расположен контур и точки привязки символа (рис. 35).

13. Мы будем использовать одинаковый тип контактных площадок для всех выводов компонента, поэтому в поле Pads в выпадающих списках Pin One Code и Code выберем строки Rectangle 25x75c.

14. Проверим, какие настройки сделаны для выбранного типа контактных площадок, и нажмем кнопку  (button10), расположенную рядом с параметром Code.

На экране откроется знакомое нам диалоговое окно Assignments с таблицей стилей контактных площадок на закладке Pads (рис. 36).

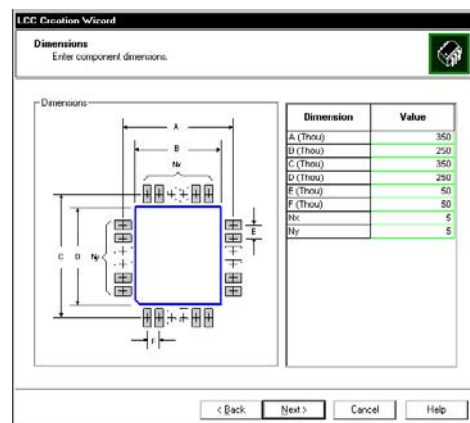


Рис. 33. Вторая страница мастера LCC

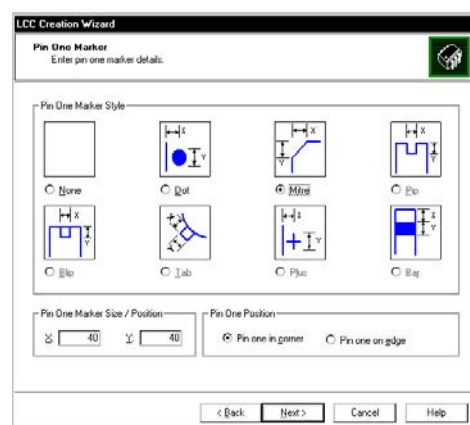


Рис. 34. Третья страница мастера LCC Wizard.

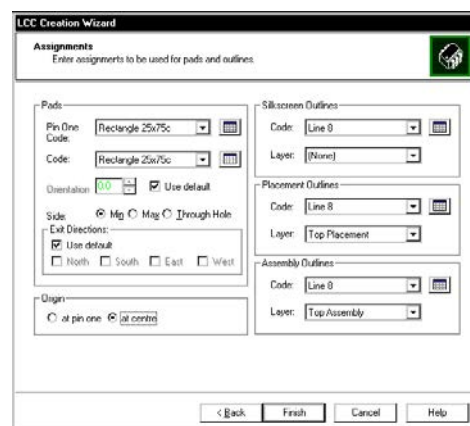


Рис. 35. Четвертая страница мастера LCC Wizard.

Used	Pad Code	Layer	Shape	Size (Thou)	Orient Angle	Drill Diameter	Left Length	Right Length
☒	Rectangle 15x55 (Default)		Rectangle	15	0.0	0	18	23
☒	Rectangle 15x55b (Default)		Rectangle	15	0.0	0	18	23
☒	Rectangle 25x75c (Default)		Rectangle	25	0.0	0	25	25
☒	Top Solder		Rectangle	30	0.0	0	25	25
☒	Rectangle 25x75d (Default)		Rectangle	25	0.0	0	25	25

Рис. 36. Настройка параметров контактных площадок.

15. Убедимся, что для типа контактных площадок Rectangle 25x75c все параметры заданы, как показано на рисунке 36, а именно: значения Size, Left Length и Right Length для слоев по умолчанию (Default) равны 25 милс, а для слоя маски Top Solder Resist параметр Size равен 30 милс.

16. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

17. Вернувшись в окно мастера для параметра Orientation (угол поворота) включим галочку Use default (использовать по умолчанию).

18. Для параметра Side (сторона платы) выберем опцию Min, что соответствует физическому слою с минимальным номером.

19. В поле Exit Direction (расположение выводов) включим галочку Use default (по умолчанию).

Настройка контура корпуса...

Контур корпуса, создаваемый «Помощником», располагается в следующих слоях:

20. В поле Origin (точка привязки) выберем опцию at centre (в центре компонента).

21. Для контура размещения (Placement Outlines) зададим тип линий Line 8 и слой Top Placement.

22. Для контура корпуса (Assembly Outlines) зададим тип линий Line 8 и слой Top Assembly.

23. Так как мастер не может создать удовлетворяющий нашим требованиям контур на слое шелкографии (Silkscreen Outlines) зададим для него слой None.

24. Нажмем кнопку Готово и запустим работу мастера.

На экране откроется окно редактора топологических посадочных мест системы CADSTAR с только что созданным чертежом. Обратите внимание, что созданная по умолчанию нумерация выводов отличается от показанной на рисунке 30 стандартной цоколевки корпуса PLCC20. Изменим ее, но перед этим изменим стиль отображения номеров контактных площадок.

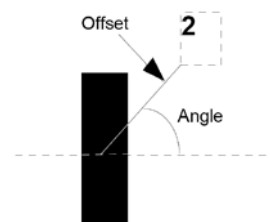


Рис. 37. Параметры отображения номеров контактных площадок.

25. Если номера контактных площадок не отображаются, выполним команду меню Setting | Colours и включим параметр Visible для объектов типа Pad Numbers.

26. Выполним команду меню Setting | Assignments или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

27. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Pads и на ней справа в поле Pad Numbers зададим значение параметра Offset равным 20 милс, а параметра Angle равным 40 градусов. Смысл этих параметров показан на рисунке 37.

28. В окне Assignments перейдем на вкладку Text и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на ячейке шрифта в описании стиля текста Pin Name/Number.

29. В появившемся окне настроек шрифта Font установим следующие параметры: Character Height (высота символа) — 20 милс, Character Width (ширина символа) — 15 милс, Line Width (толщина линии) — 2 милс и нажмем кнопку ОК.

30. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

31. Выполним команду Action | Renumber Pads.

На экране появится диалоговое окно Renumber Pads (рис. 38), предлагающее ввести начальный номер.

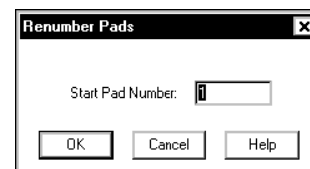


Рис. 38. Окно перенумерации контактных площадок.

32. В поле Start Pad Number введем число 1 и нажмем кнопку ОК.

В строке состояния появится подсказка Select first pad to renumber (укажите первую переименовываемую площадку).

33. Наведем указатель мыши на среднюю площадку в нижнем ряду и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Номер площадки изменится на 1. Система предложит указать следующую контактную площадку.

34. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на площадке, расположенной правее первой. Ее номер изменится на 2.

35. Аналогичным образом последовательно перенумеруем все оставшиеся контактные площадки в направлении против часовой стрелки.

36. После того, как мы переименуем вывод 20, нажмем клавишу Escape и выйдем из режима переименования выводов.

Созданное нами топологическое посадочное место полностью готово для использования в редакторе печатных плат. Нам остается лишь сохранить его в pcb.lib.

37. Выполним команду меню Libraries | PCB Components.

38. В появившемся диалоговом окне менеджера библиотек нажмем кнопку Save Comp.

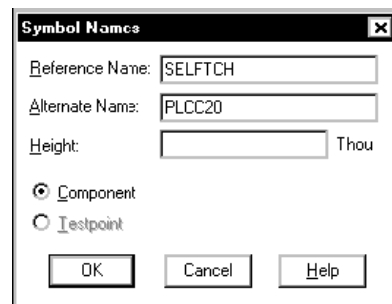


Рис. 39. Сохранение посадочного места в библиотеке.

На экране появится окно Symbol Name (рис. 39), в котором будут показаны имена Reference Name и Alternate Name такими, какими мы их задали при создании посадочного места.

39. Так как нам не требуется изменять эти имена, просто нажмем кнопку OK.

Проверим, что наше посадочное место сохранено в библиотеке. Можно пролистать достаточно длинный список, но мы воспользуемся другим способом.

40. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на любом элементе списка в поле менеджера библиотек и на клавиатуре наберем буквы SE.

Система автоматически найдет все элементы списка, начинающиеся с этих букв, одним из которых будет созданное нами топологическое посадочное место.

41. Нажмем кнопку Close и закроем окно менеджера библиотек.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем повторить описанную ранее процедуру упаковки компонента и использовать для него только что разработанное посадочное место.

На следующем занятии мы рассмотрим генерацию отчетов по проекту платы.

Урок 12. Генерация отчетов

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На данном занятии мы рассмотрим автоматическую генерацию отчетов о проекте. Отчетами называются тестовые файлы, которые содержат упорядоченную информацию о различных частях проекта, например, списки компонентов или цепей, перечни используемых материалов, координатные файлы для аппаратуры автоматического монтажа. Отчеты формируются с помощью специального модуля вызываемого командой Report Generator | Manage Reports по алгоритму, описанному специальным набором команд и сохраненному в файле управления генератором отчетов с расширением .rgf (шаблоне отчета).

Использование готовых файлов управления генератором отчетов

Для начала мы рассмотрим самую простую операцию — формирование отчета с использованием готового управляющего файла. Несколько примеров таких файла имеются в стандартной поставке пакета CADSTAR.

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter9.pcb, который также входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter9.pcb.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

3. Выполним команду меню Tools | Report Generator | Manage Reports.

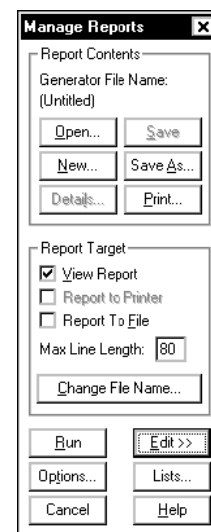


Рис. 1. Окно управления генератором отчетов.

На экране появится диалоговое окно управления генератором отчетов Manage Reports, показанное на рисунке 1.

4. Это сокращенный вид окна, чтобы получить полный вид, нажмем на кнопку Edit >>.

Справа появятся два поля Report Elements (элементы отчета) и Report Contents (управляющий код).

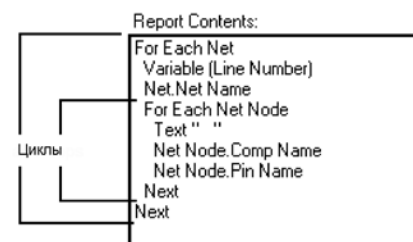


Рис. 2. Управляющий код генератора отчетов.

5. В поле Report Target включим опцию View Report, что даст возможность просмотреть полученный отчет на экране.

6. Нажмем кнопку Open.

7. В появившемся стандартном окне выбора файла перейдем в папку Reports, в ней найдем файл Netnode.rgf и нажмем кнопку Открыть.

В поле Report Contents появится управляющий код (рис. 2), который имеет два цикла For Each — один для каждой цепи и один для каждого узла этой цепи (вложенный), заканчивающихся командой Next. В результате в текстовом файле отчета будет получена следующая информация: номер строки (Variable (Line Number)), имя цепи (Net.Net Name), пробел (" "), имя компонента (Net.Node.Comp Name) и номер вывода (Net.Node.Pin Name).

8. Нажмем кнопку Run и запустим формирование отчета.

На экране появится окно с отчетом, показанное на рисунке 3. Сравним текст отчета с управляющим кодом в окне Manage Reports и попытаемся понять взаимосвязь. Внешний цикл по цепям формирует

строку с номером 1 с именем цепи \$5. Далее начинает работать вложенный цикл по узлам этой цепи: строки 2 и 3 содержат номера строк, табулирующие пробелы, имена компонентов и номера выводов этих компонентов, подключенных к данной цепи. Затем идет строка с именем второй цепи, строки с описанием подключений к ней и так далее.

9. Нажмем кнопку Close и закроем окно просмотра отчета.

10. В окне Manage Reports нажмем кнопку Close и закроем окно генератора отчета.

Быстрый метод генерации отчета

Если в процессе работы тот или иной отчет будет формироваться достаточно часто, то имеет смысл использовать быстрый метод вызова генератора отчета без использования диалогового окна Manage Reports. Система CADSTAR позволяет настраивать генератор отчета таким образом, чтобы он запускался специальной командой меню.

1	\$5		
2	IC9	5	
3	IC12	8	
4	\$6		
5	IC9	2	
6	IC12	11	
7	DATA1		
8	EC1	3	
9	R4	1	
10	IC1	3	
11	IC4	4	
12	IC4	12	
13	IC10	1	
14	\$25		
15	EC1	10	
16	OR1	5	
17	...		

Рис. 3. Отчет о подключениях к цепям в проекте.

1. Выполним команду меню Tools | Options и в появившемся диалоговом окне Options перейдем на вкладку Reports (рис. 4).

Здесь в поле Reports on Menu приведен список отчетов, генерация которых доступна через меню команд. Вполне возможно, что данное поле окажется пустым, что означает, что ни один отчет ранее настроен не был. Исправим положение.

2. Нажмем кнопку Add.

3. В появившемся окне Add Report (рис. 5) нажмем кнопку Browse.

4. В появившемся стандартном окне выбора файла перейдем в папку Reports, в ней найдем файл Netnode.rgf и нажмем кнопку Открыть.

5. В поле Report Name введем текст Net Nodes Report и нажмем кнопку OK.

Легко видеть, что отчет с именем Net Nodes Report добавлен в список в поле Reports on Menu в окне Options.

6. Нажмем кнопку OK и закроем окно Options.

Теперь если мы проверим содержимое раздела Tools | Report Generator в меню команд, то мы увидим, что сюда добавилась новая команда Net Nodes Report (рис. 6).

7. Выполним эту команду.

Отчет будет сформирован аналогично тому, как это было сделано в предыдущем упражнении.

8. Нажмем кнопку Close и закроем окно просмотра отчета.

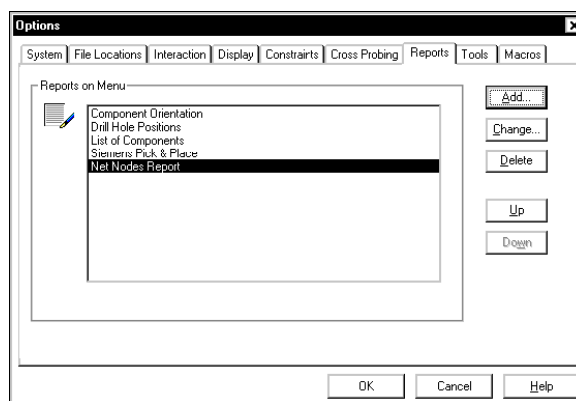


Рис. 4. Настройка раздела отчетов в меню команд.

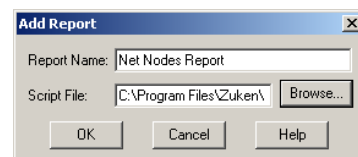


Рис. 5. Добавление отчета в меню.

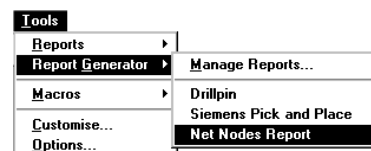


Рис. 6. Новая команда вызова генератора отчетов.

Создание нового файла управления генератором отчетов

Приступим к созданию нового файла управления генератором отчетов, который будет формировать координатный файл для управления оборудованием автоматической сборки.

1. Выполним команду меню Tools | Report Generator | Manage Reports.

На экране появится знакомое нам диалоговое окно управления генератором отчетов Manage Reports.

2. Нажмем кнопку New.

На экране появится окно New Reports (рис. 7), предлагающее выбрать тип нового отчета. Здесь имеются следующие опции:

— Empty Report — пустой шаблон отчета в поле Report Contents.

— Comma Separated Component List — разделенный запятыми список компонентов. В поле Report Contents будет добавлен циклический шаблон вывода имен и координат всех компонентов на плате через запятую.

— Column Separated Component List — разделенный на колонки список компонентов. В поле Report Contents будет добавлен циклический шаблон вывода имен и координат всех компонентов на плате в виде колонок

— Connection Nodes By Net — список подключений к цепям проекта. Подобный отчет мы рассматривали ранее.

3. Нам больше всего подходит тип отчета Comma Separated Component List (позднее мы его модифицируем), поэтому выберем эту опцию и нажмем кнопку OK.

На экране появится новое диалоговое окно New Report – Components (рис. 8), в котором необходимо указать, какая информация о компонентах будет включена в новый отчет.

4. Включим опции Name (позиционное обозначение), Part Name (имя компонента), Origin Position (координаты точки привязки) и Orientation (ориентация), после чего нажмем кнопку OK.

В поле Report Contents окна New Reports появится шаблон, включающий цикл вывода в отчет следующей информации о компонентах: позиционное обозначение, имя компонента, координата по оси X, координата по оси Y, ориентация. Настроим заголовок отчета.

5. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду Text и нажмем кнопку Insert.

6. В появившемся диалоговом окне Report Generator – Text (рис. 9) в поле Text введем текст "NUAAAAAAAAA".

7. Нажмем клавишу Enter и введем вторую строку текста "SIEMENS MS72 DRIVER FOR CADSTAR".

8. В поле Alignment включим опцию Left (выравнивание по левому краю).

Поскольку в каждой строке содержится только один текстовый параметр, у нас нет необходимости принудительно ограничивать длину строк и можно позволить системе заполнять строку оптимальным для нее образом.

9. В поле Width введем значение 0, что будет соответствовать отображению строк наилучшим образом.

10. Чтобы следующая за текстом информация начиналась с новой строки, включим опцию New Follows Item.

11. Убедимся, что все настройки выполнены, как показано на рисунке 9, и нажмем кнопку OK.

В поле Report Contents добавится команда Text, за которой в кавычках будет показана первая строка введенного текста. Команда Text будет добавлена после последней выделенной строки в поле Report Contents, а должна стоять в самом начале отчета.

12. Выберем только что добавленную команду Text с помощью мыши и нажмем кнопку Up несколько раз, чтобы она переместилась в самое начало шаблона отчета.

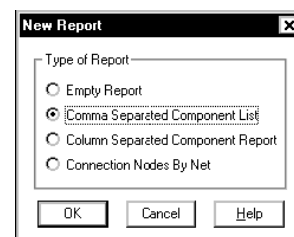


Рис. 7. Выбор типа нового отчета.

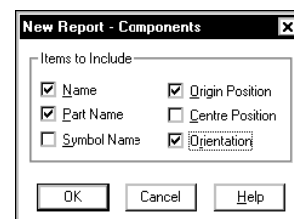


Рис. 8. Выбор данных, включаемых в новый отчет.

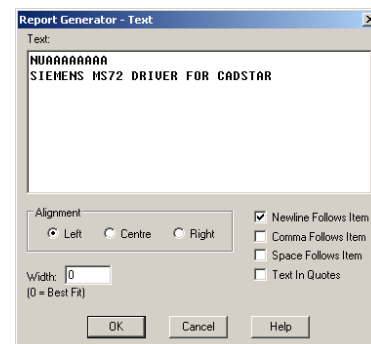


Рис. 9. Добавление текста в отчет.

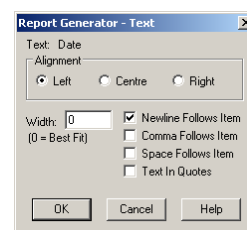


Рис. 10. Добавление в новый отчет текущей даты.

Примечание: если вам необходимо изменить вводимый текст, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши на команде Text.

Сразу за текстовым заголовком должна следовать строка с указанием текущей даты, добавим в шаблон соответствующую команду.

13. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду Date и нажмем кнопку Insert.

14. В появившемся диалоговом окне Report Generator – Text (рис. 10) в поле Alignment включим опцию Left, в поле Width введем значение 0 и включим опцию New Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

В поле Report Contents сразу за командой Text добавится команда Date. Теперь нам надо добавить еще один текстовый блок, который будет следовать за строкой с датой.

15. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду Text и нажмем кнопку Insert.

16. В появившемся диалоговом окне Report Generator – Text в поле Alignment включим опцию Left, в поле Width введем значение 0, включим опцию New Follows Item, а в поле Text введем следующий блок текста:

```
+000.00, +000.00
1 , 000.00
1 , 000.00
0.0
0.0
1.70, 0
BPAAAAAAA
BSAAAAAAA
```

17. Нажмем кнопку OK и закроем окно.

18. Убедимся, что новый текстовый блок следует сразу за датой, в противном случае с помощью кнопок Up и Down переместим его в нужное место поля Report Contents.

Добавим в отчет счетчик.

19. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду Count и нажмем кнопку Insert.

20. В появившемся диалоговом окне Report Generator – Counter (рис. 11) в верхнем выпадающем списке выберем строку Component, в этом случае будет посчитано количество компонентов.

21. В следующем выпадающем списке выберем строку Total Output, в этом случае будет посчитано количество лишь тех компонентов, которые выбраны для формирования отчета.

Примечание: строка Total Count предписывает считать абсолютно все компоненты проекта.

22. В поле Associations выберем опцию Below, что позволит нам считать компоненты, обрабатываемые приведенным ниже кодом.

23. В поле Alignment включим опцию Left, в поле Width введем значение 0, включим опцию New Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

Нам остается лишь удалить из отчета параметр привязки компонентов.

24. С помощью в поле Report Contents выберем команду Using Defined Origin и нажмем кнопку Delete.

Итак, наш шаблон отчета полностью сформирован, теперь необходимо сохранить его во внешний файл с расширением .rgf.

25. Нажмем кнопку Save As.

26. В появившемся стандартном окне сохранения файла перейдем в папку Reports, зададим имя файла selftch.rgf и нажмем кнопку Сохранить.

Теперь имя файла должно появиться в верхней части окна Manage Reports.

Далее нам необходимо изменить параметры цикла For Each так, чтобы в отчет выводилась только необходимая нам информация. В частности, в отчете, который, по сути, будет управляющим файлом для оборудования сборки, нам необходима информация только об SMD компонентах на верхней

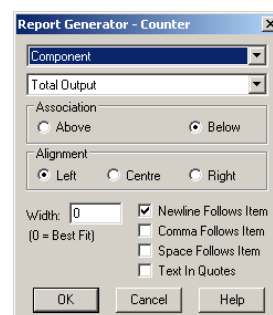


Рис. 11. Добавление в отчет счетчика.

стороне платы. Кроме того, она должна быть отсортирована таким образом, чтобы сначала автомат выбирал все компоненты с одним именем компонента (Part Number), которые в свою очередь должны быть отсортированы по возрастанию номера позиционного обозначения.

27. С помощью мыши выберем оператор For Each в поле Report Contents и нажмем кнопку Modify.

28. В появившемся диалоговом окне Report Generator – For (рис. 12) нажмем кнопку Sort Setup.

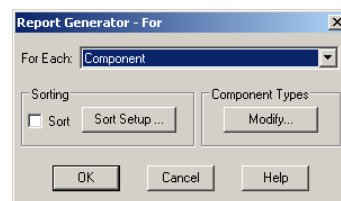


Рис. 12. Изменение оператора цикла For Each.

На экране откроется окно Report Generator – Sort (рис. 13), в котором задаются до трех параметров сортировки, также способы сортировки по каждому из параметров:

— Ascending — сортировать по возрастанию. В этом случае параметры будут отсортированы от наименьшего алфавитного или цифрового символа к наибольшему (от А к Z и от 0 до 9).

— Descending — сортировать по убыванию. В этом случае параметры будут отсортированы от наибольшего алфавитного или цифрового символа к наименьшему (от Z к А и от 9 до 0).

— Alphabetic — сортировать по алфавиту. В этом случае параметры будут отсортированы по кодировке ASCII от первого к последнему символу.

— Alphanumeric — сортировать по номерам. В этом случае сортировка будет выполняться по буквам в параметре, а за тем по цифре за ними.

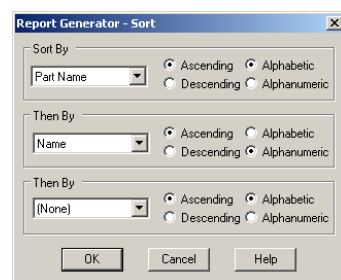


Рис. 13. Настройки сортировки цикла For Each.

Чтобы понять отличие в типах сортировки Alphabetic и Alphanumeric, полезно рассмотреть простой пример. Список из четырех микросхем в случае Alphabetic сортировки будет выглядеть: IC1, IC10, IC11, IC2. В случае Alphanumeric сортировки: IC1, IC2, IC10, IC11, и это наилучшим образом подходит для сортировки по позиционному обозначению.

29. В верхнем поле Sort By зададим первый параметр сортировки Part Name и укажем для него способы Ascending и Alphabetic, то есть по возрастанию и в алфавитном порядке.

30. В среднем поле Then By зададим второй параметр сортировки Name и укажем для него способы Ascending и Alphanumeric, то есть по возрастанию и по возрастанию номера.

31. Третий параметр сортировки нам настраивать не нужно, поэтому просто проверим, что все настройки выполнены, как показано на рисунке 13, и нажмем кнопку OK.

Следующим шагом, настроим типы компонентов в отчете. Существует два типа: компоненты (Component) и контрольные точки (Testpoint). Напомним, что в системе CADSTAR контрольные точки представляют собой специальные компоненты с одним выводом. Таким образом, в отчете могут присутствовать три варианта данных: только о компонентах, только о контрольных точках, а также о компонентах и контрольных точках вместе.

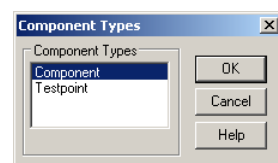


Рис. 14. Выбор типа компонента.

32. Нажмем кнопку Component Types — Modify.

33. В появившемся диалоговом окне Component Types (рис. 14) с помощью мыши выберем тип компонентов Component и нажмем кнопку OK.

34. Убедимся, что все настройки в окне Report Generator – For выполнены, как показано на рисунке 12, и нажмем кнопку OK.

Теперь оператор For Each в поле Report Contents изменит вид: если раньше он выглядел For Each Component (Component, Testpoint), то сейчас он примет вид For Each Component (Component) Sorted by Part Name then by Name.

Введем в цикл логический оператор If, который позволит ограничить число обрабатываемых компонентов и выбрать из них SMD компоненты.

35. С помощью мыши выделим в поле Report Contents только что отредактированный оператор For Each.

36. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду If и нажмем кнопку Insert.

На экране появится диалоговое окно Report Generator – If (рис. 15).

37. Выполним все настройки в этом окне, как показано на рисунке 15, а именно: в выпадающем списке If выберем параметр Comp Side; в выпадающем списке Of выберем тип объектов Component, обладающих этим параметром; в выпадающем списке Is выберем условие сравнения Equal To и в самом нижнем списке значение параметра для сравнения SMD on Top Side.

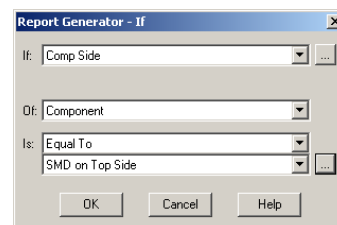


Рис. 15. Настройки оператора If.

38. Нажмем кнопку OK.

В шаблоне управляющего файла сразу за оператором For Each появится строка If Component.Comp Side = SMD on Top Side, что будет означать проверку логического условия: если параметр компонента Comp Side (сторона размещения) равен SMD on Top Side (SMD на верхней стороне), то должна быть выполнена некоторая последовательность операторов, ограниченная оператором End If. Любая конструкция с оператором If должна заканчиваться оператором End If, поэтому система автоматически добавит его строкой ниже. В нашем случае, чтобы вывод данных о компонентах выполнялся только при выполнении логического условия, необходимо переместить оператор End If в конец цикла.

39. С помощью мыши выделим в поле Report Contents оператор End If и нажмем несколько раз кнопку Down, чтобы оператор End If оказался ниже строки Component.Orientation и выше оператора Next.

Нам остается переместить строку Component.Name, чтобы позиционное обозначение отображалось в отчете не в первой, а в последней колонке, а также добавить текстовую строку 0, 0.00, 0.00.

40. С помощью мыши выделим в поле Report Contents строку Component.Name и нажмем несколько раз кнопку Down, чтобы она переместилась и оказалась ниже строки Component.Orientation и выше оператора End If.

41. С помощью мыши выделим в поле Report Contents оператор Next.

42. В поле Report Elements с помощью мыши выберем команду Text и нажмем кнопку Insert.

43. В появившемся диалоговом окне Report Generator – Text в поле Alignment включим опцию Left, в поле Width введем значение 0, включим опцию New Follows Item, а в поле Text введем текст 0, 0.00, 0.00, после чего нажмем кнопку OK и закроем окно.

Теперь наш шаблон отчета принял окончательный вид (рис. 16), но нам необходимо настроить ширину колонок для выводимых данных о компонентах. Кроме того, все данные об одном компоненте (пять параметров) должны выводиться в одну строку с разделителем в виде запятой, а при смене типа компонента (в конце цикла) должен осуществляться переход на новую строку.

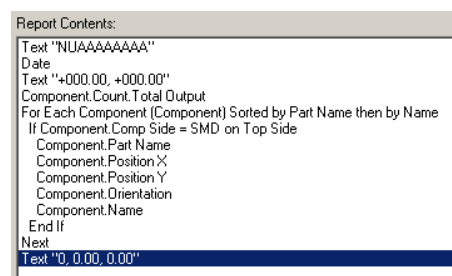


Рис. 16. Окончательный вид шаблона отчета.

44. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Component.Part Name в поле Report Contents.

45. В появившемся окне Report Generator – Member (рис. 17) в поле Width введем значение 13 и проверим, что включена только опция Comma Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

При таких настройках под колонку с именем компонента Part Name будет зарезервировано 13 символов, а следующее значение пойдет на той же строчке после запятой. Под колонки с координатами компонентов необходимо выделить по 10 символов.

46. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Component.Position X в поле Report Contents.

47. В появившемся окне Report Generator – Member в поле Width введем значение 10 и проверим, что включена только опция Comma Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

48. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Component.Position Y в поле Report Contents.

49. В появившемся окне Report Generator – Member в поле Width введем значение 10 и проверим, что включена только опция Comma Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

Под колонку со значением ориентации компонента зарезервируем 8 символов.

50. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Component.Orientation в поле Report Contents.

51. В появившемся окне Report Generator – Member в поле Width введем значение 8, выключим опцию Newline Follows Item и включим опцию Comma Follows Item, после чего нажмем кнопку OK.

По последний элемент строки данных — позиционное обозначение — зарезервируем 12 символов, и сделаем так, чтобы следующее значение данных начиналось с новой строки.

52. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке Component.Name в поле Report Contents.

53. В появившемся окне Report Generator – Member в поле Width введем значение 12, выключим опцию Comma Follows Item и включим опцию Newline Follows Item (рис. 18), после чего нажмем кнопку OK.

Нам остается задать точность данных для значения ориентации компонента.

54. Нажмем кнопку Options в окне Manage Reports.

55. В появившемся на экране диалоговом окне Report Generator – Options (рис. 19) в поле Number of Decimal Places For Orientation введем значение 0, что будет соответствовать выводу целочисленных значений угла поворота в градусах.

56. Нажмем кнопку и закроем окно.

57. Нажмем кнопку Save и сохраним разработанный нами шаблон во внешний файл.

Теперь мы полностью готовы к формированию отчета на основе разработанного нами управляющего файла.

58. Нажмем кнопку Run.

На экране появится окно View File с только что сформированным отчетом (рис. 20). Легко видеть, что вся информация в отчет выведена согласно сделанным нами настройкам.

59. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

60. Нажмем кнопку Close и закроем окно Manage Reports.

Параметрическое управление выводимыми в отчет данными

Рассмотрим еще один простой пример, демонстрирующий гибкость генератора отчетов системы CADSTAR. Допустим, в наш отчет должна быть включена информация только о компонентах, мощность рассеивания



Рис. 17. Настройки формата вывода имени компонента.

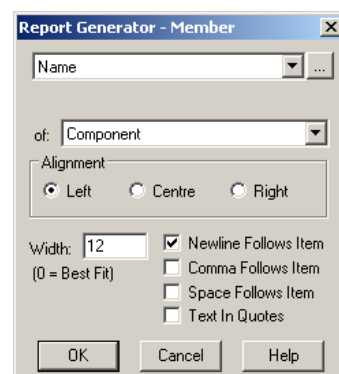


Рис. 18. Настройки формата вывода позиционного обозначения.

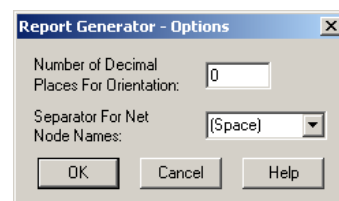


Рис. 19. Настройка точности данных для ориентации.

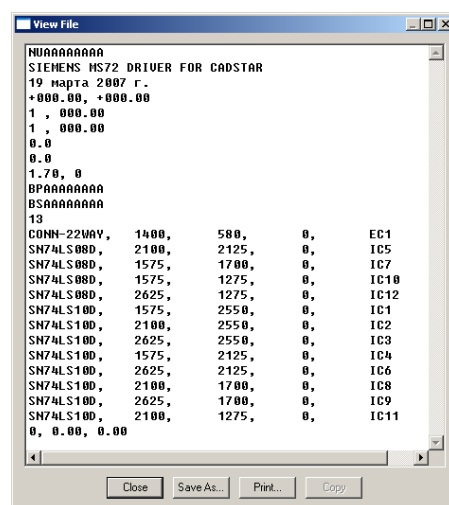


Рис. 20. Отчет, сформированный по разработанному нами шаблону.

которых меньше чем 0,0119 Вт. Все компоненты на плате имеют атрибут thm_power_diss с заранее заданным значением мощности рассеяния. В шаблоне отчета мы можем ввести оператор If, выполняющий проверку превышения значением этого атрибута некоторого определенного порогового уровня.

1. Выполним команду меню Tools | Report Generator | Manage Reports.

На экране появится окно Manage Reports, в котором будет открыт последний использовавшийся шаблон отчета, а именно selftch.rgf.

2. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на операторе If в поле Report Contents.

На экране появится диалоговое окно Report Generator – If.

3. Выполним все настройки в этом окне, как показано на рисунке 21, а именно: в выпадающем списке If выберем параметр thm_power_diss (attribute) и под ним значение Attribute Text; в выпадающем списке Of выберем тип объектов Component, обладающих этим параметром; в выпадающем списке Is выберем условие сравнения Less Than.

Теперь нам необходимо задать пороговое значение для сравнения.

4. Нажмем кнопку справа от самого нижнего списка, где приведено значение (Undefined).

5. В появившемся на экране окне Report Generator – List Item (рис. 22) в поле Text введем значение 0.0119 и нажмем кнопку OK.

Введенное значение окажется заданным в качестве порога сравнения.

6. Нажмем кнопку OK и закроем окно Report Generator – If.

Теперь строка оператора If в шаблоне будет выглядеть следующим образом: If Component.thm_power_diss.Text < 0.0119.

7. Нажмем кнопку Run.

На экране появится окно View File с только что сформированным отчетом (рис. 23). Легко видеть, что теперь вместо тринадцати в отчете содержится информация всего о восьми компонентах, удовлетворяющих условию проверки мощности рассеяния.

Заметим, что, изменив оператор If, мы исключили проверку типа SMD компонентов и их расположение на верхнем слое, поэтому в общем случае в отчет должны были войти все компоненты, с мощностью рассеяния менее 0.0119 Вт. Чтобы избежать подобных коллизий, необходимо в шаблоне организовать две вложенные конструкции из операторов If, одна из которых будет проверять тип SMD компонентов, а другая — рассеиваемую мощность. Мы рекомендуем проделать это в качестве самостоятельного упражнения.

8. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

9. Нажмем кнопку Close и закроем окно Manage Reports.

Итак, на данном занятии мы научились формировать отчеты, включающие различную информацию из проекта. На следующем занятии мы научимся готовить данные для производства печатных плат.

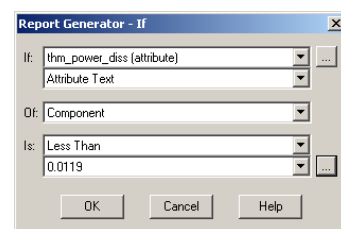


Рис. 21. Настройка проверки рассеиваемой мощности.

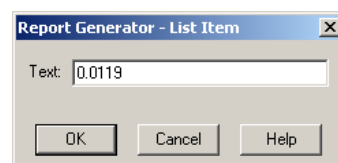


Рис. 22. Задание порогового значения рассеиваемой мощности.

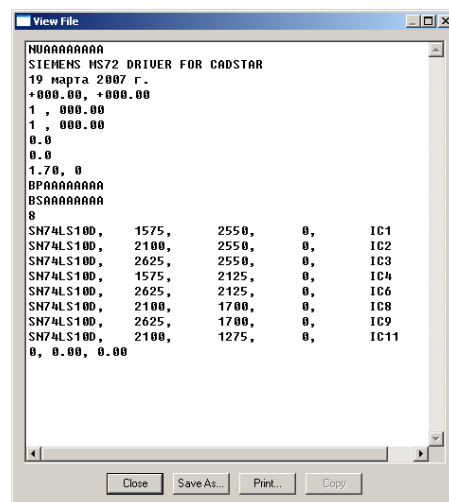


Рис. 23. Отчет, сформированный по новому шаблону.

Урок 13. Постпроцессорная обработка проекта

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На прошлом занятии мы научились формировать для проекта различные виды отчетов. Сегодня мы рассмотрим постпроцессорную обработку проекта — генерацию файлов для производства. В ходе данного занятия мы выполним следующие процедуры: выполним тестовую распечатку топологии; получим выходные файлы с изображением сигнальных слоев, слоев питания, слоев защитной маски и трафарета для нанесения паяльной пасты, слоев шелкографии; получим карту сверловки и управляющий файл для сверлильных станков в формате Excellon.

Вывод на принтер тестовой распечатки топологии

Первое упражнение, которое мы сделаем, это выведем на печать изображение верхнего слоя печатной платы. Эта процедура позволяет выполнить быструю визуальную проверку топологии до генерации выходного файла для фотоплоттера. Поскольку постпроцессор системы CADSTAR работает по принципу WYSIWYG, настройка цветовых палитр является очень важным элементом процесса. В ходе занятия мы создадим несколько различных файлов цветовых палитр, файлов выбора и спул-файлов, поэтому прежде всего нам требуется указать системе, где будут размещаться эти файлы.

1. Выполним команду меню Tools | Options и в появившемся окне Options перейдем на закладку File Location.

2. Назначим место размещения для файлов типа Colours Files, Selection Files и Manufacturing Output как показано на рисунке 1, а именно папку Self Teach.

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter11.pcb, который также входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

3. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter11.pcb.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

4. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Для вывода на печать верхнего изображения электрического слоя нам нужно сделать невидимыми все слои за исключением требуемого.

5. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button02) на панели инструментов.

6. В появившемся окне Colours нажмем кнопку Layers.

7. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку Visible No.

8. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой Top Elec и нажмем кнопку Visible Yes (рис. 2).

9. Включим опцию Apply to all Categories и нажмем кнопку OK.

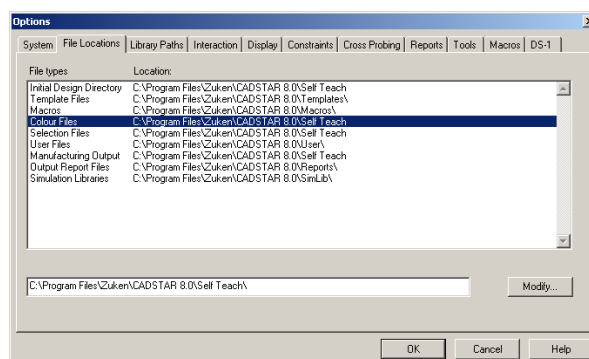


Рис. 1. Настройка размещения выходных файлов.

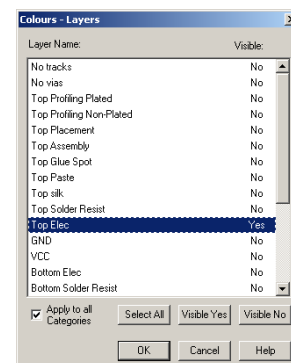


Рис. 2. Настройка видимости слоев для распечатки топологии.

Напомним, что опция Apply to all Categories распространяет текущую настройку видимости слоев на все категории диалогового окна Colours, в которых присутствует понятие слоя. Таким образом, если мы рассмотрим настройки категории Pads, то увидим, что и в ней видимым является только слой Top Elec.

10. В окне Colours нажмем кнопку Preview и проверим, что выполненные нами настройки работают.

На экране останется изображение только тех объектов, которые расположены на слое Top Elec.

Так как настроенная нами цветовая палитра неоднократно потребуется нам в ходе сегодняшнего занятия, сохраним ее в файл.

11. В окне Colours нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла topelec.col и нажмем кнопку Сохранить.

12. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

Настроим опции постпроцессора печати проекта.

13. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Check Plot.

14. В появившемся на экране окне Post Process – Check Plot нажмем кнопку Setup Device.

На экране появится окно Post Process – Setup Device (рис. 3), в котором задается устройство, на которое будет выводиться контрольная распечатка.

15. В поле Device Type включим опцию Windows Printer, в этом случае в качестве устройства печати будет выбран установленный в системе и назначенный по умолчанию принтер.

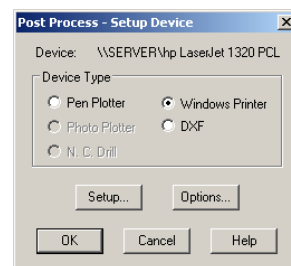


Рис. 3. Выбор устройства печати.

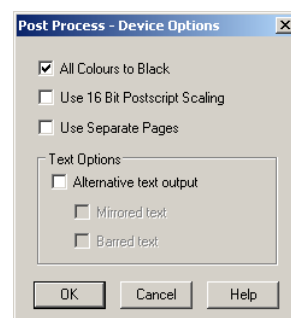


Рис. 4. Настройка цвета печати.

16. Нажмем кнопку Setup.

На экране появится стандартное окно настройки печати системы Windows с указанием назначенного по умолчанию принтера.

17. Выберем альбомную ориентацию листа и нажмем кнопку ОК.

18. Вернувшись в окно Post Process – Setup Device, нажмем кнопку Options.

19. В появившемся окне Post Process – Device Options (рис. 4) включим опцию All Colours to Black (печатать все цвета черным) и нажмем кнопку ОК.

20. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Post Process – Setup Device.

21. В окне Post Process – Check Plot нажмем кнопку Scale and Position.

На экране появится диалоговое окно Post Process – Selections (рис. 5), в котором показано, как будет выглядеть итоговая распечатка.

22. Включим опцию Auto Scale.

Изображение в левой части окна изменит вид таким образом, чтобы распечатка занимала всю полезную площадь листа. Обратите внимание, что параметры Scale и Rotation изменяются автоматически.

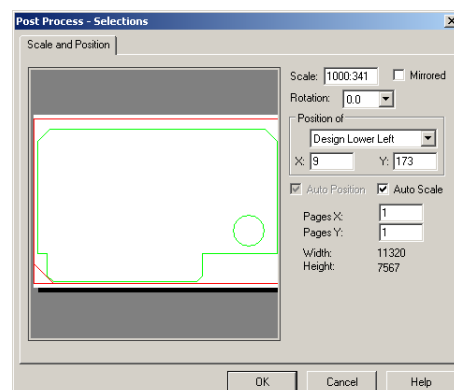


Рис. 5. Настройка масштаба печати.

23. Нажмем кнопку ОК и вернемся в окно Post Process – Check Plot.

Так как мы часто будем использовать данный набор параметров масштабирования, то имеет смысл сохранить его в специальном файле.

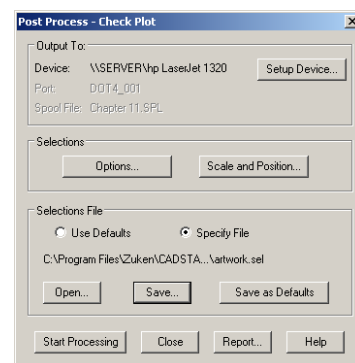


Рис. 6. Окно Post Process – Check Plot.

24. В окне Post Process – Check Plot нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла artwork.sel и нажмем кнопку Сохранить.

Окно Post Process – Check Plot примет вид, показанный на рисунке 6. Обратите внимание, что опция Specify File в поле Selections File будет выбрана автоматически. Мы полностью готовы к получению контрольной распечатки.

25. Нажмем кнопку Start Processing.

Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении (рис. 7).

26. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что она полностью повторяет отображаемый на экране компьютера рисунок слоя Top Elec, за исключением того, что контактные площадки и области заливки отображаются контурами, а проводники – осевыми линиями. В таком виде распечатку достаточно легко проверить визуально.

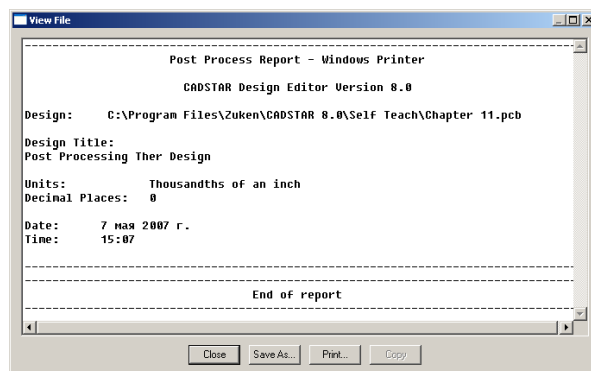


Рис. 7. Отчет о завершении вывода контрольной распечатки.

Создание выходного файла для фотоплоттера

В ходе следующего упражнения мы создадим выходной файл с изображением верхнего электрического слоя для фотоплоттера. Файл должен иметь масштаб 1:1 и формат Gerber.

Обычно файл для фотоплоттера содержит информацию для создания проводящих элементов соответствующего слоя. На верхнем электрическом слое должны содержаться следующие элементы: проводники, контактные площадки, области металлизации и текст.

Прежде всего, изменим цветовую палитру таким образом, чтобы на экране отображались только нужные нам объекты.

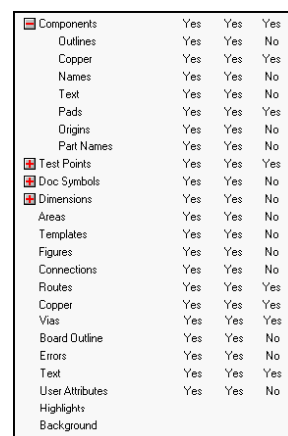


Рис. 8. Настройка отображения объектов для вывода в Gerber файл.

1. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours (button02) на панели инструментов.

2. В появившемся окне Colours выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на категории Components и раскроем ее.

3. Сделаем настройки параметра Visible Yes для категорий Routes, Pads, Copper, Vias и Text как показано на рисунке 8. Отображение всех остальных категорий должно быть выключено.

Сохраним сделанные настройки в файл цветовой палитры.

4. Нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла topelec_gerber.col и нажмем кнопку Сохранить.

5. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

Напомним, что быстрая смена цветовой палитры доступна через выпадающий список, расположенный в панели инструментов.

Зададим точку привязки проекта (Design Reference Point), которая позднее будет использоваться нами для определения положения изображения на листе для вывода в Gerber файл.

6. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Design Reference.

7. В появившемся диалоговом окне Design Reference (рис. 9) в поля X и Y введем значения 1090 и 900 соответственно.

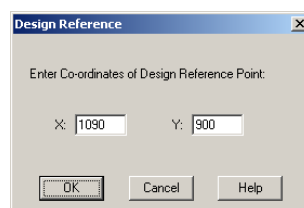


Рис. 9. Задание точки привязки проекта.

Приступим к выбору устройства для вывода фотшаблона.

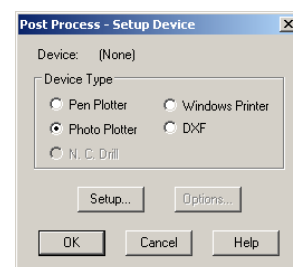


Рис. 10. Выбор устройства вывода.

8. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Artwork.

9. В появившемся на экране окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Setup Device.

На экране появится знакомое нам окно Post Process – Setup Device выбора устройства вывода (рис. 10).

10. В поле Device Type включим опцию Photo Plotter.

Тип устройства вывода пока не определен, о чем свидетельствует надпись (None) в поле Device.

11. Нажмем кнопку Setup.

12. В появившемся окне Post Process – Photo Plotter Setup нажмем кнопку Select Device File.

13. В появившемся стандартном окне выбора файла перейдем в папку User, выберем файл rs274-x.usr и нажмем кнопку Открыть.

Теперь в окне Post Process – Photo Plotter Setup в качестве устройства вывода будет прописано GERBER RS274-X (рис. 11).

14. Так как нам необходимо выполнить вывод данных в файл, в поле Output To включим опцию File и нажмем кнопку ОК.

Мы вернемся в окно Post Process – Setup Device. Обратите внимание, что теперь в поле Device прописано выбранное нами устройство GERBER RS274-X. Формально это не устройство, а название формата данных, ставшего де-факто промышленным стандартом и используемым широким набором фотоплоттеров разных производителей.

Сейчас, пожалуй, самое время объяснить, что собой представляет файлы в формате Gerber. Формат Gerber изначально был разработан для управления векторными фотоплоттерами (по аналогии с векторными графопостроителями) и позднее был адаптирован для современного растрового оборудования. В этих устройствах фотосаблон создается лучом света определенной формы, перемещающимся по фотопленке. Форма светового пятна называется апертурой. Для растровых фотоплоттеров понятие апертуры теряет смысл, так как здесь может быть сформировано пятно любой формы, а у векторных фотоплоттеров набор апертур заранее определен аппаратной частью. Это может быть барабан или линейка с отверстиями различной формы и диаметра.

Файл в формате Gerber управляет перемещением пятна с помощью специальных команд, так называемых D-кодов. То есть в общем случае проводник рисуется так: код на выбор апертуры, код перемещения в точку с заданными координатами, код на включение лампы, код на перемещение в другую точку, код на выключение лампы. Контактные площадки и переходные отверстия рисуются с помощью вспышек (флешей, от английского flash — пятно): код перемещения в точку с заданными координатами, код на кратковременную вспышку лампы, код на перемещение в другую точку и т.д. В результате всего этого на пленке появляется позитивный или негативный рисунок, который затем будет перенесен на стеклотекстолит и вытравлен.

В настоящее время распространено две основных версии формата Gerber: RS-274D и RS-274X. Формат RS-274X включает в себя таблицу апертур и ряд дополнительных команд для повышения эффективности кода. Он поддерживается почти всем современным оборудованием для производства фотосаблонов. Любой производитель печатных плат сможет преобразовать файл в формате RS-274X в необходимый ему.

15. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Post Process – Setup Device.

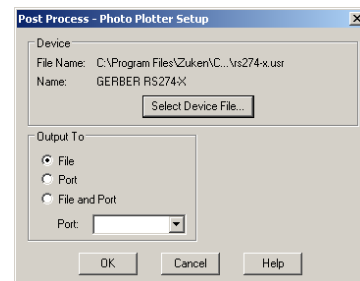


Рис. 11. Настройка формата данных фотоплоттера.

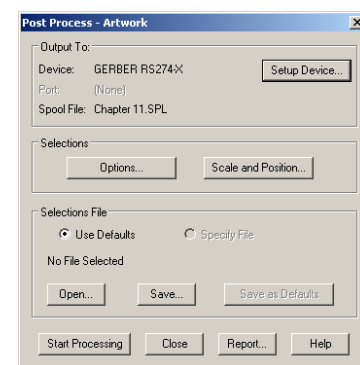


Рис. 12. Настройка вывода Gerber данных.

Теперь мы вернулись в окно Post Process – Artwork (рис. 12). Здесь в поле Output To уже отображается выбранное нами устройство GERBER RS274-X, а также имя выходного файла (Spool File) Chapter11.SPL, образованное по умолчанию из имени проекта и расширения .SPL. Приступим к настройке масштаба и размещения изображения.

16. Нажмем кнопку Scale and Position.

На экране появится знакомое нам окно Post Process – Selections, но в отличие от предыдущего упражнения сейчас мы все настройки будем делать вручную.

17. Прежде всего, выключим опции Auto Position и Auto Scale.

18. В поле Scale введем масштаб изображения 1:1.

19. В выпадающем списке Rotation зададим угол поворота 0.0 градусов.

Расположение изображение мы будем задавать через ранее определенную ранее точку привязки проекта.

20. В поле Position of в выпадающем списке выберем строку Design Reference, и зададим координаты точки привязки проекта: в поле X введем значение 1000, а в поле Y — значение 2000.

21. Убедимся, что все настройки сделаны, как показано на рисунке 13 и нажмем кнопку OK.

Нам остается сохранить сделанные настройки.

22. В окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла artwork_gerber.sel и нажмем кнопку Сохранить.

Сейчас мы полностью готовы к выводу файла фотошаблона.

23. Нажмем кнопку Start Processing.

Поскольку мы сохраняем фотошаблон в файл, на экране появится стандартное окно задания имени файла.

24. Зададим в диалоге имя выходного файла topelec.spl и сохраним его в папке Self Teach.

На экране появится окно Post Process (рис. 14) с отчетом о проверке файла описания постпроцессора rs274-x.usg. Данный файл не содержит предопределенную таблицу апертур, поэтому все апертуры будут назначены автоматически, согласно директиве SYMBOLALLOC GENERATE в файле описания. В отчете синтезированная таблица апертур приведена после строки Auto Allocated Symbols.

25. Нажмем кнопку Continue и продолжим обработку проекта.

На экране окно View File с отчетом о завершении выполнения постпроцессорной обработки (рис. 15).

26. Для нас важно только то, что данная процедура завершилась без ошибок, поэтому просто закроем окно нажатием кнопки Close.

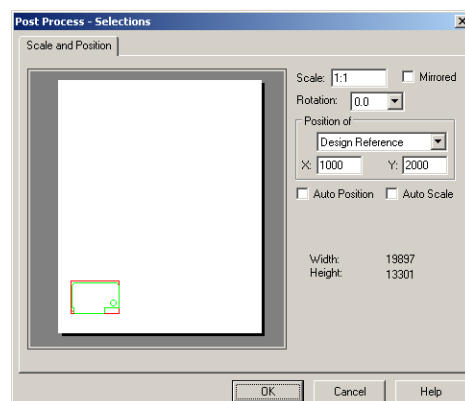


Рис. 13. Настройка масштаба и расположения выводимого изображения.

Position	Shape	Usage	Size	Orient	Length	Count
Predefined Symbols						
Auto Allocated Symbols						
11	CIRCLE	Drawn	8			
12	CIRCLE	Drawn	25			
13	CIRCLE	Drawn	50			
14	CIRCLE	Flashed	75			10
15	SQUARE	Flashed	60	0.000		1
16	CIRCLE	Flashed	60			7
17	RECTANGLE	Flashed	30	270.000	30	168
18	CIRCLE	Flashed	50			18
19	FINGER	Flashed	60	90.000	240	22
20	CIRCLE	Flashed	40			122

Рис. 14. Отчет о проверке файла описания постпроцессора.

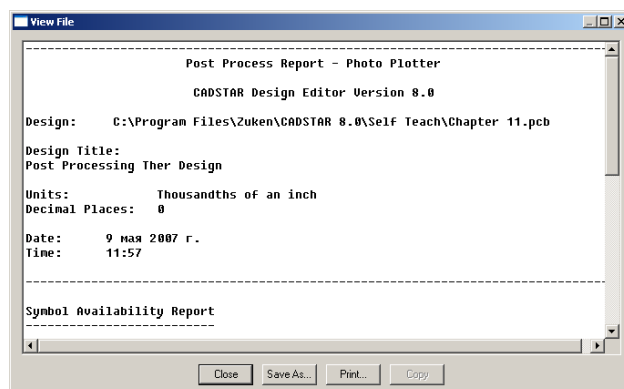


Рис. 15. Отчет о завершении выполнения постпроцессорной обработки.

Теперь если мы откроем папку Self Tech с помощью Проводника системы Windows, то мы обнаружим здесь файл `topelec.spl` в формате Gerber RS274-X, содержащий изображение слоя Top Elec. Содержимое этого файла можно просмотреть с помощью простого текстового редактора, однако более информативным будет просмотр его с помощью специальных CAM программ, предназначенных для работы с Gerber файлами. Одна из таких программ ExcelCAM (рис. 16) является бесплатной и доступной для свободного скачивания с сайта разработчика, находящегося по адресу www.reliant-eds.com.

Данный спул-файл содержит всю необходимую информацию для изготовления фотошаблона для данного слоя. Заметим, что если в данный момент к компьютеру подключен фотоплоттер, то этот файл может быть послан непосредственно на нужный порт с помощью команды меню `File | Manufacturing Export | Plot Spool File`.

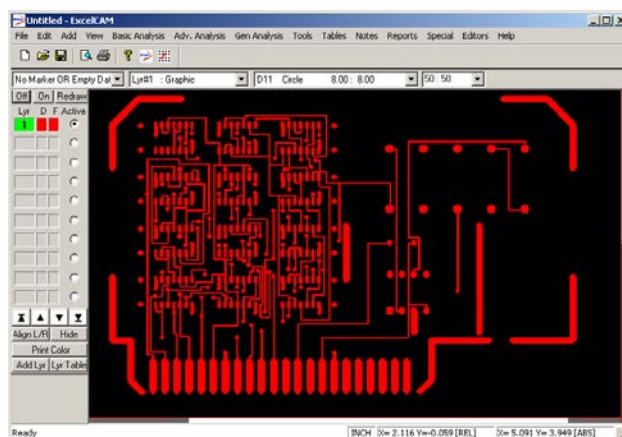


Рис. 16. Просмотр Gerber файла с помощью программы ExcelCAM.

Создание фотошаблона шелкографии верхнего слоя

Создадим фотошаблон для нанесения шелкографии на верхний слой платы, благодаря чему облегчается идентификация компонентов. Приступим к формированию изображения шелкографии верхнего слоя, которое должно быть выведено прямо на стандартный принтер в масштабе 1:1 и включать: имена компонентов, контуры компонентов и контур платы.

Прежде всего, настроим цветовые палитры таким образом, чтобы отображался только слой Top Silk.

1. Выполним команду `Settings | Colours` или нажмем кнопку `Colours` (button02) на панели инструментов.
2. В появившемся окне `Colours` нажмем кнопку `Layers`.
3. В появившемся окне `Colours – Layers` нажмем кнопку `Select All` и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку `Visible No`.
4. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой `Top Silk` и нажмем кнопку `Visible Yes`.
5. Включим опцию `Apply to all Categories` и нажмем кнопку `OK`.
6. В окне `Colours` выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на категории `Components` и раскроем ее.
7. Двойным щелчком левой кнопкой мыши на параметре `Visible` в каждой категории включим отображение позиционных обозначений (`Names`) и контуров (`Outlines`) компонентов, а также контура платы (`Board Outline`). Для всех остальных категорий параметр `Visible` должен стоять в положении `No`.
8. В окне `Colours` нажмем кнопку `Preview` и проверим, что на экране отображаются только нужные нам объекты (рис. 17).

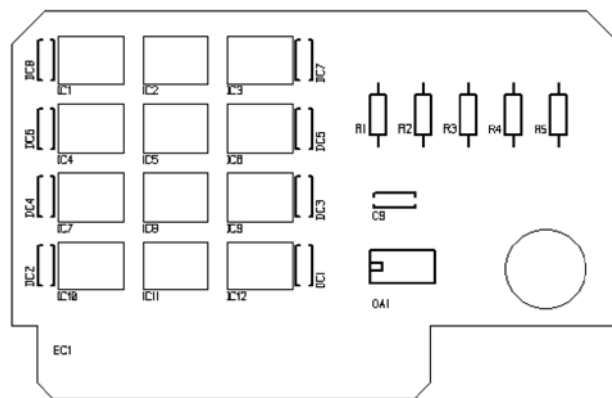


Рис. 17. Изображение шелкографии верхнего слоя.

9. В окне `Colours` нажмем кнопку `Save`, в появившемся окне зададим имя файла `topsilk.col` и нажмем кнопку `Сохранить`.

10. Нажмем кнопку `OK` и закроем окно `Colours`.

Настроим опции постпроцессора печати проекта.

11. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Artwork.
 12. В появившемся на экране окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Setup Device.
 13. В появившемся окне Post Process – Setup Device в поле Device Type включим опцию Windows Printer.
 14. Нажмем кнопку Setup, в появившемся стандартном окне настройки печати системы Windows выберем альбомную ориентацию листа и нажмем кнопку OK.
 15. Вернувшись в окно Post Process – Setup Device, нажмем кнопку Options.
 16. В появившемся окне Post Process – Device Options включим опцию All Colours to Black (печатать все цвета черным) и нажмем кнопку OK.
 17. Нажмем кнопку OK и закроем окно Post Process – Setup Device.
 18. В окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Scale and Position.
 19. В появившемся окне Post Process – Selections включим опцию Auto Position, выключим опцию Auto Scale и убедимся, что масштаб (Scale) определен как 1:1 (рис. 18).
 20. Нажмем кнопку OK и вернемся в окно Post Process – Artwork.
 21. В окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла topsilk.sel и нажмем кнопку Сохранить.
 22. Нажмем кнопку Start Processing.
- Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении.
23. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.
- Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что она полностью повторяет отображаемый на экране компьютера рисунок слоя Top Silk.

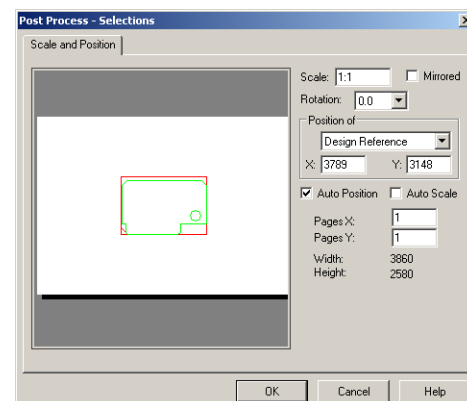


Рис. 18. Настройка масштаба и расположения печати слоя шелкографии.

Создание фотшаблона защитной маски

Защитная маска используется для защиты проводников в процессе пайки компонентов. Маска покрывает всю поверхность наружного слоя платы и оставляет открытыми контактные площадки, так как припой должен попадать на них при пайке. Обычно отверстия в маске делают немного больше размера контактных площадок (рис. 19). Достигается это посредством соответствующей настройки стека слоев них.

Сначала проверим, что падастки, использованные в проекте, имеют больший размер в слое Top Solder Resist.

1. Выполним команду меню Settings | Assignments или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.
2. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Pads и в таблице выберем стиль (Pad Code) Circle 75/39.

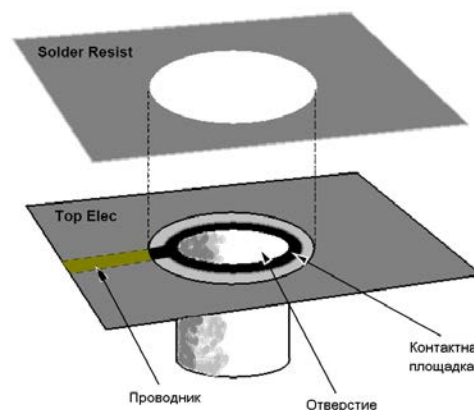


Рис. 19. Формирование защитной маски.

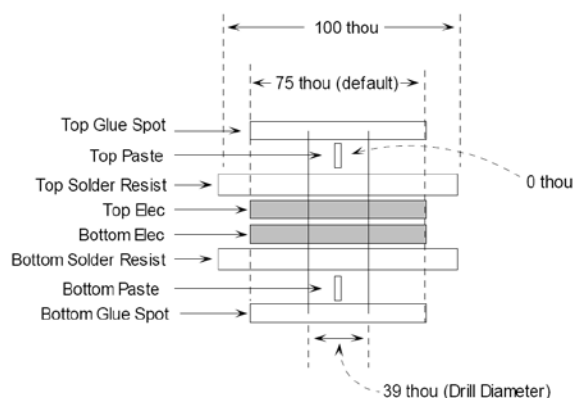


Рис. 20. Параметры стиля контактной площадки.

Ранее на одном из занятий мы перенастроили этот стиль контактной площадки, чтобы площадка на слоях защитной маски имела размер 100 тысячных долей дюйма, а на слоях формирования трафарета для нанесения паяльной пасты отсутствовала вовсе (рис. 20).

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке  (button04) в графе Pad Code рядом именем стиля Circle 75/39.

4. Убедимся, что размер окна в защитной маске слоя Top Solder Resist задан 100 тысячных долей дюйма (рис. 21) и закроем окно Assignments.

Приступим к формированию изображения защитной маски верхнего слоя, которое должно быть выведено прямо на стандартный принтер в масштабе 1:1 и включать: контактные площадки компонентов, переходные отверстия и контур платы.

Прежде всего, настроим цветовые палитры таким образом, чтобы отображался только слой Top Solder Resist.

5. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button02) на панели инструментов.

6. В появившемся окне Colours нажмем кнопку Layers.

7. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку Visible No.

8. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой Top Solder Resist и нажмем кнопку Visible Yes.

9. Включим опцию Apply to all Categories и нажмем кнопку ОК.

10. В окне Colours выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на категории Components и раскроем ее.

11. Двойным щелчком левой кнопкой мыши на параметре Visible в каждой категории включим отображение контактных площадок компонентов (Pads) и переходных отверстий (Vias), а также контура платы (Board Outline). Для всех остальных категорий параметр Visible должен стоять в положении No.

12. В окне Colours нажмем кнопку Preview и проверим, что на экране отображаются только нужные нам объекты (рис. 22).

13. В окне Colours нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла topresist.col и нажмем кнопку Сохранить.

14. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

Для вывода на печать мы будем использовать настройки, сделанные нами при печати слоя шелкографии в ходе предыдущего упражнения.

15. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Artwork.

16. В появившемся на экране окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Open и выберем файл настроек topsilk.sel.

17. В окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Setup Device, в качестве устройства вывода укажем Windows Printer, и закроем окно.

18. Нажмем кнопку Start Processing.

Used	Pad Code	Layer	Shape	Size (Thou)
☒	 Circle 75/39	(Default)	Circle	75
☒		Top Solder Resist	Circle	100
☒		Bottom Solder R	Circle	100
☒		Top Paste	Circle	0
☒		Bottom Paste	Circle	0
☐	 Circle 75/39a	(Default)	Circle	75
☐	 Circle 75/10	(Default)	Circle	75

Рис. 21. Настройки стиля контактной площадки Circle 75/39.

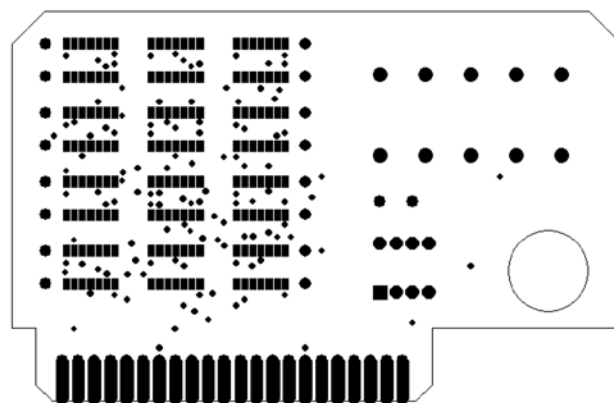


Рис. 22. Изображение защитной маски верхнего слоя.

Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении.

19. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что она полностью повторяет отображаемый на экране компьютера рисунок слоя Top Solder Resist.

Создание фотошаблона трафарета нанесения паяльной пасты

Для нанесения паяльной пасты, соединяющей компоненты с их контактными площадками при групповой пайке (горячим воздухом или ИК), используется трафарет, изготавливаемый по фотошаблонам со слоев Paste. Зоны для нанесения пасты обычно имеют меньший размер, по сравнению с SMD контактной площадкой.

Сначала проверим, что падстеки, использованные в проекте, имеют меньший размер в слое Top Paste.

1. Выполним команду меню Settings | Assignments или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

2. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Pads и в таблице выберем стиль (Pad Code) Rectangle 30x60.

Ранее на одном из занятий мы перенастроили этот стиль контактной площадки, чтобы площадка на слоях Paste имела размер 20 тысячных долей дюйма (рис. 23).

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке  (button04) в графе Pad Code рядом именем стиля Rectangle 30x60.

4. Убедимся, что размер окна в трафарете для слоя Top Paste задан 20 тысячных долей дюйма (рис. 24) и закроем окно Assignments.

Приступим к формированию изображения трафарета для верхнего слоя, которое должно быть выведено прямо на стандартный принтер в масштабе 1:1 и включить: контактные площадки компонентов и контур платы.

Прежде всего, настроим цветовые палитры таким образом, чтобы отображался только слой Top Paste.

5. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button02) на панели инструментов.

6. В появившемся окне Colours нажмем кнопку Layers.

7. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку Visible No.

8. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой Top Paste и нажмем кнопку Visible Yes.

9. Включим опцию Apply to all Categories и нажмем кнопку OK.

10. В окне Colours выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на категории Components и раскроем ее.

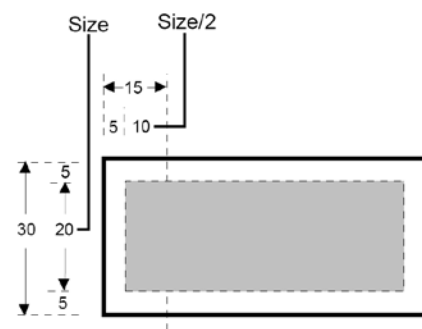


Рис. 23. Параметры стиля контактной площадки.

Used	Pad Code	Layer	Shape	Size (Thou)	Orient Angle	Dr Diam
☒	 Rectangle 30x60	(Default)	Rectangle	30	0.0	
☒		Top Solder Resist	Rectangle	38	0.0	
☒		Bottom Solder Resist	Rectangle	38	0.0	
☒		Top Paste	Rectangle	20	0.0	
☒		Bottom Paste	Rectangle	20	0.0	
☒	 Rectangle 30x60a	(Default)	Rectangle	30	0.0	

Рис. 24. Настройки стиля контактной площадки Rectangle 30x60.

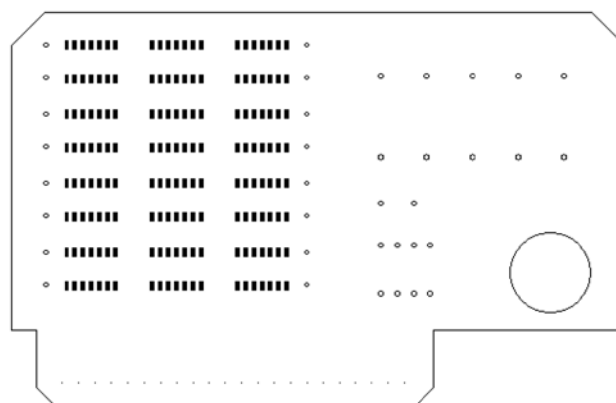


Рис. 25. Изображение трафарета нанесения пасты.

11. Двойным щелчком левой кнопкой мыши на параметре Visible в каждой категории включим отображение контактных площадок компонентов (Pads) и контура платы (Board Outline). Для всех остальных категорий параметр Visible должен стоять в положении No.

12. В окне Colours нажмем кнопку Preview и проверим, что на экране отображаются только нужные нам объекты (рис. 25).

Обратите внимание, что на экране отображаются еще и сквозные отверстия, но это не существенно, так как в итоговой распечатке их не будет.

13. В окне Colours нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла toppaste.col и нажмем кнопку Сохранить.

14. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

Для вывода на печать мы будем использовать настройки, сделанные нами при печати слоя шелкографии в ходе предыдущего упражнения.

15. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Artwork.

16. В появившемся на экране окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Open и выберем файл настроек topsilk.sel.

17. В окне Post Process – Artwork нажмем кнопку Setup Device, в качестве устройства вывода укажем Windows Printer, и закроем окно.

18. Нажмем кнопку Start Processing.

Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении.

19. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что она полностью повторяет отображаемый на экране компьютера рисунок слоя Top Paste за исключением сквозных отверстий.

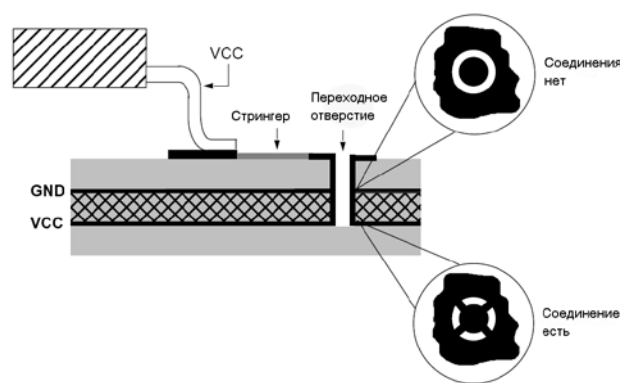


Рис. 26. Взаимодействие переходных отверстий с внутренними слоями металлизации.

Создание изображения внутреннего слоя питания

В качестве следующего упражнения мы выведем на печать изображение одного из внутренних слоев металлизации. В нашем проекте имеется два таких слоя: VCC и GND. Сквозные контактные площадки и переходные отверстия, в зависимости от принадлежности к одной из этих цепей, должны быть соединены или, наоборот, изолированы от соответствующих слоев (рис. 26).

Здесь переходное отверстие соединяет вывод VCC компонента со слоем VCC. При этом переходное отверстие проходит сквозь слой GND и должно быть изолировано от него. Легко видеть, что переходное отверстие изолировано от слоя GND круговым зазором (Isolation Gap), и соединено со слоем VCC через так называемый тепловой барьер (Thermal Relief), благодаря которому уменьшаются потери тепла при пайке.

Внутренние слои металлизации в системе CADSTAR выводятся в негативном изображении. При получении такого изображения производитель самостоятельно инвертирует его для получения позитивного фотошаблона (рис. 27).

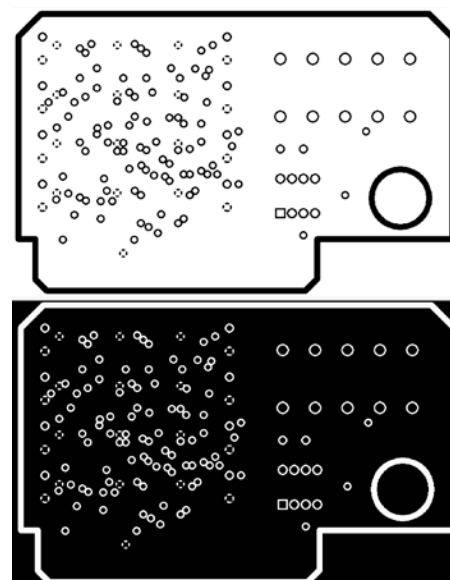


Рис. 27. Негативное (вверху) и позитивное (внизу) изображение внутреннего слоя металлизации.

Приступим к формированию изображения слоя VCC, которое должно быть выведено прямо на стандартный принтер в масштабе 1:1 и включать: контактные площадки компонентов, переходные отверстия и контур платы.

Прежде всего, настроим параметры соединений со слоями металлизации. Изолирующий зазор и параметры термобарьера могут быть настроены индивидуально для каждого конкретного стиля переходного отверстия или контактной площадки. Но эти параметры можно задать по умолчанию глобально на весь проект.

1. Выполним команду меню Setting | Defaults и появившемся окне Defaults перейдем на вкладку General.

2. В поле Thermal Relief введем значение Clearance равное 8 тысячных долей дюйма, а значение Relief Width — 10 тысячных долей дюйма, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

Далее, включим отображение этих зазоров и тепловых барьеров на экране.

3. Выполним команду меню Tools | Options и в появившемся окне Options перейдем на вкладку Display.

4. В поле Drawing включим опцию Show Power Plane Pads и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Теперь настроим цветовые палитры таким образом, чтобы отображался только слой VCC.

5. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button02) на панели инструментов.

6. В появившемся окне Colours нажмем кнопку Layers.

7. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку Visible No.

8. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой VCC и нажмем кнопку Visible Yes.

9. Включим опцию Apply to all Categories и нажмем кнопку ОК.

10. В окне Colours выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на категории Components и раскроем ее.

11. Двойным щелчком левой кнопкой мыши на параметре Visible в каждой категории включим отображение контактных площадок компонентов (Pads) и переходных отверстий (Vias), а также контура платы (Board Outline). Для всех остальных категорий параметр Visible должен стоять в положении No.

12. В окне Colours нажмем кнопку Preview и проверим, что на экране отображаются только нужные нам объекты.

13. В окне Colours нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла vcc.col и нажмем кнопку Сохранить.

14. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Colours.

Нам остается лишь изменить толщину линии, которой прорисован контур платы.

15. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и выберем любой сегмент, образующий контур платы.

16. Нажмем кнопку Item Properties  (button06) на панели инструментов.

17. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Board (рис. 28) в выпадающем списке Line Width Code выберем стиль линий Line 40, после чего нажмем кнопку ОК.

Для вывода на печать мы будем использовать настройки, сделанные нами при печати слоя шелкографии в ходе предыдущего упражнения.

18. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Power Plane.

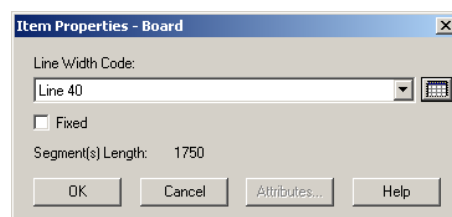


Рис. 28. Параметры стиля контактной площадки.

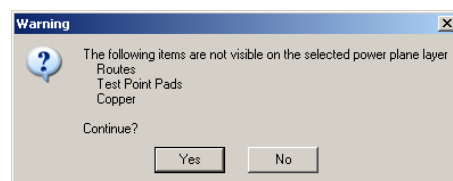


Рис. 29. Предупреждение о том, что некоторые из объектов на слое остались невидимыми.

На экране появится сообщение о том, что на слое остались невидимыми проводники (Routes), тестовые точки (Test Point Pads) и области металлизации (Copper).

19. Нажмем кнопку Yes и подтвердим продолжение выполняемой операции.

20. В появившемся на экране окне Post Process – Power Plane нажмем кнопку Open и выберем файл настроек topsilk.sel.

21. В поле Selections нажмем кнопку Options.

22. В появившемся окне Post Process – Power Plane Options в выпадающем списке Plot Type выберем строку Negative, после чего нажмем кнопку OK.

23. В окне Post Process – Power Plane нажмем кнопку Setup Device, в качестве устройства вывода укажем Windows Printer, и закроем окно.

24. Нажмем кнопку Start Processing.

Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении.

22. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что она полностью повторяет отображаемый на экране компьютера рисунок слоя VCC.

Сейчас будет полезно вернуться немного назад и более подробно рассмотреть настройки в окне Post Process – Power Plane Options, показанном на рисунке 30.

Здесь в выпадающем списке Plot Type имеются два варианта вывода изображения: Negative и Positive. Важно понимать, что вывод позитивного изображения не означает автоматического формирования инверсного изображения для негативного. Для пояснения обратимся к рисунку 31, где показан случай, когда на слое металлизации присутствует проводник, принадлежащий другой цепи, так называемый скрытый проводник.

При выборе типа распечатки Negative в выходной файл попадет изображение проводника с контактными площадками увеличенного размера, так как с каждой стороны будет учитываться зазор Isolation Gap. Производитель печатных плат при производстве фотошаблона получит изображение, инвертированное к негативному, но на нем будет отсутствовать сам проводник. Чтобы получить изображение скрытого проводника, необходимо сформировать файл в режиме Positive, который в комбинации с инвертированным изображением даст правильную картинку.

Опция Fill Isolated Pads позволяет выводить изолированные контактные площадки в виде залитых окружностей, которые после инвертирования становятся пустыми окружностями, не содержащими контактной площадки. Опция Oversize Text and Copper позволяет сформировать зазора вокруг текста или полигона только при негативной печати, а в комбинации с позитивным изображением получить оконтуренный текст или полигон. Мы рекомендуем изучить работу данных настроек в качестве самостоятельного упражнения.

Создание карты сверловки

Далее мы научимся выводить карту сверловки (Drill Drawing), которая показывает производителю размещение и диаметр отверстий сверловки. Размещение отверстий сверловки показано кольцами, диаметр обозначается посредством букв, соответствующих используемым диаметрам (рис. 32).

Следует помнить, что карта сверловки формируется только в выходном файле, то есть в процессе выполнения операции мы не будем видеть изображение того, что будет выводиться. При выводе карты сверловки в Gerber мы сможем посмотреть его содержимое только с помощью специальных средств просмотра, например, упомянутой ранее программы

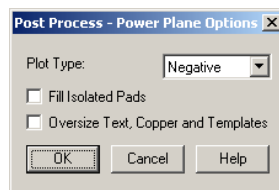


Рис. 30. Опции вывода слоя металлизации.



Рис. 31. Опции вывода Negative и Positive.

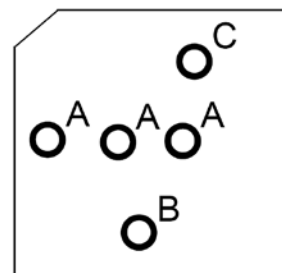


Рис. 32. Обозначение отверстий разного диаметра на карте сверловки.

ExcelCAM. Для простоты в ходе этого упражнения выведем изображение на стандартных принтер.

Прежде всего, сделаем так, чтобы контур платы снова отображался тонкой линией.

1. Нажмем кнопку Select  (button05) на панели инструментов и выберем любой сегмент, образующий контур платы.

2. Нажмем кнопку Item Properties  (button06) на панели инструментов.

3. В появившемся диалоговом окне Item Properties – Board (рис. 28) в выпадающем списке Line Width Code выберем стиль линий Line 1, после чего нажмем кнопку OK.

Теперь настроим цветовые палитры таким образом, чтобы отображался только слой Letter Drill Drawing.

4. Выполним команду Settings | Colours или нажмем кнопку Colours  (button02) на панели инструментов.

5. В появившемся окне Colours нажмем кнопку Layers.

6. В появившемся окне Colours – Layers нажмем кнопку Select All и выделим все присутствующие в проекте слои, после чего нажмем кнопку Visible No.

7. Далее в списке слоев с помощью мыши выделим слой Letter Drill Drawing и нажмем кнопку Visible Yes.

8. Включим опцию Apply to all Categories и нажмем кнопку OK.

9. В окне Colours нажмем кнопку Preview.

На экране будет отображаться только контур платы.

10. В окне Colours нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла drill_drawing.col и нажмем кнопку Сохранить.

11. Нажмем кнопку OK и закроем окно Colours.

Как уже отмечалось ранее, каждое отверстие в карте сверловки сопровождается буквой, обозначающей требуемый диаметр сверловки. Прежде всего, выясним, какие отверстия используются в нашем проекте, поэтому выполним генерацию карты сверловки без создания выходного файла.

12. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | Drill Drawing.

13. В появившемся окне Post Process – Drill Drawing нажмем кнопку Start Processing.

На экране может появиться сообщение, показанное на рисунке 33, о том, что буквенных обозначений отверстий не задан размер и другие параметры отображения.

14. Нажмем кнопку Yes и проигнорируем данное сообщение. Позднее мы все правильно настроим.

На экране появится окно отчета, в котором сообщается, что в проекте присутствуют три вида отверстий и буквы для них пока не назначены.

15. Нажмем кнопку Cancel.

Система сообщит нам о прерванной операции и выведет соответствующее окно отчета.

16. Закроем окно отчета и снова выполним команду меню File | Manufacturing Export | Drill Drawing.

17. В появившемся окне Post Process – Drill Drawing нажмем кнопку Options.

На экране появится диалоговое окно Post Process – Selections, показанное на рисунке 35.

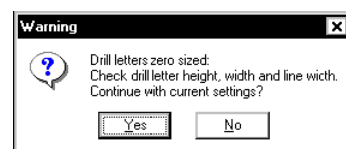
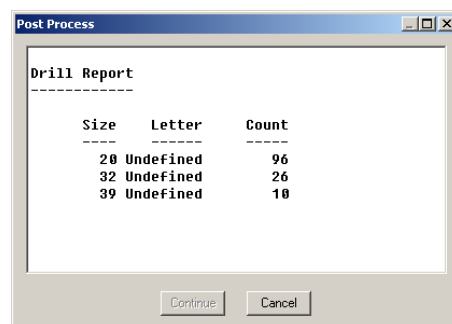


Рис. 33. Предупреждение о том, что в системе не настроены размеры букв.



Size	Letter	Count
20	Undefined	96
32	Undefined	26
39	Undefined	10

Рис. 34. Отчет о количестве и диаметре отверстий.

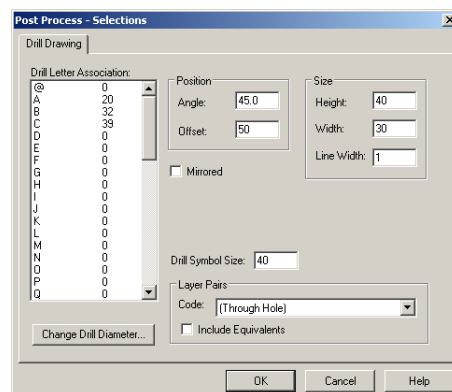


Рис. 35. Настройки отображения буквенных кодов.

18. В поле Drill Letter Association с помощью мыши выделим букву A и нажмем кнопку Change Drill Diameter.

19. Появившемся окне Post Process – Change Drill Letter (рис. 36) в поле Drill Size введем значение диаметра отверстий 20 тысячных долей дюйма, которые будут обозначаться буквой A и нажмем кнопку OK.

20. Аналогичным образом назначим отображение отверстий диаметром 32 и 39 тысячных долей дюйма буквами B и C соответственно.

Примечание: Символ @ используется в случаях, когда около отверстия букву ставить не нужно, например, в случае близко расположенных отверстий одного диаметра.

21. В поле Position введем значение Angle равное 45 градусам и Offset равное 50 тысячных долей дюйма.

Смысл этих параметров показан на рисунке 37. Отметим, что если параметр Offset задать равным 0, то буква будет располагаться непосредственно внутри символа отверстия.

22. В поле Size зададим размеры буквенных кодов: высоту (Height) 40 милс, ширину (Width) 30 милс и толщину линии прорисовки (Line Width) 1 милс.

23. В поле Drill Symbol Size зададим размер символа отверстия 40 милс.

отверстие сверловки:

24. В поле Layer Pair в выпадающем списке Code выберем строчку (Through Hole), что означает, что мы будем формировать карту сверловки только для сквозных отверстий.

Если в проекте присутствуют глухие и скрытые отверстия, то есть в проекте назначены различные пары слоев, то карты и файлы сверловки должны формироваться отдельно для каждой используемой пары слоев. Опция Include Equivalents служит для включения в карту отверстий связывающих указанные слои, но имеющие различные коды назначенных пар слоев.

25. Убедимся, что все настройки в окне Post Process – Selections выполнены, как показано на рисунке 35 и нажмем кнопку OK.

26. В появившемся на экране окне Post Process – Drill Drawing нажмем кнопку Setup Device.

27. В появившемся окне Post Process – Setup Device в поле Device Type включим опцию Windows Printer.

28. Нажмем кнопку Setup, в появившемся стандартном окне настройки печати системы Windows выберем альбомную ориентацию листа и нажмем кнопку OK.

29. Нажмем кнопку OK и закроем окно Post Process – Setup Device.

30. В окне Post Process – Drill Drawing нажмем кнопку Scale and Position.

31. В появившемся окне Post Process – Selections включим опцию Auto Position, выключим опцию Auto Scale и убедимся, что масштаб (Scale) определен как 1:1.

32. Нажмем кнопку OK и вернемся в окно Post Process – Drill Drawing.

33. В окне Post Process – Drill Drawing нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла drill_drawing.sel и нажмем кнопку Сохранить.

Теперь мы полностью готовы к выводу карты сверловки на принтер.

34. Нажмем кнопку Start Processing.

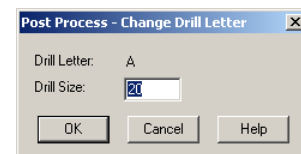


Рис. 36. Назначение диаметра

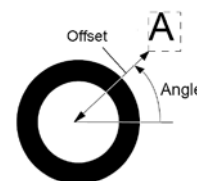


Рис. 37. Параметры размещения буквенного кода.



Рис. 38. Полученная нами карта сверловки.

На экране появится знакомое нам по рисунку 34 окно отчета о назначении отверстий. Легко видеть, что все обнаруженные отверстия правильно обработаны.

35. Нажмем кнопку Continue.

Сначала на экране появится окно, отображающее ход выполнения процедуры, а затем отчет о ее завершении.

36. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь, если мы посмотрим на полученную распечатку, мы увидим, что система сформировала карту сверловки и назначила всем отверстиям буквенные обозначения (рис. 38). Обратите внимание, что на распечатке присутствует очень много букв А, так как они обозначают отверстия диаметром 20 милс, которых на плате около сотни. Можно значительно разгрузить распечатку, назначив для отображения отверстий диаметром 20 милс символ @. Рекомендуем проделать это в качестве самостоятельного упражнения. Следует помнить, что в случае передачи такой карты сверловки производителю, его следует уведомить, что отсутствие буквенного кода означает использование отверстия определенного диаметра.

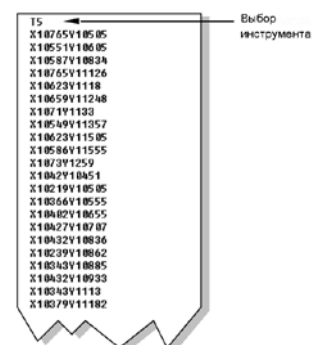


Рис. 39. Пример управляющего кода в формате Excellon.

Создание выходного файла для сверлильного станка с числовым программным управлением (NC Drill)

В ходе следующего упражнения мы создадим управляющий файл для станков с числовым программным управлением. Файл должен иметь масштаб 1:1 и формат Excellon, который представляет собой текстовое описание координат отверстий сверловки по двум осям, а также команды на смену инструмента при переходе к обработке отверстий другого диаметра (рис. 39).

В отличие от предыдущих заданий данный процесс не может быть наглядно представлен на экране, поэтому мы не будем специально настраивать цветовую схему.

Напомним, что ранее мы уже задали точку привязки проекта (Design Reference Point), которая позднее будет использоваться нами для определения положения изображения на листе для вывода в файл NC Drill.

1. Выполним команду меню File | Manufacturing Export | N.C. Drill.
2. В появившемся на экране окне Post Process – N.C. Drill нажмем кнопку Setup Device.

На экране появится знакомое нам окно Post Process – Setup Device выбора устройства вывода, в котором будет доступна и включена по умолчанию только одна опция N.C. Drill.

3. Нажмем кнопку Setup.

4. В появившемся окне Post Process – N.C. Drill Setup нажмем кнопку Select Device File.

5. В появившемся стандартном окне выбора файла перейдем в папку User, выберем файл excellon.usr и нажмем кнопку Открыть.

Теперь в окне Post Process – N.C. Drill Setup в качестве устройства вывода будет прописано EXCELLON (рис. 40).

6. Нажмем кнопку OK и закроем окно Post Process – N.C. Drill Setup.

7. Нажмем кнопку OK и закроем окно Post Process – Setup Device.

Теперь мы вернулись в окно Post Process – N.C. Drill (рис. 41). Здесь в поле Output To уже отображается выбранное нами устройство

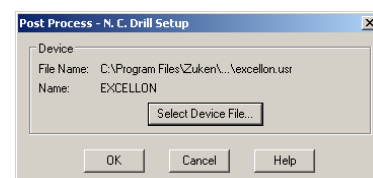


Рис. 40. Настройка формата данных сверлильного станка.

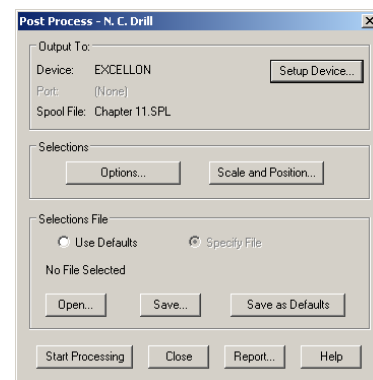


Рис. 41. Настройка вывода NC Drill данных.

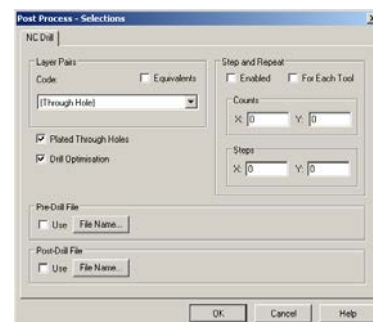


Рис. 42. Настройка параметров вывода NC Drill данных.

EXCELLON, а также имя выходного файла (Spool File) Chapter11.SPL, образованное по умолчанию из имени проекта и расширения .SPL.

8. Нажмем кнопку Options.

На экране появится диалоговое окно Post Process – Selections (рис. 42), в котором требуется определить параметры вывода NC Drill данных.

9. В поле Layer Pair в выпадающем списке Code выберем строчку (Through Hole), что означает, что мы будем формировать файл сверления только для сквозных отверстий.

Как и в случае карты сверловки, если в проекте назначены различные пары слоев, то файлы сверловки должны формироваться отдельно для каждой используемой пары.

10. Включим опцию Plated Through Holes, чем предпишем системе включать в NC Drill файл только те переходные отверстия и контактные площадки, для которых в настройках Assignments задано металлизированное отверстие.

В случае присутствия в проекте отверстий без металлизации, для них будет необходимо сформировать отдельных NC Drill файл.

11. Включим опцию Drill Optimisation, чем предпишем системе выполнить оптимизацию выводимых данных с целью минимизации пробега инструмента.

Обратите внимание, что в данном окне имеется поле Step & Repeat, которое позволяет нам формировать мультиплицированные наборы данных сверления. Так как данную процедуру лучше всего выполнять на стороне производителя на этапе подготовки производства при формировании панели, и она должна проходить в строгой синхронизации с мультиплицированием Gerber файлов, сейчас эту функцию мы использовать не будем.

Кроме того, в этом окне имеется возможность задать Pre и Post Drill File, с помощью которых в начало и конец формируемого файла может быть добавлена специальная синтаксическая информация. В рамках нашего занятия эту функцию мы также использовать не будем.

12. Убедимся, что все настройки сделаны, как показано на рисунке 42, и нажмем кнопку ОК.

Приступим к настройке масштаба и размещения изображения.

13. Нажмем кнопку Scale and Position.

На экране появится другое окно Post Process – Selections (рис. 43). NC Drill данные всегда выводятся в масштабе 1:1, поэтому опция выбора масштаба здесь отсутствует.

14. Выключим опцию Auto Position.

15. В выпадающем списке Rotation зададим угол поворота 0.0 градусов.

Расположение изображения мы будем задавать через ранее определенную ранее точку привязки проекта.

16. В поле Position of в выпадающем списке выберем строку Design Reference, и зададим координаты точки привязки проекта: в поле X введем значение 1000, а в поле Y — значение 1000.

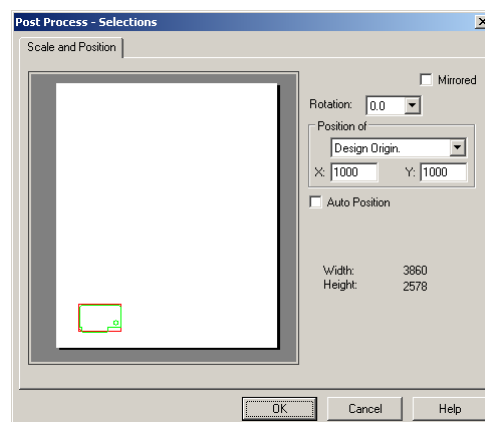


Рис. 43. Настройка масштаба и расположения NC Drill данных.

Drill No.	Tool No.	Size	Count	File Name
0	1	20	96	
1	2	32	26	
2	3	39	10	
TOTAL			132	

Рис. 44. Отчет о генерации таблицы инструментов.

17. Убедимся, что все настройки сделаны, как показано на рисунке 43 и нажмем кнопку ОК.

Нам остается сохранить сделанные настройки.

18. В окне Post Process – N.C. Drill нажмем кнопку Save, в появившемся окне зададим имя файла nc_drill.sel и нажмем кнопку Сохранить.

Сейчас мы полностью готовы к выводу файла NC Drill.

19. Нажмем кнопку Start Processing.

Поскольку мы сохраняем данные в файл, на экране появится стандартное окно задания имени файла.

20. Зададим в диалоговом окне имя выходного файла nc_drill.spl и сохраним его в папке Self Teach.

На экране появится окно Post Process (рис. 44) с отчетом о генерации таблицы инструментов согласно файлу описания постпроцессора excellon.usr. Данный файл не содержит predetermined таблицу инструментов, поэтому все они будут назначены автоматически, согласно директиве TOOLALLOC GENERATE в файле описания.

21. Нажмем кнопку Continue и продолжим обработку проекта.

На экране окно View File с отчетом о завершении выполнения генерации NC Drill файла (рис. 45).

22. Нажмем кнопку Save As и сохраним отчет в файл с именем nc_drill.rep, после чего просто закроем окно отчета нажатием кнопки Close.

Теперь если мы откроем папку Self Tech с помощью Проводника системы Windows, то мы обнаружим здесь файл nc_drill.spl в формате Excellon. Содержимое этого файла можно просмотреть с помощью простого текстового редактора, однако более информативным будет просмотр его с помощью специальных САМ программ, предназначенных для работы с Gerber и NC Drill файлами. Отметим, что производителю данный спул-файл необходимо передавать вместе с сохраненным нами файлом отчета, так как он содержит информацию о таблице использованных инструментов.

Пакетная постпроцессорная обработка

Выше мы рассмотрели все основные этапы постпроцессорной обработки проекта. Система CADSTAR имеет механизм, с помощью которого можно описать последовательность множественных операций по подготовке производства и выполнить ее как одну процедуру. Например, здесь имеется возможность единожды настроить систему так, чтобы за выводом шаблонов выполнялась печать слоя шелкографии, затем сформировался шаблон для трафарета нанесения паяльной пасты, после чего сгенерировались карты сверловки. Все последовательность запускается с помощью одной команды и, будучи сохраненной в специальном файле, может быть использована для обработки других похожих проектов.

В ходе следующего упражнения мы настроим пакетный процесс, в котором последовательно будут создаваться изображения слоя Top Elec, слоя шелкографии, трафарета для нанесения пасты, слоя питания VCC, карта сверловки, а также отчет об ориентации компонентов. Для простоты для вывода данных на каждом этапе обработки будем использовать стандартный принтер.

1. Выполним команду меню File | Manufacturing Format | Batch Process.

На экране появится диалоговое окно Batch Process, которое уже может содержать некоторый описанный ранее и сохраненный в файле с расширением .prpf набор процедур, но сейчас для нас это не важно.

2. Нажмем кнопку New.

Окно настройки
пакетного процесса

	Use	Description	Variant	Process Type	Colour/Report File	Device Type	Device	Selections	Output
1	☒	Top Elec Artwork	<NO VARIANTS>	Artwork	topelec_gerber.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	artwork_gerber.sel	<Device>

Рис. 46. Настройки первой процедуры пакетной обработки.

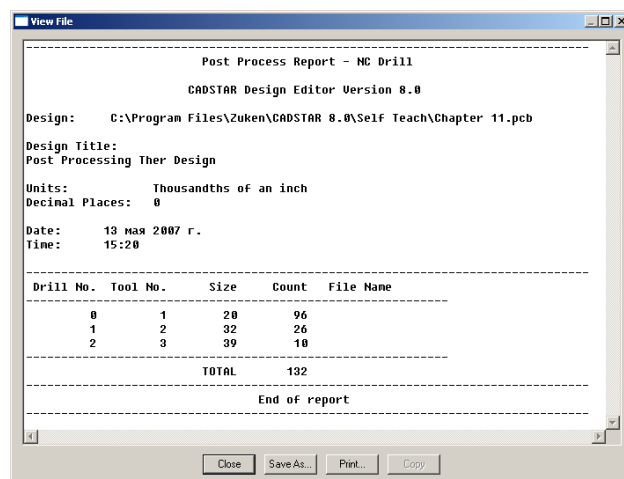


Рис. 45. Отчет о завершении выполнения генерации NC Drill файла.

очистится, и мы полностью готовы к описанию новой последовательности процедур.

3. Нажмем кнопку Add Row.

В таблице появится строка, содержащая некоторые значения по умолчанию. Наша задача — настроить вывод изображение слоя Top Elec на стандартный принтер, как показано на рисунке 46. Большинство из приведенных здесь настроек делается выбором из выпадающего списка в соответствующих ячейках таблицы.

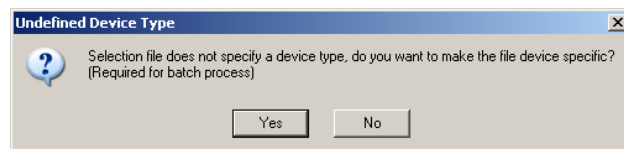


Рис. 47. Сообщение о том, что в файле выбора не определено устройство вывода.

4. В ячейке Description введем название этапа Top Elec Artwork.

5. Так как в обрабатываемом проекте нет вариантов, в ячейке Variants по умолчанию будет стоять значение <NO VARIANTS>.

6. В ячейке Process Type выберем значение Artwork.

7. В ячейке Colour/Report File выберем созданную нами ранее цветовую палитру topelec_gerber.col.

8. В ячейке Device Type выберем тип устройства Windows Device.

9. В ячейке Device укажем установленный в системе Windows принтер, на который будем выводить изображение.

10. В ячейке Selections укажем созданный нами ранее файл выбора artwork_gerber.sel.

При попытке перехода из этой ячейки в любую другую система выдаст предупреждение, показанное на рисунке 47, в котором говорится, что указанный файл выбора не определен для данного устройства вывода, и его необходимо настроить.

11. Нажмем кнопку Yes.

На экране появится знакомое нам окно Post Process – Selections с настройками масштабирования и позиционирования распечатки.

12. Изменим координату точки привязки проекта по оси Y на 1000 и нажмем кнопку ОК.

	Use	Description	Variant	Process Type	Colour/Report File	Device Type	Device	Selections	Output
1	☒	Top Elec Artwork	<NO VARIANTS>	Artwork	topelec_gerber.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	artwork_gerber.sel	<Device>
2	☒	Top Paste Artwork	<NO VARIANTS>	Artwork	toppaste.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	topsilksel	<Device>
3	☒	Top Silk Artwork	<NO VARIANTS>	Artwork	topsilk.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	topsilk.sel	<Device>
4	☒	VCC Artwork	<NO VARIANTS>	Power Plane	vcc.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	topsilk.sel	<Device>
5	☒	Drill Drawing	<NO VARIANTS>	Drill Drawing	drill_drawing.col	Windows Device	\\SERVER\\hp LaserJet 132	drill_drawing.sel	<Device>

Рис. 48. Настройки пяти процедур пакетной обработки.

13. В ячейке Output выберем строку <Device>, что означает непосредственный вывод на указанное устройство, а не в спул-файл.

Примечание: Любой из ранее созданных и используемых здесь файлов .col, .sel и .urs можно изменить, не выходя из этого окна с помощью кнопки Edit File.

14. Добавим в таблицу еще 4 строки и настроим их как показано на рисунке 48.

Здесь для всех процедур в качестве устройства вывода будет использоваться стандартный принтер. Важно правильно задать тип процесса Power Plane и Drill Drawing для процедур VCC Artwork и Drill Drawing соответственно. Для процедуры Drill Drawing файл выбора должен быть задан drill_drawing.sel, а в нем буквенный код для отверстия диаметром 20 милс должен быть задан @. Для всех остальных процедур в качестве файла выбора следует использовать topsilk.sel.

15. Нажмем кнопку Add Row и добавим в таблицу еще одну строку.

16. В ячейке Description введем название этапа Top Elec Artwork.

17. Так как в обрабатываемом проекте нет вариантов, в ячейке Variants по умолчанию будет стоять значение <NO VARIANTS>.

18. В ячейке Process Type выберем значение Report.

19. В ячейке Colour/Report File файл управления генератором отчета Orient.rgf.

Если шаблон отчета нужно оперативно отредактировать, то это можно сделать с помощью кнопки Edit File.

20. В ячейке Device Type выберем тип устройства Windows Device.

21. В ячейке Device укажем установленный в системе Windows принтер, на который будем выводить изображение.

22. В ячейке Selections по умолчанию будет стоять <NONE>, так как для файлов отчета .sel файл не задается.

23. В ячейке Output выберем строку <Device>.

Сохраним созданную нами последовательность процедур.

24. Нажмем кнопку Save As и в появившемся стандартном диалоговом окне зададим имя выходного файла selfteach.ppf и сохраним его в папке Self Teach.

Сделаем так, чтобы отчет о выполнении пакетной обработки выводился на экран.

25. Нажмем кнопку Report, в появившемся окне Post Process Report включим опцию View Report и закроем окно.

Перед запуском процесса пакетной обработки пользователь имеет возможность смоделировать его и выявить возможные ошибки без генерации самих файлов.

26. Нажмем кнопку Check PCB.

На экране появится отчет о проверке настроек. Если все настройки выполнены правильно, в данном отчете не должно содержаться предупреждений или ошибок.

27. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Теперь мы полностью готовы к выполнению пакетной обработки проекта.

28. Нажмем кнопку Start.

На экране появится окно, в котором будет отображаться ход выполнения процесса. После окончания выполнения всех процедур на экране появится окно с финальным отчетом о постобработке проекта (рис. 49).

Пользователь имеет возможность изменить последовательность выполнения процедур.

29. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на номере строки Comp Orientation в крайней левой колонке.

Вся строка окажется выделенной.

30. Снова нажмем левую кнопку мыши на номера строки и, удерживая ее нажатой, перетащим строку в верхнюю часть таблицы. Новая позиция строки по мере перетаскивания будет отображаться красной линией.

31. Переместим строку на самую верхнюю позицию и отпустим левую кнопку мыши.

Примечание: Пользователь имеет возможность исключения отдельных процедур из пакетной обработки без их удаления. Для этого достаточно лишь выключить галочку в колонке Use в соответствующей строке.

Итак, мы полностью закончили данное упражнение.

32. Нажмем кнопку Close и закроем окно Batch Process.

33. Нам остается лишь закрыть проект Chapter 11.pcb без сохранения внесенных в него изменений.

На следующем занятии мы начнем изучать работу автотрассировщика P.R.Editor XR.

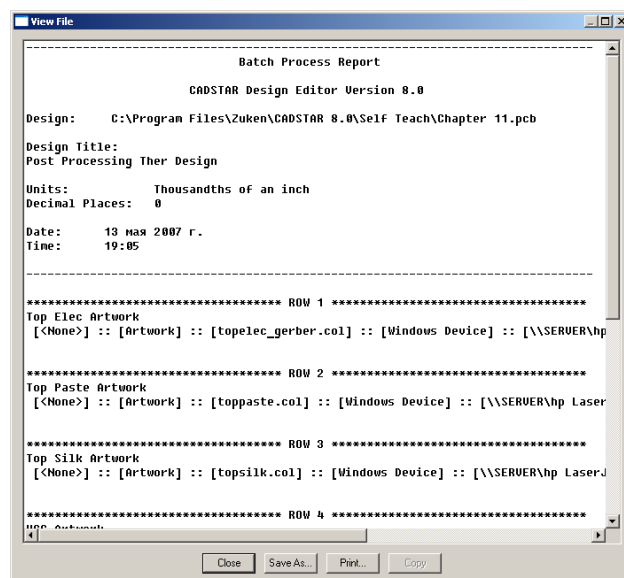


Рис. 49. Отчет о завершении выполнения пакетной постобработки проекта.

Урок 14. Трассировщик P.R.Editor XR. Введение в пользовательский интерфейс.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущих занятиях мы научились простейшим приемам работы в системе проектирования печатных плат CADSTAR: создавать библиотеки компонентов, рисовать схемы, разводить платы и генерировать производственные файлы. Однако, если ранее мы пользовались только встроенными инструментами системы, сейчас мы приступим к изучению очень мощного внешнего приложения — автотрассировщика P.R.Editor XR, тесно интегрированного в среду проектирования CADSTAR (рис. 1).

Программа P.R.Editor XR представляет собой автономное приложение, поставляемое пользователям в двух различных конфигурациях: простой P.R.Editor XR и расширенной P.R.Editor XR HS. В последнем случае суффикс HS означает сокращение от английского High Speed, что отражает основное назначение системы — трассировку высокоскоростных печатных плат. В этой конфигурации автотрассировщик помимо базовых инструментов включает менеджер ограничений (Constraint Manager) и менеджер библиотек моделей (Simulation Library Manager).

Взаимодействие автотрассировщика с системой CADSTAR осуществляется через файлы двух типов: RIF, содержащих информацию об электрической связности и проложенных проводниках; и FIF, содержащих информацию о размещении компонентов.

Расширенная версия пакета P.R.Editor XR HS задействует еще один тип файлов: CTF, которые содержат специальные наборы ограничений, накладываемых на значения определенных параметров в высокоскоростных платах и подлежащих обязательному контролю в процессе трассировки.

Обычно вызов автотрассировщика осуществляется из командного меню редактора печатных плат системы CADSTAR (рис. 2). При этом все необходимые файлы создаются автоматически и затем открываются программой P.R.Editor XR. Но в ряде случаев пользователь может запустить автотрассировщик отдельно от основной оболочки CADSTAR, но при этом ему придется открывать заранее подготовленные проектные файлы вручную. Такой способ работы с программой рекомендуется, если проектные файлы получены из системы проектирования другого производителя.

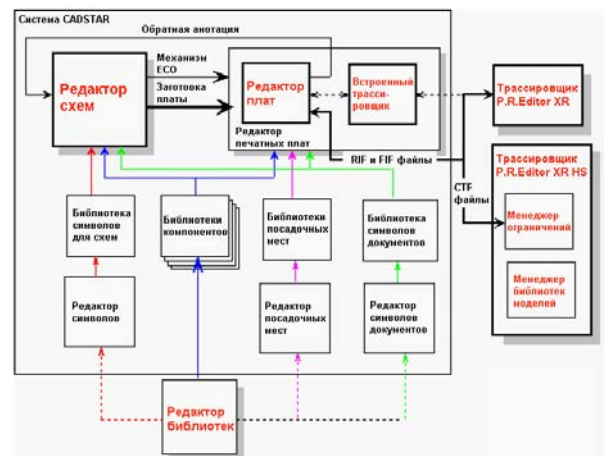


Рис. 1. Структура системы CADSTAR.

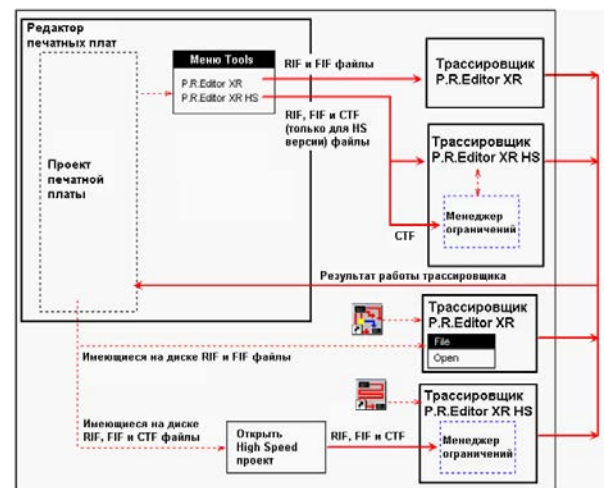


Рис. 2. Взаимодействие программы P.R.Editor XR с системой CADSTAR.

Запуск программы P.R.Editor XR 5000

В ходе нескольких ближайших занятий мы будем изучать работу базовой конфигурации P.R.Editor XR в связке исключительно с системой CADSTAR. Поэтому, первое что сделаем, это запустим программу CADSTAR.

1. Нажмем кнопку ПУСК в панели задач.
2. Выберем в выпадающем окне раздел ПРОГРАММЫ, а в нём пункт CADSTAR.
3. В открывшемся списке выберем пункт Design Editor.

Не беспокойтесь, если при запуске программа автоматически откроет проект схемы или печатной платы — это лишь означает, что программа сохранила настройки предыдущего пользователя. Чтобы закрыть все проекты, выполним команду меню Window | Close All.

Для работы нам потребуется специальный пример Predictor1.pcb, который также входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

4. Выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Predictor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

5. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

6. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

7. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option убедимся, что все настройки сделаны, как показано на рис. 3, и нажмем кнопку ОК.

Примечание. Данное окно может и не появиться, если ранее была сделана соответствующая настройка системы. В этом нет ничего страшного, позднее мы более подробно рассмотрим этот вопрос.

На экране появится небольшое окно, показывающее ход преобразования проектных данных в формат, необходимый автотрассировщику, а затем окно с отчетом о выполненной операции. В зависимости от текущих настроек системы CADSTAR в этом отчете могут содержаться различные предупреждения.

8. Сейчас для нас это неважно, поэтому просто нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы. Обратите внимание, что окно оболочки системы CADSTAR при этом будет скрыто, и вернуться в него можно будет, только закрыв окно автотрассировщика.



Рис. 3. Настройки экспорта RIF файла.

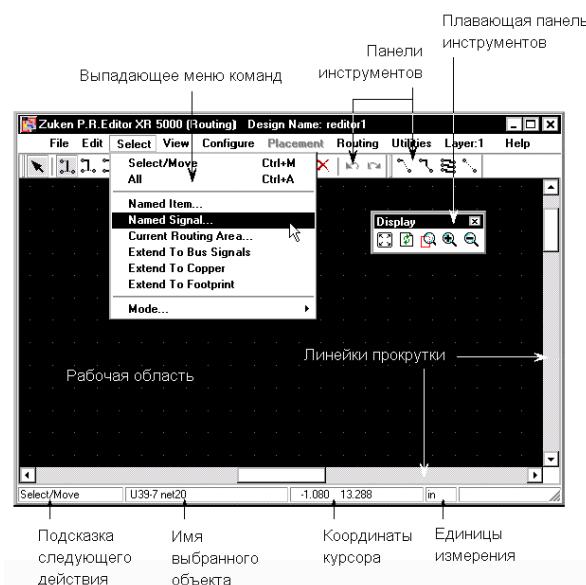


Рис. 4. Основные элементы пользовательского интерфейса программы P.R.Editor XR.

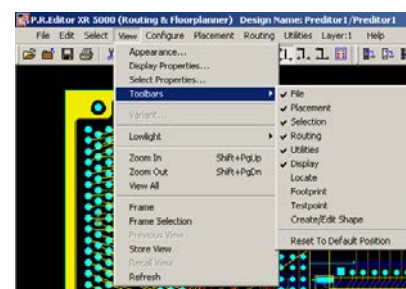


Рис. 5. Управление отображением панелей инструментов.

Интерфейс программы P.R.Editor XR 5000

Легко видеть, что интерфейс программы P.R.Editor XR ничем не отличается от большинства Windows приложений. Здесь имеются: основное рабочее поле, линейки прокрутки, меню команд, панели инструментов и строка состояния (рис. 4). В строке состояния отображается следующая информация: подсказка для выполнения следующего действия, имя выбранного объекта, координаты курсора, а также текущие единицы измерения.

Весь инструментарий сгруппирован на десяти панелях инструментов, управление отображением которых осуществляется в разделе меню команд View | Toolbars (рис. 5). По умолчанию включены шесть панелей инструментов, причем все они приклеены к верхней части окна трассировщика. Панели можно перемещать в пределах экрана монитора и размещать в наиболее удобных местах, не мешающих работе.

1. Наведем указатель мыши на "ручку" в левой части любой панели инструментов, например Display, нажмём левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместим немного вниз. Панель отделится от верхнего края окна. При этом она будет иметь горизонтальную ориентацию.

2. Приблизим указатель мыши к левой границе окна редактора. Перемещаемая панель изменит ориентацию на вертикальную.

3. Отпустим кнопку мыши. Панель "приклеится" к левой границе окна программы.

4. Снова захватим панель за "ручку", переместим ее в центр экрана и отпустим левую кнопку мыши.

Панель приняла вид отдельного окна с собственным именем, в нашем случае, Display. Такая панель называется плавающей. В качестве самостоятельного упражнения попробуйте изменить режим отображения различных панелей. Не бойтесь запутаться — специальная команда View | Toolbars | Reset To Default Position позволит вернуть панели инструментов в исходное состояние.

Полный состав панелей инструментов показан на рисунке 6. На данном этапе от пользователя не требуется точное знание всех кнопок и команд, все инструменты мы будем изучать постепенно. Пока же мы ограничимся их кратким описанием.

— Панель File включает кнопки вызова стандартных команд работы с файлами (открыть, закрыть, сохранить, напечатать) и буфером обмена (вырезать, скопировать, вставить, удалить), а также команды Undo и Redo.

— Панель Placement содержит кнопки вызова команд работы с компонентами: авторазмещение, выравнивание, поворот и т.д.

— Панель Selection включает кнопки управления режимом выбора объектов: одиночный объект, часть цепи от узла до узла, вся цепь, компонент.

— Панель Routing включает кнопки управления режимом трассировки: ручной, полуавтоматический, автоматический, интерактивный с контролем длины.

— Панель Utilities позволяет запускать специальные процедуры: блокировку и разблокировку объектов, проверку DRC, проверку параметров объектов, измерение расстояний, запуск мастеров (Wizard) и т.д.

— Панель Display содержит кнопки масштабирования и управления цветом.

— Панель Locate включает кнопки вызова команд быстрого поиска различных объектов: выводов компонентов, неразведенных цепей, маркеров ошибок, потерянных каплевидных площадок и т.д.

— Панель Footprint Tools включает инструменты создания и трассировки топологических посадочных мест компонентов.

— Панель Testpoint включает инструменты создания тестовых точек.

— Панель Create/Edit Shape включает кнопки вызова команд рисования различных графических примитивов: линий, прямоугольников, окружностей и т.д.

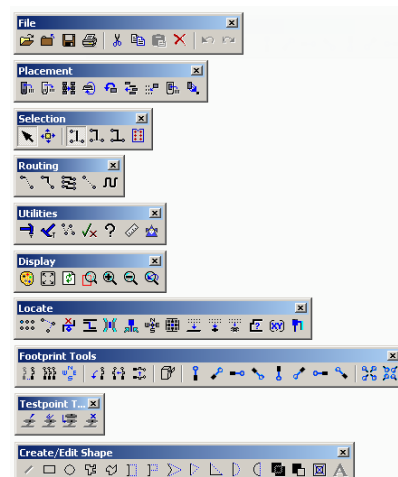


Рис. 6. Полный состав панелей инструментов.

Масштабирование изображения

Операции масштабирования изображения на экране входят в число наиболее часто применяемых, поэтому сделаем несколько упражнений, чтобы изучить их работу.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Масштаб отображения изменится автоматически так, чтобы весь чертеж отображался в окне трассировщика.

2. Выполним команду меню View | Zoom In или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов. Объекты на экране увеличатся в 2 раза.

3. Нажмем комбинацию горячих клавиш Shift + PgUp. Изображение опять приблизится, но объекты увеличатся в 1.5 раза.

4. Выполним команду меню View | Zoom Out или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов. Изображение отдалится, а объекты на экране уменьшатся в 2 раза от прежнего вида.

5. Нажмем комбинацию горячих клавиш Shift + PgDn. Изображение опять отдалится, но объекты уменьшатся в 1.5 раза.

Отсюда можно сделать вывод: шаг масштабирования для команд, вызываемых нажатием кнопки на панели инструментов, отличается от команд, выполняемых с помощью нажатия горячих клавиш.

6. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

7. С помощью мыши укажем левый верхний угол окна охвата, нажмем левую кнопку мыши.

8. Удерживая ее нажатой, сдвинем курсор вправо вниз, чем зададим правый нижний угол окна охвата, после чего отпустим левую кнопку мыши.

Масштаб изменится таким образом, чтобы выделенная область топологии приблизилась к нам. Однако, данная команда позволяет менять масштаб и в обратную сторону.

9. Снова выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

10. С помощью мыши укажем правый верхний угол окна охвата, нажмем левую кнопку мыши.

11. Удерживая ее нажатой, сдвинем курсор влево вниз, чем зададим левый нижний угол окна охвата, после чего отпустим левую кнопку мыши.

Изображение на экране отдалится пропорционально размеру, указанному окном охвата. То есть, чем меньше вы укажете окно охвата, тем дальше отдалится изображение. Пользователю требуется запомнить одно простое правило: указание окна охвата слева направо приближает изображение, справа налево — отдаляет его.

12. Выполним команду меню View | Previous View или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Масштаб изображения на экране вернется к предыдущему состоянию. Это удобно в случае, когда пользователь ошибочно изменил масштаб и хочет вернуться к первоначальному виду, так как команда отката Undo не работает применительно к командам изменения вида.

13. Выполним команду меню View | Save View. Текущий экран будет сохранен в памяти программы.

14. Попробуем понажимать кнопки стрелок ←, ↑, →, ↓.

Изображение в окне трассировщика будет панорамироваться, аналогично тому, как это происходит при использовании линейки прокрутки.

15. Выполним команду меню View | Recall View. Программа восстановит сохраненный в памяти вид экрана.

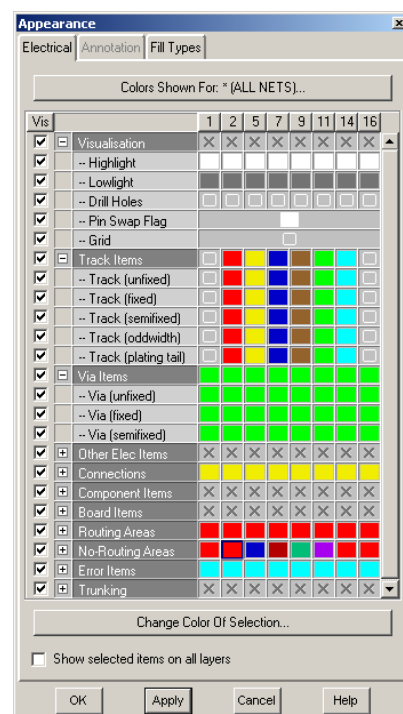


Рис. 7. Диалоговое окно настройки цвета объектов.

16. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

На экране снова будет отображаться весь проект.

Настройка цветов отображения проекта

Перед тем, как приступить к размещению компонентов или трассировке проводников, надо настроить цвета, используемые для изображения различных элементов нашего проекта. Программа позволит задавать цвета для многих типов отображаемых объектов. Например, пользователь может выбрать индивидуальные цвета для отображения отдельных цепей, что помогает визуально идентифицировать критически важные цепи в сложном проекте. Можно также задать цвета таким образом, чтобы было легко отределять, на какой стороне платы установлены те или иные

1. Выполним команду меню View | Appearance, нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+N.

На экране появится диалоговое окно Appearance, показанное на рисунке 7. Здесь можно делать самые разнообразные пользовательские настройки, изучать которые мы будем постепенно в ходе изучения программы.

Любые настройки цветов, сделанные в редакторе печатных плат системы CADSTAR передаются в программу P.R. Editor XR, если в диалоговом окне RIF Export Option (рис. 3) включена опция Always Transfer Colours. Затем пользователь может установить или сбросить цвета в соответствии с личными предпочтениями. Прделаем простое упражнение.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке +, расположенном слева от категории Visualisation на закладке Electrical.

Категория раскроется и в списке появятся 5 строк, соответствующих разным подкатегориям объектов. Обратите внимание, что сейчас для подсветки выбранных объектов (строка Highlight) на всех слоях задан белый цвет.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на названии подкатегории Highlight. Вся строка окажется выделенной.

4. Нажмем кнопку Change Color Of Selection и в появившемся окне Choose Color с помощью мыши выберем другой цвет, например, розовый.

Новая настройка цвета тут же отобразится в выделенной строке в окне Appearance.

5. Нажмем кнопку Close и закроем окно Choose Color.

6. В диалоговом окне Appearance нажмем кнопку Apply, чтобы передать сделанные изменения в проект.

7. Не закрывая окна Appearance, выполним щелчок левой кнопкой мыши на любом из сегментов проводников в проекте.

Выделенный проводник будет подсвечен розовым цветом.

8. Не сбрасывая выделение цепи, выполним щелчок правой кнопкой мыши на имени строки Highlight в окне Appearance.

9. В снова появившемся окне Choose Color выберем белый цвет.

10. Не закрывая окна Choose Color, нажмем кнопку Apply в окне Appearance.

Выделенная на топологии цепь подсветится белым цветом.

11. Нажмем кнопку Close и закроем окно Choose Color.

Обратите внимание на кнопку Colors Shown For * в верхней части окна Appearance. Символ * означает, что изменения цвета будут применены ко всем без исключения цепям. Допустим, для нескольких цепей мы хотим сделать особые настройки.

12. Нажмем кнопку Colors Shown For *.

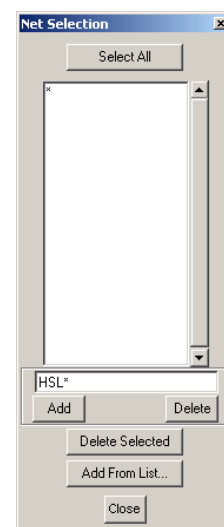


Рис. 8. Диалоговое окно Net Selection.

На экране появится окно Net Selection (рис. 8), в котором определяются наборы цепей для применения цветовых настроек.

13. В окне Net Selection нажмем кнопку Add From List.

На экране появится диалоговое окно Select Name Signals (рис. 9), в котором присутствуют различные инструменты по выбору именованных цепей: по имени атрибутов цепи (Net Attributes), по имени выводов (Pin Attributes), а также из общего списка.

14. Сейчас мы не будем использовать это окно, поэтому нажмем кнопку Cancel.

15. В окне Net Selection текстовом поле введем маску выбора цепей HSL*, как показано на рисунке 8, и нажмем кнопку Add.

В списке наборов цепей появится строка HSL*.

16. Выделим с помощью мыши эту строку.

Кнопка в окне Appearance получит новое название Colors Shown For HSL*, что будет означать, что все последующие изменения цветов будут применяться только к цепям, имена которых начинаются с букв HSL.

17. С помощью мыши перейдем на закладку Fill Types.

Здесь задается стиль отображения различных элементов проекта: Solid (залитый) и Outline (контурный). В ряде случаев при очень насыщенной топологии для выбора отдельных объектов может быть полезно изменить стиль отображения с залитого на контурный.

18. Пока мы не будем изменять здесь никакие настройки, поэтому просто закроем окно Appearance нажатием кнопки Cancel.

Обратите внимание, что окно Net Selection закроется автоматически.

Настройки отображения проекта не ограничиваются настройками цветов для различных объектов.

19. Выполним команду меню View | Display Properties.

На экране появится диалоговое окно Display Properties (рис. 10), где задаются опции отображения различных элементов топологии при работе над ней. Например, при включении опции Connection Declutter при большом увеличении на экране будут показаны только те линии связи, которые заканчиваются на выводах, показанных на экране. Связи между объектами, находящимися вне экрана, будут скрыты и появятся только при изменении масштаба. Опции Show Drill Holes и PP Isolation управляют отображением отверстий и участков без металлизации на внутренних слоях питания и заземления. Опция Text Size: Components задает размер шрифта, которым будут отображаться атрибуты компонентов. Опция Show Underside Component Text Unmirrored позволяет показывать текст атрибутов компонентов, расположенных на обратной стороне платы, не в зеркальном, а в нормальном виде.

20. Сейчас мы не будем менять здесь никакие настройки, поэтому просто нажмем кнопку Cancel и закроем окно.

Программа P.R. Editor XR предоставляет пользователю еще один режим просмотра проекта — режим затемнения (Lowlight). Данный режим очень похож на режим

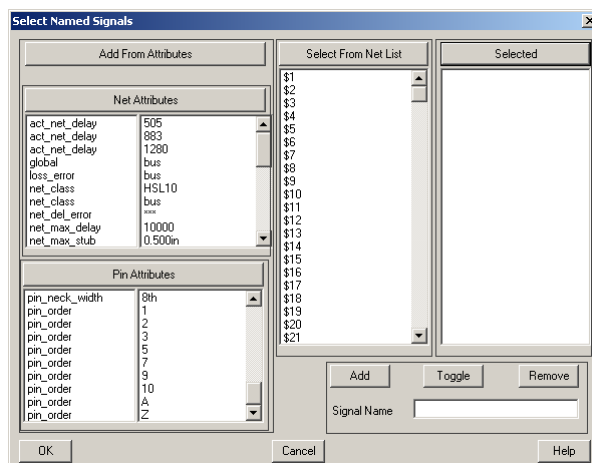


Рис. 9. Выбор цепей из списка.

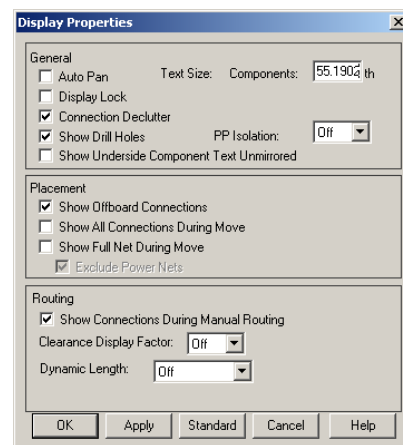


Рис. 10. Настройки отображения проекта.

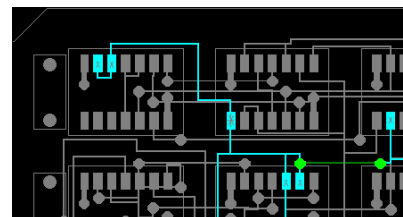


Рис. 11. Использование режима затемнения.

подсветчивания (Highlight) выделенных объектов, но работает принципиально по-другому. В режиме затемнения выделенный объект отображается своими нормальными цветами, а все остальные — цветом затемнения, заданным в подкатегории Visualisation — Lowlight в окне Appearance (рис. 11). Прделаем простое упражнение.

21. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

22. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из сегментов любой цепи в проекте.

Вся цепь пудет подсвечена белым цветом, заданным в подкатегории Highlight.

23. Выполним команду меню View | Lowlight | Layer Order или нажмем горячую клавишу L.

Выделенная цепь станет отображаться обычными цветами, заданными в окне Appearance, в все остальные элементы топологии станут серыми. Кроме того, порядок следования слоев будет сохранен, и часть цепи, находящаяся на нижнем слое, будет скрыта серыми объектами с верхнего и промежуточных слоев.

24. Выполним команду меню View | Lowlight | Selection On Top или нажмем комбинацию горячих клавиш SHIFT+L.

Теперь выделенная цепь будет прорисована поверх всех остальных слоев, что значительно упрощает понимание ее топологии.

25. Еще раз нажмем комбинацию горячих клавиш SHIFT+L.

Система вернется к нормальному режиму отображения топологии.

Установка единиц измерения и сетки

Программа P.R. Editor XR позволяет задавать различные единицы измерения из метрической или дюймовой систем, которые затем будут использоваться в различных диалоговых окнах для описания различных объектов.

1. Выполним команду меню Configure | Units.

На экране появится диалоговое окно Length Units в котором задаются единицы измерения и точность их отображения (рис 12). В число поддерживаемых единиц измерения входят: тысячные доли дюйма (th и ml), дюймы (in), микроны (um), миллиметры (mm), сантиметры (cm), метры (m) и ds (Data Structure Units) — базовые единицы пакета или одна сотая микрона.

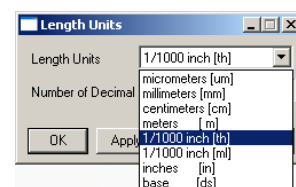


Рис. 12. Установка единиц измерения.

Обычно в трассировщик передаются те настройки единиц измерения, которые были заданы в редакторе печатных плат системы CADSTAR. В нашем случае в редакторе плат были заданы текущие единицы измерения тысячные доли дюйма с точностью одна цифра после запятой, именно эти настройки и были переданы в трассировщик. Изменим их.

2. В выпадающем списке Length Units выберем строчку millimeters (mm), в поле Number of Decimal Places зададим значение 2, что соответствует точности 10 микрон, и нажмем кнопку Apply.

Теперь при перемещении курсора его координаты в строке состояния будут отображаться в миллиметрах с заданной точностью. Значение текущих единиц измерения будет показано здесь же.

3. Нажмем кнопку OK и закроем окно Length Units.

4. Выполним команду меню Configure | Grids.

На экране появится диалоговое окно Grids (рис. 13), в котором задаются настройки различных сеток. В эти настройки наиболее критичны для механизма прокладки проводников при автотрассировке, но рабочая сетка (Working Grid) используется еще и инструментами размещения.

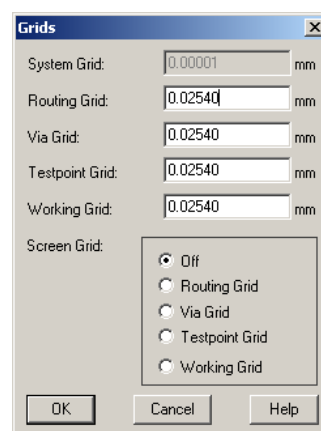


Рис. 13. Настройка сеток.

Значение шага системной сетки (System Grid) недоступно для изменения, соответствует внутренней точности программы и составляет сотую долю микрона (0.00001 мм). При работе в дюймовой системе единиц шаг системной сетки составляет 0.0004 тысячных доли дюйма.

Обычно значение шага сетки трассировки (Routing Grid) совпадает со значением системной сетки. Шаг сетки размещения переходных отверстий (Via Grid) должен быть равным или кратным сетке трассировки, благодаря чему все проводники будут начинаться и заканчиваться точно на контактной площадке или переходном отверстии. Сетка размещения тестовых точек (Testpoint Grid) также должна совпадать или быть кратной сетке трассировки, и определяться минимально допустимым расстоянием между щупами аппаратуры электроконтроля. Рабочая сетка (Working Grid) определяет дискретность перемещения компонентов. При выборе слишком большого значения шага расположить компоненты точно в требуемых местах будет очень трудно. Очень маленький шаг сетки также затруднит точное размещение компонентов. Экранная сетка (Screen Grid) облегчает пользователю визуальное восприятие проекта, и ее шаг может быть задан равным шагу одной из перечисленных выше сеток.

5. Сейчас мы не будем изменять настройки сеток, поэтому нажмем кнопку ОК и закроем окно Grids.

Выбор объектов с помощью мыши

Ранее мы уже использовали некоторые команды выбора объектов на топологии, но сейчас нам предстоит изучить их более подробно. Все команды выбора располагаются в разделе меню команд Select (рис. 14).

— Select — Основной режим выбора объектов с помощью мыши.

— All — Позволяет выбрать все цепив проекте

— Named Item — Позволяет выбирать объекты с использованием имени или маски имени, что бывает очень полезно при размещении.

— Named Signal — Это основной способ выбора цепей по имени через диалоговое окно, аналогичное показанному на рисунке 9.

— Select Current Routing Area — Позволяет выбрать все объекты, входящие в заранее определенную область трассировки.

— Extend to Bus Signals — Позволяет выбирать цепи, трассировка которых будет выполняться как шины.

— Extend To Copper — Позволяет добавлять к выделению области заливки.

— Extend to Footprint — Позволяет добавлять к выделению все элементы топологических посадочных мест, включая стрингеры и переходные отверстия.

Команды из раздела меню Select | Mode дублируют соответствующие кнопки на панели инструментов Selection: одиночный объект (Item), часть цепи от узла до узла (Node-to-Node), вся цепь (Whole Net), компонент (Component). В дальнейшем в ходе работы над проектом мы многократно будем применять различные режимы выделения, сейчас же мы рассмотрим режим выделения отдельных объектов с использованием клавиши TAB.

1. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов и в окне охвата выделим некоторую область платы с уже разведенными SMD компонентами.

2. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button09) на панели инструментов.

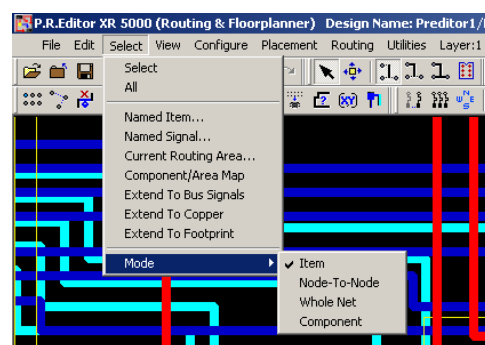


Рис. 14. Команды выбора объектов.

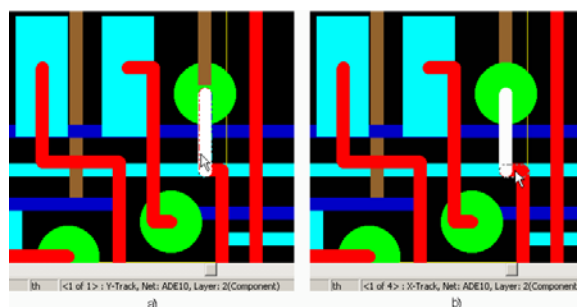


Рис. 15. Выделение отдельных объектов.

3. Наведем указатель мыши на один из сегментов цепи, как показано на рисунке 15а и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Указанный сегмент окажется подсвеченным белым цветом выделения.

4. Сдвинем указатель мыши немного в сторону, как показано на рисунке 15b, чтобы под ним оказалось сразу несколько объектов.

Обратите внимание, что в нижней части экрана в строке состояния появилась надпись <1 of 4> : X-Track, Net: ADE10, Layer: 2 (Component), означающая, что в данный момент под указателем мыши находятся четыре разных объекта, а к выбору готов первый из них — сегмент цепи ADE10, расположенный на верхнем слое Component.

5. Нажмем клавишу TAB.

Теперь в строке состояния надпись изменится: <2 of 4> : X-Track, Net: ADE1, Layer: 14 (Solder). Это означает, что к выбору готов участок цепи ADE1 с нижнего слоя Solder. Соответствующий объект на экране будет выделен пунктирным контуром.

6. Нажмем клавишу TAB несколько раз.

Легко видеть, что данная процедура позволяет последовательно перебрать все объекты топологии, из числа находящихся в данный момент под указателем мыши.

7. Нажмем клавишу CTRL и выполним щелчок левой кнопкой мыши на выбранном объекте.

К ранее выделенному объекту добавится еще один сегмент проводника.

Конфигурирование программы

В завершение урока мы рассмотрим вопрос конфигурирования программы P.R. Editor XR. Прежде всего, проверим и настроим доступ к различным функциям программы.

1. Выполним команду меню File | Authorization.

На экране появится диалоговое окно Authorization Selection (рис. 16). В общем случае, особенно при работе на автономных рабочих местах (локальная лицензия), рекомендуется включать опцию Run Best Available, предписывающую системе использовать максимально доступную конфигурацию инструментов трассировщика.

Если выключить эту опцию, то становятся активными выпадающие списки из раздела Product Version to Run, дающие возможность указать нужную версию модулей автотрассировки и авторазмещения из числа доступных в лицензии. Ниже в разделе Additional Functionality to Include приведены дополнительные опции программы.

При работе с сетевой лицензией полезно выбирать для себя наиболее оптимальную и не самую мощную конфигурацию, чтобы дать возможность другим пользователям из состава вашей рабочей группы использовать наиболее продвинутые инструменты.

2. Убедимся, что все настройки программы выполнены как показано на рисунке 16 и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Примечание: Все изменения, сделанные в окне Additional Functionality, сохраняются во внешнем файле predauth.dat, вступают в силу только при следующем запуске программы P.R.Editor XR. На текущую сессию они не оказывают никакого влияния.

Нам остается закрыть программу P.R. Editor XR без сохранения сделанных нами изменений в проекте.

3. Выполним команду меню File | Exit и в появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

Программа P.R. Editor XR будет закрыта, а мы вернемся в редактор печатных плат системы CADSTAR.

На следующем занятии мы приступим к изучению инструментов размещения компонентов.

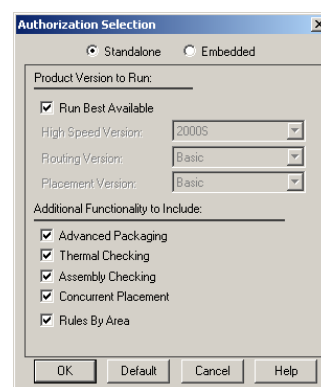


Рис. 16. Настройка функциональности программы.

Урок 15. Трассировщик P.R.Editor XR. Размещение компонентов.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы получили общее представление о пользовательском интерфейсе автотрассировщика P.R.Editor XR. Сегодня мы рассмотрим функции размещения компонентов. Для работы нам потребуется специальный пример compcard.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл compcard.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

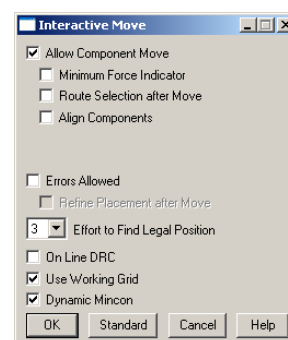
Легко видеть, что это пустая заготовка печатной платы с загруженными компонентами, размещенными по умолчанию в одной точке вне контура.

3. Выполним команду меню Tools | PReDitor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.



Настройка опций ручного размещения компонентов

Ручное размещение компонентов в программе P.R.Editor XR выполняется в интерактивном режиме, который требует определенных настроек.

1. Выполним команду меню Configure | Interactive Move.

На экране появится диалоговое окно Interactive Move, показанное на рисунке 1. Рассмотрим подробнее имеющиеся здесь настройки.

Опция Allow Component Move разрешает перемещение компонентов. При выключении данной опции функция перемещения работает только для проводников, что бывает удобно при трассировке, когда местоположение всех компонентов уже определено.

При включенной опции Allow Component Move становятся активными три других опции:

— Minimum Force Indicator — эта опция включает отображение так называемого вектора "силы притяжения" от перемещаемого компонента к некоторой точке на топологии. Эта точка называется "центром притяжения", а ее положение определяется как некий геометрический центр фигуры, образованной выводами компонентов, связанных с перемещаемым (рис. 2). Размер точки увеличивается по мере удаления от нее.

Примечание: следует помнить, что Minimum Force Indicator показывает наиболее подходящую на текущий момент позицию перемещаемого компонента, которая может быть далеко не идеальной, особенно на начальных этапах работы над проектом.

Рис. 1. Опции ручного размещения компонентов.

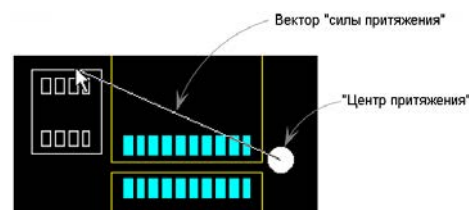


Рис. 2. Принцип действия Minimum Force Indicator.

— Route Selection after Move — эта опция предписывает системе перетрассировать заново проводники перемещаемых компонентов.

— Align Components — эта опция управляет выравниванием перемещаемого компонента относительно соседних.

Опция Errors Allowed во включенном состоянии позволяет перемещать компонент в произвольную точку сетки размещения независимо от положения других компонентов и допускает наложение одного компонента на другой. Если данная опция выключена, то перемещаемый компонент будет размещен в ближайший узел сетки размещения так, чтобы компоненты не накладывались. В этом режиме при перемещении компонента в неразрешенное место, он будет отображаться пунктиром.

При включенной опции Errors Allowed становится активной опция Refine Placement after Move, управляющая режимом расталкивания препятствий. Если данный режим включен, то после перемещения компонента в неразрешенное место, мешающий элемент автоматически отодвигается.

Опция Effort to Find Legal Positions задает время поиска правильной позиции компонента при выключенной опции Errors Allowed в диапазоне от 0.1 до 5 секунд. Если подходящая позиция для компонента за это время не найдена, то на экране отображается его последнее по мере перемещения легальное положение. Если для компонента разрешенная позиция не найдена, по завершению перемещения он возвращается в свое исходное положение.

Опция On Line DRC управляет отображением нарушений DRC, возникающих по мере перемещения компонента.

Опция Use Working Grid в комбинации с Errors Allowed управляет выбором сетки размещения для перемещаемых компонентов.

Опция Dynamic Mincon разрешает динамическую оптимизацию линий связи по мере перемещения компонента.

Большинство из описанных выше опций пользователи применяют, имея достаточный опыт работы в системе. Для начинающих рекомендуется использовать набор настроек по умолчанию.

2. Нажмем кнопку Standard, расположенную в нижней части окна Interactive Move.

Все опции примут настройки по умолчанию.

3. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Interactive Move.

Способы выбора компонентов

Ручное размещение заключается в многократном выборе компонентов с помощью мыши и перемещении их в нужную точку платы. В случае, когда компоненты расположены близко друг к другу идентифицировать компонент можно, отслеживая сообщение в строке состояния, где указывается позиционное обозначение компонента, зафиксированного в данный момент под указателем мыши. В случае, когда все компоненты "свалены в кучу" идентификация отдельных компонентов затруднена и выбор необходимо выполнять по позиционному обозначению. Проделаем несколько упражнений.

1. Выполним команду меню Select | Mode | Component или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

2. Наведем указатель мыши на один из больших и легко выделяемых компонентов и нажмем левую кнопку мыши.

Обратите внимание, что при наведении указателя мыши на компонент, в центральной части строки состояния приводится расширенная информация о данном объекте (номер вывода, имя компонента, слой и т.д.). После нажатия левой кнопки мыши позиционное обозначение выбранного компонента будет отображаться в отдельном поле в левой части строки состояния.

3. Переместим указатель мыши с прилипшим компонентом в любую точку внутри контура платы и отпустим левую кнопку. Компонент будет размещен в указанной позиции.

4. Наведем указатель мыши сваленные в кучу компоненты.

В строке состояния появится сообщение, что в данный момент под указателем мыши находится несколько компонентов. Как мы помним из предыдущего занятия перебор выделяемых с помощью мыши компонентов выполняется с помощью клавиши TAB.

5. Нажмем клавишу TAB несколько раз, пока в строке состояния не появится информация о нужном нам компоненте, и нажмем левую кнопку мыши.

6. Переместим указатель мыши с выделенным компонентом в любую точку внутри контура платы и отпустим левую кнопку. Компонент будет размещен в указанной позиции.

Описанный способ удобен, когда под указателем мыши находится несколько (не более 10) компонентов. Если компонентов больше, то используется другой метод.

7. Выполним команду меню Select | Named Item.

На экране появится окно Select Named Item (рис 3).

8. В текстовом поле введем позиционное обозначение требуемого компонента, например, R15, включим опцию Component by attribute (выбор компонента по значению атрибута) и нажмем кнопку ОК.

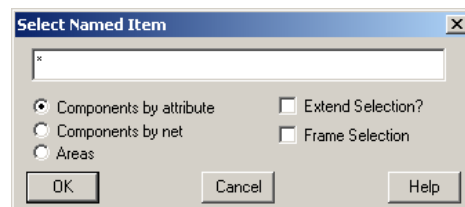


Рис. 3. Окно Select Named Item.

Выделенным окажется компонент с указанным обозначением, но далее следует быть осторожным. Если мы просто выполним щелчок левой кнопки мыши, то вовсе не обязательно захваченным окажется именно он, так как в момент щелчка под указателем мыши может оказаться другой компонент из множества и система выберет его и изменит выделение. Поступим иначе.

9. Выполним команду меню Edit | Move, или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов, или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+M.

Выбранный ранее компонент окажется прилипшим указателю мыши, кроме того, для его перемещения не обязательно удерживать нажатой левую кнопку мыши.

10. Переместим указатель мыши с выделенным компонентом в любую точку внутри контура платы и выполним щелчок левой кнопкой. Компонент будет размещен в указанной позиции.

11. Снова выполним команду меню Select | Named Item.

12. В окне Select Named Item в текстовом поле введем текст R* и нажмем кнопку ОК.

Выделенными окажутся все резисторы, позиционное обозначение которых начинается с буквы R, так как символ звездочки в маске используется как знак подстановки любого количества произвольных символов. Пока не будем их перемещать никуда.

13. Снова выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст R1? и нажмем кнопку ОК.

Теперь выделенными окажутся резисторы R10 — R19, позиционное обозначение которых начинается комбинации символов R1, так как символ знака вопроса в маске используется как знак подстановки одного произвольного символа. Пока не будем их перемещать никуда.

До настоящего момента мы выбирали компоненты только по позиционному обозначению. Но делать это можно по любому набору имеющихся атрибутов. Напомним, что у компонентов может быть два типа атрибутов: определенные пользователем и хранящиеся в библиотеке (например, {part_type}); псевдоатрибуты, формируемые в системе проектирования и отражающие такие параметры, как местонахождение компонента, угол поворота и сторону печатной платы, на которой он расположен.

В любом случае, формат строки маски выбора будет следующий:

{<имя атрибута>} <значение>

В качестве псевдоатрибутов могут быть использованы:

— {package} — тип корпуса.

— {alternate} — альтернативный тип корпуса.

— {category} — присвоенная категория: MECH (механический элемент), CONN (разъем), JUMP (перемычка), PSEU (псевдокомпонент), OTHE (другой), EDGE (торцевой разъем), GENE (общий), FREE (свободный).

— {side} — сторона размещения компонента: TOP или BOTTOM.

— {position} — координаты компонента. Значение данного параметра представляет собой целое число и вводится в следующем виде: координата по горизонтали, запятая, координата по вертикали. Координата указывается относительно точки начала координат проекта.

— {board} положение на плате: ON (внутри контура) или OFF (вне контура).

14. Выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст {package}SO14 и нажмем кнопку OK.

На экране выделенными окажутся компоненты U5 и U6, выполненные в корпусе SO14.

15. Выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст {package}SO* и нажмем кнопку OK.

На экране выделенными окажутся все компоненты, выполненные в корпусах SO, но имеющие различное количество выводов.

В качестве критерия выбора компонент можно использовать имена подключенных к ним цепей.

16. Выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст DATA*, включим опцию Component by net (выбор компонента по имени цепи) и нажмем кнопку OK.

Выделенными окажутся все компоненты, соединенные с цепями, название которых начинается с символов DATA.

17. Выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст GND и нажмем кнопку OK.

Выделенными окажутся все компоненты, соединенные с цепью GND.

18. Выполним команду меню Select | Named Item, в окне Select Named Item в текстовом поле введем текст {power}GND и нажмем кнопку OK.

При использовании такой маски выделенными окажутся все компоненты, у которых с цепью GND соединены выводы типа power. То есть, как и в случае с компонентами, при работе с цепями тоже могут использоваться псевдоатрибуты:

— {net_class} — класс цепей.

— {power} — цепи питания.

— {hsl} — высокоскоростные цепи.

Если в проекте заданы области размещения (Areas), то указание имени зоны в окне Select Named Item позволяет выбрать размещенные в ней компоненты. Кроме того, в окне Select Named Item имеются опции Extend selection (добавление указанного выделения к ранее сделанному) и Frame selection (масштабирование для оптимального отображения выделенных компонентов). Остается добавить, что при задании маски выбора компонент важно соблюдать регистр ввода символов, поэтому при использовании имени цепи gnd вместо GND, не будет найдено ни одного компонента.

Основные приемы ручного размещения компонентов

Один самый простой прием ручного размещения компонентов — перемещение с помощью мыши — мы уже изучили. Рассмотрим другие инструменты.

Первое, что необходимо сделать во время начала работы с проектом платы — это разгрести ту самую "кучу", в которую были свалены все компоненты при формировании PCB файла.

1. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

Все компоненты окажутся выделенными. Следует отметить, что выделенными окажутся не только все компоненты, но и все другие объекты на чертеже, но сейчас для нас это не важно.

2. Выполним команду меню Placement | Stack Off Board или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Все компоненты переместятся и будут равномерно распределены вокруг контура печатной платы.

3. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

Так как отображаемые на экране множественные связи между компонентами загромождают изображение, сейчас их полезно выключить.

4. Выполним команду меню View | Appearance, нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+H.

5. В появившемся на экране диалоговом окне Appearance выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке +, расположенном слева от категории Connections.

Категория раскроется и в списке появятся 2 строки, задающих цвета отображения связей вообще (Connection) и на конкретном слое (Connection/layer).

6. Удерживая нажатой клавишу CTRL, с помощью мыши выделим обе этих строки и нажмем кнопку Change Color Of Selection.

7. В появившемся окне Choose Color с помощью мыши выберем для отображения "невидимый" цвет (левый верхний в палитре).

8. В окне Appearance нажмем кнопку ОК.

Окна Appearance и Choose Color закроются, а связи между компонентами на экране исчезнут. Включить отображение связей перемещаемого компонента можно опцией Show All Connections During Move, расположенной в диалоговом окне Display Properties, вызываемом командой меню View | Display Properties. На практике, такой режим может быть очень полезен, так как он помогает пользователю оценить взаимное расположение компонентов с учетом связей.

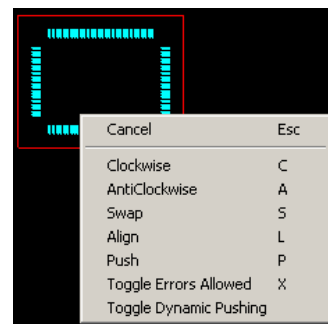


Рис. 4. Контекстное меню при перемещении компонента.

Теперь мы можем приступать к размещению компонентов. Уже испытанное нами ранее перемещение компонента с помощью мыши имеет ряд расширенных функций.

9. С помощью мыши выберем любой SMD компонент (например, IC42) и переместим его на плату удерживая нажатой левую кнопку мыши.

10. Не отпуская левую кнопку, нажмем правую кнопку мыши.

На экране появится контекстное меню, показанное на рисунке 4.

11. Для начала отпустим обе кнопки мыши и просто нажмем клавишу ESC.

Контекстное меню закроется, а система переключится в такой режим, когда компонент перемещается вместе с указателем мыши без удержания левой кнопки.

12. Выполним щелчок левой кнопки мыши.

Компонент будет размещен в выбранной точке.

13. С помощью мыши выберем другой SMD компонент (например, U18) и переместим его на плату удерживая нажатой левую кнопку мыши.

14. Попробуем переместить компонент U18 на ранее размещенную нами микросхему IC42.

Так как в настройках размещения в окне Interactive Move (рис. 1) опция Errors Allowed выключена, система не допустит наложения и остановит перемещаемый компонент вблизи ранее установленного.

15. Не отпуская левую кнопку, нажатием правой кнопки мыши вызовем контекстное меню и в нем выберем команду Toggle Errors Allowed (переключить режим запрещения ошибок).

Теперь система позволяет перемещаемому компоненту наезжать на ранее установленный. Однако, данная настройка изменена только для текущего действия, общих настроек это не коснулось. Убедимся в этом.

16. Выполним щелчок левой кнопки мыши и зафиксируем второй компонент с нарушением.

17. Выполним команду меню Configure | Interactive Move.

Легко видеть, что опция Errors Allowed здесь остается выключенной и запрещает ошибки.

18. С помощью мыши снова выберем компонент U18 и немного сдвинем его в сторону.

Система как и раньше будет пытаться не допустить наложения и остановит перемещаемый компонент вблизи ранее установленного.

19. Не отпуская левую кнопку, нажатием правой кнопки мыши вызовем контекстное меню и в нем выберем команду Swap (переместить компонент на другую сторону платы).

Обратите внимание, что в строке состояния появится сообщение, что перемещаемый нами компонент теперь находится на слое Bottom. Так как оба компонента являются компонентами SMD типа, то при размещении на разных сторонах платы они никак не мешают друг другу и теперь "наезжание" компонентов не воспринимается как ошибка.

20. В процессе перемещения нажмем горячую клавишу S.

Микросхема U18 снова окажется на верхней стороне платы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

21. В процессе перемещения нажмем горячую клавишу C.

Это действие соответствует команде Clockwise из контекстного меню и выполняет поворот компонента по часовой стрелке на фиксированный угол. Значение шага угла поворота задается в поле Rotation step в диалоговом окне Rotate, вызываемом командой меню Configure | Rotate.

22. В процессе перемещения нажмем горячую клавишу A.

Это действие соответствует команде Anticlockwise из контекстного меню и выполняет поворот компонента против часовой стрелки на заданный угол.

23. Выполним щелчок левой кнопки мыши и зафиксируем компонент в выбранной точке.

Описанные выше операции поворота компонентов и переноса их на другую сторону платы можно выполнить не только в процессе перемещения.

24. С помощью мыши снова выберем компонент U18 и выполним команду меню Placement | Rotate или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Компонент повернется против часовой стрелки на заданный угол.

25. Еще раз нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Компонент еще раз повернется против часовой стрелки на заданный угол.

26. Выполним команду меню Placement | Swap или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

Компонент будет перенесен на нижнюю сторону платы. Убедимся в этом.

27. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на выделенном компоненте, не перемещая его.

28. В появившемся на экране контекстном меню (рис. 5) выберем команду Item Properties...

На экране появится диалоговое окно Component (рис. 6). Легко видеть, что сейчас параметр Side для данного компонента имеет значение Bottom.

29. Пользуясь выпадающим списком изменим значение параметра Side на Top и нажмем кнопку ОК.

30. В появившемся на экране окне Via/Pin нажмем кнопку Close, так как сейчас нам это окно не интересно.

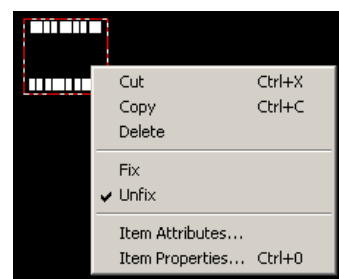


Рис. 5. Контекстное меню при выделении компонента.

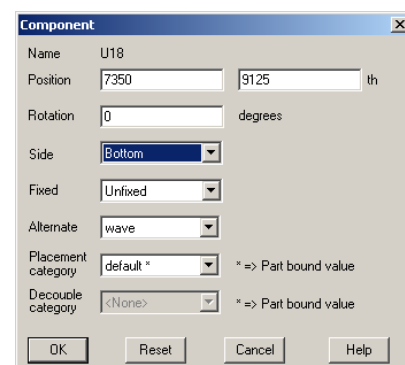


Рис. 6. Окно просмотра параметров компонента.

Выделенный компонент снова окажется на верхней стороне платы.

Примечание: Показанное на рисунке 6 окно можно вызвать также с помощью команды меню Utilities | Item Properties или кнопки кнопки  (button09) на панели инструментов.

Для закрепления полученных навыков рекомендуем самостоятельно проделать небольшое упражнение: разместить разъемы CO2, CO3, CO4, CO5 и MP1 на плате, как показано на рисунке 7. Сейчас на начальном этапе размещения о точном местоположении этих компонентов можно не беспокоиться, достаточно лишь приблизительно переместить их в указанную часть платы. Выбирать компоненты лучше всего по имени.

Обратите внимание, что при перемещении компонентов в строке состояния отображаются два набора координат. Слева отображаются координаты указателя мыши, в середине — координаты точки привязки компонента с учетом шага сетки размещения.

После того, как разъемы будут размещены, их рекомендуется заблокировать от дальнейшего перемещения в ходе дальнейшей работы над платой.

31. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши последовательно выберем все пять разъемов, после чего выполним команду меню Edit | Fix или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

Теперь при попытке переместить любой из указанных компонентов в строке состояния будет выдаваться сообщение "Cannot move fixed item" (заблокированный компонент не может быть перемещен).

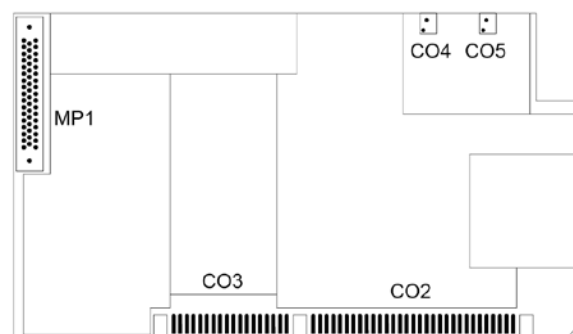


Рис. 7. Размещение разъемов на плате.

Автоматическое размещение компонентов

Программа P.R.Editor XR имеет различные средства автоматического размещения компонентов, использующие разные алгоритмы и настройки. Сейчас мы рассмотрим простейшие из них. Прежде всего, необходимо очистить плату от ранее размещенных, но не зафиксированных компонентов.

1. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

2. Выполним команду меню Placement | Stack Off Board или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Все компоненты, кроме разъемов переместятся, и будут снова равномерно распределены вокруг контура печатной платы.

3. Не сбрасывая выделения, выполним команду меню Placement | Place on Minimum Force или нажмем кнопку  (button11) на панели инструментов.

На экране появится предупреждение о том, что инструмент Place on Minimum Force (размещение в точку наименьшего притяжения) не будет работать с заблокированными или уже размещенными компонентами.

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

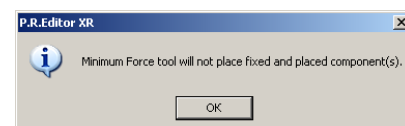


Рис. 8. Предупреждение о работе процедуры Place on Minimum Force.

Система автоматически разместит компоненты в их центры притяжения (рис. 9). Центр притяжения рассчитывается для каждого компонента индивидуально как геометрический центр фигуры образованной связями. Так как большинство компонентов связаны с ранее размещенными по контуру платы разъемами, их центры притяжения будут располагаться приблизительно в середине платы. Легко видеть, что при таком размещении все компоненты расположены на верхней стороне платы и наезжают дру на друга, а значит, результат работы данной процедуры можно считать лишь предварительным и требующим дополнительной обработки.

5. Не сбрасывая выделения, выполним команду меню Placement | Refine Placement.

Система начнет автоматически раздвигать компоненты в разные стороны, чтобы предотвратить их наложение друг на друга. По окончании работы процедуры топология примет вид показанный на рисунке 10.

Легко видеть, что теперь большинство компонентов размещены на плате на некоем удалении друг от друга. Однако, некоторые компоненты все еще могут наезжать друг на друга, что говорит о том, что системе не хватило заданного числа попыток для получения правильного размещения. В простейшем случае можно запустить процедуру Refine Placement еще раз, но вы в порядке упражнения выполним ее заново, слегка изменив настройки.

6. Выполним команду меню Edit | Undo.

Компоненты вернутся на свои позиции, полученные после выполнения процедуры Place on Minimum Force.

7. Выполним команду меню Configure | Placement | Refine Placement.

8. В появившемся на экране окне Refine Placement (рис. 11) включим опцию Include Rotation (разрешать поворот) и увеличим число попыток Effort до десяти, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

9. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

10. Выполним команду меню Placement | Refine Placement.

Система снова начнет автоматически раздвигать компоненты в разные стороны, а также поворачивать их. В результате будет получено правильное размещение компонентов (рис. 12).

Примечание. Внешние габариты компонентов определяются двумя контурами, задаваемыми в библиотеке компонентной: Placement Shape и Clearance Shape. Контур Clearance shape задает некоторую свободную зону вокруг компонента, необходимую для обрешивания автоматического монтажа. Контур Placement Shape описывает проекцию корпуса компонента, в случае его отсутствия в библиотеке программа формирует его сама, очерчивая все контактные площадки по внешней стороне. При размещении компонентов программа обрабатывает эти два контура по-разному, а именно, контуры Clearance Shape разных компонентов могут перекрываться, а контуры Placement Shape — нет.

Рассмотрим другой способ авторазмещения.

11. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.



Рис. 9. Результат работы процедуры размещения Place on Minimum Force.



Рис. 10. Результат работы процедуры размещения Refine Placement.

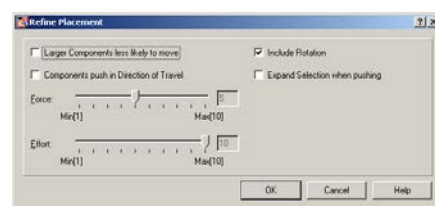


Рис. 11. Настройка процедуры Refine Placement.

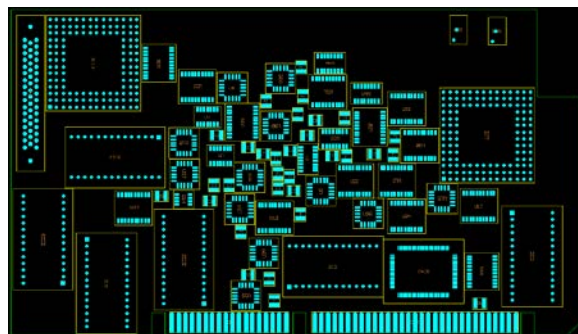


Рис. 12. Результат работы процедуры Refine Placement с новыми настройками.

12. Выполним команду меню Placement | Stack Off Board или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

13. Не сбрасывая выделения, выполним команду меню Placement | Autoplace или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

Система автоматически разместит компоненты максимально плотно в центре платы (рис. 13). Более того, если мы проверим свойства компонентов, то обнаружим, что часть SMD компонентов была перенесена на нижнюю сторону платы, а некоторые компоненты оказались повернутыми на угол не кратный 90 градусов, что для нас недопустимо.

Исправим настройки процедуры и снова запустим ее.

14. Выполним команду меню Edit | Undo.

Компоненты вернутся на свои позиции, полученные после выполнения процедуры Autoplace.

15. Выполним команду меню Configure | Placement | Automatic.

16. В появившемся на экране окне Automatic (рис. 14) выключим опции Allow swaps (разрешать смену стороны платы) и Allow rotations (разрешать поворот) и нажатием кнопки OK закроем окно.

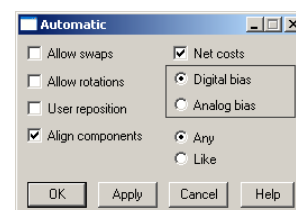


Рис. 14. Настройка процедуры Autoplace.

17. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

18. Еще раз выполним команду меню Placement | Autoplace или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

Система снова автоматически разместит компоненты максимально плотно в центре платы (рис. 15), но результат будет отличаться от полученного ранее. Все компоненты будут расположены на верхней стороне платы и иметь изначальную ориентацию. Обратите внимание, что имеющийся контур Placement Shape будет игнорироваться, а в качестве него будет использоваться внешний контур, охватывающий все контактные площадки компонента. Исправить ситуацию поможет уже знакомая процедура Refine Placement.



Рис. 15. Результат работы процедуры размещения Autoplace с новыми настройками.

19. Не сбрасывая выделения, выполним команду меню Placement | Refine Placement.

Система начнет автоматически раздвигать компоненты в разные стороны, а также поворачивать их. В результате будет получен еще один вариант правильного размещения компонентов (рис. 16).

Рассмотрим третий наиболее продвинутый способ авторазмещения компонентов с помощью процедуры Concurrent Autoplace.

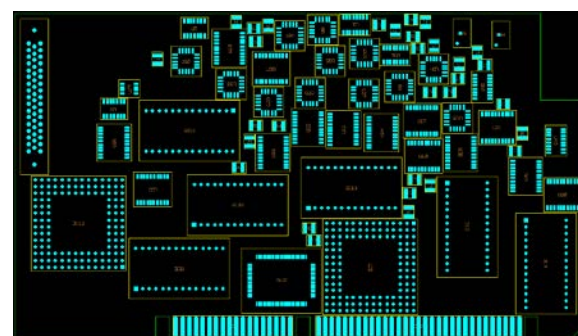


Рис. 16. Результат работы процедуры Refine Placement после Autoplace.

20. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

21. Выполним команду меню Placement | Stack Off Board или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

22. Выполним команду меню Configure | Placement | Concurrent.

23. В появившемся на экране диалоговом окне Concurrent Autoplace перейдем на закладку General.

24. Выполним все настройки на этой закладке, как показано на рисунке 17, а именно: в поле Placement Order включим опцию Large then Small Component (размещать сначала большие, затем маленькие компоненты); в поле Small Definition включим опцию Max No Pins и зададим значение 2 (считать маленькими все компоненты с числом выводов не более двух); в поле Options включим опции Allow Rotations (разрешать поворот), Group Related Components (группировать связанные компоненты), Cluster (учитывать заданные кластеры размещения), Refine Placement (исправлять ошибки размещения).



Рис. 17. Настройка процедуры Concurrent Autoplace.

25. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Concurrent Autoplace.

26. Не сбрасывая выделения, выполним команду меню Placement | Concurrent Autoplace.

Система снова автоматически разместит компоненты на плате так, чтобы вокруг самых больших из них оставалось как можно больше места для прокладки проводников (рис. 18).

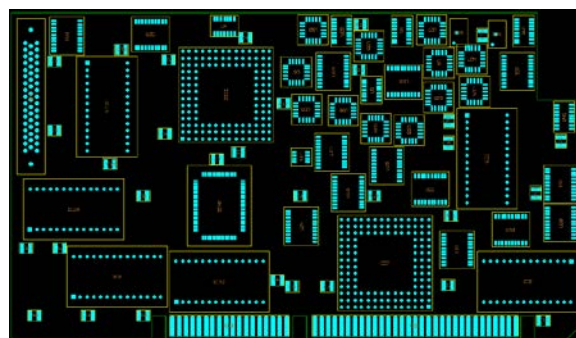


Рис. 18. Результат работы процедуры Concurrent Autoplace.

Преимущество данной процедуры заключается в том, что она позволяет задать простые группы связанных компонентов (например, микросхема и блокировочный конденсатор), определить более сложные группы компонентов (кластеры) и определить для них весовые коэффициенты при размещении, а также присвоить весовые коэффициенты цепям, чтобы их длины учитывались при размещении.

Проверить различные возможности данной авторазмещения мы рекомендуем в качестве самостоятельного упражнения.

Редактирование полученного размещения компонентов

Как бы не была совершенна процедура авторазмещения компонентов, результат ее работы вряд ли удовлетворит пользователя. Поэтому рассмотрим основные приемы редактирования полученного размещения компонентов, которые ничем не отличаются от изученных нами ранее приемов ручного размещения с помощью мыши.

Прежде всего необходимо настроить режим ручного редактирования.

1. Выполним команду меню Configure | Interactive Move.

2. В появившемся на экране окне Interactive Move (рис. 1) выключим опцию Errors Allowed.

3. Далее включим опции: Allow Component Move (разрешать перемещение компонентов), Minimum Force Indicator (индикатор вектора притяжения), Align Components (выравнивать компоненты), On Line DRC (выполнять проверку DRC "на лету"), Use Working Grid (использовать рабочую сетку).

4. Для параметра Effort to Find Legal Positions установим значение 5 и нажатием кнопки ОК закроем окно.

5. Выполним команду меню Configure | Placement | Push Aside.

6. В появившемся на экране окне Push Aside (рис. 19) включим опции Dynamic Pushing (динамическое расталкивание) и Springback (возврат на место), зададим число расталкиваемых компонентов Push effort равное 5 и нажмем кнопку ОК.

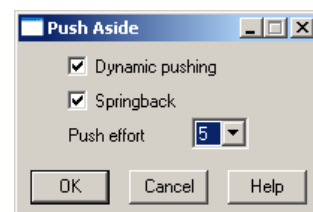


Рис. 19. Настройка расталкивания компонентов.

Приступим к редактированию.

7. С помощью мыши выберем один из компонентов и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, попробуем его переместить в сторону.

По мере перемещения мешающие компоненты будут расталкиваться в ортогональных направлениях. Так как ошибки запрещены, мешающие компоненты могут быть вытолкнуты только на допустимые позиции. Отодвинутые компоненты возвращаются на свои места, если перестают мешать перемещаемому компоненту по мере его движения. Сам перемещаемый компонент отображается пунктиром, а последнее его допустимое положение сплошными линиями.

8. Отпустим левую кнопку мыши и зафиксируем компонент в новой позиции.

При неправильных настройках расталкивание может оказать разрушительное действие на текущее размещение. В ряде случаев рекомендуется выключать опцию Dynamic Pushing в окне Push Aside и включать расталкивание только в процессе перемещения.

9. Выполним команду меню Configure | Placement | Push Aside, в появившемся на экране окне Push Aside выключим опцию Dynamic Pushing и нажмем кнопку ОК.

10. С помощью мыши выберем один из компонентов и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, попробуем его переместить в сторону.

Легко видеть, что теперь расталкивание не работает.

11. В процессе перемещения нажмем и будем удерживать клавишу P.

Расталкивание снова заработало.

12. Отпустим клавишу P.

Отталкиваемый компонент зафиксируется.

13. Выберем новую позицию для выбранного компонента, отпустим левую кнопку мыши и зафиксируем его.

Напомним, что в процессе перемещения продолжают работать горячие клавиши C и A, выполняющие поворот компонента по и против часовой стрелки, а также S, выполняющая перенос компонента на другую сторону платы.

Автономная процедура Swap (то есть вызываемая командой Placement | Swap или нажатием кнопки  (button08) на панели инструментов) может иметь различные настройки.

14. Выполним команду меню Configure | Placement | Swap.

В появившемся окне Swap имеются четыре опции, позволяющие с помощью данной команды:

- перемещать компонент на противоположную сторону платы (To opposite side);
- перемещать компонент на сторону платы по умолчанию (To default side);
- перемещать компонент на нижнюю сторону платы (To bottom side);
- перемещать компонент на верхнюю сторону платы (To top side).

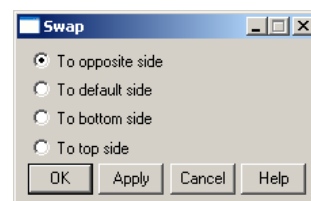


Рис. 20. Настройка перемещения компонента на другую сторону платы.

Последние две опции могут быть полезны при перемещении на нужную сторону платы всех компонентов, которые были перенесены в результате неправильных действий пользователя.

15. Не будем менять никаких настроек и просто закроем окно нажатием кнопки ОК.

Есть еще один прием, чрезвычайно полезный при редактировании размещения компонентов. Все описанные бействия по расталкиванию, повороту и переносу на другую сторону платы работают не только для одного, но и для групп выделенных компонентов. При этом желательно, чтобы компоненты располагались близко друг к другу, в противном случае включенном при запрете

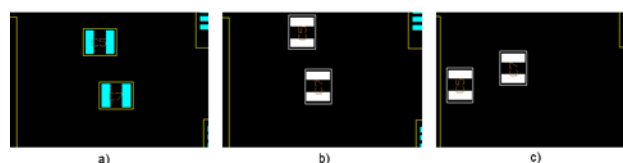


Рис. 21. Способы группового поворота компонентов.

ошибок пользователь рискует не найти для выделенной группы допустимого положения. Проведем простое упражнение.

16. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши последовательно выберем два близко расположенных компонента, например, C5 и C7, как показано на рисунке 21а.

17. Выполним команду меню Placement | Rotate или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Легко видеть, что выделенные компоненты повернулись каждый вокруг своей точки привязки (рис. 21b). Однако, на практике бывает полезно предварительно разместить несколько компонентов, а затем перемещать и поворачивать их одной группой, не нарушая взаимного расположения.

18. Выполним команду меню Edit | Undo.

Ориентация компонентов вернется к изначальной, а выделение сбросится.

19. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши последовательно снова выберем эти два компонента, на одном из них выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Group Components.

20. Снова выполним команду меню Placement | Rotate или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Теперь компоненты повернутся одновременно вокруг одной точки привязки, сохранив взаимное расположение (рис. 21с). Аналогичным образом сгруппированные компоненты будут перемещаться по плате и переноситься на другую ее сторону. Кроме того, все сгруппированные компоненты теперь будут выделяться одновременно, а для индивидуальных действий с компонентами группу придется разбить.

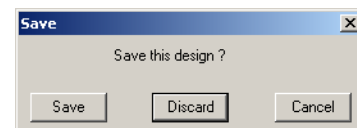


Рис. 22. Запрос на сохранение сделанных в проекте изменений.

21. С помощью мыши выберем один из компонентов группы, выполним на нем щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Ungroup Components.

Теперь группа разбита и компоненты можно перемещать индивидуально.

Итак, мы закончили изучение основных функций размещения компонентов на плате. Нам остается лишь передать полученную топологию в редактор печатных плат системы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Exit.

2. В появившемся окне Save (рис. 22) нажмем кнопку Save и сохраним все сделанные в проекте изменения.

Редактор печатных плат системы CADSTAR выдаст запрос на загрузку обновленной топологии (рис. 23).

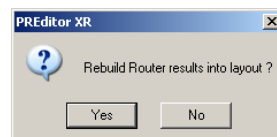


Рис. 23. Запрос на загрузку обновленной топологии.

3. Нажмем кнопку Yes.

В окне редактора плат отобразится топология с выполненным в программе P.R.Editor XR размещением компонентов.

4. Выполним команду меню File | Save As и сохраним проект под именем self_teach_placed.pcb.

На следующем занятии мы начнем изучать основные настройки трассировщика.

Урок 16. Трассировщик P.R.Editor XR. Ручная трассировка проводников.

Юрий Потапов (potapoff@eltn.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились размещать компоненты на плате в ручном или автоматическом режиме. Сегодня мы рассмотрим функции ручной или полуавтоматической прокладки проводников в автотрассировщике P.R.Editor XR. Для работы нам потребуется специальный пример Predictor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Predictor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREDitor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

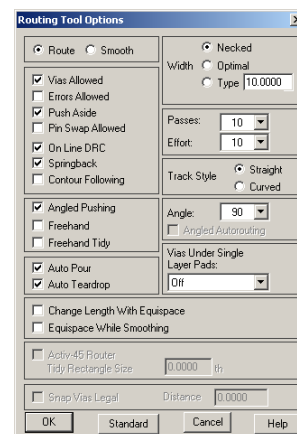


Рис. 1. Настройки программы трассировки.

Настройка программы трассировки

Прежде чем приступить к прокладке проводников, необходимо задать основные параметры, согласно которым программа трассировки будет контролировать этот процесс.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool.

На экране появится диалоговое окно Routing Tool Options, показанное на рисунке 1. Это окно очень похоже на то, с которым мы встречались ранее при изучении трассировщика Embedded Router.

2. Включим опцию Vias Allowed, которая разрешает прокладку сегментов проводников на разных слоях с использованием межслойных переходных отверстий.

3. Выключим опцию Errors Allowed, это не позволит нам делать ошибки, связанные с несоблюдением минимально допустимых зазоров.

4. Включим опцию On Line DRC (проверка DRC "на лету").

5. Включим опцию Push Aside, что позволит нам отталкивать мешающие проводники.

6. Включим опцию Spring Back, которая предписывает вернуть на место отодвинутые проводники, если они больше не мешают трассировке.

7. В поле Width выберем опцию Necked. В этом случае для всех цепей ширина будет задаваться параметром Necked.

8. В поле Angle выберем опцию 90, чем включим ортогональную трассировку.

9. Убедимся, что остальные настройки выполнены, как показано на рисунке 1, и нажмем кнопку OK.

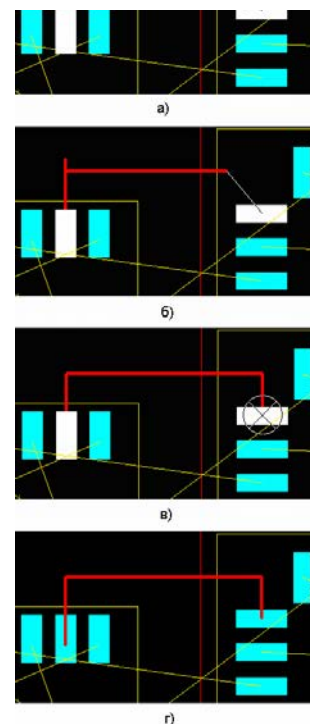


Рис. 2. Ручная трассировка проводника.

Теперь мы готовы приступить к ручной трассировке платы.

Ручная трассировка платы

1. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.
2. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображались неразведенные микросхемы U4 и U10.
3. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.
4. Наведем указатель мыши на вывод 9 микросхемы U4, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх.

За указателем мыши потянется прокладываемый сегмент проводника (рис. 2а). Так как мы начали трассировать цепь с контактной площадки SMD компонента, расположенного на верхней стороне платы, то прокладываемый сегмент будет также располагаться на слое Component. По умолчанию, ширина проводника будет определяться опцией, выбранной в поле Width окна Routing Tool Options.

5. Сдвинем указатель мыши на некоторое расстояние вверх и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Первый вертикальный сегмент будет зафиксирован, а за указателем мыши будет следовать следующий сегмент проводника.

6. Сдвинем указатель мыши немного вправо, как показано на рисунке 2б, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

7. Наведем указатель мыши на контактную площадку вывода 4 микросхемы U10, к которой будет тянуться "резиновая" связь.

При наведении на центр контактной площадки система покажет специальный значок в виде кружка с прицелом и автоматически предложит оптимальное положение оставшихся сегментов цепи (рис. 2в).

8. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование проводника (рис. 2г).

Оттрассируем еще одну цепь.

9. Наведем указатель мыши на вывод 13 микросхемы U4, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вниз.

За указателем мыши потянется прокладываемый сегмент проводника.

10. Выполним щелчок правой кнопкой мыши, в появившемся контекстном меню раскроем раздел команд Change Width и выберем команду Typed (рис. 3).

Ширина прокладываемого проводника изменится за заданную для значения Typed. Как мы помним, для всех цепей в редакторе печатных плат задаются три значения ширины: Necked (зауженная), Optimal (оптимальная) и Typed (заданная вручную).

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зафиксируем первый сегмент проводника.

12. Наведем указатель мыши на контактную площадку вывода 6 микросхемы U10, к которой будет тянуться "резиновая" связь.

При наведении на центр контактной площадки система опять покажет

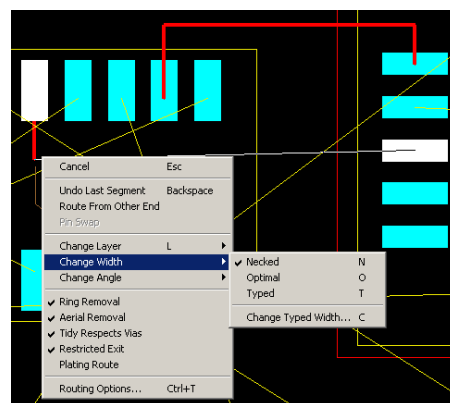


Рис. 3. Выбор ширины проводника.

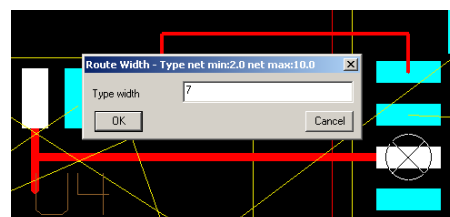


Рис. 4. Ручное задание ширины проводника.

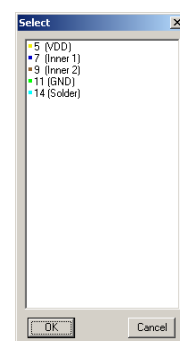


Рис. 5. Выбор слоя для сегмента проводника.

специальный значок и автоматически предложит оптимальное положение нового сегмента. Снова изменим ширину проводника, но уже другим способом.

13. Нажмем горячую клавишу W и в появившемся контекстном меню выберем команду Change typed.

14. В появившемся на экране диалоговом окне в поле Type Width введем новое значение ширины проводника 7 милс (рис. 4) и нажмем кнопку ОК.

Обратите внимание, что в заголовке этого окна указаны границы диапазона ширин проводников, которые можно применять для данной цепи: минимальная 2 милс и максимальная 10 милс. Если введенное вами значение будет выходить за указанные рамки, то система выдаст сообщение об ошибке и исправит значение на ближайшее допустимое.

15. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим прорисовку цепи.

Новый проводник будет иметь два сегмента, ширина одного из которых будет равна 10 милс, а другого 7 милс.

При трассировке следующей цепи мы научимся переходить со слоя на слой.

16. Наведем указатель мыши на вывод 6 микросхемы U4, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх.

17. Зафиксируем первый вертикальный сегмент, чтобы он не пересекался с ранее проложенным проводником.

18. Второй горизонтальный сегмент проложим вправо и закончим в свободном пространстве между микросхемами U4 и U10.

Легко видеть, что следующий сегмент должен идти вертикально вверх, но ему мешают ранее проложенные на слое Component проводники.

19. Выполним щелчок правой кнопкой мыши, в появившемся контекстном меню раскроем раздел команд Change Layer и выберем команду Solder.

Прокладываемый вертикальный сегмент изменит цвет, что означает, что он будет располагаться на другом слое, а в точке изгиба появится переходное отверстие.

20. Проложим вертикальный сегмент так, чтобы он пересекал оба мешающих проводника, и зафиксируем его.

Так как микросхема U10, к которой идет выбранная цепь, расположена на верхнем слое платы, то для завершения ее трассировки необходимо опять вернуться на слой Component. Выполним это другим способом.

21. Продолжим прокладывать проводник вертикально вверх, но при этом нажмем горячую клавишу L.

22. В появившемся на экране окне Select (рис. 5) выберем слой Component и нажмем кнопку ОК.

В точке завершения ранее проложенного сегмента появится переходное отверстие.

23. Завершим трассировку цепи, как показано на рисунке 6.

24. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

25. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов, после чего зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображался левый верхний угол платы с микросхемами U33 и U25, а также верхняя часть разъема MP1. В отличие от микросхем разъем MP1 монтируется в отверстия, а значит, проводники к его контактным площадкам могут подводиться на разных слоях. Изменим текущий слой.

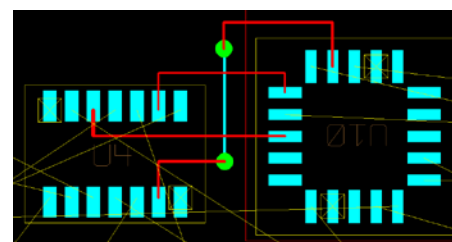


Рис. 6. Прокладка цепи с межслойными переходами.

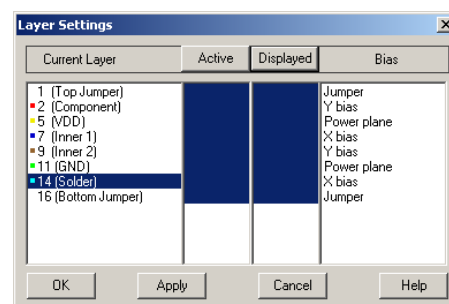


Рис. 7. Выбор текущего слоя.

26. Выполним команду меню Layer и в появившемся на экране окне Layer Setting (рис. 7) в списке Current Layer выберем слой Solder.

27. Наведем указатель мыши на вывод 16 разъема MP1, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного влево, чтобы убедиться, что система начала прокладывать проводник на нижнем слое платы.

28. Нажмем горячую клавишу W, в появившемся контекстном меню выберем команду Necked и тем самым зададим ширину проводника равной 5 милс.

29. Нарисуем два первых сегмента проводника: горизонтальный влево и вертикальный вверх, как показано на рисунке 8а.

30. При прорисовке третьего сегмента нажмем клавишу ESC.

Система прервет рисование проводника, удалит третий незавершенный сегмент, и на топологии останутся только два первых зафиксированных сегмента. Таким образом, прервать прокладку проводника можно в любой момент времени, нажав клавишу ESC или выбрав соответствующую команду из контекстного меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши. Разумеется, что и продолжить прокладку проводника можно с любой его точки.

31. Убедимся, что мы находимся в режиме ручной трассировки (на панели инструментов нажата кнопка ) (button03), наведем указатель мыши на верхний конец ранее проложенного вертикального сегмента и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Примечание. Вовсе необязательно попадать курсором в самый конец ранее проложенного сегмента. Система начнет прокладку нового проводника из любой ближайшей точки старого сегмента, а по завершению трассировки цепи автоматически удалит так называемые "антенны".

32. Продолжим прокладку проводника, как показано на рисунке 8б.

Отменить прокладку последнего сегмента без прерывания самого процесса трассировки можно, нажав клавишу Backspace или выбрав соответствующую команду из контекстного меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши.

33. Последовательными нажатиями клавиши Backspace удалим последние проложенные сегменты и вместо них проложим один длинный горизонтальный проводник, как показано на рисунке 8в.

Контактная площадка микросхемы U25, к которой должен наш проводник, расположена на верхнем слое платы, то есть для завершения трассировки цепи нам потребуется добавить межслойный переход. Можно сделать это любым из описанных ранее методов, но сейчас мы рассмотрим другой способ.

34. Выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберем команду Route From Other End (трассировать цепь с другого конца).

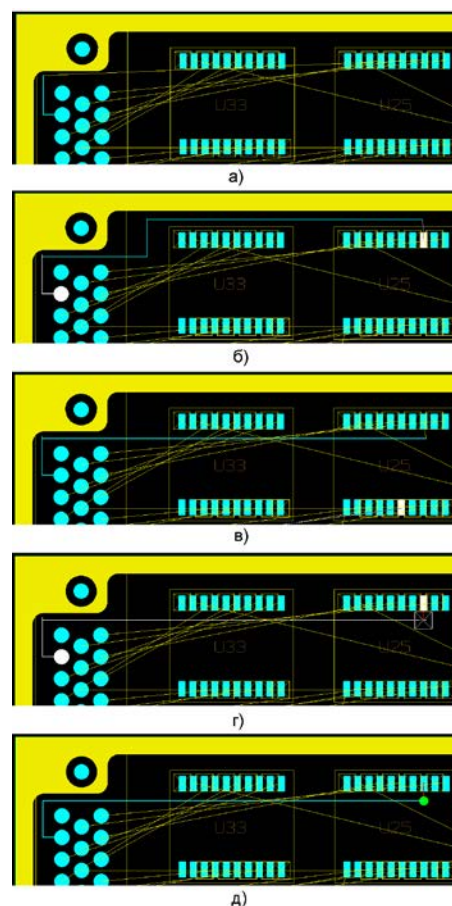


Рис. 8. Различные приемы ручной прокладки проводников.

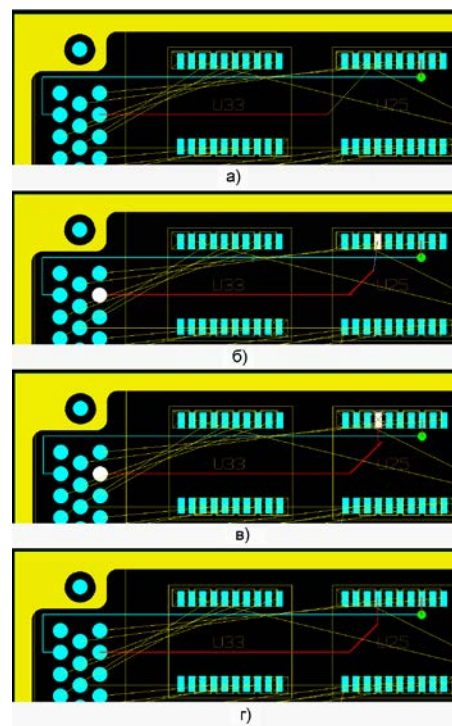


Рис. 9. Прокладка проводников под углом 45 градусов.

Система приступит к разводке данной цепи с другого конца, а так как контактная площадка SMD компонента находится на верхнем слое, автоматически переключит текущий слой на Component. Факт переключения слоя легко проверить по цвету прокладываемого сегмента или по номеру слоя, отображаемому в меню Layer.

35. Наведем указатель мыши на ранее проложенный сегмент цепи на слое Solder.

В точке пересечения появится значок в виде квадратика с прицелом, что означает, что целей объект найден, но он находится на другом слое (рис. 8г). Напомним, что ранее нам встречался только кружок с прицелом, сигнализирующий, что целевой объект находится на текущем слое.

36. Нажмем горячую клавишу L, в появившемся окне Select выберем слой Solder и нажмем кнопку ОК.

В точку пересечения проводников будет добавлено переходное отверстие, а так как трассировка всей цепи полностью завершена, то удалятся лишние "антенны" на изгибах проводников (рис. 8д).

Описанный выше прием перехода на противоположный конец цепи может быть очень полезен, когда цепь идет далеко через всю плату и оптимальный путь прокладки проводника не всегда сразу из-за большого масштаба.

До сих пор мы прокладывали только ортогональные сегменты проводников, но очень часто на плате применяются проводники, проложенные под углом 45 градусов. Рассмотрим, как это делается.

37. Выполним команду меню Layer и в появившемся на экране окне Layer Setting убедимся, что в списке Current Layer выбран слой Component.

38. Наведем указатель мыши на вывод 49 разъема MP1, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вправо, чтобы убедиться, что система начала прокладывать проводник на верхнем слое платы.

39. Нажмем горячую клавишу A, в появившемся контекстном меню выберем команду 45 и тем самым включим простой режим прокладки проводников под углом 45 градусов.

Обратите внимание, что ранее система предлагала только один возможный способ прокладки проводника от указанной контактной площадки, а именно по горизонтали влево. В новом режиме проводник может быть проложен в трех направлениях, в чем легко убедиться, подвигав указатель мыши вниз-вверх.

40. Нарисуем первый сегмент проводника, как показано на рисунке 9а, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

41. Проложим следующий сегмент вправо вверх под углом 45 градусов (рис. 9б) и зафиксируем его щелчком левой кнопкой мыши.

Последний сегмент цепи мы будем прокладывать вертикально вверх. При наведении на центр контактной площадки система покажет специальный значок в виде кружка с прицелом и автоматически предложит оптимальное положение оставшихся сегментов цепи (рис. 9в).

42. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим трассировку проводника (рис. 9г).

Аналогичным образом можно прокладывать проводники и под произвольным углом. Чтобы перейти в этот режим, необходимо в процессе прокладки проводника нажать горячую клавишу A и в контекстном меню выбрать команду 0. Мы рекомендуем выполнить несколько самостоятельных упражнений и изучить данный режим трассировки.

На практике же используются четвертый, наиболее продвинутый режим трассировки Activ-45. Рассмотрим его.

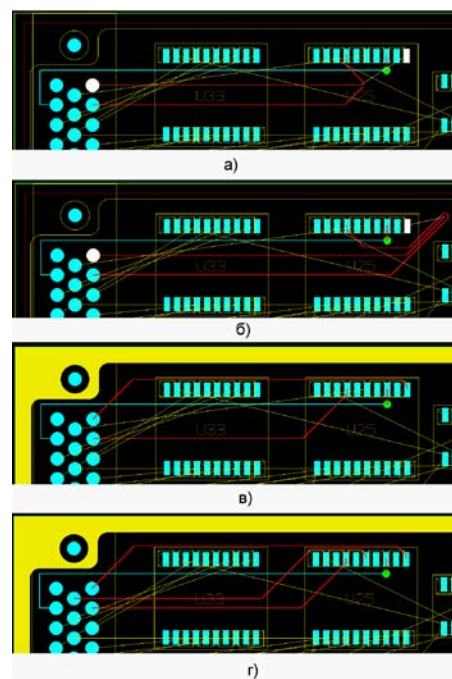


Рис. 10. Прокладка проводников в режиме Activ-45.

43. Выполним команду меню Layer и в появившемся на экране окне Layer Setting убедимся, что в списке Current Layer выбран слой Component.

44. Наведем указатель мыши на вывод 50 разъема MP1, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вправо, чтобы убедиться, что система начала прокладывать проводник на верхнем слое платы.

45. Нажмем горячую клавишу A, в появившемся контекстном меню выберем команду Activ-45 и тем самым включим продвинутый режим прокладки проводников под углом 45 градусов.

46. Сдвинем указатель мыши вправо так, чтобы он уперся в ранее проложенный на слое Component проводник и начал его сдвигать (рис. 10а).

Это начали работать настройки трассировщика, сделанные нами в окне Routing Tool Options, вызываемом командой меню Configure | Routing | Routing Tool. Несмотря на то, что мы работаем в ручном режиме, программа не позволяет нам делать ошибки (выключена опция Errors Allowed), отодвигает ранее проложенный проводник от прокладываемого проводника с учетом заданного зазора (включена опция Push Aside), возвращает отодвинутые проводники назад при отодвигании его назад (включена опция Spring Back).

47. Сдвинем указатель мыши еще вправо, как показано на рисунке 10б.

Система пытается сдвинуть ранее проложенный проводник насколько это возможно. Так как целевая контактная площадка находится на верхнем слое платы, к ней невозможно подойти снизу, сколько бы мы не отодвигали ранее проложенный проводник. Выхода здесь два: вводить переходные отверстия или найти обходной путь, например, подойти к контактной площадке сверху.

48. Проведем указателем мыши с прокладываемым проводником вверх между микросхемами U33 и U25.

Обратите внимание, как система пытается проложить проводник.

49. Двигаясь сверху, наведем указатель мыши на целевую контактную площадку (она подсвечена).

Система автоматически завершит прокладку проводника по оптимальному пути (рис. 10в). Оттрассируем в этом режиме еще одну цепь.

50. Наведем указатель мыши на вывод 33 разъема MP1, выполним щелчок левой кнопкой мыши и начнем прокладывать проводник на верхнем слое платы.

Теперь путь к целевой контактной площадке перекрыт как сверху, так и снизу. Но если немного отодвинуть верхний проводник, то трассировка цепи будет возможна без использования межслойных переходов.

51. Проведем указателем мыши с прокладываемым проводником вверх между микросхемами U33 и U25.

По мере движения указателя мыши вверх, мешающий проводник будет отодвигаться.

52. Двигаясь сверху, наведем указатель мыши на целевую контактную площадку (она подсвечена).

Система автоматически завершит прокладку проводника по оптимальному пути (рис. 10г). Легко видеть, что трассировка в режиме Activ-45 более удобна, чем простая ручная трассировка, и ее конечный результат выглядит очень красиво. Однако, в режиме ручной трассировки система не добавляет переходные отверстия, необходимость в которых растет по мере прокладки проводников. Для упрощения процедуры используется полуавтоматическая трассировка, при которой пользователь лишь приблизительно указывает точки на плате, через которые пройдет проводник.

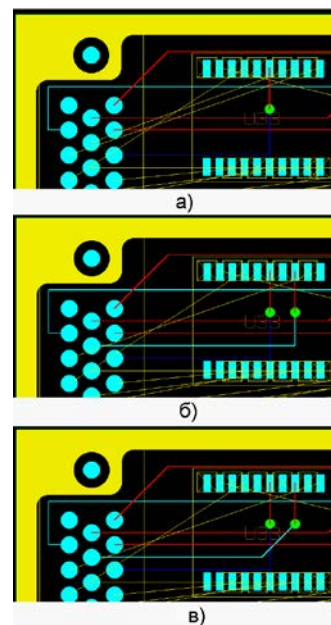


Рис. 11. Прокладка проводников в полуавтоматическом режиме.

Полуавтоматическая трассировка

Рассмотрим данный режим.

1. Выполним команду меню Routing | Semi-automatic Route или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.
2. Наведем указатель мыши на вывод 48 разъема MP1 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.
3. Наведем указатель мыши на подсвеченный вывод 15 микросхемы U33 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система автоматически проложит проводник сначала на одном слое, затем добавит переход на слой Component и уже на нем завершит трассировку цепи (рис. 11а). Обратите внимание, что начало проводника будет проложено на внутреннем слое Inner1.

4. Наведем указатель мыши на вывод 32 разъема MP1 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.
5. Наведем указатель мыши на подсвеченный вывод 13 микросхемы U33 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система автоматически проложит проводник аналогичным образом с добавлением одного переходного отверстия (рис. 11б). Обратите внимание, что оба проложенных нами в полуавтоматическом режиме проводника являются ортогональными. Но система в полуавтоматическом режиме может прокладывать и диагональные проводники, для этого лишь необходимо соответствующим образом настроить программу трассировки.

6. Выполним команду меню Edit | Undo и отменим последнюю выполненную операцию, а именно полуавтоматическую трассировку проводника.

7. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool и в появившемся окне Routing Tool Options, включим опцию Angled Autorouting, после чего нажмем кнопку ОК и закроем окно.

8. Выполним команду меню Routing | Semi-automatic Route или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

9. Снова указатель мыши на вывод 32 разъема MP1 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

10. Наведем указатель мыши на подсвеченный вывод 13 микросхемы U33 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система автоматически проложит проводник с использованием диагонального сегмента и переходного отверстия (рис. 11в). Однако, преимущества полуавтоматической трассировки особенно заметны на длинных цепях.

11. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

12. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

13. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображались неразведенные микросхемы U4 и U14, расположенные в верхней части центра платы.

14. Выполним команду меню Routing | Semi-automatic Route или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

15. С выполним щелчок левой кнопкой мыши на какой-либо связи, соединяющей компоненты, расположенные далеко друг от друга, например на цепи \$51, начинающейся на выводе 1 микросхемы U37.

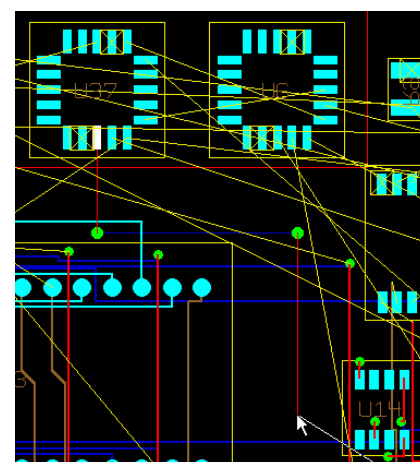


Рис. 12. Полуавтоматическая прокладка проводников с указанием промежуточной точки.

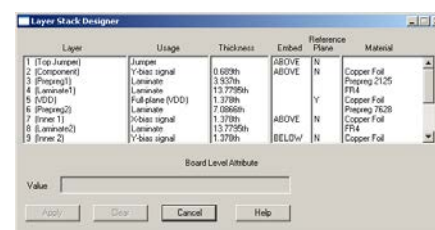


Рис. 13. Задание приоритетных направлений трассировки.

Линия связи и контактные площадки окажутся подсвеченными, а в строке состояния появится подсказка Move cursor to position, click to define point or finish (Сдвиньте курсор и щелкните левой кнопкой мыши, чтобы задать промежуточную или конечную точку).

16. Переместим указатель мыши в точку, расположенную немного левее микросхемы U14, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система автоматически оттрассирует часть цепи от микросхемы U37 до указанной точки (рис. 12), добавив на плату три сегмента проводника и два переходных отверстия. Добавление переходов на другой слой объясняется заданием приоритетных направлений на слоях, а именно вертикального (Y-bias signal) на слое Component и горизонтального (X-bias signal) на слое Inner1). Приоритетные направления задаются в поле Usage в диалоговом окне Layer Stack Designer (рис. 13), вызываемом командой меню Configure | Layer Stack.

17. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на выводе N2 микросхемы U7 и завершим трассировку выбранной связи.

Так как цепь будет иметь еще один горизонтальный сегмент, то он будет нарисован на внутреннем слое Inner1 с использованием двух переходных отверстий. Обратите внимание, что трассировка цепи не закончена полностью, так как мы прокладывали только выделенную связь. Описанный способ работы в полуавтоматическом режиме является статическим, то есть пользователь задает точку, программа прокладывает проводник до нее.

Существует другой способ прокладки проводников в полуавтоматическом режиме, называемый динамическим и заключающийся в удержании нажатой левой кнопки мыши при перемещении ее по плате.

18. Наведем указатель мыши на подсвеченный вывод 15 микросхемы U10, нажмем левую кнопку мыши и сдвинем указатель мыши немного влево.

Теперь проводник будет следовать за указателем мыши, а его промежуточные точки будут вводиться посредством отпускания левой кнопки мыши. При прокладке проводников таким способом, пользователь может видеть, как будут располагаться сегменты проводников и межслойные переходы. При таком способе трассировки в отличие от ручного режима невозможно отказаться от только что проложенного сегмента или сегментов. Необходимо прервать процесс и отменить последнюю выполненную операцию.

19. Нажмем клавишу ESC и прервем процесс.

Процесс полуавтоматической трассировки прервется, о чем будут свидетельствовать активные кнопки на панелях инструментов.

20. Выполним команду меню Edit | Undo и отменим полуавтоматическую трассировку проводника.

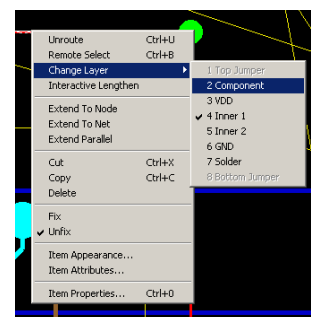


Рис. 14. Контекстное меню редактирования сегмента проводника.

Редактирование проложенных проводников

Вполне вероятно, что результаты ручной или полуавтоматической трассировки могут потребовать корректировки. Сейчас мы рассмотрим, как это делается.

1. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Система перейдет в режим выделения

2. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

3. Наведем указатель мыши на сегмент недавно проложенного проводника, который расположен на слое Inner1 и отображаемого синим цветом, и нажмем левую кнопку мыши.

4. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим выделенный сегмент немного в сторону.

Обратите внимание, что по мере перемещения сегмента проводника, за ним от переходных отверстий продолжают тянуться новые дорожки, обеспечивающие физическую связность цепи.

5. Отпустим левую кнопку мыши.

Проводник будет зафиксирован в новой позиции.

6. Наведем указатель мыши на одно из переходных отверстий этого проводника и нажмем левую кнопку мыши.

7. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместим переходное отверстие немного в сторону.

По мере перемещения объекта конфигурация сопряженных с отверстием сегментов проводников будет изменяться и стремиться к оптимальной. Обратите внимание, что при приближении к соседним проводникам других цепей они будут отодвигаться с учетом заданных зазоров. Смещаться будут не только проводники, но и переходные отверстия. При возвращении назад ранее отодвинутые проводники будут возвращаться на место, так как в настройках трассировщика включена опция Spring Back.

8. Отпустим левую кнопку мыши.

Переходное отверстие и проводник будут зафиксированы в новой позиции.

9. Наведем указатель мыши на сегмент недавно проложенного проводника, который расположен на слое Inner1 и отображаемого синим цветом, и выполним на нем щелчок правой кнопкой мыши.

10. В появившемся контекстном меню в разделе Change Layer выберем команду Component (рис. 14).

Система перенесет указанный сегмент проводника на верхний слой платы и автоматически удалит ставшие теперь уже ненужными переходные отверстия. Перенесем данный сегмент на другой слой, но другим способом.

11. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

12. Наведем указатель мыши на сегмент недавно отредактированного проводника и выполним на нем щелчок левой кнопкой мыши.

Указанный участок проводника выделится.

13. Выполним команду меню Utilities | Item Properties или кнопки кнопку  (button07) на панели инструментов.

14. В появившемся на экране окне Track (рис. 15) в выпадающем списке Layer выберем слой 9 (Inner2).

15. Нажмем последовательно кнопки Apply и Close.

Легко видеть, что теперь указанный сегмент проводника перенесен на слой Inner2, а к проводнику добавлены два новых переходных отверстия. Описанные выше процедуры переноса объектов со слоя на слой работают и для групп объектов, выбранных различными способами выделения: команды Select | Mode | Item (при нажатой клавише CTRL), Select | Mode | Node-To-Node (от узла до узла), Select | Mode | Whole Net (вся цепь).

Примечание. В процессе прокладки проводника, в результате последовательных удалений и добавлений его частей, на нем могут остаться невостребованные переходные отверстия и "антенны" — не присоединенные сегменты. "Чистка" таких проводников выполняется с помощью команды меню Routing | Tidy Route.

Есть еще одна операция, которую пользователь очень часто выполняет в процессе ручной трассировки — это удаление ранее проложенных проводников.

16. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

17. Наведем указатель мыши на любой элемент только что проложенного проводника (сегмент, переходное отверстие, контактную площадку или связь) и выполним на нем щелчок правой кнопкой мыши.

Вся цепь окажется выделенной.

18. В появившемся контекстном меню выберем команду Unroute.

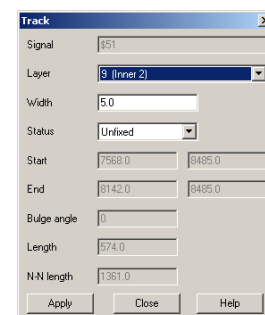


Рис. 15. Редактирование параметров сегмента проводника.

Система автоматически удалит все ранее проложенные сегменты проводников и межслойные переходы данной цепи. Цепь снова готова к трассировке любым способом.

Прокладка зауженных проводников

Как мы знаем, даже если трассировка проводников ведется в ручном режиме, программа отслеживает все действия пользователя, контролирует процесс прокладки проводников и не позволяет, например, нарушать правила зазоров. Далее мы познакомимся с еще одной полезной функцией программы трассировки: возможностью заузить проводники вблизи плотно расположенных контактных площадок.

Сужение проводников программа делает только для выводов, которые имеют атрибут `pin_neck_width`. Также сужение может применяться для всех контактных площадок, имеющих одинаковый атрибут `pad_code`. Значение атрибута `pin_neck_width` определяет ширину дорожки в месте сужения, причем, оно может быть меньшим, чем значения, заданные для параметров `necked` или `optimal` данной цепи, но при этом оно не должно противоречить правилам проектирования, определяющим минимально допустимую ширину проводников данной цепи.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.
2. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.
3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображались неразведенные микросхемы U24 и U11, расположенные в левом нижнем углу платы.
4. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.
5. Наведем указатель мыши на вывод 10 микросхемы U11, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх и вправо.

За указателем мыши потянется прокладываемый проводник (рис. 16). Обратите внимание, первый сегмент проводника будет значительно уже остальной его части. Его ширина составляет 8 тысячных дюйма, как это задано для данной контактной площадки атрибутом `pin_neck_width`, в то время как по умолчанию для цепи GND заданная ширина проводника составляет 30 милс.

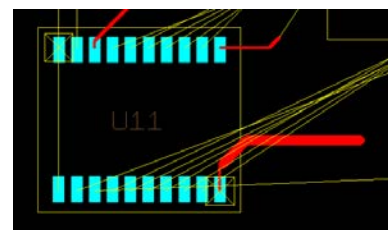


Рис. 16. Прокладка зауженного проводника.

6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зафиксируем нарисованную часть проводника.
7. Нажмем клавишу ESC и выйдем из режима ручной трассировки.

Итак, на данном занятии мы изучили основные приемы ручной и полуавтоматической трассировки, а также выяснили, что процесс прокладки проводников строго контролируется согласно заданным настройкам, атрибутам и правилам проектирования. На следующем занятии мы научимся задавать атрибуты объектов на плате. Сейчас нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

8. Выполним команду меню File | Exit.
9. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

Урок 17. Трассировщик P.R.Editor XR. Управление атрибутами и их иерархия.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились основным приемам ручной трассировки платы, а также впервые столкнулись с таким понятием, как атрибуты объектов платы. Сегодня мы рассмотрим тему атрибутов и их иерархии более подробно. Для работы нам потребуется специальный пример Preditor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Preditor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

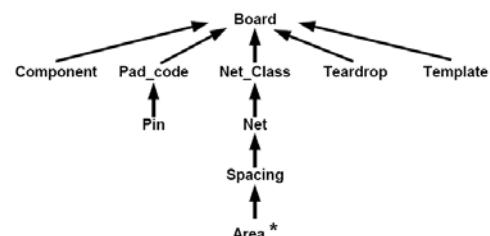


Рис. 1. Иерархия классов атрибутов.

Редактирование атрибутов

Для определения последовательности своей работы программа P.R.Editor XR использует данные, содержащиеся в RIF файле. Этот файл содержит информацию о проекте, а также набор атрибутов со значениями, полученными из правил, заданных в головной системе проектирования печатных плат CADSTAR. В CADSTAR некоторые из этих атрибутов используются на этапе разработки ввода схемы, другая часть атрибутов выводится в FIF файл и используется на этапе размещения компонентов на плате. Третья часть атрибутов относится к трассировке цепей и выводится в RIF файл. Все вместе, данные атрибуты представляют собой набор правил, управляющих работой программы P.R.Editor XR.

В настоящее время в программе P.R.Editor XR используется десять категорий атрибутов: Area (область), Board (плата), Component (компонент), Net (цепь), Net_Class (класс цепей), Pad_code (тип контактной площадки), Pin (вывод), Spacing (зазор), Teardrop (каплевидные площадки) и Template (шаблон заливки). Иерархия данных категорий атрибутов показана на рисунке 1.

Если атрибуту присваивается некоторое значение на уровне платы (Board), то это скажется на всем проекте, а вот атрибут, значение которого задано на уровне вывода (Pin) повлияет только на вывод, для которого он был задан. Любой атрибут, значение которого не задано на самом низком уровне, например на уровне вывода, будет принимать (наследовать) значение, присваиваемое на следующем более высоком уровне, для которого это значение задано. В тех случаях, когда значение задается только на более высоком уровне, а на низком уровне отсутствует, именно это значение будет использоваться при работе трассировщика. Таким образом, значения атрибутов применяются в снизу вверх порядке старшинства.

Примечание: Атрибуты, установленные на уровне области (Area) влияют на трассировку объектов, только тогда, когда объекты находятся внутри данной области.

Показанные выше иерархические отношения классов атрибутов уровней означают, что атрибуты, заданные на самом высоком уровне, оказывают большее влияние на трассировку проекта, чем

нижестоящие. В общем случае пользователь имеет возможность задавать конкретные значения любого атрибута, которые могут отличаться от общих настроек.

Редактируемость атрибутов задается в общем файле правил проектирования (Rules). При загрузке проекта в программу P.R.Editor XR, сначала считывается RIF файл, а затем файл правил (Rules). Это означает, что настройки в файле правил имеют приоритет над параметрами, содержащимися в RIF файле. Если редактируемость атрибута разрешена в файле RIF, но не указана в файле правил, будет использоваться состояние, заданное в файле RIF. Если атрибут не задан ни файлом RIF, ни файлом правил, программа P.R.Editor XR 5000 предполагает, что он не подлежит редактированию.

1. Выполним команду меню Configure | Attributes.

На экране появится диалоговое окно Attributes (рис. 2), в котором осуществляется редактирование атрибутов. Обратите внимание, что данное окно является немодальным, что означает, что пользователь может оставлять его видимым в течение всего времени работы над проектом и вносить изменения по мере необходимости. Прделаем простое упражнение.

2. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении 12th атрибута Copper Connection Width отображаемом в соответствующем столбце.

Значение атрибута в столбце будет подсвечено, и оно же появится в текстовом поле Attribute Value в нижней части окна. Если редактирование указанного атрибута разрешено, то данное текстовое поле становится активным, если редактирование запрещено, то поле со значением атрибута отображается серым цветом.

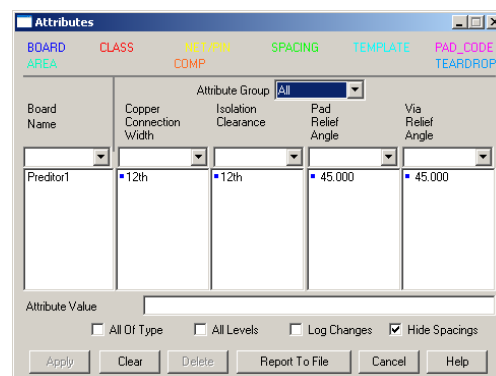


Рис. 2. Окно редактирования атрибутов.

3. Введем в поле Attribute Value новое значение 11th и нажмем клавишу Enter.

Новое значение отобразится в столбце Copper Connection Width.

4. Нажмем кнопку Apply и передадим сделанные изменения в проект.

Теперь соединение контактных площадок с областями заливки на внутренних слоях питания и заземления (а именно это определяется атрибутом Copper Connection Width) будет выполняться проводниками шириной 11 тысячных дюйма, а не 12 как ранее.

Примечание: Все размерные атрибуты могут быть определены с помощью любого из перечисленных ниже суффиксов размерности:

- um, микроны, мкм (10E-6 м);
- mm, миллиметры, мм (10E-3 м);
- cm, сантиметры (10E-2 м);
- m, метры;
- th, тысячные доли дюйма (Thousandths) (10E-3 in);
- ml, тысячные доли дюйма (Mils) (10E-3 in);
- in, дюймы;
- ds, базовые единицы структуры данных (10E-8 м).

Для некоторых атрибутов значения не могут быть заданы произвольно, а выбираются из предварительно заданного набора с помощью выпадающего списка.

5. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке в третьем столбце и выберем имя атрибута prp_relief_type.

Заголовок столбца изменится на Relief Type, а в столбце отобразится текущее установленное значение Cross.

6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении Cross.

Теперь поле Attribute Value будет представлять собой не текстовое поле, а выпадающий список.

7. Выберем в выпадающем списке Attribute Value значение Cut.

Новое значение атрибута отобразится в соответствующем столбце.

8. Нажмем кнопку Apply и передадим сделанные изменения в проект.

Теперь тип соединения контактной площадки с областью металлизации будет задан как Cutout. Подробное описание отличий типов термобарьеров Cross и Cutout приведено в файле справки, который можно вызвать нажатием кнопки Help, расположенной в окне Attributes.

Чтобы удалить значение того или иного атрибута, необходимо щелчком левой кнопки мыши выделить его и нажать кнопку Clear. Если в первом столбце выбрать классы атрибутов Net Class или Spacing Class, а не одно из значений их атрибутов, то последующее нажатие кнопки Delete удалит эти класс цепи или класс зазоров из проекта. И хотя при нажатии кнопки Apply система сгенерирует запрос на подтверждение удаления, пользоваться данной функцией следует крайне осторожно. Прделаем упражнение.

9. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке в первом столбце и выберем категорию атрибутов Net_Cless Level.

Заголовок первого столбца изменится на Net_Class Name (имена классов цепей), но сам столбец останется пустым, так как у нас в проекте нет ни одного выделенного объекта.

10. Включим опцию All of Type, расположенную в окне Attributes.

Теперь в первом столбце будут отображаться все заданные в проекте классы цепей.

11. С помощью мыши выделим любой из представленных здесь классов, например, bus.

Обратите внимание, что стала активной кнопка Delete.

12. Нажмем кнопку Delete.

Выбранный ранее класс цепей bus будет удален из списка Net_Class Name.

13. Нажмем кнопку Apply.

Система выдаст запрос на подтверждение удаления класса цепей (рис. 3).



Рис. 3. Запрос на подтверждение удаления класса цепей.

14. Нажмем кнопку Cancel.

Система отметит удаление класса цепей bus и очистит окно Attributes.

В общем случае пользователь должен запомнить следующее: все изменения, вносимые нами в окне Attributes, не применяются к проекту до тех пор, пока не будут нажата кнопка Apply. Если данная кнопка неактивна, то это говорит о том, в окне Attributes пока не сделано никаких изменений. Если кнопка активна, то изменения настроек атрибутов были сделаны, но к проекту они пока не применены. Таким образом, в ходе одной сессии имеется возможность внести сразу несколько изменений в настройки атрибутов, а в проект их перенести можно всего одним нажатием кнопки Apply. Для отмены всех внесенных изменений следует нажать кнопку Cancel.

Настройка отображения атрибутов

Как мы уже заметили, если в проекте нет выбранных цепей или выводов, то диалоговое окно редактирования атрибутов будет пустым, за исключением заголовков столбцов с именами атрибутов. Отображение атрибутов и их значений зависит от выбранной в первом столбце категории атрибутов.

Названия категорий приведены в верхней части окна Attributes, причем, все они показаны различными цветами, что облегчает быструю идентификацию уровня отображаемого атрибута, благодаря наличию цветного значка перед значением атрибута.

Список всех атрибутов может быть довольно длинным, но есть возможность группировать атрибуты для упрощения навигации. Группа атрибутов выбирается в выпадающем списке Attribute Group, по умолчанию в котором выбрана группа All. Еще в этом списке доступны следующие стандартные группы атрибутов:

— Spacing — все атрибуты, определяющие зазоры между объектами.

- Same Net — атрибуты, определяющие зазоры между объектами одной цепи.
- High Speed — специальные атрибуты, предназначенные для работы с высокоскоростными сигналами и использующиеся только в версии P.R.Editor XR HS.
- Differential Pairs — атрибуты, задающие зазоры только для дифференциальных пар и использующиеся только в версии P.R.Editor XR HS.
- Other — атрибуты цепей, которые не вписываются в любую из вышеуказанных групп.
- <New> — данная строка служит для вызова диалогового окна создания пользовательских групп атрибутов.

1. В выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Board Level.

В четырех других столбцах появятся настроенные ранее атрибуты, как показано на рисунке 2.

2. В выпадающем списке Attribute Group выберем группу Spacing.

Теперь в окне во втором столбце будет отображаться только один атрибут уровня всей платы Space Drl-Drlint, задающий минимально допустимое расстояние между отверстиями сверления.

3. Выключим опцию Hide Spacing (скрывать зазоры), расположенную в нижней части окна Attributes.

Теперь все ранее пустые столбцы заполнились атрибутами. Если выполнить щелчок левой кнопкой мыши на выпадающем списке над любым из столбцов с атрибутами, то легко видеть, что теперь список доступных для редактирования параметров зазоров гораздо шире. Попробуем создать собственную группу атрибутов.

4. В выпадающем списке Attribute Group выберем строку <New>.

5. В появившемся на экране диалоговом окне User Attribute Group (рис. 4) с помощью мыши при нажатой клавише CTRL в списке справа выберем пять параметров, относящихся к зазорам между переходными отверстиями и другими объектами.

6. В поле Group Name введем имя новой группы Spacing_Via и нажмем кнопку Apply.

7. Нажмем кнопку Cancel и закроем окно User Attribute Group.

Теперь, если мы в окне Attributes раскроем выпадающий список Attribute Group, то обнаружим в нем новую группу Spacing_Via.

8. С помощью мыши выберем эту группу.

Набор отображаемых в окне параметров изменится согласно сделанным настройкам. Обратите внимание, что в окне User Attribute Group имеются кнопки Load и Save, позволяющие сохранять и загружать определения групп во внешние файлы с расширением *.ugr.

Вспомним, что на прошлом занятии мы вручную прокладывали проводники, которые автоматически заужались вблизи контактных SMD площадок, для которых был задан атрибут pin_neck_width. Попробуем отобразить и изменить этот атрибут.

9. Не закрывая окна Attributes, выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

10. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхема U11, расположенная в левом нижнем углу платы.

11. Щелчком левой кнопки мыши выделим вывод 10 микросхемы U11.

12. В выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Pin Level.

Содержимое окна Attributes изменится. В первом столбце будет отображаться единственный выделенный вывод U11-10, а в остальных столбцах — его атрибуты. Если мы выполним щелчок левой кнопкой мыши на выпадающем списке над любым из столбцов с атрибутами, то мы не

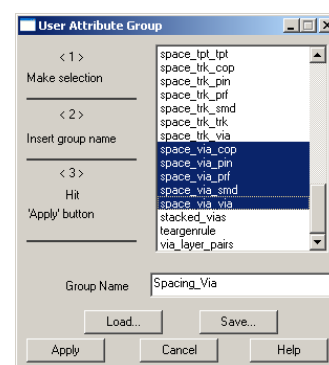


Рис. 4. Создание новой группы атрибутов.

обнаружим в нем интересующий нас атрибут `pin_neck_width`. Это кажется весьма странным, так как функция заужения проводника работала абсолютно правильно.

Данный факт объясняется весьма просто. В начале данного занятия мы упоминали, что при загрузке проекта трассировщик сначала считывает RIF файл, а затем файл правил (Rules). Чтобы какой-либо из атрибутов был доступен для редактирования, он прежде всего должен быть задан, а также должен быть включен признак его редактируемости. Проверим, как обстоят дела с интересующим нас атрибутом.

13. С помощью простого текстового редактора откроем RIF файл `Preditor1.rif`, созданный программой CADSTAR в папке `...\Self Teach\Preditor1\pcb\router\`.

В головной части этого файла будут находиться текстовые блоки с описанием уже известных нам категорий атрибутов с признаком редактируемости. В частности блок атрибутов из категории `Pin Level` будет иметь вид:

```
ATTR
PIN      E      "*"      I
"pin_exit_dirs"      N
"smd_via"      E
"pin_test"      E
"Test_pin"      E
"pin_diff_pair"      E
"pin_branch"      E
"act_max_delay"      E
"stub_length"      E
"pin_wirebonds"      E
"net_o_shoot_r"      E
"net_u_shoot_f"      E
"delay_error"      E
"pin_order"      E
"net_o_shoot_f"      E
"data_type"      E
"pin_delay_grp"      E
"pin_delay"      E
"pin_min_delay"      E
"act_min_delay"      E
"pin_max_delay"      E
"pin_data_type"      E
"pin_error"      E
"net_u_shoot_r"      E
"clock_source"      E
"act_stub_len"      E
```

Заголовок блока начинается со строки `ATTR`, далее следует название категории атрибутов `PIN`, и ниже перечислены атрибуты, которые будут отображаться в окне `Attributes`, причем те, что имеют признак `N`, будут не редактируемыми, а те, что имеют признак `E` — редактируемыми. Легко видеть, что интересующий нас атрибут `pin_neck_width` в этом блоке отсутствует. Однако, если мы воспользуемся функцией поиска в тексте, то мы обнаружим, что атрибут `pin_neck_width` задан для выводов многих компонентов. Для интересующего нас вывода 10 микросхемы `U11` он задан равным 8 тысячным дюйма.

```
.com
"U11"  "LD-18-0245"  "wave"  11170920      12118340      0      0

attr  "thm_power_diss"      "0.0056"
attr  "silkscreen_name"      "U11"
attr  "value"  "74HC245D"
attr  "plc_category"  "default"
PIN    20

...

attr  "pin_neck_width"      "8th"
attr  "pin_class"      "Uncommitted"
PIN    10

...

attr  "pin_neck_width"      "8th"
attr  "pin_exit_dirs"      "NS"
attr  "pin_class"      "Uncommitted"
```

```

PIN      1

attr     "pin_order"      "9"
attr     "pin_delay"      "60ps"
attr     "pin_branch"     "2"
attr     "act_min_delay"   "2752"
attr     "act_max_delay"   "2752"
attr     "pin_neck_width"  "8th"
attr     "pin_exit_dirs"   "NS"
attr     "pin_class"       "Input"

```

Посмотрим, какие настройки для данного атрибута содержатся в файле правил проектирования Rules.

14. С помощью Проводника Windows откроем папку ...\\Programs\\Resources\\pred.

Легко видеть, что файл Rules здесь вообще отсутствует и, естественно, не загружается. Таким образом, интересующий нас атрибут pin_neck_width описан только в RIF файле, причем, его отображение не задано, а файл правил, который мог бы изменить эти настройки, вовсе отсутствует. К счастью, в состав пакета входит заготовка файла правил Rules.all со всеми включенными на редактирование атрибутами, которая хранится в этой же папке.

15. С помощью простого текстового редактора откроем файл Rules.all, расположенный в папке ...\\Programs\\Resources\\pred.

Легко видеть, что данный файл представляет собой список всех возможных атрибутов, сгруппированных в блоки, согласно категориям. Теперь, если мы воспользуемся функцией поиска в тексте, то мы обнаружим, что атрибут pin_neck_width здесь присутствует и имеет признак E, то есть его редактирование разрешено.

16. С помощью текстового редактора сохраним открытый файл под новым именем Rules (без расширения) в папке ...\\Programs\\Resources\\pred.

Теперь нам остается загрузить файл правил в программу P.R.Editor XR. Для этого достаточно закрыть и заново открыть наш проект, не возвращаясь в систему CADSTAR.

17. Выполним команду меню File | Close и в появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

18. Выполним команду File | Recent Designs | Predator1.rif и в появившемся диалоговом окне Restore выберем опцию Load Original Design File (загрузить исходный файл проекта), после чего нажмем кнопку Load.

В открывшемся проекте изменим масштаб, чтобы видеть микросхему U11, и с помощью мыши выделим ее вывод 10.

19. Выполним команду меню Configure | Attributes.

В появившемся окне в первом столбце, согласно выделению, будет автоматически выбрана категория Pin Level, и показан только один вывод U11-10.

20. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке во втором столбце и выберем имя атрибута pin_neck_width, который теперь здесь присутствует.

Если мы выполним щелчок левой кнопки мыши на значении данного параметра 8th, то мы увидим, что атрибут является редактируемым, согласно настройкам в файле Rules. В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем изменить это значение, например, на 10th и убедиться, что именно оно будет использоваться при ручной трассировке.

Посмотрим, какие значения атрибута pin_neck_width заданы для выводов других компонентов.

21. Включим опцию All Of Type (все объекты данного типа).

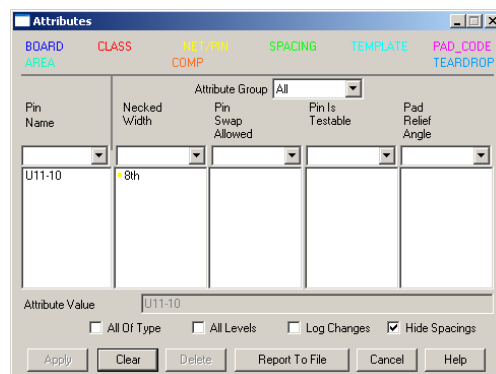


Рис. 5. Просмотр атрибутов вывода 10 микросхемы U11.

В первом столбце будет показан полный список объектов уровня Pin Level. Если воспользоваться линейкой прокрутки в правой части окна, то, просмотрев весь список, мы увидим, что у многих выводов атрибут pin_neck_width просто не задан, а у которых задан, равен 8th.

22. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке в пятом столбце и выберем имя атрибута ppp_pad_relief (Pad Relief Angle), задающего угол наклона проводников термобарьера.

Однако, пятый столбец останется пустым, что говорит о том, что на уровне выводов (Pin Level) данный атрибут задан не был.

23. Включим опцию All Levels (все уровни).

Теперь в пятом столбце для всех выводов будет отображаться значение 45, то означает, что проводники термобарьеров будут прорисованы под углом 45 градусов. Синий значок перед численным значением говорит нам о том, что атрибут задан на уровне платы (Board Level). Значения атрибута pin_neck_width (Necked Width) во втором столбце имеют желтый значок (рис. 6), а значит, заданы на уровне цепей или выводов (Net/Pin).

24. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке в третьем столбце и выберем имя атрибута ppp_con_width (Copper Connection Width), задающего ширину проводников термобарьера.

В третьем столбце появятся значения 12th с синим значком, что означает, что атрибуты заданы на уровне платы.

25. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении 12th атрибута Copper Connection Width в строке, соответствующей выводу U11-10.

26. В ставшее активным в поле Attribute Value введем новое значение 7th и нажмем клавишу Enter.

В третьем столбце появится новое значение, а желтый значок будет говорить нам, что значение задано на уровне выводов и имеет более высокий приоритет по сравнению с настройками для всей платы.

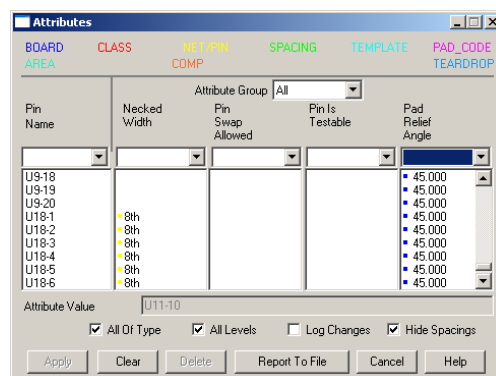


Рис. 6. Просмотр атрибутов выводов, заданных на разных уровнях

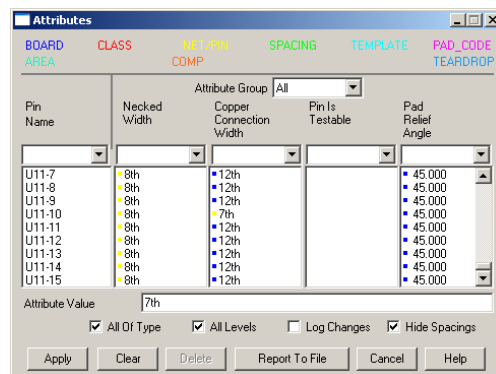


Рис. 7. Просмотр атрибутов с учетом уровня приоритета.

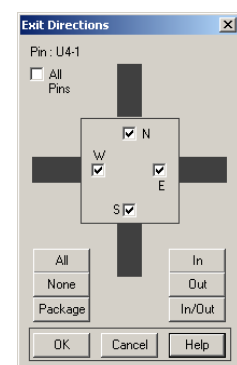


Рис. 8. Задание направления выхода проводников из контактной площадки.

Редактирование атрибутов с расширенными значениями

Ряд атрибутов может иметь расширенные значения, задаваемые через специальные диалоговые окна. Чтобы понять, как задавать значения таких атрибутов, сделаем несколько упражнений.

1. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке в четвертом столбце и выберем имя атрибута pin_exit_dirs (Exit Directions), задающего направление выхода проводников из контактной площадки.

2. С помощью линейки прокрутки в правой части окна найдем в списке выводы микросхемы U4.

Легко видеть, что все они имеют одно и то же значение атрибута Exit Directions — ALL.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении этого атрибута в строке, соответствующей выводу U4-1.

На экране появится окно Exit Directions, в котором задаются направления выхода проводников из контактной площадки. Сейчас включены все четыре возможных направления, о чем свидетельствуют соответствующие галочки.

4. Выключим галочки в направлениях N (север) и E (восток) и нажмем кнопку ОК.

В окне Attributes в поле Attribute Value появится новое значение WS, что соответствует направлениям запад или юг.

5. Нажмем кнопку Apply.

Теперь, если мы попробуем трассировать плату, то из контактной площадки вывода 1 микросхемы U4 проводники будут выходить только влево или вниз.

Обратите внимание, что в окне Exit Directions имеются кнопки In, Out и In/Out, которые в комбинации с нажатием кнопки Package направляют выводы внутрь, наружу или внутрь/наружу соответственно. Опция All Pins позволяет применить все сделанные настройки ко всем выделенным выводам. Изучить работу данных кнопок мы рекомендуем в качестве самостоятельного упражнения. Следует лишь помнить, что при использовании работе с диалоговым окном Exit Directions необходимо тщательно учитывать текущую ориентацию компонента. Все направления выхода из выводов считаются N (север), S (юг), E (восток) или W (запад) по отношению к исходной ориентации компонента.

Некоторые атрибуты, например, задающие ширины проводников или зазоры между ними, могут иметь различные значения для разных слоев. В случае, если значение для конкретного слоя не указано, то используется значение по умолчанию. Прделаем упражнение.

6. В выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Spacing Level.

Пока окно Attributes будет пустым, так как не выбрано ни одного объекта на плате.

7. Включим опцию All Of Type (все объекты данного типа).

В первом столбце появятся несколько записей, определенных на данном уровне, но ни одного атрибута в окне Attributes показано не будет, так как включена опция Hide Spacing.

8. Выключим опцию Hide Spacing, чем включим отображение всех атрибутов, связанных с зазорами между проводниками.

9. Выполним щелчок левой кнопки мыши на выпадающем списке во втором столбце и выберем имя атрибута space_any_any (Spacing Any-Any), задающего зазоры между любыми электрическими объектами на плате.

Во втором столбце появятся значения с зеленым значком, что означает, что атрибуты заданы на уровне Spacing.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на значении 50th атрибута Spacing Any-Any в строке 110V<>110V, задающей зазоры между цепями класса 110V.

На экране появится окно Attribute Dimension со списком имеющихся в проекте слоев Layer, в котором задано лишь одно значение зазоров 50th в строке <default> (по умолчанию).

11. С помощью мыши выберем в списке слой Component.

12. В текстовое поле Value в нижней части окна введем значение 60th и нажмем клавишу Enter.

Новое значение зазора появится в столбце Value напротив указанного слоя.

13. Аналогичным образом введем значения 100th для слоев VDD и GND, а также 60th для слоя Solder.

Содержимое окна Attribute Dimension после этого будет выглядеть, как показано на рисунке 9.

14. Нажмем кнопку ОК и сохраним сделанные изменения.

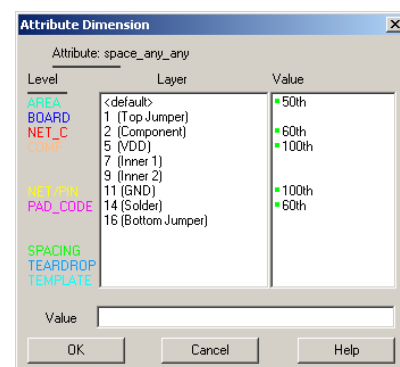


Рис. 9. Задание разных зазоров между цепями для разных слоев.

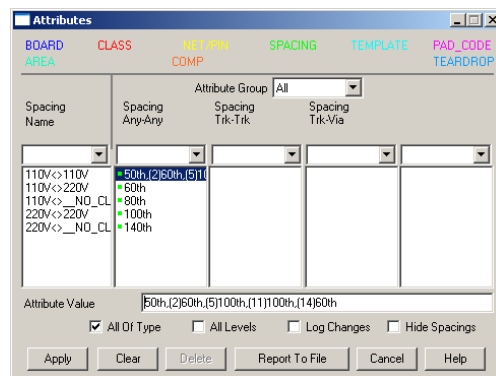


Рис. 10. Значение атрибута, имеющего разные настройки для разных слоев.

Теперь в окне Attributes значение атрибута Spacing Any-Any в строке 110V<>110V, будет описываться длинной строкой, как показано на рисунке 10.

15. Нажмем кнопку Apply и перенесем сделанные изменения в проект.

Для закрепления изученного материала мы рекомендуем проделать самостоятельное упражнение и задать разные значения оптимальной ширины (Optimal Width) для цепи HOLD_ACK для разных слоев. Для этого потребуется:

- Найти данную цепь в списке на уровне Net Level.
- Проверить редактируемость атрибута net_opt_width (Optimal Width).
- В случае, если редактируемость выключена, включить ее в файле правил Rules.
- Заново загрузить файл правил.
- Задать нужные значения ширины и сохранить их.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

16. Выполним команду меню File | Exit.

17. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы приступим к изучению приемов и настроек автоматической трассировки.

Урок 18. Трассировщик P.R.Editor XR. Основы управления автоматической разводкой.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились работать с атрибутами объектов печатной платы, которые представляют собой один из важнейших элементов управления процессом трассировки. Сейчас мы готовы приступить к выполнению простейших приемов автотрассировки. Мы научимся запускать программу автотрассировки, выбирать цепи или области платы для трассировки, отменять выполненную разводку, а также исследуем ряд опций трассировщика: Push aside, Contour following и Effort.

Для работы нам потребуется специальный пример Preditor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Preditor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

Настройки безопасности

Прежде чем приступать к трассировке топологии необходимо выполнить ряд вспомогательных настроек, связанных с обеспечением безопасности проектных данных. Во время работы над проектом могут случиться различные непредвиденные обстоятельства, например, ошибка пользователя или выключение электроэнергии. Специальные средства позволяют сохранить текущие проектные данные, а также лучший вариант трассировки.

Что подразумевается под понятием лучший вариант трассировки (Best Pass)? Во время многопроходной автоматической трассировки, особенно для сложной топологии, есть вероятность выполнения проходов (например, прорисовка стрингеров, автоматическая разводка, сглаживание или размещение контрольных точек), в ходе которых возникают нарушения или ошибки. Система автоматически отслеживает количество нарушений и сохраняет вариант с их наименьшим количеством, считая его лучшим.

1. Выполним команду меню Configure | Security.

На экране появится диалоговое окно Security, показанное на рисунке 1. Здесь в верхней части настраивается периодичность автоматического сохранения резервной копии. Включение опции Save security copy every XXXX minutes активирует таймер, выполняющий автосохранение. Таймер игнорирует длительные периоды бездействия, превышающие 2 минуты. После загрузки проекта, таймер не запускается до тех пор, пока пользователь не внесет изменения в проект. Сохранение резервной копии выполняется, только если система находится в состоянии это сделать. Например,

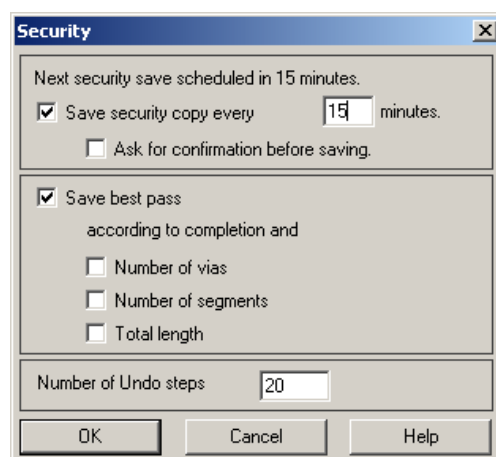


Рис. 1. Настройки безопасности автотрассировщика P.R.Editor XR.

сохранение не будет сделано во время ручной трассировки цепи или во время прохода автоматической разводки. Таймер резервного копирования продолжать работать во время автоматической трассировки. Если время, прошедшее с начала запуска прохода больше, чем заданное время резервного копирования, то сохранение будет выполнено сразу по окончании прохода. Таймер сбрасывается в ноль после загрузки нового проекта, при сохранении текущего проекта под своим или новым именем через меню команды меню File.

Опция Ask for confirmation before saving предписывает системе запрашивать подтверждение сохранения резервной копии (рис. 2). Если в ответ на запрос Take security copy now (сохранить резервную копию прямо сейчас) нажать кнопку No, то сохранение выполнено не будет, а таймеры обнулятся.

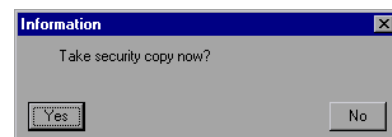


Рис. 2. Запрос на подтверждение резервного копирования.

В средней части окна Security настраиваются критерии определения наилучшего варианта трассировки. Включение опции Save best pass предписывает система сохранять наилучший вариант, который определяется по степени завершенности трассировки. Система также может использовать три дополнительных критерия: количество переходных отверстий (Number of Vias), число сегментов проводников (Number of segments) и суммарная длина проводников (Total length), которые включаются соответствующими опциями.

Общая логика работы системы следующая. Если степень завершенности трассировки увеличивается, то сохранение выполняется. Если степень завершенности останется неизменной, то рассматриваются вторичные критерии (если включены). Если они улучшаются, сохранение выполняется, в противном случае оно не выполняется. В зависимости от выбранных критериев, улучшением считается уменьшение числа переходных отверстий, меньшее число сегментов или сокращение общей длины дорожек. Расчеты количества переходных отверстий, число сегментов или общей длины дорожек проводятся по всей плате.

2. Убедимся, что все настройки выполнены как показано на рисунке 1 и нажатием кнопки ОК закроем окно Security.

При ручном сохранении проекта все файлы резервных копий, а также аварийные файлы автоматически удаляются. Относительно файлов лучшего варианта выдается запрос на их сохранение или удаление. При выборе решения сохранить файлы, все имеющиеся файлы с такими же именами перезаписываются автоматически без дополнительного предупреждения.

Остается добавить, что все файлы резервных копий и лучших проходов имеют имя текущего проекта и различаются расширениями. Перечень используемых расширений файлов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Расширения файлов резервного копирования.

	Файл данных размещения	Файл настроек размещения	Файл данных трассировки	Файл настроек трассировки	Файл отчета
Исходный файл	.fif	.pst	.rif	.set	.rep
Лучший вариант (Best Pass)	.pfb	.pst	.rib	.seb	.reb
Резервная копия (Security File)	.pfs	.pst	.ris	.ses	—
Аварийный файл (Crash File)	.pfr	.pst	.ric	.sec	—

В зависимости от набора сохраненных файлов при загрузке проекта могут возникнуть три различных ситуации:

— Имеются только исходные файлы данных. В данном случае, проект загружается обычным способом, который мы уже несколько раз наблюдали.

— В папке проекта существуют файлы лучшего прохода или резервной копии. В этом случае на экране появится диалоговое окно Restore (рис. 3), предлагающее выбрать нужный вариант проекта.

— В папке проекта существуют аварийные файлы. В этом случае на экране появится немного другое диалоговое окно Restore (рис. 4), предлагающее выбрать нужный вариант проекта.

Несколько слов необходимо сказать о блокировании проектных файлов. Если какой-либо RIF файл используется в настоящий момент программой P.R.Editor XR, то доступ к нему других пользователей блокируется. Блокировка осуществляется посредством создания файла с расширением .rlk в папке проекта ...\\pcb\\router\\. Аналогичным образом в папке проекта ...\\pcb\\ будет создан одноименный файл с расширением .flk, блокирующий доступ к FIF файлу, содержащему информацию о размещении компонентов.

При окончании работы с проектом или закрытии программы P.R.Editor XR эти файлы автоматически удаляются. Однако, при аварийном завершении работы они сохраняются и будут препятствовать повторной загрузке проекта. В этом случае блокирующие файлы нужно удалить вручную.

Не следует путать эти файлы с файлом с расширением .prgk из папки ...\\pcb\\, который сигнализирует о согласованности данных в RIF и FIF файлах. В случае отсутствия этого файла, проект в программу P.R.Editor XR не будет загружен вообще.

Настройка программы автотрассировки

Настройка программы автотрассировки выполняется в окне Routing Tool Options, с которым мы познакомились ранее при изучении ручной трассировки.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool.

2. В появившемся окне Routing Tool Options нажмем кнопку Standart.

Все настройки в данном окне будут приведены в состояние по умолчанию (рис. 5). При трассировке будут разрешены: добавление переходных отверстий (Vias Allowed) и каплевидных контактных площадок (Auto Teardrop), расталкивание препятствий (Push Aside), а также трассировка с нарушениями (Errors Allowed). Ширина проводников при трассировке будет установлена согласно значению параметра Necked, стиль трассировки будет ортогональным (Angle 90). Будет выполнено 10 проходов (Passes) и 10 попыток (Effort).

Прделаем небольшое упражнение.

3. В окне Routing Tool Options зададим количество проходов трассировки равным 1 и оставим включенной только одну опцию Vias Allowed (рис. 6).

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

5. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

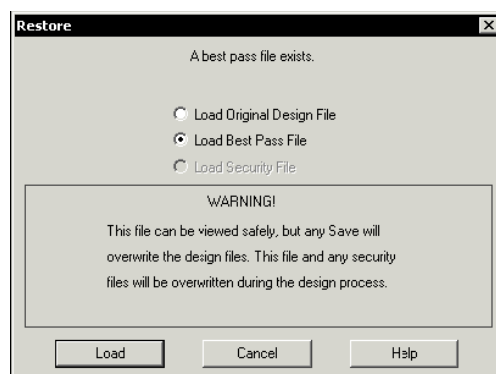


Рис. 3. Выбор варианта загрузки проекта при наличии файла лучшего прохода.

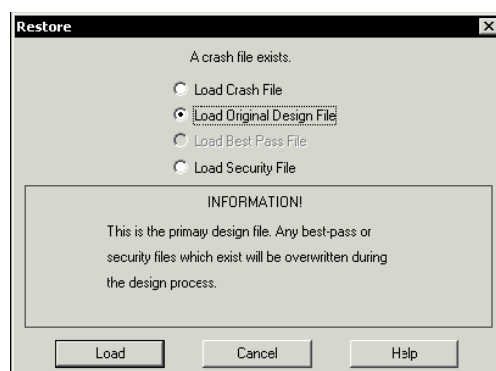


Рис. 4. Выбор варианта загрузки проекта при наличии аварийного файла.

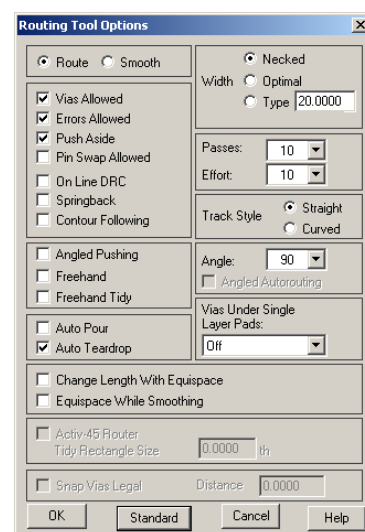


Рис. 5. Настройки автотрассировщика по умолчанию.

6. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

7. Наведем указатель мыши на любую из линий связи, обозначающий неразведенную цепь и выполним на ней щелчок левой кнопки мыши.

Программа запустит процедуру трассировки указанной цепи, а на экране появится окно, содержащее отчет о ходе ее выполнения. По завершению трассировки программа предложит нам сохранить или удалить этот отчет. Сейчас данный отчет для нас не интересен, поэтому нажмем кнопку Discard и откажемся от его сохранения. Чтобы в ходе данного занятия многократно не нажимать эту кнопку, соответствующим образом настроим генератор отчетов.

8. Выполним команду меню Configure | Utilities | Reports.

В появившемся окне Report Options выполним все настройки, как показано на рисунке 7, а именно: выключим опцию Screen, предписывающую системе выводить отчет на экран; включим опцию File, чтобы отчет выводился в файл, а также опцию Append, чтобы каждый новый отчет дописывался в существующий файл, а не поверх его (Overwrite).

9. Нажатием кнопки ОК сохраним сделанные установки и закроем окно.

Обратите внимание, система все еще будет находиться в режиме автотрассировки цепей целиком.

7. Снова наведем указатель мыши на любую из линий связи, обозначающий неразведенную цепь и выполним на ней щелчок левой кнопки мыши.

Программа автоматически оттрассирует указанную цепь, отчет при этом будет сохраняться в файл ...\\report\\Preditor1.rep.

8. Аналогичным образом разведем еще несколько цепей.

Теперь попробуем оттрассировать сразу несколько цепей в некоторой области платы.

9. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, зададим окно охвата вокруг некоторой области платы, где присутствует много неразведенных цепей, например, вокруг микросхем U33, U25 и U4.

Сразу после того, как мы отпустим левую кнопку мыши, программа трассировки начнет разводку цепи, попавшие в указанную область, в результате чего будет получена топология, похожая на ту, что изображена на рисунке 8.

Если процесс трассировки необходимо принудительно прервать, то следует нажать клавишу ESC и в появившемся окне Operation Suspended (рис. 9) на вопрос Resume current operation? (Продолжить текущую операцию?) нажатием кнопки No ответить "нет".

Только что выполненную трассировку можно отменить. Для этого необходимо выполнить команду меню Edit | Undo или нажать комбинацию горячих клавиш CTRL+Z.

Далее нам следует научиться удалять полученную трассировку.

10. Выполним команду меню Routing | Unroute или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

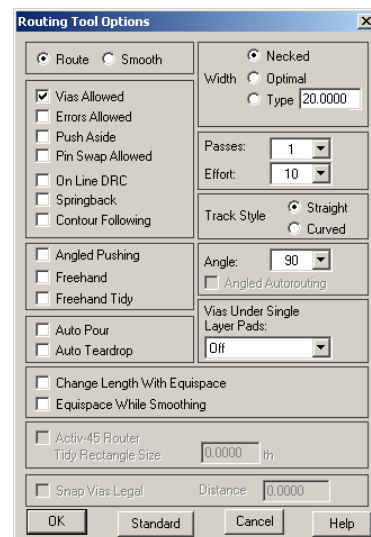


Рис. 6. Настройки для одного прохода трассировки с добавлением переходных отверстий.

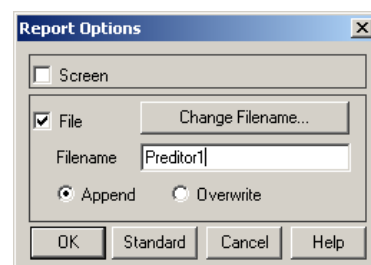


Рис. 7. Настройка генератора отчетов.

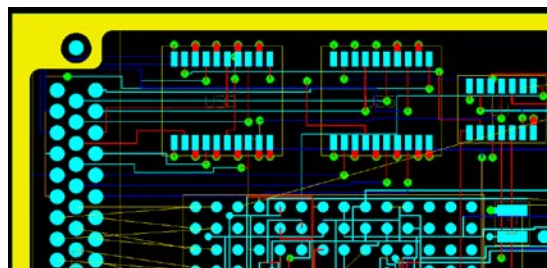


Рис. 8. Результат автоматической трассировки выделенной области.

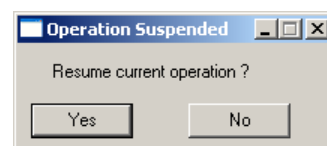


Рис. 9. Прерывание процесса автотрассировки.

11. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

12. Наведем указатель мыши на любой из сегментов ранее разведенной цепи и выполним на нем щелчок левой кнопки мыши.

Указанный сегмент будет удален, а вместо него на экране появится линия связи, сигнализирующая о разрыве в цепи.

13. Изменим режим выделения, для чего выполним команду меню Select | Mode | Node-To-Node или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

14. Снова наведем указатель мыши на любой из сегментов ранее разведенной цепи и выполним на нем щелчок левой кнопки мыши.

Теперь удален будет не только один сегмент, а весь участок цепи от вывода до вывода. Отменить трассировку всей цепи можно, изменив соответствующим образом режим выделения на Whole Net. Рекомендует проделать это в качестве самостоятельного упражнения.

Аналогично команде Autoroute, команда Unroute работает для выделенных областей платы.

15. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, зададим окно охвата вокруг некоторой разведенной области платы.

Трассировка всех незаблокированных цепей внутри указанной области будет отменена. Аналогичным образом можно отменить трассировку на всей плате. Для этого достаточно выполнить команду меню Select | All или нажать комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

Отметим, что команда меню Edit | Delete работает аналогично команде Unroute. При щелчке левой кнопкой мыши на проложенном проводнике, его сегменты удаляются, но сама цепь сохраняется. Изучить работу команды Delete в разных режимах выделения мы рекомендуем в качестве самостоятельного упражнения.

В завершение упражнения следует отметить еще один способ управления программой автотрассировки.

16. Выполним команду меню Configure | Routing | Tool Status.

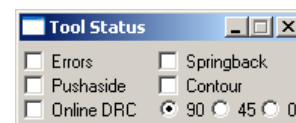


Рис. 10. Окно Tool Status.

На экране появится немодальное окно Tool Status (рис. 10). Настройки в этом окне дублируют некоторые настройки окна Routing Tool Options. Удобство в использовании окна Tool Status заключается в том, что его не нужно многократно открывать и закрывать. Например, чтобы включить режим проверки DRC "на лету", достаточно лишь включить соответствующую опцию Online DRC одним щелчком мыши.

Контроль топологии цепи

Для цепей, соединяющих три и более выводов, может быть важна последовательность соединения выводов, а также топология ветвления цепи. Программа P.R.Editor XR имеет возможность управлять трассировкой таких цепей посредством соответствующих атрибутов net_topology, задаваемых на уровне всей платы (Board), класса цепей (Net Class) и отдельных цепей (Net).

1. Выполним команду меню Configure | Attributes.

2. В появившемся окне Attributes в первом столбце в выпадающем списке выберем категорию Board Level.

3. Во втором столбце в выпадающем списке выберем атрибут net_topology.

Легко видеть, что пока этот атрибут на уровне всей платы не задан.

4. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке второго столбца напротив имени платы.

В ставшем активном поле Attribute Value будет присутствовать выпадающий список, содержащий следующие значения:

— free — произвольное соединение ветвей цепи (это значение используется по умолчанию в случаях, когда атрибут не задан вообще);

- Trpin — Т-образные соединения допускаются только на выводах компонентов;
- Trpinvia — Т-образные соединения допускаются только на выводах компонентов или переходных отверстиях;
- daisy — ветвление цепи не допускается, выводы должны быть соединены последовательно, последовательность соединения произвольная;
- ordered — ветвление цепи не допускается, выводы должны быть соединены последовательно, последовательность соединения строго заданная (задается в HS версии программы).

5. Выберем значение Trpinvia и нажмем кнопку Apply.

Теперь при автотрассировке проводников, ветвление цепей будет допускаться только на выводах компонентов или переходных отверстиях. Проверим, не было ли ранее в проекте сделано аналогичных установок для цепей и классов цепей.

6. В первом столбце в выпадающем списке выберем категорию Net Level.

7. Включим опции All Of Type (все объекты данного типа) и All Level (значения атрибутов на всех уровнях).

Легко видеть, что для ряда цепей топология ветвления ordered задана на уровне цепей или классов цепей, о чем сигнализирует красный значок перед значением атрибута (рис 11). Для других цепей топология ветвления была задана нами как Trpinvia на уровне платы только что, о чем сигнализирует синий значок. Как мы помним из предыдущего занятия, приоритет атрибутов, заданных на уровне цепей и классов цепей выше, чем у заданных для всей платы.

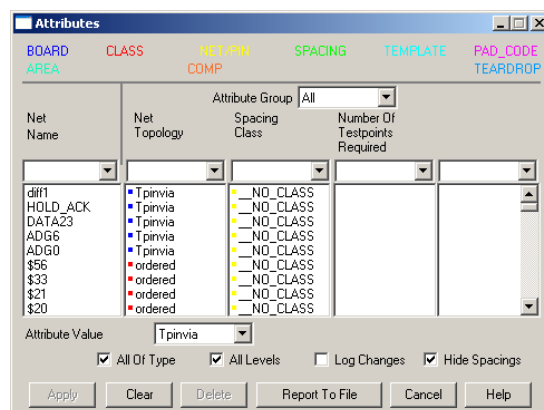


Рис. 11. Настройка атрибутов, определяющих топологию ветвления цепи.

Расталкивание дорожек в стороны

Если в окне Routing Tool Options включена опция Push Aside, то в процессе работы автотрассировщик может расталкивать проложенные ранее и незафиксированные проводники и переходные отверстия. Это помогает программе P.R.Editor XR находить пути для дорожек там, где прежде для этого не было возможности.

В общем случае трассировщик будет расталкивать только дорожки и переходные отверстия. Расталкивание выводов компонентов, самих компонентов, областей заливки полигонов, зафиксированных объектов во время трассировки невозможно. Напомним также, что средства размещения компонентов имеют собственную функцию расталкивания, которая используется для расталкивания компонентов при их размещении.

Проделаем небольшое упражнение.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Tool Status и в появившемся окне Tool Status включим опцию Pushaside.

2. Выполним команду меню Routing | Unroute или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

2. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

4. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, зададим окно охвата вокруг левой нижней четверти печатной платы.

Сразу после того, как мы отпустим левую кнопку мыши, программа трассировки начнет разводить цепи, попавшие в указанную область. В это время мы можем наблюдать, как программа сдвигает немного в сторону только что проложенные проводники, чтобы проложить другие.

В общем случае, при использовании опции Push Aside результаты разводки улучшаются. Вместе с тем, пусть незначительно, но увеличивается время трассировки, а также появляется риск, что конфигурация ранее проложенных и незафиксированных проводников может слегка измениться.

Функция обтекания контура (Contour Following)

Алгоритм автотрассировки в P.R.Editor XR является бессеточным и в своей работе использует метод прямоугольников. Метод достаточно хорошо описан в литературе, но если говорить кратко, суть его заключается в следующем: все свободное пространство печатной платы разбивается на прямоугольники, касающиеся стороны которых программа использует для поиска возможного пути трассировки. Как только такой путь найден, программа прокладывает проводники с использованием сетки трассировки и правил проектирования. В общем случае, путь трассировки прокладывается по центру прямоугольников разбиения, этим достигается максимально возможный зазор между проложенными проводниками.

В случае высокоплотной платы бывает полезно прокладывать проводники максимально близко к уже имеющимся препятствиям (проводникам, областям заливки, переходным отверстиям, контактными площадкам), чтобы оставить больше свободного места для последующей трассировки. Программа P.R.Editor XR имеет функцию Contour Following (огибание контура), при включении которой найденный путь трассировки будет прокладываться ближе к краям прямоугольников разбиения. При этом проводники будут иметь большее количество изгибов и переходных отверстий (рис. 12), что легко исправляется последующей процедурой сглаживания.

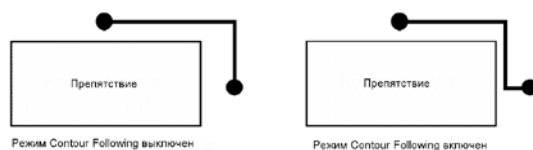


Рис. 12. Работа функции Contour Following.

Прделаем небольшое упражнение.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool.

2. В появившемся окне Routing Tool Options включим опцию Contour Following.

3. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

4. Выполним команду меню Routing | Unroute или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

5. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

6. Наведем указатель мыши на ранее проложенную на плате цепь и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Проводники указанной цепи будут удалены.

7. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

8. Наведем указатель мыши линию связи только что удаленной цепи.

Система начнет трассировать указанную цепь в режиме обтекания контура. Обратите внимание, как будут прокладываться сегменты проводников.

9. Выполним команду меню Edit | Undo или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+Z.

10. Выполним команду меню **Configure | Routing | Tool Status** и в появившемся окне **Tool Status** выключим опцию **Contour**.

12. Выполним команду меню **Routing | Autoroute** или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

13. Наведем указатель мыши линию связи только что удаленной цепи.

Система снова начнет трассировать указанную цепь. Обратите внимание, как теперь будут прокладываться сегменты проводников.

Задание количества попыток трассировки (Effort)

Параметр **Effort** (количество попыток трассировки) из настроек программы трассировки, указывает ей, насколько упорно автотрассировщик должен пытаться развести связь или цепь до отказа от попытки и перехода к следующей. Допустимые значения параметра лежат в диапазоне от 1 (слабые усилия) до 10 (высокие усилия). Обычно, выбор значения параметра **Effort** является компромиссом между тем, как много времени мы хотим потратить на трассировку, и тем, насколько полными мы хотим видеть результаты разводки. Быстрый результат предполагает меньший процент завершенности трассировки.

Обычное для любой автоматической разводки значение параметра **Effort** по умолчанию указывается равным 10. Пользователь может задать меньшее значение количества попыток, но он должен понимать, что в этом случае разводка, возможно, не будет завершена на все 100 процентов. В некоторых методах разводки предполагается сначала несколько проходов автотрассировки с малым количеством попыток, а затем проходы с большим количеством попыток. Это может быть очень полезно для сложных задач разводки.

Прделаем небольшое упражнение и посмотрим как настройка параметра **Effort** влияет на результаты трассировки.

1. Выполним команду меню **Configure | Routing | Routing Tool**.

2. В появившемся окне **Routing Tool Options** в выпадающем списке **Effort** выберем значение 1 и нажмем кнопку **OK**.

3. Выполним команду меню **View | Frame** или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

4. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемами U15, U19 и U39.

5. Выполним команду меню **Routing | Autoroute** или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

6. Последовательно оттрассируем цепи, начинающиеся на выводах 13, 14 и 15 микросхемы U19.

Программа относительно легко справится с этой задачей.

7. Попробуем теперь оттрассировать цепи, начинающиеся на выводах 3, 6 и 7 микросхемы U19.

Система не сможет проложить проводники, так как ранее проложенные сегменты проводников являются препятствием для прокладки последующих, а заданное значение количества попыток (1) не позволяет программе повторно пытаться проложить трассы.

8. Выполним команду меню **Configure | Routing | Routing Tool**.

9. В появившемся окне **Routing Tool Options** в выпадающем списке **Effort** выберем значение 10 и нажмем кнопку **OK**.

10. Выполним команду меню **Routing | Autoroute** или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

11. Снова попробуем оттрассировать цепи, начинающиеся на выводах 3, 6 и 7 микросхемы U19.

Теперь программа без труда справится с этой задачей.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

12. Выполним команду меню File | Exit.

13. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы продолжим изучение различных приемов и настроек автоматической трассировки.

Урок 19. Трассировщик P.R.Editor XR. Основы управления автоматической разводкой.

Продолжение.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились запускать программу автотрассировки, выбирать цепи или области платы для трассировки, отменять выполненную разводку, а также изучили ряд опций трассировщика: Push aside, Contour following и Effort. Сегодня мы продолжим рассмотрение основ работы автотрассировщика. Прежде всего, мы разберемся, что такое режим трассировки с ошибками и зачем он нужен. Далее мы научимся правильно использовать функции блокировки проводников, изменения их ширины, управлять сетками и приоритетным направлением на слоях.

Для работы нам потребуется специальный пример Preditor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Preditor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

Режим трассировки с ошибками

Прежде чем приступить к трассировке топологии, изменим ряд настроек программы.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

2. В появившемся окне Routing Tool Options сделаем настройки, как показано на рисунке 1, а именно: разрешим добавление переходных отверстий (Vias Allowed) и трассировку с нарушениями (Errors Allowed). Ширина проводников при трассировке будет установлена согласно значению параметра Necked, стиль трассировки будет ортогональным (Angle 90). Будет выполнено: 1 проход (Passes) и 10 попыток (Effort).

3. Нажмем кнопку OK и закроем окно.

Как мы помним, файлы, загружаемые в программу P.R.Editor XR, помимо проектных данных включают дополнительную информацию о правилах проектирования — технологических ограничениях, делающих плату работоспособной и пригодной к производству. Поиск компромиссного варианта размещения проводников, удовлетворяющего имеющемуся набору правил и есть процесс трассировки.

Может показаться, что получить качественную топологию, удовлетворяющую всем требованиям, можно только в случае безошибочной трассировки от начала и до конца. На практике при многопроходной трассировке оказывается быстрее и продуктивнее разрешить программе допускать

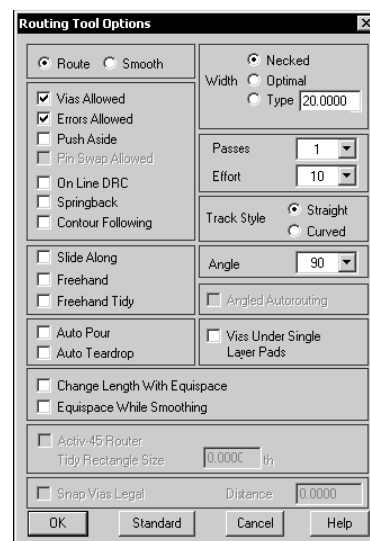


Рис. 1. Настройки автотрассировщика.

нарушения на начальных проходах и исправлять их по мере завершения процесса. Более того, для правильной работы многопроходного алгоритма автотрассировки возможность делать ошибки просто необходима.

Таким образом, при включенной опции Errors Allowed полученная в результате трассировки топология будет содержать электрические ошибки — замыкания проводников. Все объекты, ставшие участниками подобных нарушений (переходные отверстия, контактные площадки, сегменты проводников), для привлечения внимания пользователя будут подсвечены специальным цветом. Общая информация о количестве нарушений в проекте также будет содержаться в завершающем отчете.

4. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

5. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемой U19.

6. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

7. Наведем указатель мыши на вывод 6 микросхемы U19, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх.

Так как ранее мы разрешили ошибки трассировки, то программа спокойно проложит проводник на верхнем слое платы поверх расположенных на этом слое контактных площадок той же микросхемы.

8. Нажмем клавишу ESC и прервем трассировку.

9. Выполним команду меню Configure | Routing | Tool Status.

10. В появившемся окне Tool Status выключим опцию Errors.

Как мы помним, настройки в этом окне дублируют некоторые настройки окна Routing Tool Options.

11. Снова наведем указатель мыши на вывод 6 микросхемы U19, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх.

Теперь, когда ошибки запрещены, программа позволит провести проводник только до контактных площадок и прекратит его прокладку на расстоянии, оговоренном в правиле, устанавливающем зазор между соответствующими цепями. Так как принцип действия программы трассировки в ручном и автоматическом режиме одинаков, показанный пример демонстрирует, как система будет себя вести в процессе автотрассировки платы.

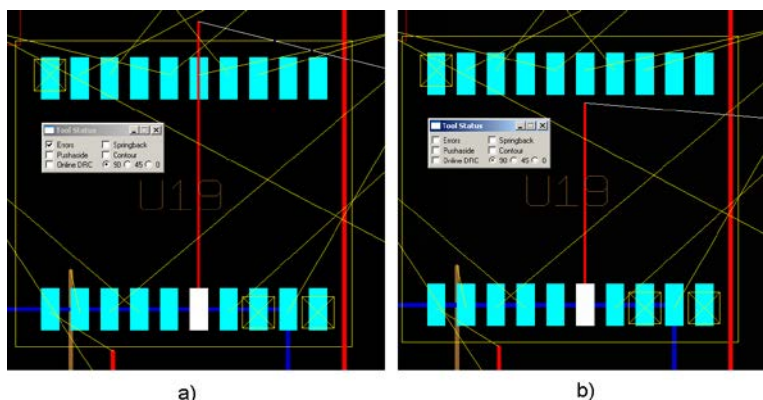


Рис. 2. Ручная трассировка в режиме разрешения а) и запрещения б) ошибок.

Блокировка объектов топологии

Пользователь имеет возможность указать программе, какие из элементов топологии можно изменять в процессе трассировки, а какие нет. Помимо знакомых нам команд блокировки Fix и Unfix, в программе P.R.Editor XR понятие частично заблокированных объектов. Если мы посмотрим раздел меню Edit, то мы увидим команду Unfixed to Semi-fixed, которая задает для выделенных объектов такой режим, при котором автотрассировщику предписывается максимально воздерживаться от изменения указанных проводников и только в крайних случаях вносить изменения в их конфигурацию. Если же ранее проложенные проводники нельзя изменять ни при каких условиях, то необходимо воспользоваться командой Fix и полностью заблокировать объекты.

Для удобства пользователь имеет возможность настроить специальный цвет для отображения заблокированных проводников. Прделаем небольшое упражнение.

1. Выполним команду меню View | Appearance, нажмем кнопку (button04) на панели инструментов или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+N.

2. В появившемся диалоговом окне Appearance выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке +, расположенном слева от категории Track Items на закладке Electrical.

Категория раскроется и в списке появятся 5 строк, соответствующих разным подкатегориям объектов.

3. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на названии подкатегории Track (fixed). Вся строка окажется выделенной, а изменение цвета затронет все слои.

4. Нажмем кнопку Change Color Of Selection и в появившемся окне Choose Color с помощью мыши выберем серый цвет.

Новая настройка цвета тут же отобразится в выделенной строке в окне Appearance.

5. Нажмем кнопку Close и закроем окно Choose Color.

6. В диалоговом окне Appearance нажмем кнопку Apply, чтобы передать сделанные изменения в проект, и нажатием кнопки OK закроем окно.

Обратите внимание, что часть проводников в центре платы в районе микросхем U13, U23 и U32 изменили свой цвет на серый. Для нас это сигнал, что данные проводники заблокированы от изменения в процессе автотрассировки.

7. Выполним команду меню Select | Named Signal.

8. В появившемся диалоговом окне Select Named Signal (рис. 4) в списке Select From Net List выберем какую-нибудь цепь, например, \$15 и нажмем кнопку OK.

9. Выполним команду меню View | Frame Selection.

Программа изменит вид таким образом, чтобы выбранная цепь отображалась оптимальным образом. Сейчас она подсвечена белым цветом — цветом выделения.

10. Выполним команду меню Edit | Fix или нажмем кнопку (button05) на панели инструментов.

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши в любом пустом месте топологии, чтобы сбросить выделение.

Легко видеть, что проводники этой цепи тоже стали отображаться серым цветом. Остается добавить, что аналогичным образом можно настроить цвет для отображения частично заблокированных объектов (в окне Appearance категория Track (semifixed)).

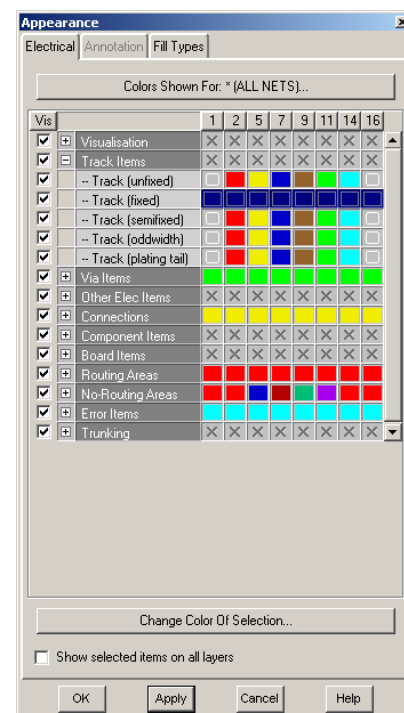


Рис. 3. Диалоговое окно настройки цвета объектов.

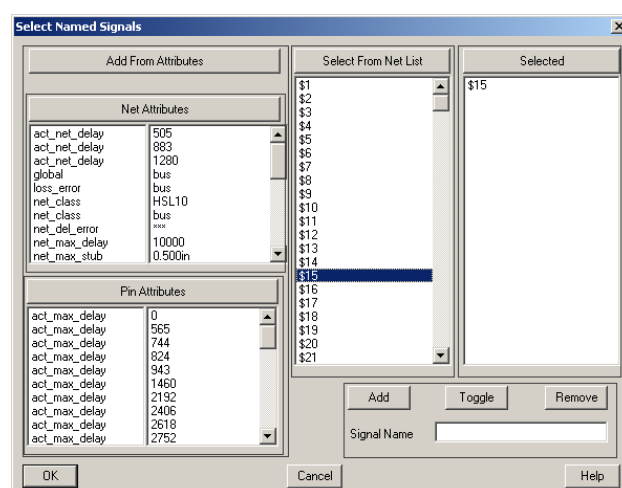


Рис. 4. Выбор цепи по имени.

Изменение ширины проводников

Как мы уже знаем, ширина проводников при автотрассировке имеет три варианта значений, задаваемых в окне Routing Tool Options в поле Width. Конкретные значения Necked (зауженное) и Optimal (оптимальное) для каждой цепи в программу P.R.Editor XR передаются из системы

CADSTRAR, где задаются в диалоговом окне Assignments. Можно также принудительно задать определенную ширину проводников в поле Typed, но при этом вводимое значение должно лежать в допустимых пределах, которые также были заданы в головной системе проектирования.

Ширина может быть изменена и для уже проложенных проводников.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась группа проводников, отходящая от нижнего ряда контактных площадок микросхемы U42.

4. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

5. В появившемся окне Routing Tool Options запретим трассировку с нарушениями (выключим опцию Errors Allowed), зададим ширину проводников как Typed равную 40 mils, и нажатием кнопки ОК закроем окно.

6. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

Система перейдет в режим выделения.

7. С помощью мыши зададим окно охвата, как показано на рисунке 5а.

8. Выполним команду меню Routing | Change Routing Width или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+W.

Ничего не произойдет, так как попытка изменить ширину выделенных проводников приводит к нарушениям зазоров между цепями, что система не допускает.

9. Снова выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

Обратите внимание, что несмотря на то, что мы вводили значение параметра Typed равное 40 mils, сейчас в окне Routing Tool Options параметр Typed имеет значение 20 mils. Это объясняется тем, что сейчас в окне отображается наименьшее из максимально допустимых значений ширины для всех выделенных цепей.

10. В окне Routing Tool Options разрешим трассировку с нарушениями (включим опцию Errors Allowed), снова зададим ширину проводников как Typed равную 40 mils, и нажатием кнопки ОК закроем окно.

11. Выполним команду меню Routing | Change Routing Width или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+W.

Теперь ширина выделенных сегментов проводников изменится, как показано на рисунке 5b. Обратите внимание, что большинство из них будут иметь ширину 20 mils, и лишь крайние расширятся до 40 mils, так как для этих цепей верхняя граница диапазона ширин в системе CADSTAR был задан именно в указанных пределах. Таким образом, можно сделать следующий вывод: функция трассировки с нарушениями позволяет игнорировать такие правила проектирования как зазоры, но не дает возможности выходить за пределы заданного диапазона ширин проводников, верхнюю и нижнюю границы которого можно задать только в системе проектирования CADSTAR.

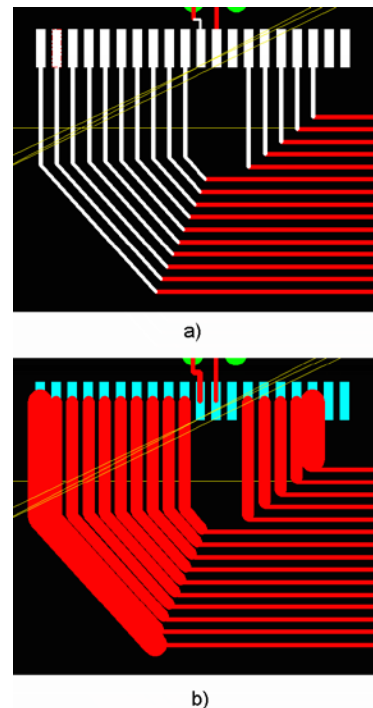


Рис. 5. Пример автоматического изменения ширины проводников.

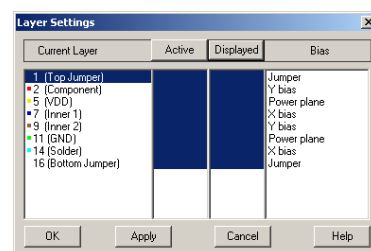


Рис. 6. Настройки слоев.

Управление слоями

Ранее при ручной трассировке мы уже пользовались функцией переключения слоев. Самый простой способ смены текущего слоя — это горячие клавиши F5 (вверх по списку) и F6 (вниз по списку). Сам список электрических слоев вызывается командой меню Layer.

1. Выполним команду меню Layer.

В появившемся на экране окне Layer Setting (рис. 6) текущий слой подсвечивается синим фоном в списке Current Layer. Напротив каждого слоя стоит цветной значок, показывающий цвет заданный в окне Appearance для подкатегории Unfixed Tracks.

Две следующих колонки показывают статус слоев Active (активный) и Displayed (отображаемый). Активными называются те слои, на которых разрешается выполнение трассировки, отображаемыми — слои, содержимое которых показано на экране. Статус того или иного слоя задается щелчком левой кнопкой мыши в соответствующей колонке. Текущий слой должен быть всегда активным и отображаемым. Любой активный слой должен быть отображаемым, но не наоборот: из многих отображаемых на экране слоев лишь некоторые могут быть активными. Нажатие на заголовок колонки автоматически выбирает все слои.

Четвертая колонка Bias показывает тип слоя и приоритетное направление на нем. Тип слоя здесь изменить нельзя, он меняется в диалоговом окне Layer Stack Designer, вызываемом командой меню Configure | Layer Stack. Но для обычных сигнальных слоев здесь можно изменить приоритетное направление, щелчок левой кнопкой мыши перебирает последовательно четыре возможных варианта: X bias (горизонтальное), Y bias (вертикальное), Unbiased (произвольное) и Anti-track (трассировка нежелательна).

2. В качестве самостоятельного упражнения попробуйте изменить различные настройки в окне Layer Setting, после чего нажатием кнопки Cancel закройте его без сохранения сделанных изменений.

Существует еще один способ управления слоями проекта. Приоритетный слой трассировки для конкретной цепи или класса цепей можно задать посредством атрибута net_layer. Прделаем небольшое упражнение.

3. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов, после чего зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображался левый верхний угол платы с микросхемами U33 и U25, а также верхняя часть разъема MP1.

4. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

5. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на выводе 11 микросхемы U33.

6. Выполним команду меню Configure | Attributes.

7. В появившемся окне Attributes в выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Net Level.

В списке Net Name отобразится имя цепи A4, к которой принадлежит выделенная нами контактная площадка.

8. В выпадающем списке, расположенном в верхней части второго столбца, выберем параметр net_layer.

Сейчас значение в столбце Net Layer напротив данной цепи пустое. Это означает, что пока для данной цепи приоритетный слой не задавался.

9. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на этой пустой ячейке.

10. В ставшем активном поле Attribute Value введем номер слоя 2 (Component), нажмем кнопку Apply (рис. 7).

11. Нажатием кнопки Cancel закроем окно.

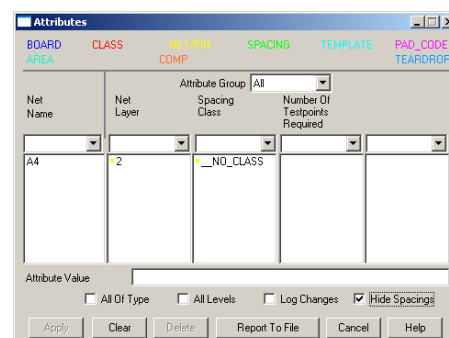


Рис. 7. Задание приоритетного слоя для конкретной цепи.

12. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Программа оттрассирует указанную цепь на слое Component (рис. 8a).

13. выполним команду меню Undo или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+Z.

Только что проложенная цепь исчезнет.

14. Убедимся, что нужная нам цепь все еще выделена и снова выполним команду меню Configure | Attributes.

15. Как и ранее, добьемся, чтобы для цепи A4 отображался параметр net_layer.

16. Изменим значение номер слоя на 7 (Inner 1) и нажмем кнопку Apply (рис. 7).

17. Нажатием кнопки Cancel закроем окно.

18. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Программа создаст короткий стрингер на верхнем слое платы, а оставшуюся часть цепи оттрассирует на слое Inner 1 (рис. 8b). Таким образом, описанная методика позволяет указать, на каких слоях трассировать те или иные цепи (классы цепей), что бывает чрезвычайно полезно при разводке плат с SMD компонентами, где желательно минимально использовать наружные слои платы.

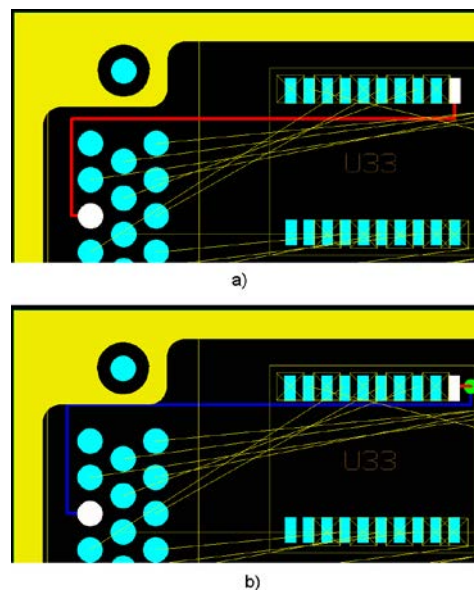


Рис. 8. Трассировка цепи при различных настройках приоритетного слоя.

Навигация в проекте

Программа P.R.Editor XR имеет весьма удобные функции навигации и поиска различных объектов в проекте. Все эти функции сгруппированы на панели инструментов Locate в разделе меню команд Edit | Locate. Следует помнить, что эти функции позволяют найти нужные объекты, только если они являются отображаемыми в данный момент. Некоторые из функций вызывают дополнительное диалоговое окно для ввода параметров поиска.

— Locate Pins — поиск вывода компонента. Функция управляется диалоговым окном для ввода имени компонента, названия вывода или значения его атрибута.

— Locate Connections — поиск линии связи. Функция находит связи, которые еще не оттрассированы.

— Locate Errors — поиск меток ошибок. Функция выполняет поиск и последовательный перебор меток ошибок, обнаруженных в ходе проверки DRC. Коды ошибок приведены в справочной системе.

— Locate Wrong Way Tracks — поиск сегментов цепей, которые проложены вопреки настройкам приоритетных направлений на слоях.

— Locate Unrouted Pins — поиск неразведенных выводов компонентов.

— Locate Missing Teardrop — поиск контактных площадок или переходных отверстий не каплевидной формы.

— Locate Wrong Exit Direction — поиск стрингеров, проложенных от контактных площадок в направлении отличном от заданного атрибутом Pin Exit Direction.

attribute definitions.

— Locate Unroutable Pins — поиск выводов компонентов, трассировка которых невозможно по тем или иным причинам.

— Locate Off-grid Tracks — поиск сегментов проводников, расположенных вне сетки трассировки.

— Locate Off-grid Pins — поиск выводов или контактных площадок, размещенных вне соответствующей сетки.

— Locate Off-grid Vias — поиск переходных отверстий, размещенных вне соответствующей сетки.

— Locate Untestable Nets — поиск цепей, не имеющих подходящих контактных площадок и переходных отверстий, которые могли бы использоваться в качестве тестовых точек. К таким цепям тестовые точки должны быть добавлены принудительно.

— Locate Position — переход в точку с заданными X и Y координатами.

— Locate Hanging Items — поиск не присоединенных сегментов цепей.

Все функции при отображении указанных объектов автоматически изменяют масштаб, располагают их в центре экрана и подсвечивают. Щелчок левой кнопки мыши запускает поиск следующего объекта.

Несколько слов необходимо сказать о весовых коэффициентах, которые управляют процессом трассировки.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Costs.

На экране появится диалоговое окно Costs (рис. 9). Легко видеть, что здесь имеются три группы параметров, относящихся к размещению проводников на слоях, переходных отверстий, а также ошибок трассировки. Все параметры могут изменяться в диапазоне от 0 до 100 и имеют рекомендуемые значения по умолчанию. В общем случае от пользователя не требуется менять здесь какие-либо настройки, но для опытного пользователя подобная возможность может быть очень полезна. Например, здесь можно задать очень высокую стоимость добавления на плату переходного отверстия и программа будет пытаться трассировать топологию с минимальным использованием межслойных переходов. Если задать значение параметра Wrong Way Factor большим 10, то система будет максимально придерживаться настроек приоритетных направлений на слоях.

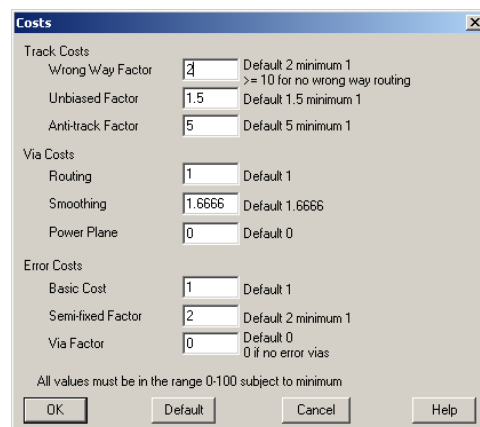


Рис. 9. Задание весовых коэффициентов.

Управление зазорами

Программа P.R. Editor XR имеет гибкую систему задания зазоров между объектами разных и одинаковых цепей: проводниками, контактными площадками, переходными отверстиями и т.д. В общем случае зазоры задаются специальными атрибутами, которые могут иметь различный уровень иерархии.

Атрибуты бывают двух типов:

— self_xxx_xxx — задают зазоры между объектами одной цепи;

— space_xxx_xxx — задают зазоры между объектами разных цепей.

Здесь вместо символов xxx используется трехбуквенный код типа объектов: любые (any), проводники (trk), контактные площадки (pin), переходные отверстия (via), SMD контактные площадки (smd), контур платы (prf), области металлизации (cop). Так как в каждом атрибуте используются два кода, то такая система позволяет охватить все возможные комбинации объектов (рис.10). Проверим, какие зазоры заданы в нашем проекте.

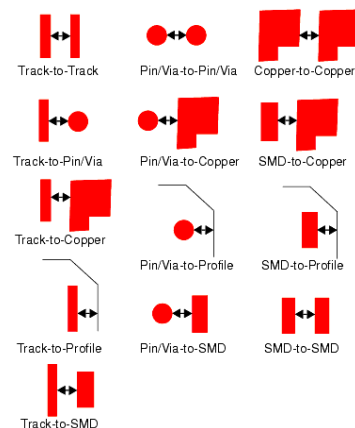


Рис. 10. Комбинации объектов для задания зазоров.

1. Выполним команду меню Configure | Attributes.

2. В появившемся окне Attributes в выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Net Class Level.

В столбце Net_Class Name отобразится список всех присутствующих в проекте классов цепей.

3. Включим опции All Of Type (все объекты данной категории) и All Levels (все уровни).

4. Выключим опцию Hide Spacing (скрывать атрибуты, описывающие зазоры).

5. В выпадающем списке, расположенном в верхней части второго столбца, выберем параметр space_any_any.
6. В выпадающем списке, расположенном в верхней части третьего столбца, выберем параметр space_trk_trk.
7. В выпадающем списке, расположенном в верхней части четвертого столбца, выберем параметр space_trk_via.

Окно Attributes примет вид, показанный на рисунке 11. Легко видеть, что минимальные допустимые зазоры между проводниками, а также проводниками и переходными отверстиями разных цепей равны 12 mils. Синий значок перед каждым значением сигнализирует о том, что данные значения заданы на уровне всей платы. Пустой столбец Spacing Any-Any говорит о том, что общее значение между любыми объектами на плате не задавалось.

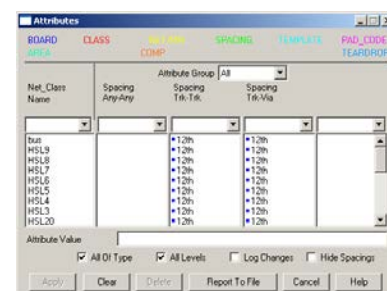


Рис. 11. Просмотр атрибутов, описывающих зазоры.

Изменять настройки зазоров можно и в окне Attributes, но это не очень удобно. Программа P.R.Editor XR предлагает другой более наглядный способ задания зазоров.

8. Нажмем кнопку Cancel и закроем окно Attributes.
9. Выполним команду меню Configure | Spacing.

На экране появится окно Spacing Rules (рис.12). Здесь имеются две закладки, первая из которых Net-Net служит для задания зазоров между объектами разных цепей, а вторая Same Net задает зазоры между объектами одной цепи. На каждой из закладок имеются текстовые поля и матрицы задания атрибутов, а также выпадающие списки для задания уровня иерархии и слоя.

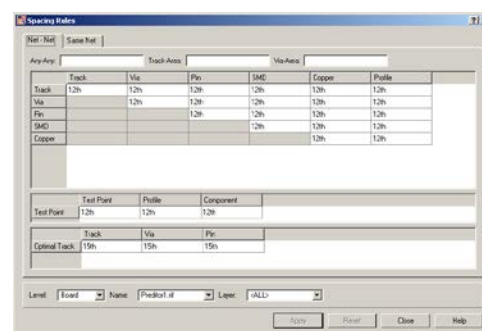


Рис. 12. Задание зазоров между объектами топологии.

Если мы внимательно посмотрим на значения зазоров, приведенные на закладке Net-Net, то поймем, что часть из этих параметров мы уже видели в окне Attributes (рис. 11). Например, поле Any-Any пустое, то есть зазоры между любыми объектами не заданы. Минимальный зазор между проводниками на уровне платы задан 12 mils. Зазор между проводниками и переходными отверстиями, а зазоры для любых других комбинаций объектов также равны 12 mils.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке матрицы, находящейся на пересечении строки Track и столбца Track.

На экране появится окно Rule Dimension (рис. 13), в котором для всех слоев (строка <default>) задано значение зазора 12 mils. Легко догадаться, что разные значения зазоров можно задать для различных слоев платы.

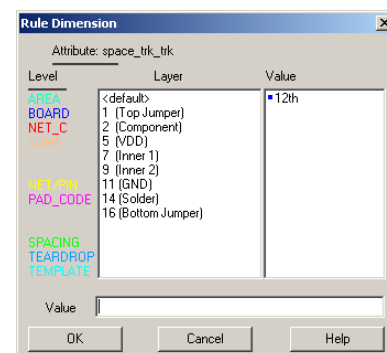


Рис. 13. Задание зазоров на слоях.

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на строке слоя 2 (Component).
12. В поле Value введем минимальное значение зазора на этом слое 20 mils и нажмем клавишу Enter. Новое значение появится в соответствующей строке.
13. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на строке слоя 14 (Solder).
14. В поле Value введем минимальное значение зазора на этом слое 30 mils и нажмем клавишу Enter. Новое значение появится в соответствующей строке.
15. Нажмем кнопку OK и закроем окно Rule Dimension.

Обратите внимание, что теперь в ячейке Track-Track будет присутствовать не одно значение, а строка "12th, (2)20th, (14)30th", смысл которой очевиден: для слоя 2 зазор задан 20 mils, для слоя 14 — 30 mils, для всех остальных слоев — 12 mils. Такой вид записи определяется тем, что сейчас в окне

отображаются настройки для всех слоев без исключения, о свидетельствует значение <ALL> в выпадающем списке Layer в нижней части окна.

16. В окне Spacing Rules нажмем кнопку Apply.

17. В выпадающем списке Layer выберем слой 7 (Inner 1).

Как следует из матрицы, сейчас все зазоры для данного слоя равны 12 mils.

18. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке матрицы, находящейся на пересечении строки Via и столбца Via.

Так как сейчас мы находимся в режиме редактирования значений для одного слоя, окно Rule Dimension не откроется, а ячейка превратится в обычное поле ввода.

19. Введем значение зазора 10 и нажмем клавишу Enter.

Новое значение будет записано в матрицу.

20. В окне Spacing Rules нажмем кнопку Apply.

21. В выпадающем списке Layer выберем строку <ALL>.

Содержимое матрицы обновится, и теперь в ячейке Via-Via будет присутствовать строка "12th, (7)10th", смысл которой понятен.

Все значения зазоров, которые мы сейчас задавали, были заданы для уровня Board, о свидетельствует значение Board в выпадающем списке Level в нижней части окна.

22. В выпадающем списке Level выберем строку Class.

23. В выпадающем списке Name выберем класс цепей bus.

Содержимое матрицы сообщает нам о том, что специальных зазоров для данного класса цепей задано не было, а все имеющиеся значения заданы на уровне платы (Board).

24. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на ячейке матрицы, находящейся на пересечении строки Track и столбца Via.

На экране появится окно Rule Dimension, в котором для всех слоев (строка <default>) задано значение зазора 12 mils.

25. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на строке слоя 2 (Component).

26. В поле Value введем минимальное значение зазора на этом слое 11 mils и нажмем клавишу Enter.

Новое значение появится в соответствующей строке. Так как оно задавалось на уровне класса цепей, то перед значением будет стоять красный значок.

27. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Rule Dimension.

Содержимое матрицы обновится, и теперь в ячейке Track-Via будет присутствовать строка "(7)11th". Кроме того, в отличие от других ячеек здесь будет отсутствовать комментарий (Board), что говорит о том, что правило задавалось на текущем уровне (уровне классов цепей) и имеет более высокий приоритет.

28. В окне Spacing Rules нажмем кнопку Apply, после чего нажатием кнопки Close закроем окно.

Посмотрим, как заданные нами зазоры будут отображаться в окне Attributes.

29. Выполним команду меню Configure | Attributes.

30. В появившемся окне Attributes в выпадающем списке, расположенном в верхней части первого столбца, выберем категорию атрибутов Net Class Level.

31. Включим опции All Of Type (все объекты данной категории) и All Levels (все уровни).

В столбце Net_Class Name отобразится список всех присутствующих в проекте классов цепей.

32. Выключим опцию Hide Spacing (скрывать атрибуты, описывающие зазоры).

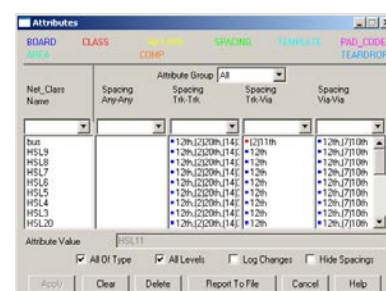


Рис. 14. Новые значения атрибутов, описывающих зазоры.

33. В выпадающем списке, расположенном в верхней части пятого столбца, выберем параметр `space_via_via`.

После всех проделанных нами манипуляций окно Attributes примет вид, показанный на рисунке 14. Легко видеть, что для класса цепей bus приоритетным является правило, определяющее зазор 11 mils между проводниками и переходными отверстиями на слое 2 (красный значок). Для всех остальных классов цепей зазоры задавались на уровне платы (синий значок) и при этом они имеют разные значения разных слоев. Разумеется, изменить настройки атрибутов можно и здесь, но мы этого делать не будем.

34. Нажмем кнопку Cancel и закроем окно Attributes.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем запустить несколько сеансов ручной, полуавтоматической и автоматической трассировки, чтобы убедиться, что сделанные нами настройки зазоров работают должным образом.

Для визуальной оценки зазоров можно воспользоваться очень полезной функцией программы P.R.Editor XR.

35. Выполним команду меню View | Display Properties.

36. В появившемся на экране диалоговом окне Display Properties (рис. 15) в поле Routing в выпадающем списке Clearance Display Factor выберем значение 2.

37. Нажмем кнопку Apply, после чего нажатием кнопки OK закроем окно.

Теперь при ручной трассировке при приближении проводника к препятствию на расстояние, вдвое превышающее заданный зазор, вокруг препятствия будет отображаться запрещенная зона. Как легко догадаться, параметр Clearance Display Factor задает множитель, с помощью которого на основании заданного зазора рассчитывается критическое расстояние до препятствия.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

38. Выполним команду меню File | Exit.

39. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы научимся выполнять проверки DRC и анализировать полученные отчеты.

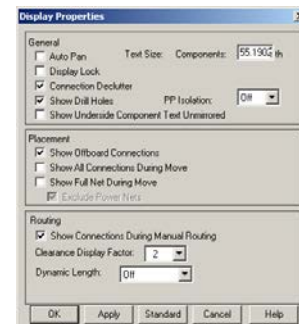


Рис. 15. Настройка отображения зазоров.

Урок 20. Трассировщик P.R.Editor XR. Выполнение проверок и генерация отчетов.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились трассировать плату в автоматическом режиме. Сам принцип многопроходной автотрассировки предполагает наличие ошибок на начальных проходах с последующим их исправлением. В случаях очень сложных плат велика вероятность, что программа не сможет устранить все нарушения, поэтому после завершения процесса автотрассировки рекомендуется выполнять проверку правил проектирования (DRC, Design Rule Check). На данном занятии мы научимся выполнять такую проверку, исправлять найденные ошибки, а также формировать итоговый отчет.

Для работы нам потребуется специальный пример Predictor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Predictor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку ОК.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

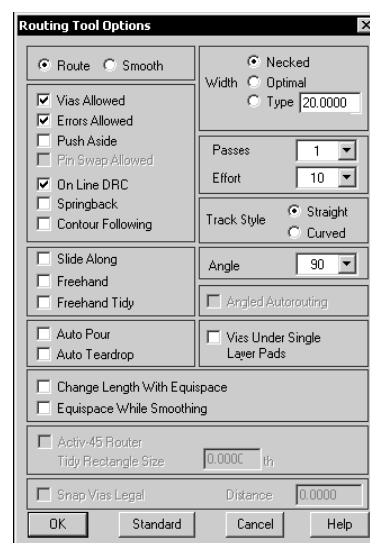


Рис. 1. Настройки автотрассировщика.

Проверка ошибок трассировки

Прежде чем приступать к трассировке топологии, изменим ряд настроек программы.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

2. В появившемся окне Routing Tool Options сделаем настройки, как показано на рисунке 1, а именно: разрешим добавление переходных отверстий (Vias Allowed) и трассировку с нарушениями (Errors Allowed), и главное, включим проверку DRC "на лету" (On Line DRC). Ширина проводников при трассировке будет установлена согласно значению параметра Necked, стиль трассировки будет ортогональным (Angle 90). Будет выполнено: 1 проход (Passes) и 10 попыток (Effort).

3. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

Как мы помним, файлы, загружаемые в программу P.R.Editor XR, помимо проектных данных включают дополнительную информацию о правилах

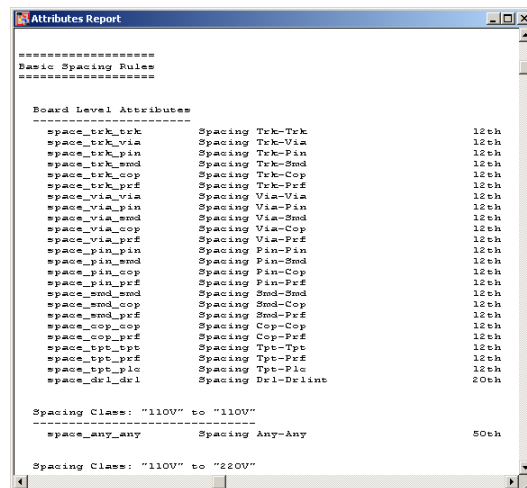


Рис. 2. Отчет о настройках атрибутов.

проектирования, которая описана в виде атрибутов. Перед началом работы с топологией рекомендуется сформировать специальный отчет, в котором будет отображена вся информация о заданных в проекте атрибутах.

4. Выполним команду меню Utilities | Reports | Attributes.

На экране появится окно Attributes Report (рис. 2), в котором приведена следующая информация, упорядоченная в отдельные разделы:

— Basic Spacing Rules — Общие правила, определяющие зазоры между объектами топологии, например, space_trk_pin, space_trk_smd и т.д. Задаются в окне Spacing Rules, вызываемом командой меню Configure | Spacings.

— Optimum Spacing Rules — Правила, определяющие оптимальные зазоры, например, opt_trk_via, opt_trk_pin т.д., которые будут использоваться при оптимальной трассировке, запускаемой с помощью команды меню Routing | Optimal Spacing. Задаются в окне Spacing Rules, вызываемом командой меню Configure | Spacings.

— Power-plane Attributes — Параметры шаблона заливки внутренних слоев питания и заземления, например, ppp_con_width, ppp_clearance и т.д. Задаются в окне Copper Pour, вызываемом командой меню Configure | Routing | Copper Pour.

— Width And Layer Rules — Правила, описывающие ширины проводников на слоях (например, net_width), а также ряд других настроек слоев (например, via_layer_pairs, stacked_vias и т.д.

— Bond Wire Rules — Правила ограничивающие максимальную и минимальную длину проволочных перемычек в MCM проектах, например, bond_len_max и bond_len_min.

— Net/Spacing Class Definitions — Правила, определяющие классы цепей (например, net_class) и зазоры между ними (например, spacing_class).

— Mitering and Fattening Rules — Правила, описывающие на уровне платы параметры сужения или расширения проводников (например, min_len_thin, min_len_fat), а также их скосов или скруглений (например, miter_min, miter_max).

— Pin Routing Attributes — Правила трассировки выводов компонентов, например, suppress_pin, pin_routing.

— Differential Pair Definitions — Описания дифференциальных пар цепей, например, pin_diff_pair.

— Network Topology Rules — Правила, определяющие порядок соединения выводов в цепи, например, pin_order, src_pin_order.

— Length/Delay Controls — Правила, задающие ограничения на минимальную или максимальную задержку сигнала в цепи, например, pin_max_length, pin_min_delay, pin_length_group.

— Crosstalk Attributes — Параметры необходимые вычислителю Field Solver для оценки перекрестных искажений, например, volt_amplitude, rise_time т.д.

Приведенные в отчете данные могут помочь нам выявить наиболее критические элементы и правильно определить стратегию трассировки.

5. Сейчас от нас не требуется детального анализа настроек проекта, поэтому просто закроем окно отчета.

Для изучения того, как работает механизм проверки ошибок DRC, принудительно введем в проект несколько ошибок. Чтобы ошибки были хорошо заметны на экране, настроим для них специальный цвет.

6. Выполним команду меню View | Appearance, нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+H.

7. В появившемся диалоговом окне Appearance выполним щелчок левой кнопкой мыши на значке +, расположенном слева от категории Errors Items на закладке Electrical.

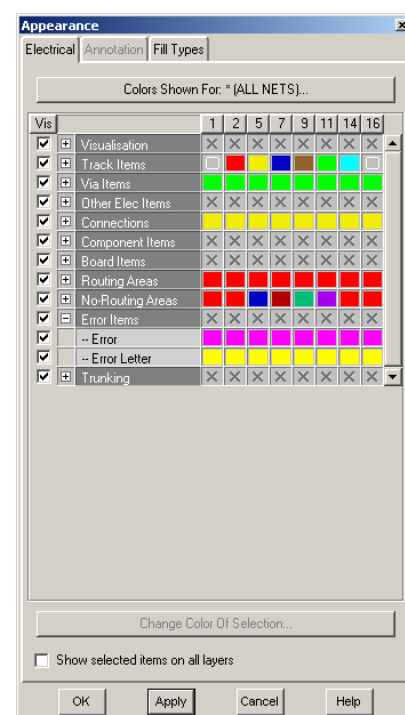


Рис. 3. Диалоговое окно настройки цвета объектов.

Категория раскроется и в списке появятся две строки, одна из которых (Error) задает цвет подсветки участвующих в нарушении объектов, а вторая (Error Letter) задает цвет текстовых маркеров ошибок (рис. 3).

8. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на названии подкатегории Error. Вся строка окажется выделенной, а изменение цвета затронет все слои.

9. Нажмем кнопку Change Color Of Selection и в появившемся окне Choose Color с помощью мыши выберем малиновый цвет.

Новая настройка цвета тут же отобразится в выделенной строке в окне Appearance.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на названии подкатегории Error Letter.

11. В появившемся окне Choose Color с помощью мыши выберем желтый цвет.

Новая настройка цвета тут же отобразится в выделенной строке в окне Appearance.

12. Нажмем кнопку Close и закроем окно Choose Color.

13. В диалоговом окне Appearance нажмем кнопку Apply, чтобы передать сделанные изменения в проект, и нажатием кнопки ОК закроем окно.

Приступим к прокладке проводников.

14. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

15. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемой U19.

16. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

17. Наведем указатель мыши на вывод 6 микросхемы U19, выполним щелчок левой кнопкой мыши и сдвинем курсор немного вверх.

Так как ранее мы разрешили ошибки трассировки, то программа спокойно проложит проводник на верхнем слое платы поверх расположенных на этом слое контактных площадок той же микросхемы и подсветит объекты, участвующие в нарушении, малиновым цветом.

18. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зафиксируем вертикальный сегмент проводника (рис. 4).

19. Сдвинем указатель мыши вправо и проложим второй сегмент проводника горизонтально, чтобы он пересекался с уже имеющимся на слое Top проводником.

20. Щелчком левой кнопки мыши зафиксируем его.

21. Нажмем клавишу ESC и прервем трассировку.

Итак, в результате проделанных нами манипуляций мы получили проводник, нарушающий несколько правил проектирования, определяющих минимально допустимые зазоры. Отметим, что трассировщик P.R.Editor XR выполняет проверку только для активных слоев и видимых объектов.

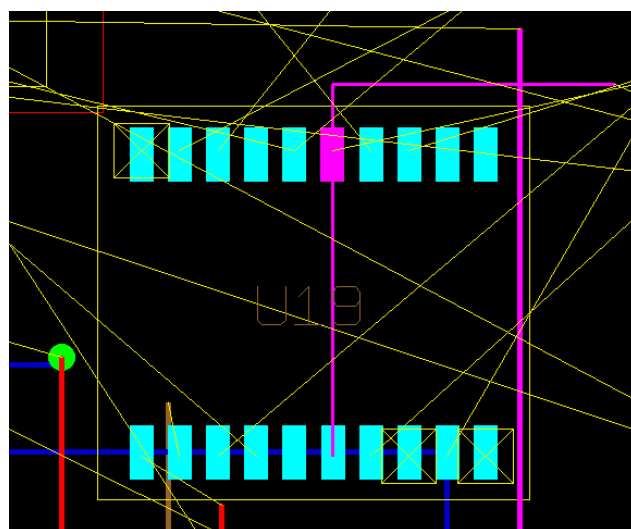


Рис. 4. Подсветка ошибок трассировки "на лету".

Режим проверки правил DRC "на лету" удобен тем, что очень наглядно показывает ошибки во время ручной трассировки платы. При этом предполагается, что пользователь сам опознает эти ошибки по мере их появления. В случае автоматической трассировки, ошибок может быть много, и однозначная их идентификация будет затруднена. В этом случае используется пакетная проверка DRC с добавлением маркеров ошибок. Рассмотрим, как работает эта функция, но прежде сбросим полученную ранее подсветку ошибок.

22. Выполним команду меню Utilities | Checks | Clear errors.

Проводники и контактные площадки примут свой обычный вид. Теперь предположим, что мы ничего не знаем об этих ошибках, например, они сделаны программой в автоматическом режиме, и нам необходимо их найти и исправить. Настроим и выполним пакетную проверку DRC.

23. Выполним команду меню Configure | Utilities | Check.

На экране появится диалоговое окно Check Options (рис. 5), в котором имеются четыре закладки, на которых выбираются правила, применяемые к объектам: разных цепей (Net-Net), одной и той же цепи (Same Net), шин или наборов цепей (Trunking), а также другие разные правила (Miscellaneous).

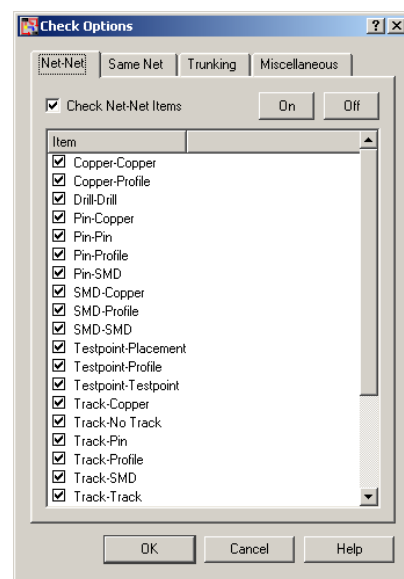


Рис. 5. Диалоговое окно настройки пакетной проверки DRC.

Кнопки On и Off позволяют одновременно включить или выключить все правила на выбранной закладке, а "галочка" Check в верхней части каждой закладки позволяет исключить из проверки всю соответствующую группу правил.

24. Убедимся, что все настройки на закладке Net-Net выполнены, как показано на рисунке 5, то есть, все "галочки" включены.

25. Перейдем на закладку Same Net и выключим "галочку" Check Same Net Items.

26. Перейдем на закладку Trunking и выключим "галочку" Check Trunking Items.

27. Перейдем на закладку Miscellaneous и выключим "галочку" Check Miscellaneous Items.

28. Нажмем кнопку OK и закроем окно Check Options.

29. Выполним команду меню Utilities | Checks | Routing Check и с помощью мыши укажем область платы, где должна быть выполнена проверка.

На экране появится отчет о найденных ошибках. Объекты, участвующие в нарушении будут подсвечены, а непосредственно в местах нарушений появятся текстовые маркеры ошибок (рис. 6).

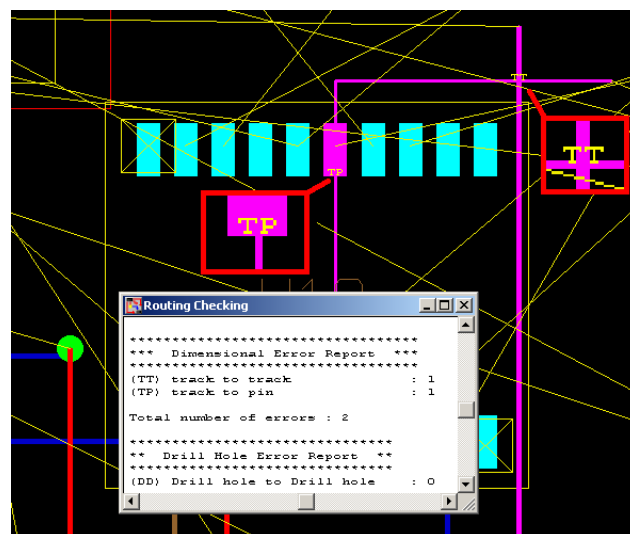


Рис. 6. Маркеры ошибок, добавленные в ходе пакетной проверки DRC.

Легко видеть, что система найдет две ошибки: одна из них будет помечена маркером TT (Track to Track) — нарушение зазора между проводниками разных цепей, вторая маркером TP (Track to Pin) — нарушение зазора между проводником и контактной площадкой разных цепей. Полный перечень возможных меток ошибок приведен в таблице 1. Обратите внимание, что метки ошибок обозначаются строчными буквами, если нарушение замечено между объектами одной цепи, и большими, если в нарушении используются объекты разных цепей.

Таблица 1

Маркер ошибки для объектов	Маркер ошибки для объектов одной и той же	Описание ошибки

разных цепей	цепи	
TT	tt	track-to-track, нарушен зазор "проводник — проводник"
TV	tv	track-to-via, нарушен зазор "проводник — переходное отверстие"
TP	tp	track-to-pin, нарушен зазор "проводник — контактная площадка"
TC	tc	track-to-copper, нарушен зазор "проводник — область металлизации"
TB		track-to-profile, нарушен зазор "проводник — граница платы"
TK		track-to-keepout area, нарушен зазор "проводник — граница запрещенной области"
VV	vv	via-to-via, нарушен зазор "переходное отверстие — переходное отверстие"
VP	vp	via-to-pin, нарушен зазор "переходное отверстие — контактная площадка"
VC	vc	via-to-copper, нарушен зазор "переходное отверстие — область металлизации"
VB		via-to-profile, нарушен зазор "переходное отверстие — граница платы"
VK		via-to-keepout area, нарушен зазор "переходное отверстие — граница запрещенной области"
PP	pp	pin-to-pin, нарушен зазор "контактная площадка — контактная площадка"
PC	pc	pin-to-copper, нарушен зазор "контактная площадка — область металлизации"
PB		pin-to-profile, нарушен зазор "контактная площадка — граница платы"
CC	cc	copper-to-copper, нарушен зазор "область металлизации — область металлизации"
CB		copper-to-profile, нарушен зазор "область металлизации — граница платы"
QB		testpoint-to-profile, нарушен зазор "тестовая точка — граница платы"
QQ		testpoint-to-testpoint, нарушен зазор "тестовая точка — тестовая точка"
QA		testpoint-to-placement area, нарушен зазор "тестовая точка — контур компонента"
DD		нарушен зазор между краями отверстий сверления
AA		placement-to-placement, нарушен зазор "контур компонента — контур компонента"
AC		placement-to-clearance, нарушен зазор "контур компонента — контур clearance"
AI		placement-to-keep-in, нарушен зазор "контур компонента — область keep-in"
AB		placement-to-profile, нарушен зазор "контур компонента — граница платы"
AK		placement-to-keep-out, нарушен зазор "контур компонента — граница запрещенной области"
	wm	длина перемычки в МСМ модулях вышла за рамки заданного диапазона
	at	угол между проводником и краем контактной площадки менее 90 градусов
UU		trunk-to-trunk, нарушен зазор "шина — шина"
UT		trunk-to-track, нарушен зазор "шина — проводник"
UV		trunk-to-via, нарушен зазор "шина — переходное отверстие"
UP		trunk-to-pin, нарушен зазор "шина — контактная площадка"
UC		trunk-to-copper, нарушен зазор "шина — область металлизации"
UB		trunk-to-profile, нарушен зазор "шина — граница платы"
UK		trunk-to-keep-out area, нарушен зазор "шина — граница запрещенной области"
NN		via pattern-to-via pattern, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — шаблон переходных отверстий"
NU		via pattern-to-trunk, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — шина"
NT		via pattern-to-track, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — проводник"
NV		via pattern-to-via, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — переходное отверстие"
NP		via pattern-to-pin, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — контактная площадка"
NC		via pattern-to-copper, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — область"

		металлизации"
NB		via pattern-to-profile, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — граница платы"
NK		via pattern-to-keepout area, нарушен зазор "шаблон переходных отверстий — граница запрещенной области"

В общем случае, когда ошибок много, они могут находиться в разных частях платы. Для просмотра ошибок используется инструмент навигации Locate.

30. Выполним команду меню Edit | Locate | Errors или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Система изменит масштаб таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась первая из найденных ошибок. В строке состояния в нижней части экрана появится сообщение "<1 of 2> : Error Letter TP", которое означает, что показана первая из двух найденных ошибок и ее метка TP. Переход между найденными ошибками осуществляется щелчком левой кнопкой мыши или нажатие клавиши TAB.

31. Выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система покажет вторую найденную ошибку с меткой TT.

32. Нажмем клавишу ESC и выйдем из режима просмотра ошибок.

Нам остается лишь очистить топологию от маркеров ошибок.

33. Выполним команду меню Utilities | Checks | Clear errors.

Следует помнить, что удаление маркеров ошибок и соответствующей подсветки не исправляет самих ошибок.

Формирование отчетов

Программа P.R.Editor XR позволяет формировать различные отчеты, включающие информацию о проекте и степени его завершенности. Одним из наиболее важных является общий отчет о топологии проекта.

1. Выполним команду меню Utilities | Reports | Board Properties.

На экране появится окно отчета Board Properties Report (рис. 7), в котором будет находиться общая информация о проекте: количество компонентов, цепей, переходных отверстий, сегментов проводников, их суммарная длина, длина проводников на каждом слое и т.д. Обратите внимание, что в самом конце отчета будет приведена информация о сделанных нами ошибках трассировки.

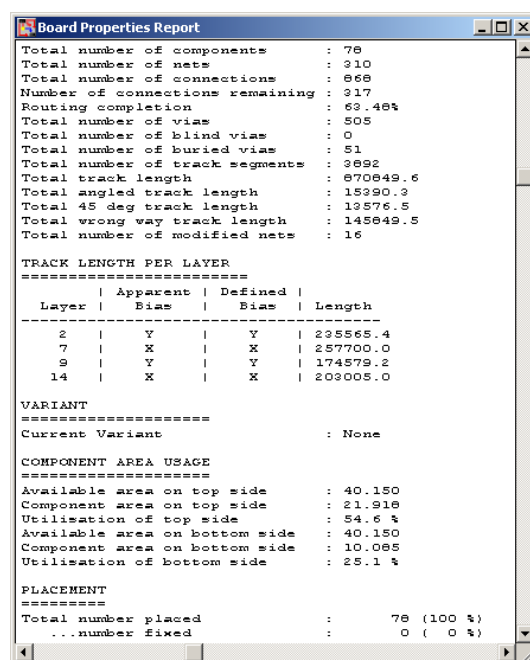
2. Закроем окно отчета.

Не менее интересным является отчет со статистической информацией цепей.

3. Выполним команду меню Utilities | Reports | Net Statistics.

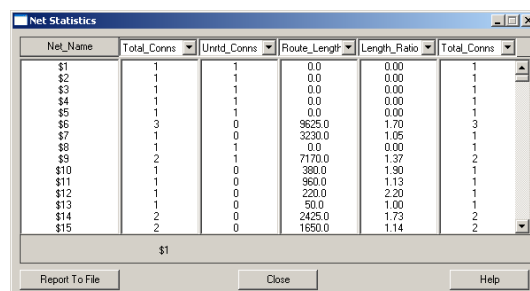
В появившемся на экране окне Net Statistics (рис. 8) в первом столбце приведен полный список цепей проекта, а в остальных пяти столбцах отображается следующая информация:

— Total_Conns — общее число связей цепи;



Layer	Apparent	Defined	Bias	Length
2	Y	Y	X	235565.4
7	X	X	X	257700.0
9	Y	Y	Y	174579.2
14	X	X	X	203005.0

Рис. 7. Общий отчет о топологии проекта.



Net_Name	Total_Conns	Unrtd_Conns	Route_Length	Length_Ratio	Total_Conns
\$1	1	1	0.0	0.00	1
\$2	1	1	0.0	0.00	1
\$3	1	1	0.0	0.00	1
\$4	1	1	0.0	0.00	1
\$5	1	1	0.0	0.00	1
\$6	3	0	9625.0	1.70	3
\$7	1	0	3230.0	1.05	1
\$8	1	1	0.0	0.00	1
\$9	2	1	7170.0	1.37	2
\$10	1	0	380.0	1.90	1
\$11	1	0	360.0	1.13	1
\$12	1	0	220.0	2.20	1
\$13	1	0	50.0	1.00	1
\$14	2	0	2425.0	1.73	2
\$15	2	0	1650.0	1.14	2

Рис. 8. Статистическая информация цепей.

- Unrtd_Conns — число неразведенных связей;
- Unrtd_Length — суммарная длина неразведенных связей;
- Route_Length — суммарная длина разведенных сегментов;
- Angle_Length — суммарная длина разведенных неортогональных сегментов;
- Wrong_Length — суммарная длина сегментов, проложенных с нарушением приоритетного направления на слой;
- Length_Ratio — отношение суммарной длины цепи к ее манхеттенской длине;
- Total_Vias — суммарное число переходных отверстий цепи;
- Blind_Vias — суммарное число глухих переходных отверстий цепи;
- Buried_Vias — суммарное число скрытых переходных отверстий цепи;
- Modified — признак того, что цепь модифицировалась с момента последнего сохранения проекта.

4. С помощью мыши выберем одну из цепей из списка в первом столбце.

Система изменит вид таким образом, чтобы оптимальным образом отображать выбранную цепь. Так как окно Net Statistics является немодальным, на практике бывает полезно использовать для отображения информации не обо всех, а лишь о некоторых цепях.

5. Не закрывая окно Net Statistics выполним команду меню Select | Named Signal.

6. В появившемся окне Select Named Signal (рис. 9) в списке Net Attributes выберем класс цепей bus.

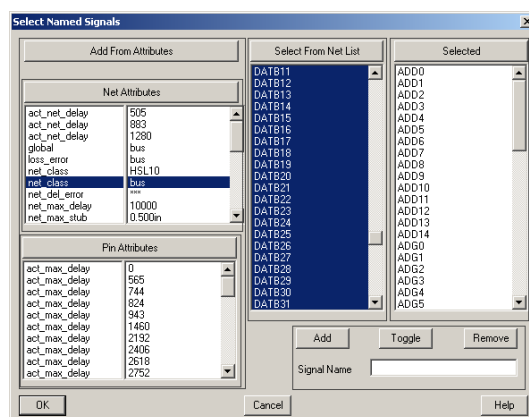


Рис. 9. Выбор цепей определенного класса.

Все цепи, принадлежащие классу цепей bus, окажутся выделенными и попадут в список Selected.

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Select Named Signal.

Выбранные цепи будут показаны в окне Net Statistics, и для них будет выведена вся статистическая информация. Таким образом, описанный метод позволяет выбирать цепи не только по имени, а по любому признаку (атрибуту) и оперативно получать информацию о ней. Разумеется, выбрать цепь можно и непосредственно на топологии платы щелчком левой кнопки мыши. Отметим, что наиболее интересным параметром в данном отчете является Length_Ratio, который показывает, насколько эффективно оттрассирована цепь.

8. Нажмем кнопку Close и закроем окно Net Statistics.

Информацию об объектах на плате можно получать с помощью обычной команды Query.

9. Выполним команду меню Utilities | Query.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на любом из объектов топологии.

На экране появится окно отчета, в котором будет представлена основная информация об указанном объекте. Пример отчета для сегмента цепи показан на рисунке 10. Здесь приведены: тип объекта (type), слой (layer), имя цепи (net), статус блокировки (status), координаты концов (start, end), длина (length), длина цепи от узла до узла (N-N length), ширина (width) и угол наклона (angle).

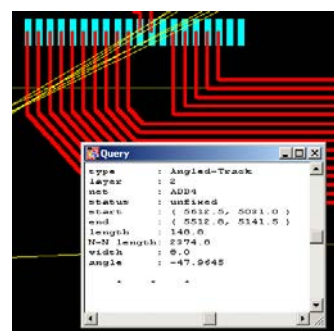


Рис. 10. Отчет Query для сегмента цепи.

11. С помощью мыши выберем еще несколько объектов и посмотрим, как меняется содержимое окна отчета.

Например, при щелчке на одной из контактных площадок компонента отчет примет вид, показанный на рисунке 11. Здесь приведены: тип объекта (type), слой (layer), имя цепи (net), координаты (position), стиль (pad type), направление трассировки (exit), статус свappings (svariable), класс выводов (pin_class), размеры (size/shape). Далее в отчете будет содержаться информация о компоненте, которому принадлежит данная контактная площадка.

Описанные выше отчеты являются не редактируемыми. В то же время не следует забывать о команде Item Properties, которая по сути является еще одной разновидностью отчета, но предоставляет возможность редактирования свойств объекта.

12. Выполним команду меню Utilities | Item Properties или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

13. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на контуре компонента U42.

На экране появится диалоговое окно Component (рис. 12), в котором будут приведены основные параметры компонента. Имеющиеся здесь текстовые поля и выпадающие списки дают возможность редактировать данные.

14. Не будем здесь ничего менять и просто закроем окно, нажав кнопку Cancel.

Обратите внимание, что в случае использования команды Item Properties, пользователь, прежде чем выбрать другой объект, должен закрыть диалоговое окно. На практике полезно пользоваться следующим правилом: если необходимо просто посмотреть информацию об одном или нескольких объектах топологии, то лучше использовать команду Query, а если предполагается редактирование параметров, то лучше использовать команду Item Properties. Также не следует забывать, что все параметры должны меняться в допустимых пределах,

например, система не позволит сделать проводник более широким, чем разрешено для данной цепи, или применить стиль переходного отверстия, который связывает слои, отличные от исходных.

Следует упомянуть еще об одном виде отчета, которым на практике пользуются очень часто — это инструмент измерения расстояния между объектами.

15. Выполним команду меню Utilities | Separation или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

16. С помощью мыши укажем две произвольные точки на плате.

На экране появится окно Separation Report с простым отчетом, в котором будет отображено только расстояние между указанными точками. В случае, когда в момент задания точек под указателем мыши находится какие-либо объекты топологии, то объекты выделяются, а отчет приобретает расширенный вид (рис. 13). Здесь параметр Line Length показывает расстояние по прямой между указанными точками, далее приводится краткое описание выделенных объектов и результат измерения расстояния между ними. В показанном на рисунке 13 конкретном

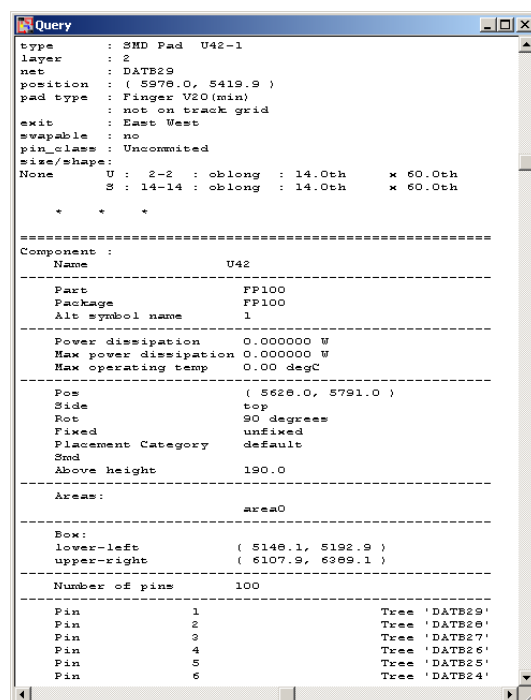


Рис. 11. Отчет Query для контактной площадки компонента.

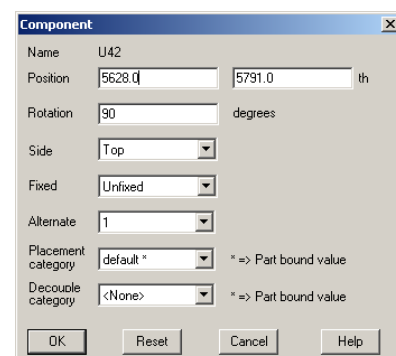


Рис. 12. Редалируемый отчет Item Properties для компонента.

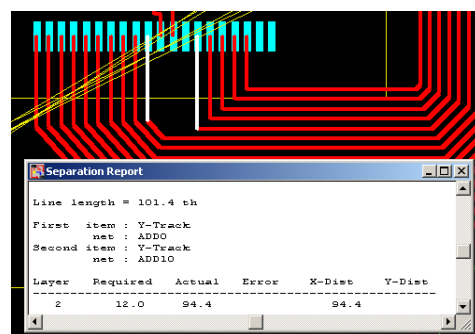


Рис. 13. Измерение расстояния между двумя объектами топологии.

случае измерялось расстояние между двумя вертикальными сегментами проводников разных цепей (ADD0 и ADD10), расположенными на слое Bottom (2), минимальное расстояние (Actual) составило 94.4 милс при минимально допустимом (Required) 12 милс. Заметим, что окно отчета Separation Report является немодальным, что дает пользователю возможность выбирать другие объекты для измерения или выполнять любые операции редактирования, не закрывая это окно.

Например, можно изменить текущие единицы измерения.

17. Не закрывая окно Separation Report, выполним команду меню Configure | Units.

18. В появившемся на экране окне Length Units в выпадающем списке Length Units выберем строку millimeters (mm), а в поле Number of Decimal Places зададим число отображаемых цифр после запятой — 3.

18. Нажмем кнопки Apply и OK.

Пока содержимое окна Separation Report не изменилось.

19. С помощью мыши снова укажем две произвольные точки на плате.

Теперь информация в окне Separation Report обновится, а все данные будут представлены в миллиметрах.

Отметим, что внутренняя база данных программы P.R.Editor XR использует метрическую систему и единицы измерения DSU (Data Structure Unit), равными 0.01 мкм (10E-8 м). Преобразование между различными системами измерения выполняются с помощью этих единиц и используют их целочисленные значения, поэтому никаких ошибок округления или приближения не возникает.

20. Закроем окно Separation Report.

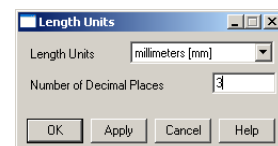


Рис. 14. Изменение единиц измерения.

Оценка трассируемости проекта

Программа P.R.Editor XR имеет специальный инструмент, позволяющий в любой момент работы над проектом оценить его трассируемость — некий набор параметров, позволяющий сделать вывод о возможности 100% разводки платы.

1. Выполним команду меню Utilities | Reports | Routability.

На экране появится диалоговое окно Routability (рис. 15). Главным параметром здесь является параметр Routability Index (коэффициент трассируемости), который рассчитывается как соотношение всей доступной для трассировки площади сигнальных слоев к площади, необходимой для прокладки всех проводников с учетом. При расчете коэффициента трассируемости используются заданные ширины проводников, зазоры между цепями, размеры контактных площадок и переходных отверстий, запрещенные зоны и другие параметры. Более подробное пояснение о методике расчета этого коэффициента можно получить, нажав кнопку Routability Index.

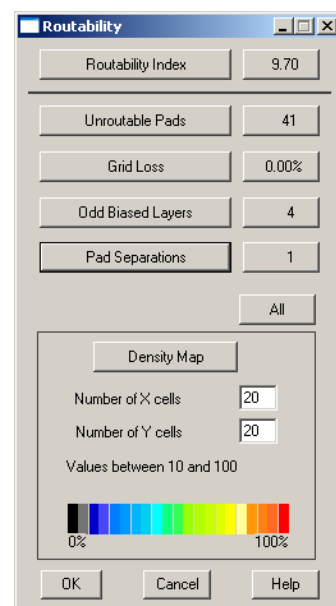


Рис. 15. Отчет о трассируемости платы.

В общем случае, если коэффициент трассируемости составляет 2-2.5, то с большой степенью вероятности можно сказать, что плата может быть разведена на 100%. В случае, если плате присутствует большое количество SMD компонентов, сильно загружающих наружные слои платы, то коэффициент трассируемости должен быть не ниже 3-3.5.

2. Нажмем кнопку Unroutable Pads.

В поле справа от кнопки система отобразит число контактных площадок, трассировка которых невозможна. Причины данного вывода могут быть разными: незадаанные направления трассировки; неправильно описанная форма; ширина стрингера (Necked) может быть задана слишком большой, и трассировка будет нарушать требования по зазорам до соседних площадок или других объектов. Найти проблемные контактные площадки можно с помощью функции Locate.

3. Нажмем кнопку Cancel и закроем окно Routability.

4. Выполним команду меню Edit | Locate | Unroutable Pins или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Система изменит вид таким образом, чтобы оптимально отображать первую проблемную контактную площадку и выведет сообщение "Pad does not check legally" (контактная площадка размещена с нарушениями).

5. Нажмем кнопку ОК и закроем окно сообщения.

6. Выполним щелчок левой кнопкой мыши или нажмем клавишу Tab.

Система покажет следующую проблемную контактную площадку и выведет знакомое нам сообщение.

Попробуем разобраться в причине ошибки.

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно сообщения.

8. Выполним команду меню Utilities | Checks | Legality Checks.

На экране появится окно отчета Legality Checking, содержащее отчет об ошибках размещения компонентов. Из этого отчета следует, что ряд компонентов на плате установлены вне сетки размещения, и это есть причина, по которой система воспринимает их контактные площадки не трассируемыми.

9. Закроем окно отчета Legality Checking.

10. Снова выполним команду меню Utilities | Reports | Routability.

В окне Routability имеются еще несколько кнопок. Кнопка Grid Loss позволяет оценить эффективность соотношений шага рабочей сетки и ширин/зазоров проводников. Кнопка Odd Biased Layers выводит информацию слоях с заданным приоритетным направлением трассировки, а также сколько проложенных проводников на слое соответствует этому направлению, и сколько контактных площадок имеет правильное направление трассировки стрингеров. Кнопка Pad Separation позволяет оценить, какое максимальное количество проводников может быть проложено между наиболее близко расположенными контактными площадками для настроек по умолчанию.

Также здесь расположен инструмент, позволяющий построить карту вероятной плотности трассировки. Предполагаемая плотность проводников отображается цветом, палитра соответствия приведена в нижней части окна.

11. Нажмем кнопку Density map.

Система рассчитает карту плотности трассировки и отобразит ее на топологии платы (рис. 16).

12. Чтобы увидеть всю плату целиком, выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

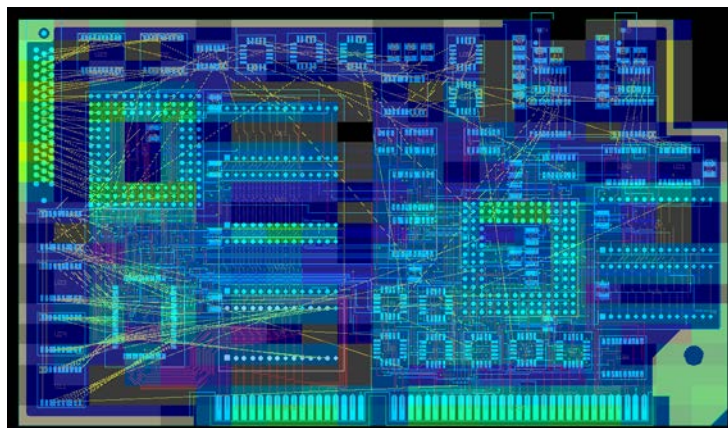


Рис. 16. Карта вероятной плотности трассировки топологии.

Легко видеть, что на плате имеется большое число областей подсвеченных синим и зеленым цветом, что означает, что оценочная плотность трассировки на плате не превышает 50%.

13. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Routability.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

14. Выполним команду меню File | Exit.

15. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы подробно рассмотрим приемы интерактивной трассировки.

Урок 21. Трассировщик P.R.Editor XR. Интерактивная трассировка.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились выполнять проверку правил проектирования (DRC, Design Rule Check) и исправлять ошибки, найденные после работы автотрассировщика. На данном занятии рассмотрим основные приемы интерактивной трассировки.

Для работы нам потребуется специальный пример Predictor1.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Predictor1.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

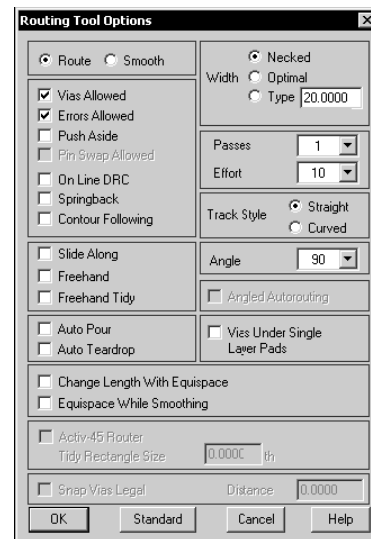


Рис. 1. Настройки автотрассировщика.

Настройки трассировщика

Прежде чем приступить к работе с топологией, изменим ряд настроек программы.

1. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

2. В появившемся окне Routing Tool Options сделаем настройки, как показано на рисунке 1, а именно: разрешим добавление переходных отверстий (Vias Allowed) и трассировку с нарушениями (Errors Allowed), выключим проверку DRC "на лету" (On Line DRC). Ширина проводников при трассировке будет установлена согласно значению параметра Necked, стиль трассировки будет ортогональным (Angle 90). Будет выполнено: 1 проход (Passes) и 10 попыток (Effort).

3. Выполним команду меню Layer и в появившемся окне Layer Setting (рис. 2) выключим отображение слоев 5 (VDD) и 11 (GND), для чего уберем галочки в колонке Display напротив указанных слоев.

Обратите внимание, что галочки в колонке Active выключаются автоматически, так как не отображаемый слой не может быть активным.

4. Нажмем кнопки Apply и Close.

5. Выполним команду меню Configure | Security и в появившемся окне Security (рис. 3) в поле Number of Undo Steps зададим максимальное число сохраняемых шагов отката равное 10.

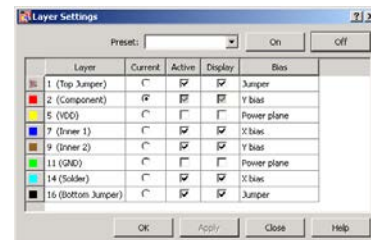


Рис. 2. Настройки отображения слоев.

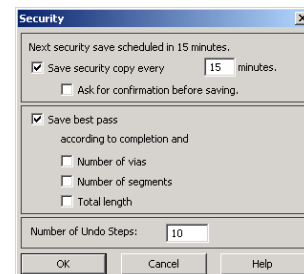


Рис. 3. Настройки команды отката Undo.

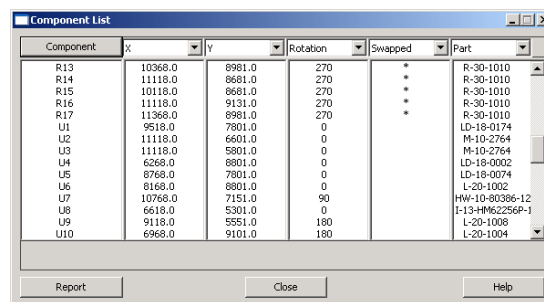
Примечание: не следует задавать значение данного параметра слишком большим, так как при этом резервируется большое количество памяти, что может негативно сказаться на работе программы P.R.Editor XR в целом.

6. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

В процессе трассировки бывает очень полезно оперативно получать информацию о размещенных на плате компонентах или группах компонентов.

7. Выполним команду меню Utilities | Reports | Component List.

На экране появится окно списка компонентов Component List (рис. 4), в котором в пяти колонках может отображаться следующая информация: координаты точки привязки (X и Y), угол поворота (Rotation), сторона платы (Swapped), статус блокировки (Fixed), тип компонента (Part), тип корпуса (Package), символ на схеме (Symbol), альтернативные типы корпуса (Alternate), топологическое посадочное место (Footprint). Выбор отображаемой информации осуществляется в выпадающем списке, расположенном над каждой из пяти доступных колонок. Следует отметить, что данное окно является немодальным, то есть можно продолжать работать в редакторе, не закрывая данное окно. Если выделенным оказывается объект на топологии, относящийся к одному из компонентов, то информация об этом компоненте сразу отображается в окне Component List.



Component	X	Y	Rotation	Swapped	Part
R13	10368.0	8981.0	270	*	R-30-1010
R14	11118.0	8681.0	270	*	R-30-1010
R15	10118.0	8681.0	270	*	R-30-1010
R16	11118.0	9131.0	270	*	R-30-1010
R17	11368.0	8981.0	270	*	R-30-1010
U1	9518.0	7801.0	0		LD-18-0174
U2	11118.0	6601.0	0		M-10-2764
U3	11118.0	5801.0	0		M-10-2764
U4	6268.0	8901.0	0		LD-18-0002
U5	8768.0	7801.0	0		LD-18-0074
U6	8168.0	8801.0	0		L-20-1002
U7	10768.0	7151.0	90		HW-10-80386-12
U8	6618.0	5301.0	0		L-19-HW62256P-1
U9	9118.0	5551.0	180		L-20-1008
U10	6968.0	9101.0	180		L-20-1004

Рис. 4. Просмотр списка компонентов.

8. С помощью мыши выделим в списке Component любой из компонентов, например, C11.

Система автоматически изменит вид в окне редактора так, чтобы указанный компонент находился в центре экрана, и подсветит его цветом выделения.

9. Не закрывая окна Component List, выполним команду меню Utilities | Item Properties или нажмем кнопку ? (button02) на панели инструментов.

На экране появится окно Component с доступными для редактирования параметрами. Обратите внимание, что компонент расположен на нижней стороне платы (параметр Side имеет значение Bottom). В окне Component List в колонке Swapped у этого компонента стоит символ *, что означает, что компонент был перемещен сторону платы, противоположную заданной изначально в библиотеке.

10. Не будем ничего здесь изменять и просто закроем окно Component нажатием кнопки Cancel.

11. Нажатием кнопки Close закроем появившееся окно Via/Pin.

12. Снова, не закрывая окна Component List, выполним команду меню Select | Mode | Component или нажмем кнопку (button03) на панели инструментов.

13. С помощью мыши выделим на плате любой из компонентов.

Теперь в окне Component List будет отображаться информация только об этом одном выделенном компоненте. Если выделить несколько компонентов удерживая нажатой кнопку CTRL или в окне охвата, то в окне Component List будет отображаться информация для всей группы выделенных компонентов.

14. В окне Component List нажмем кнопку Report.

На экране появится окно Component Report, информацию из которого можно сохранить в текстовый файл или скопировать в буфер обмена.

15. Так как сейчас в этом нет необходимости, нажмем кнопку Close и закроем окно Component Report.

16. В окне Component List также нажмем кнопку Close и закроем его.

Напомним еще об одном немодальном окне, которое может быть открыто в течение всего времени работы над топологией.

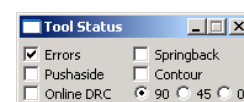


Рис. 5. Окно Tool Status.

17. Выполним команду меню Configure | Routing | Tool Status.

На экране появится окно Tool Status (рис. 5), в котором можно оперативно менять настройки программы трассировки. Например, можно быстро переключить режим

трассировки с ортогонального на диагональный, выбрав опцию 45. Выбор опции 0 позволит прокладывать проводники под произвольным углом. Напомним, что угол трассировки также можно менять с помощью горячих клавиш: 9 (90 градусов), 4 (45 градусов) и 0 (произвольный угол).

Здесь же можно оперативно включить или выключить опции Pushaside и Springback. Как мы знаем из предыдущих занятий, опция Pushaside разрешает расталкивание мешающих объектов при перемещении сегмента проводника или добавлении переходного отверстия. Количество расталкиваемых препятствий задается в окне Routing Tool Options (рис. 1) параметром Effort. При заданном сейчас значении Effort равным 10, число расталкиваемых объектов неограниченно. Если параметр Effort будет равен 2, то при перемещении сегмента проводника будут смещаться только два ближайших препятствия. Это перемещение будет продолжаться до того момента, пока все они не упрутся в третье препятствие, и далее в зависимости от настройки опции Errors Allowed (ошибки разрешены) система или продолжит, или прекратит перемещение. Опция Springback разрешает возвращение расталкиваемых объектов обратно. В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем поэкспериментировать с различными настройками опций Pushaside, Springback и параметра Effort.

Редактирование проводников

Программа P.R.Editor XR имеет очень полезную функцию, позволяющую легко редактировать ранее нарисованные проводники, прокладывая их по другому пути. Старая и ставшая теперь ненужной часть проводника может быть автоматически удалена.

Прделаем упражнение.

1. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

2. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемами U46 и U31 в правом верхнем углу топологии.

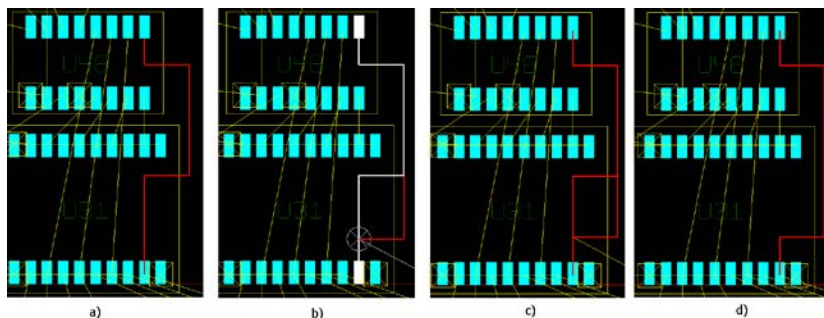


Рис. 6. Работа функции Ring Removal при редактировании проводника.

3. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

4. Нарисуем проводник от вывода 9 микросхемы U46 до вывода 9 микросхемы U31, как показано на рисунке 6а.

5. Попробуем дорисовать к этому проводнику два новых сегмента, как показано красным цветом на рисунке 6б, но в конечной точке, где система покажет нам кружок с прицелом для завершения рисования, нажмем правую кнопку мыши.

6. В появившемся контекстном меню выключим режим Ring Removal.

7. Завершим рисование нового проводника щелчком левой кнопки мыши.

Так как функция удаления петель проводников будет выключена, топология примет вид, показанный на рисунке 6с.

8. Выполним команду меню Undo один раз и вернемся к исходному проводнику.

9. Снова попробуем дорисовать к этому проводнику два новых сегмента, но в конечной точке через контекстное меню включим режим Ring Removal.

10. Завершим рисование нового проводника щелчком левой кнопки мыши.

Теперь, так как функция удаления петель проводников включена, старая часть проводника будет удалена, а топология примет вид, показанный на рисунке 6д. Следует помнить, что система будет удалять старые сегменты проводников только в случае, если они не зафиксированы.

Так как данный пример нам больше не понадобится, выйдем из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

11. Выполним команду меню File | Exit.

12. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

Трассировка памяти

Обычно расположенные на плате микросхемы памяти имеют специфичный вид трассированной топологии, так как у близко расположенных микросхем, одни и те же выводы соединены вместе. Программа PReditor XR имеет специализированный модуль трассировки памяти (Memory Route), который ищет на плате подобную схему соединений и выполняет разводку по заранее запрограммированному шаблону, используя соответствующее сглаживание. Посмотрим, как работает этот модуль на практике.

Для работы нам потребуется специальный пример Unrouted.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Unrouted.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню Tools | PReditor XR.

3. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку ОК.

4. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

Проект имеет две области, в которых располагаются четыре и две микросхемы памяти соответственно (рис. 7). Для трассировки этих областей воспользуемся модулем Memory Route.

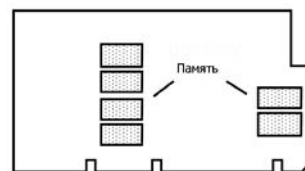


Рис. 7. Расположение на плате микросхем памяти.

3. Выполним команду меню Layer и в появившемся окне Layer Setting сделаем текущим (Current) слой 9 (Inner 2), а все остальные слои сделаем неактивными и невидимыми.

4. Нажмем кнопки Apply и Close.

5. Выполним команду меню Routing | Memory Route.

В строке состояния появится подсказка "Select item(s) or provide box selection" (выберите объекта с помощью мыши в окне охвата или индивидуально).

6. С помощью мыши зададим окно охвата вокруг выводов четырех микросхем левой области памяти.

Система выполнит трассировку проводников, используя очень характерный шаблон памяти со сглаживанием по углом 45 градусов.

Напомним, что многие процедуры в программе P.R.Editor XR выполняются двумя способами:

— сначала выбирается действие (команда), а потом указывается набор объектов, к которым это действие будет применено;

— сначала выбирается набор объектов, а потом указывается действие (команда), которое по отношению к ним должно быть выполнено.

Легко догадаться, что для трассировки левой области памяти мы воспользовались первым способом. Убедимся, что второй способ также работает.

7. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

8. С помощью окна охвата выберем две микросхемы правой области памяти.

9. Выполним команду меню Routing | Memory Route.

Система выполнит трассировку проводников двух указанных микросхем.

В ряде случаев для упрощения последующей трассировки бывает полезно удалить сглаживание на проводниках, особенно если оно выполнено с помощью дуг. Для этого служит специальная команда Unmiter.

10. Выполним команду меню Routing | Unmiter.

11. С помощью окна охвата выберем только что оттрассированные микросхемы памяти.

Все изгибы на проводниках будут прорисованы ступеньками с углами 90 градусов.

Вернуть сглаживание можно с помощью команды меню Routing | Miter, рекомендуем проделать это в качестве самостоятельного упражнения.

Трассировка с огибанием препятствий

Иногда нужно, чтобы соединение объектов на плате выполнялось по максимально короткому расстоянию (например, настолько близко к прямой, насколько это возможно) и без перехода на другой слой. Этот тип разводки может быть использован для минимизации задержек в цепи. Программа P.R.Editor XR имеет специальный модуль River Route, выполняющий трассировку именно таким способом. Рассмотрим, как он работает.

Для выполнения следующего упражнения нам потребуется загрузить специальный набор настроек, оптимизированный для трассировки River Route.

1. Выполним команду меню File | Import | Settings и в появившемся окне выбора файла Import Settings укажем файл river.set, расположенный в папке Self Teach, после чего нажмем кнопку Открыть.

Помимо специальных настроек отображения слоев и объектов, а также ширин проводников и зазоров между ними, в этом файле содержится настройки для программы автотрассировки в окне Routing Tool Options.

2. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

Легко видеть, что в появившемся на экране окне Routing Tool Options (рис. 8) включен режим Smooth (сглаживание), и для него выполнены соответствующие настройки.

3. Выполним команду меню Layer и в появившемся окне Layer Setting проверим, что слои 2 (Component), 7 (Inner 1), 9 (Inner 2) и 14 (Solder) являются активными и видимыми.

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Layer Settings.

5. Выполним команду меню Select | Mode | Node-To-Node или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

6. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

7. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с разъемом MP1 и микросхемой U12 в левом верхнем углу топологии.

8. Выполним команду меню Routing | River Route.

9. С помощью окна охвата укажем группу связей, проходящих между выводами разъема и микросхемы.

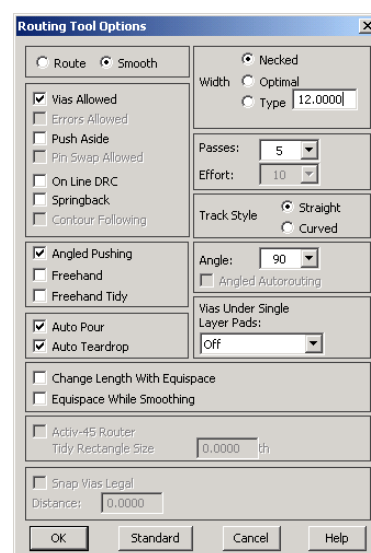


Рис. 8. Настройки автотрассировщика для работы в режиме River Route.

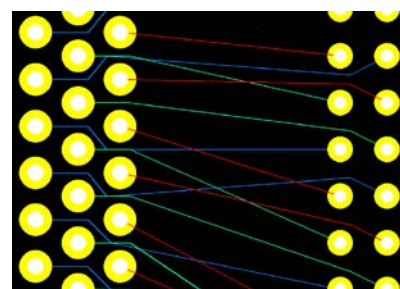


Рис. 9. Трассировка проводников в режиме River Route.

Система выполнит трассировку указанных проводников в режиме огибания препятствий от узла до узла по кратчайшему пути (рис. 9). Если присмотреться к полученной топологии более внимательно, то можно заметить, что каждый из рядов выводов разъема MP1 оттрассирован на своем слое, о чем свидетельствует цвет подходящих к нему проводников. Эти ограничения для слоев трассировки были добавлены к цепям с помощью атрибута `net_layer`.

Копирование участков трассировки

В процессе работы над проектом, содержащим повторяющиеся части схемы, важно иметь возможность копирования уже разведенных участков топологии. Программа P.R.Editor XR использует для этой цели буфер обмена (Copy/Paste), но с дополнительными функциями проверки. Так, например, программа будет удалять во вставляемом изображении все сегменты проводников, которые приводят к электрическим ошибкам в проекте. Разумеется, взаимное размещение компонентов на одинаковых участках схемы должно быть идентичным, что достигается соответствующим использованием инструментов размещения.

Для выполнения следующего упражнения нам потребуется загрузить специальный набор настроек, оптимизированный для демонстрации возможностей копирования и вставки.

1. Выполним команду меню `File | Import | Settings` и в появившемся окне выбора файла `Import Settings` укажем файл `temlante.set`, расположенный в папке `Self Teach`, после чего нажмем кнопку `Открыть`.
2. Выполним команду меню `View | Frame` или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.
3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась правый верхний угол платы (рис. 10a).
4. Выполним команду меню `Select | Select` или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.
5. С помощью окна охвата выберем все объекты левого разведенного блока.
6. Выполним команду меню `Edit | Copy` или нажмем комбинацию горячих клавиш `CTRL+C`.
7. Выполним команду меню `Edit | Paste` или нажмем комбинацию горячих клавиш `CTRL+V`.

На экране появится изображение скопированного в буфер обмена участка топологии, которое будет следовать за перемещениями указателя мыши. Точку захвата копируемого участка можно изменить.

8. Выполним щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню (рис. 10b) выберем команду `Origin`.

Теперь вставляемое изображение будет "заморожено", а к указателю мыши будет "приклеен" квадратик с прицелом, обозначающий точку захвата. По мере перемещения точки захвата по "замороженному" изображению, она будет автоматически притягиваться к различным характерным его точкам: контактными

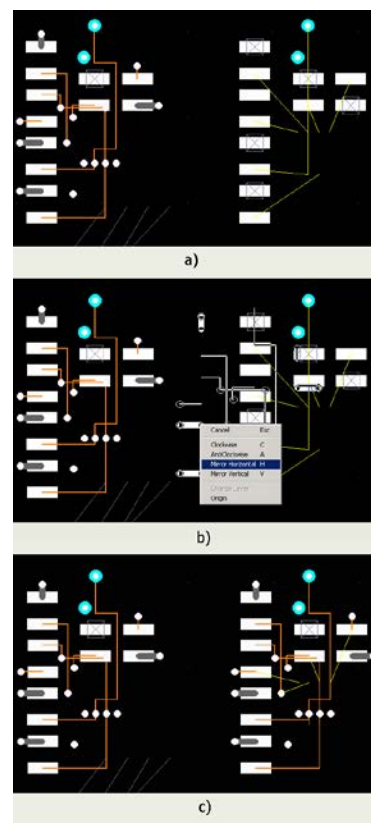


Рис. 10. Копирование участков топологии.

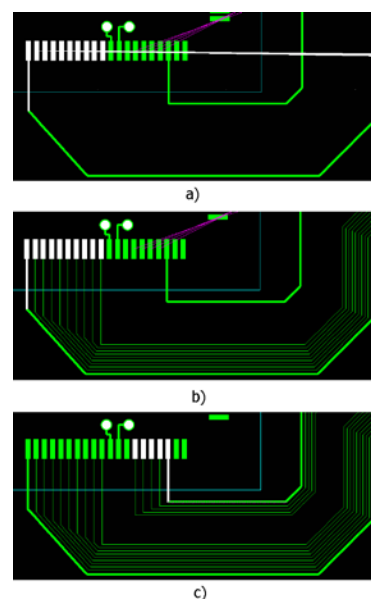


Рис. 11. Трассировка шины.

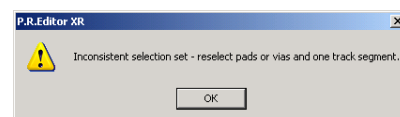


Рис. 12. Сообщение об ошибке при неправильном выборе группы объектов для трассировки шины.

площадкам, переходным отверстиям, концам сегментов проводников.

9. Выберем нужную точку захвата и нажмем левую кнопку мыши.

Вставляемое изображение "разморозится" и снова будет следовать за указателем мыши, к которому будет прикреплено новой точкой.

10. Наведем указатель мыши на характерную точку на правом участке топологии, совместив ее с точкой захвата и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Участок топологии будет скопирован в указанное место (рис. 10с) в результате чего правый блок будет разведен точно также как и левый.

Добавим, что содержимое буфера обмена во время вставки может быть повернуто на заданный в системе угол по и против часовой стрелки, а также отображено зеркально относительно осей X и Y. Данные операции выполняются с помощью соответствующих команд, расположенных в контекстном меню, вызываемом нажатием правой кнопки мыши (рис. 10b).

Операции копирования/вставки могут выполняться над любыми наборами объектов на сигнальных слоях или внутренних слоях питания и заземления, главное, чтобы все задействованные слои были видимыми. Далее следует учитывать, что если копируется, например, заземляющий массив переходных отверстий, и одно из них выбрано в качестве точки захвата, то вставка массива будет осуществляться с привязкой к сетке Via Grid. Исключение составляют случаи, когда привязка осуществляется к контактной площадке или концу проводника, расположенным в сетке Working Grid, но в этом случае добавляемые отверстия могут оказаться все текущей сетки Via Grid, что будет выяснено в ходе последующей проверки.

Трассировка шин

Как правило, конструкторы предпочитают видеть проводники одной шины проложенными рядом, это позволяет свести к минимуму разницу в задержке между сигналами. Программа P.R.Editor XR имеет специальный инструмент, позволяющий выполнить трассировку шин в интерактивном режиме.

Для выполнения следующего упражнения нам потребуется загрузить специальный набор настроек, оптимизированный для демонстрации возможностей трассировки шин.

1. Выполним команду меню File | Import | Settings и в появившемся окне выбора файла Import Settings укажем файл bus.set, расположенный в папке Self Teach, после чего нажмем кнопку Открыть.
2. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.
3. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.
4. Щелчком левой кнопки мыши выделим проводник, подходящий к выводу 81 микросхемы U42 (крайнему левому).
5. Выполним команду меню Select | Extend to Bus Signals.

Система расширит выделение на 10 выводов (с 81 по 90) микросхемы U42. В общем случае, система распознает цепи, принадлежащие конкретной шине, по заданному атрибуту bus_name. Если этот атрибут не задан, она пытается анализировать схему и выбирает в качестве сигналов шины близко

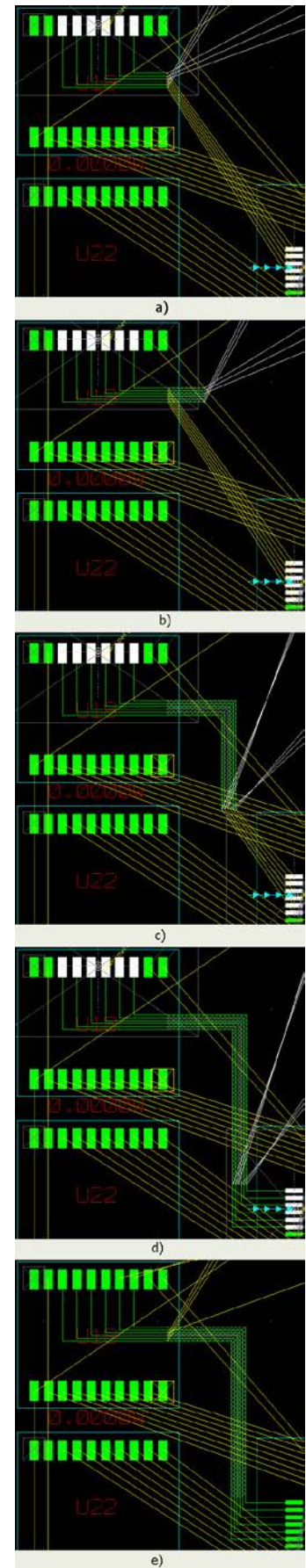


Рис. 13. Транкинговая трассировка шины.

расположенные цепи. Именно поэтому, в нашем случае выделены будут 10 цепей, близко расположенных к изначально указанной цепи (рис 11a).

6. Выполним команду меню Routing | Bus Route.

Примечание: важно, чтобы проводник тоже оставался выделенным. Если сегмент проводника не будет выбран, или будет выбран сегмент не ближайший к выбранным контактным площадкам или переходным отверстиям, то система выдаст сообщение об ошибке, показанное на рис. 12.

Система попытается оттрассировать проводники указанной шины, по шаблону ранее проложенного проводника, но результат трассировки будет неудовлетворительный, что связано с неправильными настройками сетки трассировки Routing Grid.

7. Выполним команду меню Undo один раз и отменим выполненную трассировку.

8. Выполним команду меню Configure | Units.

9. В появившемся окне Length Units в выпадающем списке выберем единицы измерения 1/1000 inch (th) и нажмем кнопку ОК.

10. Выполним команду меню Configure | Grids.

11. В появившемся окне Grids в поле Routing Grid введем значение 1 милс, чтобы оно совпадало со значением шага сетки Working Grid, и нажмем кнопку ОК.

12. Снова щелчком левой кнопки мыши выделим проводник, подходящий к выводу 81 микросхемы U42.

13. Выполним команду меню Select | Extend to Bus Signals.

14. Выполним команду меню Routing | Bus Route.

Теперь результат трассировки будет абсолютно правильным (рис. 11b). Проложим оставшиеся проводники данной шины.

15. Щелчком левой кнопки мыши выделим проводник, подходящий к выводу 98 микросхемы U42.

16. Выполним команду меню Select | Extend to Bus Signals.

Система расширит выделение на 4 выводов (с 95 по 98) микросхемы U42,

17. Выполним команду меню Routing | Bus Route.

Система проложит три проводника в виде шины вдоль одного имеющегося. Легко видеть, что в выделение не попала цепь, подходящая к выводу 94 микросхемы U42, хотя ее тоже полезно проложить в составе шины.

18. Так как система сохранила изначальное выделение, удерживая нажатой клавишу CTRL, щелчком левой кнопки мыши добавим к выделению контактную площадку вывода 94.

19. Снова выполним команду меню Routing | Bus Route.

Последний проводник будет добавлен в шину, и она примет вид, показанный на рисунке 11c.

В качестве самостоятельного упражнения аналогичным образом мы рекомендуем развести цепи, подходящие к выводам 1 – 10 и 11 – 15 планарного разъема СОЗ.

Теперь мы рассмотрим более продвинутый способ трассировки шин — метод транкинговой трассировки.

20. Выполним команду меню File | Import | Settings и в появившемся окне выбора файла Import Settings укажем файл conc-bus.set, расположенный в папке Self Teach, после чего нажмем кнопку Открыть.

21. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

22. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхемы U18, U22, U24 и U42 в левом нижнем углу платы.

23. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

24. В окне охвата выделим выводы 13 – 18 микросхемы U18.

25. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

26. Сдвинем указатель мыши немного вниз и вправо (рис. 13a).

Система объединит выбранные цепи в шину (транк) и предложит прокладывать их вместе, как единое целое. При этом система автоматически предложит способ разводки проводников от края шины до контактных площадок.

27. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зададим начало шины (транка), после чего сдвинем указатель мыши дальше вправо.

Система начнет прорисовывать шину, подсвечивая ее серой штриховкой (рис. 13b).

28. Сдвинем указатель мыши немного вниз.

Система сделает ортогональный поворот шины (рис. 13c). Обратите внимание, что оптимальное направления подхода шины к целевым контактным площадкам обозначается голубыми стрелочками.

29. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зададим положение вертикального сегмента транка, после чего сдвинем указатель мыши дальше вниз.

По мере приближения к целевым контактным площадкам система начнет предлагать различные варианты завершения шины (рис. 13d).

30. Если предлагаемый вариант завершения шины, а также ее положение на плате нас устраивает, то нажмем клавишу ESC и закончим прокладку шины.

Только что проложенная шина будет иметь вид, показанный на рисунке 13е.

Транкинговый режим прокладки шин имеет обширный набор настроек, изучить который можно проделав еще одно небольшое упражнение.

31. Снова выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

32. В окне охвата выделим выводы 11 – 18 микросхемы U22.

33. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов, после чего сдвинем указатель мыши немного вниз и вправо.

Прежде всего, обратите внимание на строку состояния. Здесь помимо предложения ввести первую точку шины имеется сообщение <1 of 4> South, которое означает, что сейчас в системе имеется четыре варианта размещения торца шины, и активным является первый из них, когда шина пойдет вниз (South, на юг).

34. Нажмем клавишу TAB для перебора различных вариантов размещения торца шины.

Легко видеть, что нам наиболее подходит второй вариант (East, на восток, направо).

35. Нажмем правую кнопку мыши.

Система покажет контекстное меню, показанное на рисунке 14.

36. Выберем раздел команд Change Angle и в нем команду 45.

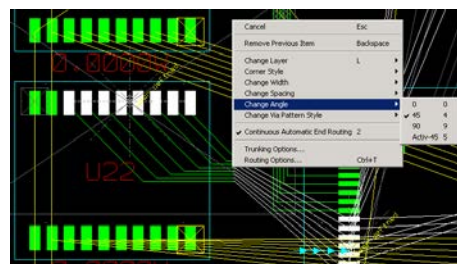


Рис. 14. Контекстное меню в режиме транкинговой трассировки.

Теперь шаблон соединения шины с контактными площадками будет содержать проводники, проложенные под углом 45 градусов. В строке состояния будут упоминаться уже восемь возможных вариантов размещения торца шины с учетом диагональных направлений (Nord East, South Waest и т.д.).

37. Нажмем горячую клавишу 0 и включим режим прокладки проводников под произвольным углом.

Теперь система будет автоматически поворачивать торец шины таким образом, чтобы он был направлен в сторону исходных контактных площадок с шагом 1 градус.

38. Нажмем горячую клавишу 4 и снова включим режим прокладки проводников под углом 45 градусов и самостоятельно проложим шину до целевых контактных площадок.

Помимо описанной команды смены угла трассировки в контекстном меню, показанном на рисунке 14, имеются следующие возможности: смены ширины проводников (Change Width: Necked, Optimal), изменения зазора между проводниками (Change Spacing: Normal, Optimal), смены стиля угла поворота шины (Corner Style: Orthogonal, Octagonal, Curved), изменения текущего слоя (Change Layers), изменения шаблона матрицы переходных отверстий (Change Via Patter Style).

Два последних действия рассмотрим более подробно.

39. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

40. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхемы U11, U22 и U42 в левом нижнем углу платы.

41. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

42. В окне охвата выделим связи, подходящие к выводам 4 – 9 микросхемы U11.

43. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов, после чего сдвинем указатель мыши немного вправо.

44. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и зададим начало шины (транка), после чего сдвинем указатель мыши дальше вправо.

45. Нажмем правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выберем раздел команд Change Layers и в нем слой 7 Solder.

Аналогично тому, как в случае трассировки одного проводника при смене слоя система автоматически добавляет на топологию переходное отверстие, при транкинговой трассировке шины при смене слоя система добавляет набор объектов, называемый шаблоном переходных отверстий (Via Pattern). Контур именно такого шаблона мы будем наблюдать на экране (рис. 15a).

46. Сдвинем указатель мыши еще немного вправо.

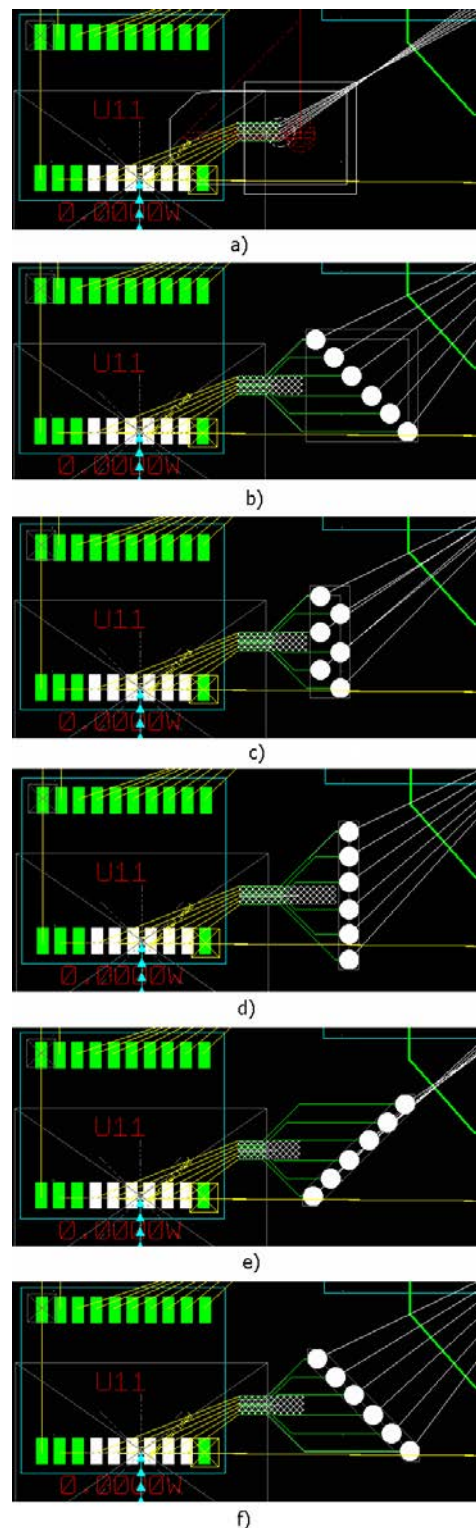


Рис. 15. Использование различных стилей шаблонов переходных отверстий.

Как только контур шаблона перестанет наезжать на контактные площадки компонента, то есть система определит, что ей достаточно места для трассировки всех сопряженных проводников, шаблон переходных отверстий отобразится на экране полностью (рис. 15b).

47. Нажмем правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выберем раздел команд Change Via Patter Style.

Легко видеть, что сейчас выбран стиль шаблона переходных отверстий, называемый Box.

48. Выберем новый стиль Sawtooth.

Вид шаблона изменится на показанный на рисунке 15с.

Обратите внимание, что в строке состояния отображается название текущего шаблона переходных отверстий Sawtooth. Идущая перед ним строка <2 of 5> подсказывает нам, что мы используем второй из пяти доступных стилей шаблонов.

49. Нажмем клавишу TAB для перебора стилей шаблонов.

На экране последовательно будут показаны следующие стили шаблонов: Inline (рис. 15d), Forward Diagonal (рис. 15e), Backward Diagonal (рис. 15f).

50. Еще раз нажмем клавишу TAB, чтобы вернуть стиль шаблона Box.

51. Разместим шаблон переходных отверстий в подходящем месте и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

52. Сдвинем указатель мыши немного вверх.

Система продолжит прокладывать шину (транк) на нижнем слое платы.

53. Нарисуем несколько новых сегментов шины, как показано на рисунке 16а, и нажмем клавишу ESC.

Система выйдет из режима транкинговой трассировки шин. Обратите внимание, что концы шин останутся неразведенными, несмотря на то, что в процессе трассировки система предлагала нам несколько вариантов разводки проводников, подходящих к контактным площадкам микросхемы U11. Это связано с тем, что мы выполнили переход на нижний слой платы, в то время как целевые контактные площадки находятся на слое Component. Система понимает, что для возвращения на верхний слой платы необходимо добавить еще один шаблон переходных отверстий, а для подхода к целевым площадкам надо будет определить направление (от этого зависит порядок следования цепей в шине), и пока не может предложить однозначно правильного варианта разводки.

Программа P.R.Editor XR предоставляет пользователю возможность вручную менять порядок следования цепей в шине и положение переходного отверстия в шаблоне. Выполним небольшое упражнение.

54. Наведем указатель мыши на одно из переходных отверстий шаблона, например, левое нижнее.

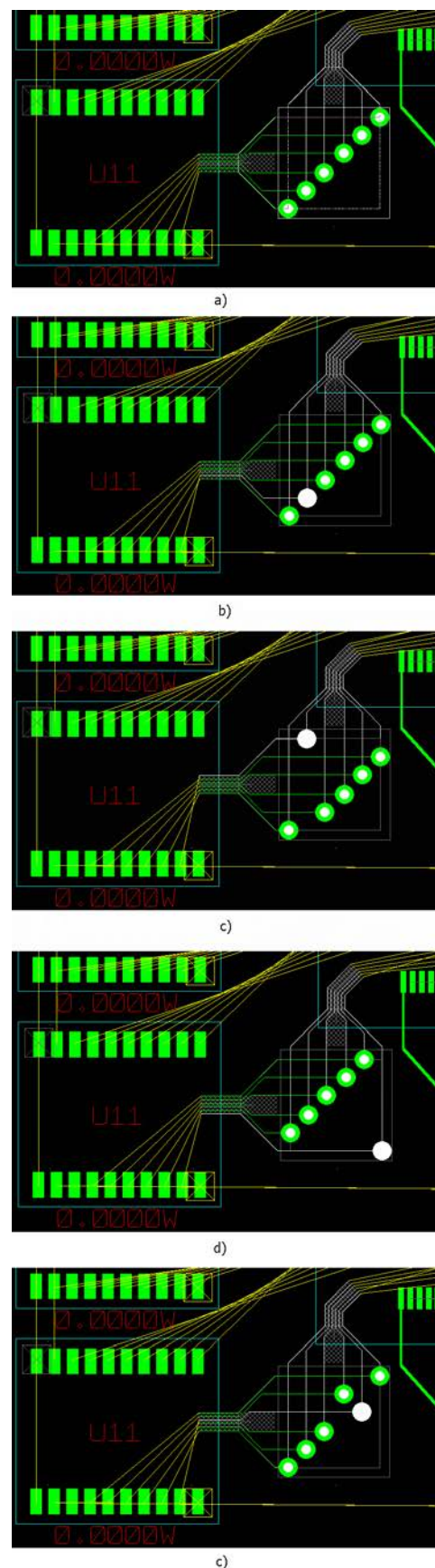


Рис. 16. Изменение положения переходного отверстия в шаблоне.

В строке состояния появится текст <1 of 4>, сообщающий нам, что в данный момент под указателем мыши находится 4 объекта. Это шаблон переходных отверстий целиком (Via Pattern), вертикальный проводник (Y-Track in Trunk), горизонтальный проводник (X-Track in Trunk) и отдельное переходное отверстие (Via in Trunk).

55. Несколько раз нажмем клавишу TAB, чтобы выбранным оказалось отдельное переходное отверстие.

56. Нажмем левую кнопку мыши и, удерживая ее, перетащим выбранное переходное отверстие на место второго.

По мере перетаскивания второе отверстие автоматически перескочит на освободившееся место (рис. 16b). О том, что цепи в шине изменили порядок расположения, можно судить по цвету выделенной цепи (раньше она была крайней, теперь идет второй) и по перекрещивающимся линиям связи, подходящим к торцу шины.

57. Не отпуская левую кнопку мыши, продолжим перетаскивать переходное отверстие до верхней границы контура шаблона.

Теперь выбранная цепь будет в шине крайней сверху (рис. 16c). Обратите внимание, как изменят свои позиции остальные переходные отверстия шаблона. Расположение цепей в части шины, проложенной на слое Solder, изменится соответствующим образом.

58. Снова переместим выбранное переходное отверстие, теперь в правый нижний угол шаблона.

Расположение цепей в шинах и переходных отверстий в шаблоне снова изменится (рис. 16d).

59. В последний раз переместим выбранное переходное отверстие в положение, показанное на рисунке 16c.

В этом случае почти все цепи в шинах изменят свое положение относительно изначального, а связи, идущие от контактных площадок к торцам шин (транков), будут сильно перепутаны.

60. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

61. Наведем указатель мыши на конец шины, направленный к микросхеме U11 и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

62. В появившемся контекстном меню выберем команду Route This End.

Система выполнит трассировку данной части шины следующим образом: она автоматически изменит порядок следования цепей в шине, чтобы проводники оптимально подходили к контактным площадкам микросхемы U11, и изменит расположение переходных отверстий в шаблоне так, чтобы сохранить заданное нами вручную расположение цепей во второй части шины на нижнем слое платы. И снова, так как трассировка шины не выполнена до конца, система не будет окончательно разводиться проводники, подходящие к микросхеме U11.

В качестве упражнения мы рекомендуем самостоятельно завершить трассировку этой шины, для чего под микросхемой U42 потребуется расположить еще один шаблон переходных отверстий с переходом на верхний слой. Обратите внимание, что при использовании шаблонов отличных от Box, в силу их линейной структуры система имеет меньше степеней свободы для перемещения переходных отверстий.

Свободная трассировка "от руки"

Программа P.R.Editor XR имеет еще один инструмент (Freehand), позволяющий выполнять трассировку проводников в свободном стиле или "от руки". Он создает дорожки из небольших сегментов, которые появляются по мере движения курсора. Размер и количество сегментов зависят от скорости перемещения курсора и настроек сетки Routing Grid.

1. Выполним команду меню File | Import | Settings и в появившемся окне выбора файла Import Settings укажем файл unrouted.set, расположенный в папке Self Teach, после чего нажмем кнопку Открыть.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

4. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхемы U21, U30 и U31 в правом верхнем углу платы.

Проверим настройки программы трассировки.

5. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

6. Убедимся, что в появившемся окне Routing Tool Options все настройки выполнены, как показано на рисунке 17, а именно: должны быть включены опции Freehand (трассировка "от руки") и Freehand Tidy (облагораживание результатов трассировки "от руки"), а также стиль трассировки должен быть задан ортогональным (Angle 90).

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Routing Tool Options.

8. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

9. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

10. Наведем указатель мыши на вывод 9 микросхемы U31 и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

11. Начнем перемещать указатель мыши в сторону вывода 12 микросхемы U21.

Система начнет рисовать проводники, следуя за движениями указателя мыши.

12. Наведем указатель мыши на вывод 12 микросхемы U21.

Система отобразит кружок с прицелом с перекрестием внутри, показывающий центр целевой контактной площадки (рис. 18a).

13. Выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система завершит рисование проводника и, благодаря включенной опции Freehand Tidy, перерисует его с минимальным количеством сегментов (рис. 18b).

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем развести в режиме "от руки" еще несколько проводников, используя разные допустимые углы трассировки 90, 45 и 0 градусов.

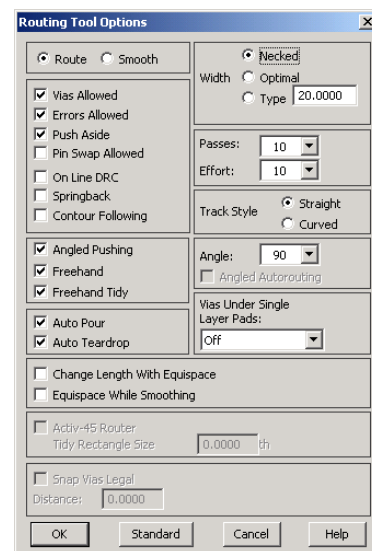


Рис. 17. Настройки для трассировки "от руки".

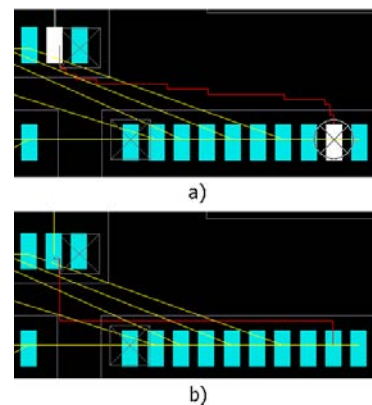


Рис. 18. Трассировка "от руки".

Режимы отображения проводников

В заключение занятия скажем несколько слов о режимах отображения объектов топологии. На сложной многослойной плате, содержащей большое количество проводников и областей металлизации, бывает трудно понять точное расположение объектов. В этом случае бывает полезно изменить режим отображения. Продедаем небольшое упражнение.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображался участок платы вокруг микросхемы U45.

Легко видеть, что на данном участке топологии имеются несколько проводников одинакового цвета, перекрывающих друг друга, что затрудняет понимание реального их расположения (рис. 19а).

4. Выполним команду меню View | Appearance.

5. В появившемся на экране окне Appearance перейдем на закладку Fill Types.

6. В выпадающих списках Pads, Tracks и Shapes выберем стиль отображения Outline (контур).

7. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Appearance.

Теперь на экране будут отображаться только контуры проводников, контактных площадок и переходных отверстий (рис. 19б), что существенно облегчит понимание структуры проводников.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

8. Выполним команду меню File | Exit.

9. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы подробно рассмотрим способы разводки стрингеров у многовыводных компонентов, а также ряд приемов автоматической трассировки, призванных улучшить качество топологии.

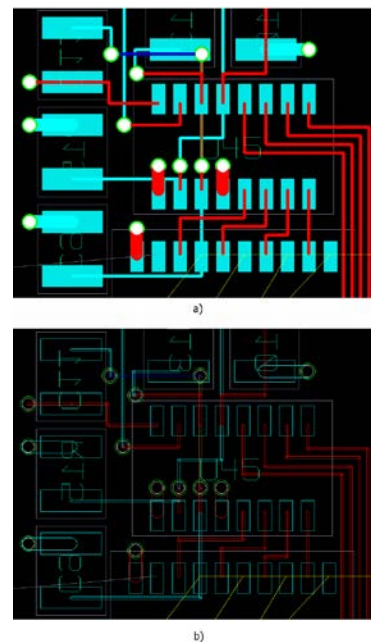


Рис. 19. Различные режимы отображения объектов топологии.

Урок 22. Трассировщик P.R.Editor XR. Трассировка выводов компонентов.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились некоторым основным приемам интерактивной трассировки. Сегодня мы научимся создавать шаблоны трассировки топологических посадочных мест SMD компонентов и изучим еще несколько приемов автотрассировки.

Для работы нам потребуется специальный пример Unrouted.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Unrouted.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PReDitor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку ОК.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

Трассировка стрингеров

Как мы знаем, контактные площадки SMD компонентов размещаются только на наружных сторонах платы. При высокой плотности размещения компонентов рекомендуется минимально использовать внешние сигнальные слои для прокладки проводников, а основную трассировку выполнять на внутренних слоях. В этом случае от каждой SMD контактной площадки будет отходить стрингер — короткий проводник из одного или нескольких сегментов с переходным отверстием на нужный слой на конце. Отметим, что если при разводке обычных цепей еще можно обойтись без стрингеров, то в случае трассировки цепей питания и заземления, имеющих собственный внутренний слой металлизации альтернативы использованию стрингеров нет.

Стрингеры можно разводить в ручном и автоматическом режимах. Единожды созданный шаблон трассировки посадочного места может быть применен для всех аналогичных компонентов в проекте. При автоматической трассировке топологии платы программа может быть настроена таким образом, чтобы сначала выполнять трассировку стрингеров, а уже потом всех остальных проводников.

Прделаем упражнение. Нарисуем вручную стрингер, соединяющий вывод 20 микросхемы U9 с внутренним слоем питания VDD.

1. Выполним команду меню Edit | Locate | Pin или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

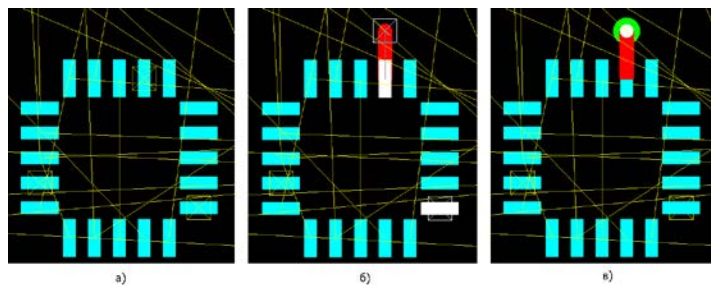


Рис. 1. Трассировка стрингера на внутренний слой питания.

2. В появившемся диалоговом окне Locate Pin в поле Component Name введем позиционное обозначение микросхемы U9, а в поле Pin Name введем номер вывода 20, после чего нажмем кнопку ОК.

Система подсветит найденный вывод и изменит вид таким образом, чтобы он находился в центре экрана.

3. Несколько раз выполним команду меню View | Zoom In или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов, чтобы изменить масштаб для наилучшего отображения указанной микросхемы.

Все выводы SMD компонентов, которые должны быть соединены с внутренними слоями питания и заземления, система помечает специальным маркером в виде квадрата с перекрестием (рис. 1а). По умолчанию все подобные маркеры имеют желтый цвет, но как мы знаем, для удобства для линий связи каждой конкретной цепи цвет может быть назначен индивидуально.

4. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

5. Сдвинем указатель мыши немного вверх и нарисуем короткий сегмент проводника. Маркер будет следовать за указателем мыши (рис. 1б).

6. Так как на конце стрингера должно находиться переходное отверстие, выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши.



Рис. 2. Панель инструментов Footprint Tools.

7. В появившемся на экране окне Select выберем слой 5 VDD и нажмем кнопку ОК.

Система добавит переходное отверстие на указанный слой и завершит рисование проводника (рис. 1в).

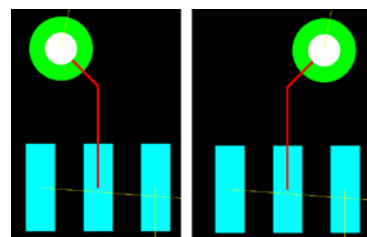


Рис. 3. Результат выполнения команды X Mirror footprint.

Аналогичным образом можно вручную нарисовать стрингеры у всех подключенных контактных площадок, но лучше использовать специальные команды, расположенные в разделе меню Routing | Footprint или соответствующие им кнопки, расположенные на панели инструментов Footprint Tools (рис. 2). Работа этих инструментов будет определяться настройками, сделанными в окне Footprints, вызываемом командой меню Configure | Routing | Footprints.

— Copy Footprint — копировать стрингер. Команда дает возможность копировать ранее нарисованный стрингер на следующий по номеру вывод.

— Auto footprint — автоматическая прорисовка стрингеров. Команда запускает процедуру автоматического создания стрингеров у всех выбранных SMD контактных согласно настройкам программы автоматической трассировки, включая многопроходность, если таковая задана.

— Create Footprint using Exit Direction — создание стрингера в разрешенном направлении. Команда создает стрингер с использованием имеющегося шаблона для каждого выбранного и подключенного к цепи вывода в направлении, указанном в атрибуте pin_exit_dirs (Exit Direction).

— Rotate footprint — поворот стрингера. Выполняет поворот стрингера на угол, заданный в поле Angle окна Routing Tool Options, если это не противоречит заданным правилам проектирования.

— X Mirror footprint — зеркальное отображение стрингера по оси X. Команда выполняет зеркальное отображение ранее нарисованного стрингера относительно вертикальной оси (рис. 3).

— Y Mirror footprint — зеркальное отображение стрингера по оси Y. Команда выполняет зеркальное отображение ранее нарисованного стрингера относительно горизонтальной оси (рис. 4).

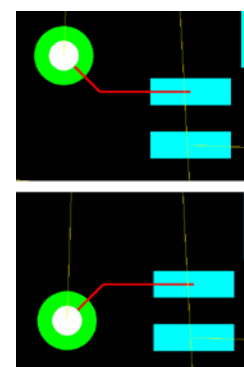


Рис. 4. Результат выполнения команды Y Mirror footprint.

— Save Footprint — сохранить шаблон стрингеров. Команда позволяет сохранить выделенный набор стрингеров как шаблон для всех аналогичных SMD компонентов. Шаблон сохраняется в файл с расширением .FPT в папке router текущего проекта.

— Create Footprint North, East и т.д. — создать стрингер в заданном направлении.

— Create Footprint Outwards или Inwards — создать стрингеры в направлении наружу или внутрь компонента.

8. Выполним команду меню Configure | Routing | Footprints.

На экране появится диалоговое окно Footprints с настройками параметров прорисовки стрингеров, показанное на рисунке 5.

В верхней части окна приведены настройки параметров по умолчанию.

Параметр 1st Length задает длину проводника стрингера. Если у контактной площадки задано два и более направления выхода, то этот параметр будет применяться ко всем таким контактным площадкам, а стрингеры будут располагаться, как показано на рисунке 6. Для контактных площадок, у которых задано только одно направление выхода, длина нечетных стрингеров будет определяться параметром 1st Length, а четных — параметром 2nd Length (рис. 7). Такой подход позволяет избежать нарушений заданных зазоров.

Опции Absolute и Incremental задают принцип определения длины стрингера: от центров контактной площадки и переходного отверстия или от их краев соответственно (рис. 8). Опции Ungridded и Gridded предписывают размещать переходные отверстия вне сетки или в узлы сетки Via Grid.

Опции Via share и Pin share разрешают программе при автоматической прорисовке стрингеров соединять между собой близлежащие контактные площадки, принадлежащие одной цепи, и подключать их к одному отверстию. Ширины проводников будут определяться настройками программы автотрассировки в окне Routing Tool Options и соответствующими атрибутами цепей и классов цепей.

Стили переходных отверстий также будут определяться настройками атрибутов цепей. В случае необходимости применения специального стиля переходного отверстия, его тип указывается в поле Via Name. Ниже в поле Layer Pair можно указать слои, которые оно будет соединять. В ряде случаев при питании мощных схем для обеспечения протекания требуемого тока одного переходного отверстия может оказаться не достаточно. В таких случаях программа может автоматически использовать в стрингере несколько переходных отверстий, число которых для конкретного вывода задается атрибутом pin_foot_vias.

9. Пока не будем ничего менять в окне Footprints и закроем его нажатием кнопки Cancel.

Прделаем упражнение.

10. Выполним команду меню Edit | Locate | Pin или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

11. В появившемся диалоговом окне Locate Pin в поле Component Name введем позиционное обозначение микросхемы U16, а в поле Pin Name введем номер вывода 2, после чего нажмем кнопку OK.

Система подсветит найденный вывод и изменит вид таким образом, чтобы он находился в центре экрана.

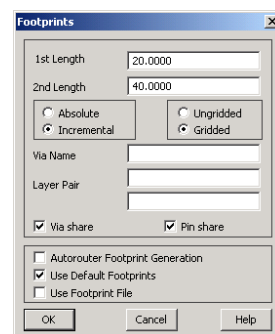


Рис. 5. Окно настройки параметров прорисовки стрингеров.

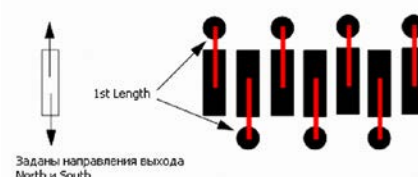


Рис. 6. Применение параметра 1st Length для площадок с двумя направлениями выхода.

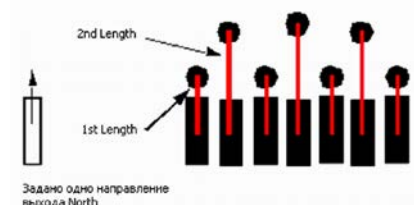


Рис. 7. Применение параметров 1st и 2nd Length для площадок с одним направлением выхода.

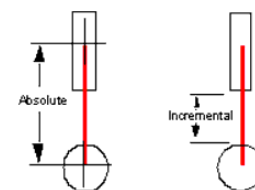


Рис. 8. Опции определения длины стрингера.

12. Несколько раз выполним команду меню View | Zoom In или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов, чтобы изменить масштаб для наилучшего отображения указанной микросхемы.

Легко видеть, что микросхема U16 является нижней из двух одинаковых SMD микросхем, выполненных в корпусе SOL с 20 выводами.

13. Выполним команду меню Configure | Units и в появившемся окне Length Units в выпадающем списке выберем единицы измерения 1/1000 inch (th), после чего нажмем кнопку OK.

14. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

15. В появившемся окне Routing Tool Options проверим, что добавление переходных отверстий разрешено (Vias Allowed), запрещена трассировка с нарушениями (Errors Allowed), ширина проводников задана как Necked.

16. Выполним команду меню Configure | Routing | Footprints.

17. В появившемся окне Footprints зададим длину стрингера 1st Length равной 20 милс, включим опции Incremental и Gridded, выключим опцию Use Ffootprint File и нажмем кнопку OK.

18. Выполним команду меню Routing | Footprint | Create (Exit Direction) или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Система нарисует у выделенного вывода стрингер, направленный вниз (наружу), что является наиболее логичным для вывода, у которого заданы все четыре возможных направления выхода (рис. 9а). Для прорисовки остальных стрингеров мы могли бы воспользоваться командой Copy Footprint, но из-за большого размера переходных отверстий функция проверки зазоров не позволит там разместить рядом два стрингера. Поступим иначе.

19. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

20. С помощью мыши в окне охвата выделим весь ряд контактных площадок выводов 1 — 10.

21. Выполним команду меню Routing | Footprint | Create (N) или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

Система нарисует пять направленных вверх стрингеров (рис. 9б).

22. Выполним команду меню Routing | Footprint | Create (S) или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

Система нарисует оставшиеся четыре направленных вниз стрингера (рис. 9в). Обратите внимание, у вывода 10, принадлежащего цепи GND проводник будет значительно шире, чем у других выводов.

23. Аналогичным образом выделим верхний ряд выводов 11 — 20 и создадим стрингеры для них, как показано на рисунке 10.

Итак, в результате выполненных действий мы получили шаблон трассировки конкретного посадочного места, который можно сохранить и в дальнейшем применять для всех аналогичных микросхем.

24. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

25. С помощью мыши в окне охвата выделим все объекты (стрингеры и контактные площадки) микросхемы U16.

26. Выполним команду меню Routing | Footprint | Save или нажмем кнопку  (button09) на панели инструментов.

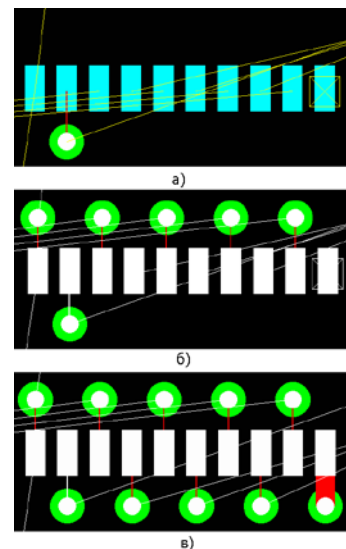


Рис. 9. Рисование стрингеров у ряда контактных площадок.

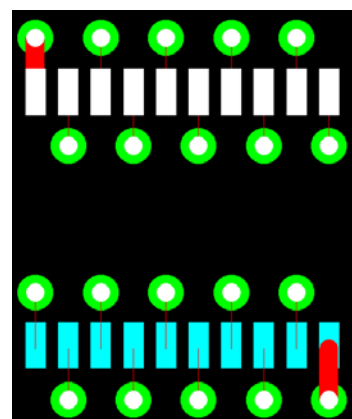


Рис. 10. Окончательный вид стрингеров микросхемы U16.

27. В появившемся на экране окне Report введем имя шаблона dilsmd20.fpt и нажмем кнопку Сохранить.

Попробуем примерить сохраненный шаблон для прорисовки стрингеров у расположенной рядом микросхемы U17.

28. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

29. С помощью мыши в окне охвата выделим все контактные площадки микросхемы U17.

30. Выполним команду меню Configure | Routing | Footprints.

31. В появившемся окне Footprints включим опцию Use Footprint File и нажмем кнопку ОК.

32. Выполним команду меню Routing | Footprint | Create (Exit Direction) или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

На экране появится окно Input Footprint File, предлагающее нам выбрать файл шаблона трассировки стрингеров.

33. Выберем только что сохраненный файл dilsmd20.fpt и нажмем кнопку Открыть.

Система нарисует стрингеры у выводов микросхемы U17, повторив шаблон микросхемы U16. Чтобы понять, как система использует шаблоны трассировки топологических посадочных мест, выполним еще одну операцию.

34. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

35. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

36. Снова выполним команду меню Routing | Footprint | Create (Exit Direction) или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

37. В появившемся на экране окне Input Footprint File выберем файл шаблона dilsmd20.fpt и нажмем кнопку Открыть.

На экране появится предупреждение о том, что некоторые из выбранных объектов не найдены в файле шаблона (рис. 11).

38. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

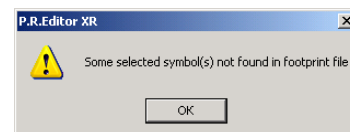


Рис. 11. Предупреждение при использовании файла шаблона.

Теперь система нарисует стрингеры у всех компонентов на плате. У всех SMD микросхем, выполненных в корпусе SOL с 20 выводами, конфигурация стрингеров будет одинаковая, за исключением случаев, когда примитивы шаблона вызвали нарушение требований к зазорам между цепями, или когда часть их цепей уже была разведена ранее. У остальных компонентов стрингеры будут нарисованы согласно заданным направлениям выхода, причем не всегда оптимально.

39. Выполним команду Edit | Undo и отменим только что выполненную операцию.

Следует отметить, что файл шаблона трассировки может содержать описание расположения стрингеров для нескольких микросхем. В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем прорисовать стрингеры у микросхемы U15, выполненной в корпусе PLCC20. При сохранении шаблона выделить следует выделить наборы объектов обеих микросхем U15 и U16. В этом случае файл шаблона будет содержать конфигурации стрингеров для двух разных микросхем, в чем легко убедиться, просмотрев файл с помощью обычного текстового редактора.

Разумеется, после применения данного шаблона для всей топологии, стрингеры микросхем PLCC20 тоже окажутся оттрассированными одинаково, за исключением неподключенных выводов, оттрассированных выводов и мест, где применение шаблона вызывает ошибки DRC. Таким образом, на практике рекомендуется создать некую заготовку проекта, содержащую наиболее часто употребляемые микросхемы со всеми подключенными выводами, прорисовать для них оптимальную конфигурацию стрингеров и сохранить в файле шаблона. Последующая загрузка такого шаблона в проект значительно упростит получение качественной топологии платы.

Автоматическая трассировка стрингеров

Существует два метода автоматической трассировки стрингеров у SMD топологических посадочных мест. Первый из них запускается с помощью команды Routing | Footprint | Auto и использует настройки программы автотрассировки, выполненные в окнах Footprints и Routing Tool Options, в результате чего проводники и переходные отверстия добавляются ко всем указанным SMD контактным площадкам согласно указанному режиму выделения. При выборе режима Single Item программа прорисует стрингеры для всех выделенных нами SMD контактных площадок. При выборе режима Nets программа прорисует стрингеры ко всем SMD контактным площадкам, соединенным с выбранными нами цепями.

Второй метод использует основной алгоритм автотрассировщика, запускается командой Routing | Autoroute и активируется опцией Autorouter Footprint Generation в диалоговом окне Footprints. В этом случае автотрассировщик будет выполнять предварительный проход, обозначенный в отчете как Pass (FP), в ходе которого он будет автоматически создать и трассировать стрингеры. После этого трассировщик перейдет к обычной разводке с использованием числа проходов, заданного в диалоговом окне Routing Tool Options. При выборе режима Single Item программа прорисует стрингеры для всех выделенных нами SMD контактных площадок и далее разведет все подходящие к ним цепи. При выборе режима Nets программа сначала прорисует стрингеры ко всем SMD контактным площадкам, соединенным с выбранными нами цепями, а затем выполнит трассировку этих цепей.

Прделаем упражнение, которое позволит нам разобраться в особенностях автоматической трассировки стрингеров.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

2. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемами U9, U27, U29, U35 и U36 в нижней части топологии.

4. Выполним команду меню Configure | Routing | Footprints.

5. В появившемся на экране диалоговом окне Footprints выполним настройки, как показано на рисунке 12, а именно: зададим параметры 1st и 2nd Length равные 15 и 30 милс соответственно, включим опции Incremental, Gridded, Via Share и Pin share, а также включим опции Use Default Footprints и Autorouter Footprint Generation.

6. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button11) на панели инструментов.

7. Выполним команду меню Routing | Footprint | Auto или нажмем кнопку  (button13) на панели инструментов.

8. С помощью мыши в окне охвата выделим все контактные площадки микросхем U9, U27, U29, U35 и U36.

Система выполнит трассировку стрингеров, которые появятся только у контактных площадок указанных микросхем как показано на рисунке 13. Также будет сформирован отчет, показанный на рисунке 14, из которого следует, что выполнялся один проход трассировки, по окончании которого на плате имеется 98 переходных отверстий и 202 сегмента проводников. Отметим, что в отчете отображается не число добавленных объектов, а суммарное число объектов на момент окончания прохода.

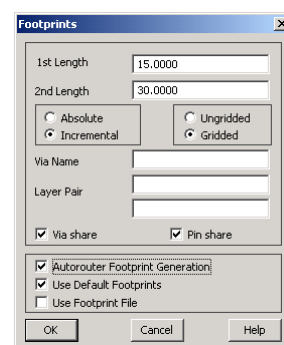


Рис. 12. Окно настройки параметров прорисовки стрингеров.

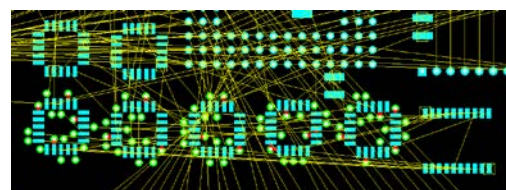


Рис. 13. Результат трассировки стрингеров, вариант 1.

Passes	Effort	Angle	Width	Push Aside	Vias	Total	Conn	Grids	Track	Vias
1	10	90	Necked	On	On	98		1	1	

Routing Layer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pass	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ass'd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Routed	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Failed	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Excess	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vias	98											
Segs	202											
Length	45970.4700											
Time	00:00:01											

Completed : Total time = 00:00:01

Рис. 14. Отчет о результатах трассировки стрингеров, вариант 1.

9. Закроем окно отчета.

10. Выполним команду меню Edit | Undo.

11. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

12. Выполним команду меню Routing | Footprint | Auto или нажмем кнопку  (button13) на панели инструментов.

13. С помощью мыши в окне охвата выделим все контактные площадки микросхем U9, U27, U29, U35 и U36.

Система выполнит трассировку стрингеров, которые появятся у всех контактных площадок компонентов, которые имеют связи с указанными микросхемами (рис. 15). Также будет сформирован отчет, показанный на рисунке 16, из которого следует, что выполнялся один проход трассировки, по окончании которого на плате имеется 320 переходных отверстий и 495 сегментов проводников.

14. Закроем окно отчета.

15. Снова выполним команду меню Edit | Undo.

Теперь для трассировки стрингеров воспользуемся стандартным автотрассировщиком. Напомним, что мы уже ранее активировали этот режим опцией Autorouter Footprint Generation в окне Footprints, но пока он никак не использовался. Проверим настройки автотрассировщика.

16. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

17. В появившемся окне Routing Tool Options разрешим добавление переходных отверстий (Vias Allowed), выключим трассировку с нарушениями (Errors Allowed) и проверку DRC "на лету" (On Line DRC). Параметр Passes установим в значение 2.

18. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

19. Выполним команду меню Select | Mode | Item или нажмем кнопку  (button11) на панели инструментов.

20. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button14) на панели инструментов.

21. С помощью мыши в окне охвата выделим все контактные площадки микросхем U9, U27, U29, U35 и U36.

Система выполнит трассировку стрингеров у контактных площадок указанных микросхем и соединенных с ними цепей (рис. 17). Из отчета, показанного на рисунке 18, следует, что программа выполнила три прохода трассировки, причем в ходе первого их них (FP) выполнялась трассировка стрингеров, а в ходе двух других разводка связанных с ними проводников. По окончании процедуры на плате имеется 149 переходных отверстий и 696 сегментов проводников.

22. Закроем окно отчета.

23. Снова выполним команду меню Edit | Undo.

Изменим режим выбора объектов.

24. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

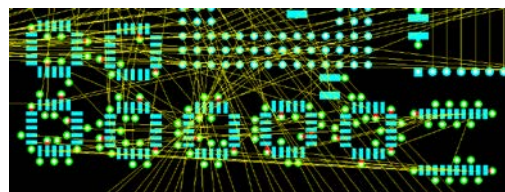
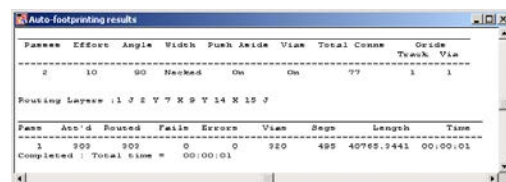


Рис. 15. Результат трассировки стрингеров, вариант 2.



Passes	Effort	Angle	Width	Push Aside	Vias	Total Conn	Grids	Task	Via
1	10	90	Necked	On	On	77	1	1	

Pass	Attd	Routed	Faild	Errors	Vias	Segs	Length	Time
1	320	320	0	0	320	495	40765.2441	00:00:01

Completed : Total time = 00:00:01

Рис. 16. Отчет о результатах трассировки стрингеров, вариант 2.

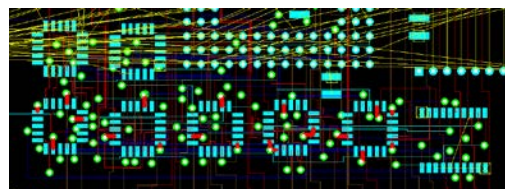
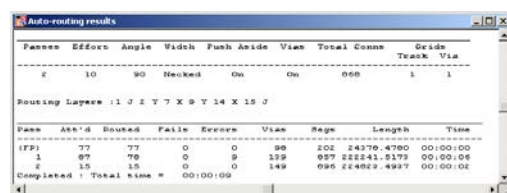


Рис. 17. Результат трассировки стрингеров, вариант 3.



Passes	Effort	Angle	Width	Push Aside	Vias	Total Conn	Grids	Task	Via
1	10	90	Necked	On	On	000	1	1	

Pass	Attd	Routed	Faild	Errors	Vias	Segs	Length	Time
1	77	77	0	0	99	202	24376.4780	00:00:00
2	15	15	0	0	149	696	22241.5179	00:00:09

Completed : Total time = 00:00:09

Рис. 18. Отчет о результатах трассировки стрингеров, вариант 3.

25. Выполним команду меню Routing | Autoroute или нажмем кнопку  (button14) на панели инструментов.

26. С помощью мыши в окне охвата выделим все контактные площадки микросхем U9, U27, U29, U35 и U36.

Система выполнит трассировку стрингеров, которые появятся у всех контактных площадок компонентов, которые имеют связи с указанными микросхемами (рис. 19). Из отчета, показанного на рисунке 20, следует, что программа выполнила три прохода трассировки, причем в ходе первого из них (FP) выполнялась трассировка стрингеров, а в ходе двух других разводка связанных с ними проводников. По окончании процедуры на плате имеется 393 переходных отверстия и 1869 сегментов проводников.

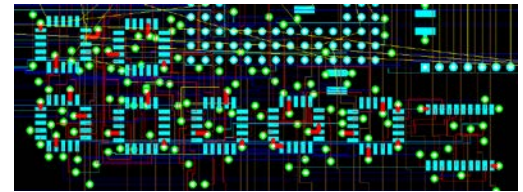


Рис. 19. Результат трассировки стрингеров, вариант 4.

Passes	Effort	Angle	Width	Push Aside	Vias	Total Conn	Grid
2	10	90	Necked	On	On	050	1 1

Pass	Area's	Routes	Fails	Errors	Vias	Segs	Length	Time
(FP)	303	303	0	0	320	495	40765.3441	00:00:03
1	175	145	0	10	387	1778	487615.8740	00:00:14
2	14	14	0	0	593	1069	495276.1079	00:00:03

Completed: 1 Total time = 00:00:20

Рис. 20. Отчет о результатах трассировки стрингеров, вариант 4.

27. Закроем окно отчета.

28. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

29. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась область платы с микросхемой U27 (рис. 21).

Разводка стрингеров у данной микросхемы очень хорошо иллюстрирует работу опций Via Share (слева) и Pin share (справа) из диалогового окна Footprints.

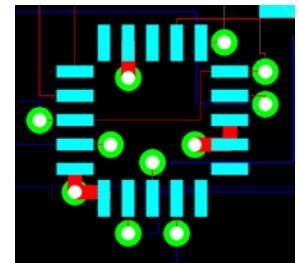


Рис. 21. Иллюстрация работы опций Via Share и Pin share.

30. Выполним команду меню Edit | Undo.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем выполнить трассировку стрингеров в ручном и автоматическом режимах с использованием всех инструментов, доступных на панели инструментов Footprint Tools, у микросхем U1 и U5. Перед разводкой желательно изменить назначенный по умолчанию для всех цепей стиль переходных отверстий с Circle 55/28(via) на VIA_v(via) меньшего размера. Напомним, что делается это в окне Attribute Editor, вызываемом командой меню Configure | Attributes.

Рекомендации по улучшению качества конечной топологии

Как мы уже говорили ранее, автотрассировщик программы P.R.Editor XR для решения большинства проблем и получения 100% трассировки использует многопроходной алгоритм. Число проходов (Passes) и попыток (Effort) задается в окне Routing Tool Options. Динамика процесса трассировки в зависимости от этих параметров показана на рисунке 22. Из графика следует, что использование большого количества попыток обеспечивает хороший процент выполнения разводки, но требует длительного времени. Использование меньшего количества попыток ускоряет процесс трассировки, но результаты разводки получаются менее завершенными.

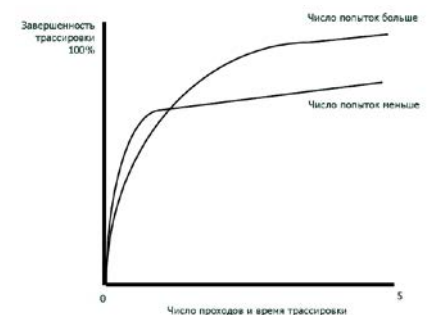


Рис. 22. Динамика процесса трассировки.

Трудно дать какие-либо однозначные рекомендации по назначению данных параметров. Стратегия будет очень сильно зависеть от сложности проекта и времени, доступного для работы трассировщика. Для относительно простых проектов количество попыток (Effort) желательно задавать от 5 до 10 при небольшом числе проходов (Passes) от 2 до 5. Для сложных проектов количество попыток (Effort) должно быть максимальным и равным 10, а число проходов (Passes) — не менее 20. При таких настройках трассировка представляет собой сложную вычислительную

операцию, однако быстроедействие современных процессоров вполне хватает, что завершить ее за разумное время.

Следует помнить, что при задании двух и более проходов трассировки, программа будет пытаться перераспределить ранее проложенные вручную проводники. Если их положение имеет для нас критически важное значение, то перед запуском автотрассировщика их рекомендуется зафиксировать.

Если в проекте имеются компоненты, повернутые на некоторый угол таким образом, что их контактные площадки располагаются не вдоль линий сетки трассировки, то при их трассировке программа будет использовать сначала направление выхода относительно данного компонента, а уже затем учитывать настройки разрешенного в окне Routing Tool Options угла трассировки.

В ряде случаев имеет смысл выполнять диагональную трассировку с использованием углов 45 и 0 градусов. Разрешенный угол трассировки задается в окне Routing Tool Options в выпадающем списке Angle. Например, при заданном угле трассировки 0 градусов при выключенной опции Angled Autorouting трассировщик будет продолжать прокладывать проводники в ортогональном стиле, и лишь в наиболее проблемных местах он будет пытаться проложить проводники под произвольным углом. При включенной опции Angled Autorouting проводники будут прокладываться под произвольным углом изначально, что бывает очень полезно при очень плотном расположении контактных площадок, например, у корпусов BGA. Следует помнить, что в ходе автотрассировки под произвольным углом изображение на экране обновляется только по завершению очередного прохода.

После завершения трассировки платы рекомендуется выполнить операцию сглаживания (Smoothing), которая позволит сократить имеющееся на плате число переходных отверстий и сегментов проводников. Особенно эта операция необходима, если трассировка выполнялась в режиме следования контуру, то есть в окне Routing Tool Options была включена опция Contour Following.

Перевод автотрассировщика в режим сглаживания осуществляется включением в окне Routing Tool Options опции Smoothing. Часть обычных опций трассировщика при этом становится недоступной, например, трассировка с ошибками (Errors Allowed) или свопинг эквивалентных выводов (Pin Swap Allowed). Стратегия трассировки задается многопроходной, рекомендуемое число проходов (Passes) — пять. В процессе сглаживания могут добавляться и удаляться переходные отверстия. Напомним, что настройка весовых коэффициентов добавления отверстий выполняется в окне Costs, вызываемом командой меню Configure | Routing | Costs.

Программа P.R.Editor XR имеет еще один очень полезный инструмент, который может быть использован в режимах ручной и автоматической трассировки, а также в режиме сглаживания — инструмент выравнивания зазоров. Этот инструмент позволяет изменять зазоры между некоторыми сегментами ортогональных проводников, что упрощает разводку за счет освобождения пространства для других проводников и переходных отверстий. Также эта функция полезна при ручном устранении нарушений правил проектирования, когда сегмент проводника, нарушающий заданный зазор требуется отодвинуть подальше от соседних проводников или полигонов.

Прделаем небольшое упражнение.

1. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.
2. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.
3. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображался правый верхний угол платы с предварительно разведенными на слое Component проводниками (рис. 23а).

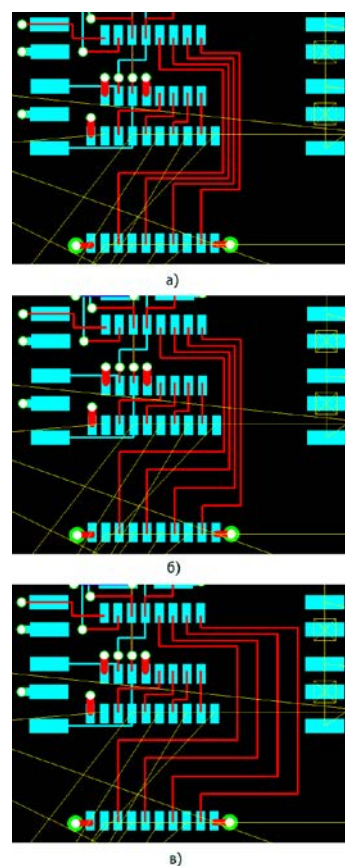


Рис. 23. Работа инструмента Equispace.

4. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.
5. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.
6. С помощью мыши выделим четыре имеющихся здесь проводника.
7. Выполним команду меню Edit | Unfix или нажмем кнопку  (button15) на панели инструментов, чтобы снять блокировку с указанных цепей.
8. Выполним команду меню Routing | Equispace.

Система автоматически раздвинет горизонтальные сегменты проводников, так чтобы зазор между ними по вертикали был максимально возможным, насколько хватает свободного места (рис. 23б). Обратите внимание, что перемещение сегментов не вызвало изменения длин указанных проводников.

9. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

10. В появившемся окне Routing Tool Options включим опцию Change Length With Equispace, которая разрешает программе изменять длину цепей в ходе выполнения операции выравнивания зазоров, и нажмем кнопку OK.

11. Снова выполним команду меню Routing | Equispace.

Теперь система автоматически раздвинет не только горизонтальные, но и вертикальные сегменты проводников на максимально возможное расстояние (рис. 23в).

Отметим, что в процессе выполнения операции выравнивания зазоров могут быть изменены только ортогональные сегменты. Проводники, проведенные под любым другим углом, а также изогнутые и соединенные с переходными отверстиями или контактными площадками, перемещаться не будут.

Функцию выравнивания зазоров Equispace не следует путать с другой очень похожей функцией Optimum Spacing, которая выполняет оптимизацию зазоров на плате. Функцию Optimum Spacing рекомендуется использовать после того, когда трассировка топологии полностью завершена, и выполнено ее сглаживание. В этом случае она позволит увеличить зазоры между проводниками, где это еще возможно, и равномерно распределить их по плате, что в ряде случаев увеличивает ее технологичность.

В завершение занятия следует сказать еще об одной функции, очень полезной при редактировании полученной в ходе автотрассировки топологии — функции сглаживания углов (Miter). Она отличается от рассмотренной ранее функции сглаживания Smoothing тем, что в процессе ее работы не выполняется полная перетрассировка указанных цепей с изменением слоев, перемещением проводников и переходных отверстий, а всего лишь к имеющимся ортогональным соединениям сегментов проводников добавляются скосы под углом 45 градусов или дуги. Это позволяет повысить технологичность платы, а также свести к минимуму неоднородности в проводниках, что полезно для передачи высокочастотных сигналов. Размер скосов задается атрибутами miter_min и miter_max на уровне платы.

12. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

13. Выполним команду меню Select | Mode | Whole Net или нажмем кнопку  (button12) на панели инструментов.

14. С помощью мыши выделим четыре ранее раздвинутых проводника.

15. Выполним команду меню Routing | Miter.

Система автоматически добавит ко всем ортогональным проводникам скосы под углом 45 градусов, как показано на рисунке 24а.

16. Выполним команду Edit | Undo и отменим только что выполненную операцию.

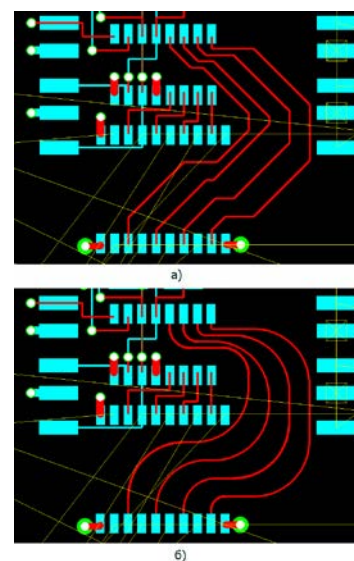


Рис. 24. Работа инструмента Miter.

17. Выполним команду меню Configure | Routing | Routing Tool или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+T.

18. В появившемся окне Routing Tool Options включим опцию Track Style Curved, которая разрешает программе использовать дуги, и нажмем кнопку ОК.

19. Снова с помощью мыши выделим четыре ранее раздвинутых проводника.

20. Выполним команду меню Routing | Miter.

Система выполнит скругление всех ортогональных проводников, как показано на рисунке 24б.

В завершение данного занятия нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

21. Выполним команду меню File | Exit.

22. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы подробно рассмотрим работу с тестовыми точками, перемычками и областями металлизации.

Урок 23. Трассировщик P.R.Editor XR. Расстановка тестовых точек и перемычек.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На предыдущем занятии мы научились создавать шаблоны трассировки топологических посадочных мест SMD компонентов. Сегодня мы рассмотрим расстановку тестовых точек и перемычек.

Расстановка тестовых точек

В общем случае тестовые точки можно добавлять в проект как отдельные объекты в редакторе печатных плат системы CADSTAR. Тем не менее, добавление тестовых точек непосредственно в процессе трассировки топологий имеет ряд преимуществ. Программа P.R.Editor XR имеет возможность автоматического добавления в проект тестовых точек и работает по следующему алгоритму. Сначала программа анализирует контактные площадки компонентов, проверяет их на соответствие требованиям к тестовым точкам, и назначает одну из них в качестве тестовой точки для каждой цепи. Если после этого в проекте останутся цепи без назначенных тестовых точек, то в качестве них будут использоваться удовлетворяющие требованиям переходные отверстия. Если и после этого ряд цепей не будет иметь тестовых точек, то они будут добавлены принудительно.

Следует помнить, что программа P.R.Editor XR, будучи только трассировщиком, не может добавлять в проект новые компоненты. Поэтому тестовыми точками могут быть только три вида объектов: существующие контактные площадки, переходные отверстия и специальные однослойные контактные площадки, которые добавляются в топологию исключительно для того, чтобы она удовлетворяла требованиям электротестирования. Так как тестовые точки не являются реальными компонентами, они не могут иметь назначенных текстовых имен.

К размещаемым в проекте тестовым точкам предъявляется ряд требований. Во-первых, тестовые точки должны размещаться в узлах сетки Testpoint Grid. Если в проекте шаг сетки переходных отверстий Via Grid задан 100 милс, а шаг сетки Testpoint Grid — 200 милс, то после назначения переходного отверстия тестовой точкой оно будет перемещаться по плате только с шагом 200 милс. Во-вторых, тестовые точки должны удовлетворять требованиям на зазоры между краями двух тестовых точек, между тестовой точкой и краем платы, а также между тестовой точкой и контуром компонента. Кроме того, может быть задано минимальное расстояние между центрами двух тестовых точек.

Если существующая контактная площадка или переходное отверстие не попадает в сетку размещения тестовых точек или не удовлетворяет требованиям к зазорам, то она не может использоваться в качестве тестовой точки.

Прделаем ряд упражнений. Для работы нам потребуется специальный пример Testpt.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Testpt.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PREditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

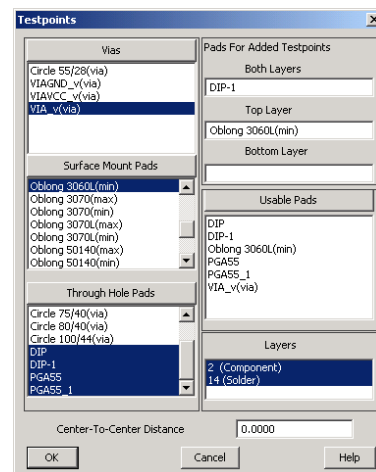


Рис. 1. Настройки тестовых точек.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы. Легко видеть, что выбранный нами проект полностью разведен, и мы будем добавлять тестовые точки в готовую топологию. Однако, следует помнить, что в общем случае наилучший результат будет получен, если тестовые точки будут добавляться в ходе процесса трассировки.

6. Выполним команду меню Configure | Routing | Testpoints.

На экране появится диалоговое окно Testpoints, показанное на рисунке 1. Данное окно разделено на две части. В левой части отображаются списки имеющихся в проекте стилей контактных площадок и переходных отверстий, а в правой части — стили, назначенные для использования в качестве "чистых" тестовых точек, а также стили, объекты которых могут использоваться в качестве назначенных тестовых точек (Usable pads). Добавление стилей объектов в поле Usable pads осуществляется путем выбора их в любом из трех списков, расположенных в левой части диалогового окна. Удаление стилей из списка Usable pads выполняется выбором соответствующей строки в нем. Если какой-либо из объектов уже используется в проекте в качестве тестовой точки, то его стиль из списка Usable pads удален быть не может.

Все операции с тестовыми точками выполняются с помощью команд меню из раздела Routing | Testpoint, а также соответствующих кнопок на панели инструментов Testpoint:

— Allocate Testpoint. Этот инструмент пытается разместить нужное число тестовых точек на всех выбранных цепях, где это можно сделать с соблюдением правил зазоров и совмещения с сеткой. Программа будет следовать от одной контактной площадки к другой через переходные отверстия. Если ей не удастся разместить достаточное количество тестовых точек с использованием имеющихся объектов, то она будет добавлять ко всем сегментам цепей "чистые" тестовые точки на наружных слоях или тестовые точки с межслойным переходом, если они размещены на внутренних слоях.

Все тестовые точки, размещенные в соответствии с этим методом, будут соответствовать ограничениям зазоров и сеток. Этот инструмент может использовать в качестве тестовых точек только незафиксированные переходные отверстия при условии, что они находятся в узлах сетки Testpoint Grid и имеют подходящий стиль, или их стиль может быть изменен на указанный в поле Both Layer.

— Mark/Unmark Testpoint. Этот инструмент позволяет изменить статус назначения тестовой точки для любой выбранной контактной площадки или переходного отверстия, если это не противоречит общим настройкам. Если объект ранее уже был тестовой точкой, то данное назначение с него будет снято. Для контактных площадок присвоение статуса заключается в присвоении атрибуту pin_test каждой из них соответствующего значения (Top, Bottom и Both). Для переходных отверстий статус тестовой точки определяется внутренним параметром.

Контактным площадкам или переходным отверстиям будет присвоен статус тестовой точки только в случае, если они не зафиксированы, и их стили есть в списке Used pads. Статус тестовой точки будет присвоен только в том случае, если объекты не нарушают правил зазоров для тестовых точек и попадают в узлы сетки Testpoint Grid. "Чистые" тестовые точки (однослойные контактные площадки) при этом будут удалены.

— Change Via to Testpoint. Этот инструмент будет превращать обычное незафиксированное сквозное или "слепое" переходное отверстие в тестовую точку с использованием стиля, заданного в поле Both Layer. Заметим, что этот инструмент отличается рассмотренного ранее Mark/Unmark Testpoint тем, что он не просто изменяет статус объекта, а изменяет его стиль на заданный в поле Both Layer. Разумеется, инструмент требует, чтобы объект был размещен в узлах сетки Testpoint Grid.

— Clear Testpoint. Этот инструмент снимает статус тестовой точки со всех выделенных и незафиксированных объектов, а также удаляет любые "чистые" тестовые точки (однослойные контактные площадки).

Выполним в окне Testpoints нужные нам настройки.

7. Выполним щелчок левой кнопкой мыши в пустом поле Both Layers в правой части окна.

8. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени стиля DIP-1 в списке Through Hole Pads в левой части окна.

Выбранный стиль будет добавлен в поле Both Layers и список Usable Pads.

9. Выполним щелчок левой кнопкой мыши в пустом поле Top Layer в правой части окна.

10. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени стиля Oblong 3060L(min) в списке Surface Mount Pads в левой части окна.

Выбранный стиль будет добавлен в поле Top Layer и список Usable Pads. Отметим, что это самый простой способ задания стилей "чистых" тестовых точек, позволяющий избежать возможных ошибок. В общем случае имена стилей в текстовые поля Pads For Added Testpoints можно ввести с клавиатуры.

11. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на имени стиля VIA_v (via) в списке Vias в левой части окна.

Выбранный стиль будет добавлен в список Usable Pads.

12. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши, выберем в списке Through Hole Pads стили DIP, DIP-1, PGA55 и PGA55_1

Выбранные стили будут добавлены в список Usable Pads.

13. Удерживая нажатой клавишу CTRL с помощью мыши, выберем в списке Layers оба представленных здесь слоя 2 (Component) и 14 (Solder).

14. Убедимся, что все настройки в окне Testpoints выполнены, как показано на рисунке 1, и нажмем кнопку OK.

15. Выполним команду меню Configure | Grids.

16. В появившемся окне Grids в поле Testpoint Grid введем шаг сетки размещения тестовых точек 10 милс и нажмем кнопку OK.

17. Выполним команду меню Configure | Spacing.

	Test Point	Profile	Component
Test Point	30th	30th	30th

Рис. 2. Задание зазоров для тестовых точек.

18. В появившемся окне Spacing Rules на закладке Net-Net зададим зазоры между тестовыми точками (Test Point), тестовыми точками и краем платы (Profile), тестовыми точками и компонентами (Component) равные 30 милс (рис. 2) и нажмем кнопки Apply и Close.

19. Выполним команду меню View | Toolbars | Testpoint для отображения панели инструментов управления тестовыми точками.

20. Выполним команду меню Select | All или нажмем комбинацию горячих клавиш CTRL+A.

21. Выполним команду меню Edit | Unfix или нажмем кнопку  (button09) на панели инструментов и разблокируем все объекты топологии.

22. Выполним команду меню Routing | Testpoint | Allocate или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

Программа начнет добавление в проект тестовых точек. Часть тестовых точек (круглых) будет назначена для уже имеющихся в проекте контактных площадок и переходных отверстий. К некоторым цепям были добавлены "чистые" тестовые точки в виде прямоугольных контактных площадок. По окончании процесса программа сформирует отчет, показанный на рис. 3. Однако, для нас больший интерес будет представлять отчет, о цепях к которым согласно нашим установкам тестовые точки добавлены не были, а значит их тестирование осталось невозможным.



The image shows a software window titled "Testpoint Allocation". Inside the window, the text "Routing Layers : 1 3 2 7 7 X 9 Y 14 X 16 J" is displayed. Below this is a table with 9 columns: Pass, Att'd, Routed, Fails, Errors, Vias, Segs, Length, and Time. The table contains one data row and a summary row. The data row shows values: 1, 939, 926, 13, 0, 1101, 9151, 1907547.4, and 00:01:53. The summary row shows "Completed : Total time = 00:01:59".

Testpoint Allocation								
Routing Layers : 1 3 2 7 7 X 9 Y 14 X 16 J								
Pass	Att'd	Routed	Fails	Errors	Vias	Segs	Length	Time
1	939	926	13	0	1101	9151	1907547.4	00:01:53
Completed : Total time = 00:01:59								

Рис. 2. Отчет о завершении расстановки тестовых точек.

23. Выполним команду меню Utilities | Reports | Testpoint и с помощью мыши зададим окно охвата вокруг всей топологии.

На экране появится окно отчета Testpoints (рис. 4), в котором для всех выбранных цепей отображается информация о добавленных тестовых точках. Значение 1/1 в столбце Number означает, что к данной цепи была назначена 1 тестовая точка и нужна была всего одна тестовая точка. Запись 0/1* означает, что программе не удалось добавить к данной цепи тестовую точку (добавлено 0, а нужна была 1).

В общем случае, число тестовых точек для конкретной цепи назначается атрибутом net_testpoints. Если он не задан, то считается, что для данной цепи нужна только одна тестовая точка. При задании числа большего 1, то к цепи будут добавляться соответствующее количество тестовых точек. При задании числа 0, тестовые точки к цепи добавляться не будут.

Обратите внимание, что в окне Testpoints по умолчанию в пяти столбцах задано отображение следующих параметров тестовых точек: число (Number), тип (Type), слой (Layer) и координаты центра (X_Coord и Y_Coord). Данные, отображаемые в каждом столбце, могут быть изменены выбором нужного параметра из выпадающего списка, расположенного в его верхней части. Помимо перечисленных выше пяти параметров здесь могут быть отображены: On_grid (Y или N в зависимости от того, расположена ли тестовая точка в узлах сетки Testpoint Grid или нет), Error (расстояние до ближайшего объекта) и Near_Pad (номер ближайшего вывода компонента). При отображении параметра Error, если ошибки нет, то в соответствующей ячейке выводится значение "> зазор" (в нашем случае ">30"), если ошибка есть, то в соответствующей ячейке выводится значение расстояния до ближайшего критического объекта со звездочкой (например, "19*").

Быстро отыскать на топологии цепи без назначенных тестовых точек можно с помощью инструмента Locate.

24. Выполним команду меню Edit | Locate | Untestable Nets или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

Система автоматически изменит масштаб отображения таким образом, чтобы в окне оптимально отображалась первая цепь без назначенных тестовых точек (рис. 5). Легко видеть, что указанная цепь соединяет две планарных контактных площадки, ни одна из которых не могла быть назначена в качестве тестовой точки, согласно сделанным нами настройкам. Добавить к данной цепи "чистую" тестовую точку системе помешало взаимное расположение соседних цепей и требование обеспечения заданных зазоров.

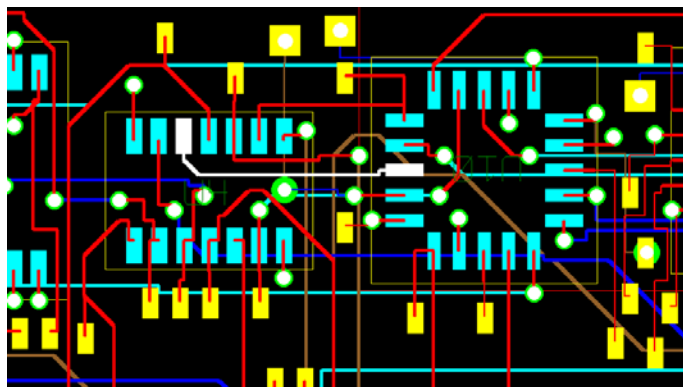


Рис. 5. Просмотр цепей без назначенных тестовых точек.

25. Последовательными нажатиями левой кнопки мыши просмотрим еще несколько цепей без назначенных тестовых точек, после чего нажмем клавишу ESC и выйдем из данного режима.

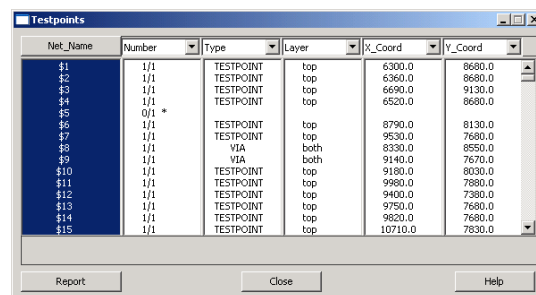
Рассмотрим, как работает функция Mark/Unmark Testpoint.

26. Выполним команду меню Configure | Routing | Testpoints.

27. В появившемся окне Testpoints сделаем так, чтобы в списке Layers был выделен только один слой 14 (Solder), и нажмем кнопку OK.

28. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

29. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхема в корпусе PGA, например, U12.



Net_Name	Number	Type	Layer	X_Coord	Y_Coord
\$1	1/1	TESTPOINT	top	6300.0	8680.0
\$2	1/1	TESTPOINT	top	6360.0	8680.0
\$3	1/1	TESTPOINT	top	6690.0	9130.0
\$4	1/1	TESTPOINT	top	6520.0	8680.0
\$5	0/1 *				
\$6	1/1	TESTPOINT	top	8790.0	8130.0
\$7	1/1	TESTPOINT	top	9530.0	7680.0
\$8	1/1	VIA	both	8330.0	8550.0
\$9	1/1	VIA	both	9140.0	7670.0
\$10	1/1	TESTPOINT	top	9180.0	8030.0
\$11	1/1	TESTPOINT	top	9980.0	7880.0
\$12	1/1	TESTPOINT	top	9400.0	7380.0
\$13	1/1	TESTPOINT	top	9750.0	7680.0
\$14	1/1	TESTPOINT	top	9820.0	7680.0
\$15	1/1	TESTPOINT	top	10710.0	7830.0

Рис. 4. Отчет о назначенных тестовых точках.

30. Выполним команду меню Routing | Testpoint | Mark/Unmark или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

31. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на одном из выводов микросхем U12, например, A14.

Система выдаст сообщение о том, что указанный объект находится вне сетки Testpoint Grid (рис. 6).

32. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

33. Выполним команду меню Utilities | Item Properties или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

34. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на выводе A14 микросхемы U12.

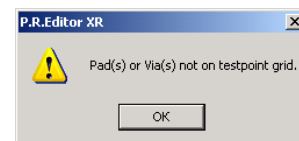


Рис. 6. Сообщение об ошибке.

В появившемся окне Via/Pin легко видеть, что указанная контактная площадка располагается в сетке, кратной 1 милс, а поле Testability пустое.

35. Нажмем кнопку Close и закроем окно.

36. Выполним команду меню Configure | Grids.

37. В появившемся окне Grids в поле Testpoint Grid введем шаг сетки размещения тестовых точек 1 милс и нажмем кнопку ОК.

38. Выполним команду меню Routing | Testpoint | Mark/Unmark или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

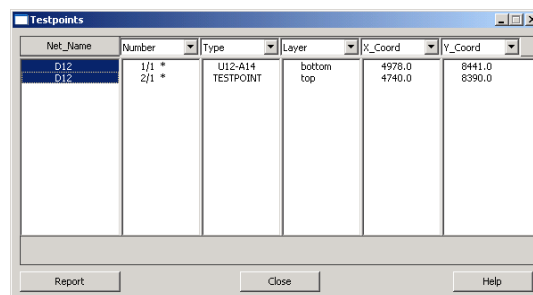
39. Снова выполним щелчок левой кнопкой мыши на выводе A14 микросхемы U12.

Система не выдаст никаких сообщений. Проверим, изменился ли статус контактной площадки как тестовой точки. Это можно сделать через просмотр свойств объекта, но мы воспользуемся другим методом.

40. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов и выделим вывод A14 микросхемы U12.

41. Выполним команду меню Utilities | Reports | Testpoint.

На экране появится окно отчета Testpoints в котором в списке цепей Net_Name будет присутствовать только одна цепь D12, но с двумя записями о тестовых точках.



Net_Name	Number	Type	Layer	X_Coord	Y_Coord
D12	1/1 *	U12-A14	bottom	4978.0	8441.0
D12	2/1 *	TESTPOINT	top	4740.0	8390.0

Рис. 7. Отчет о назначенных тестовых точках для конкретной цепи.

Значок звездочки в столбце Number будет сигнализировать нам об ошибке, которая заключается в том, что для данной цепи требуется одна тестовая точка, а задано две (записи 1/1* и 2/1*). Первая из них задана нами только что, о чем свидетельствует запись U12-A14 в столбце Type, указывающая на номер вывода и позиционное обозначение микросхемы. Из столбца Layer видно, что тестовая точка расположена на нижней стороне платы (bottom). Вторая точка в виде прямоугольной SMD контактной площадки на верхнем слое была создана программой автоматически, когда в начале занятия мы запустили процедуру добавления тестовых точек на всей плате. Удалим ее.

42. Не закрывая окно Testpoints, выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов.

43. С помощью мыши выделим расположенную недалеко от вывода A14 прямоугольную контактную площадку, добавленную программой к цепи D12 в качестве тестовой точки.

44. Выполним команду меню Routing | Testpoint | Clear или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

Система удалит ранее созданную тестовую точку вместе с подходящим к ней проводником. Обратите внимание, содержимое окна Testpoints пока не изменилось.

45. Не закрывая окно Testpoints, выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов и снова выделим вывод A14 микросхемы U12..

Теперь в окне отчета для данной цепи будет присутствовать только одна запись, соответствующая тестовой точке на контактной площадке вывода A14 микросхемы U12.

46. Нажмем кнопку Close и закроем окно.

В качестве самостоятельного упражнения несколько раз выполните операцию Mark/Unmark Testpoint и посмотрите, как она работает. Обратите внимание, что если в настройках Testpoint изменить слой с 14 (Solder) на 2 (Component), то система перестанет назначать данную контактную площадку в качестве тестовой точки, так как в этом случае будет нарушаться ограничение на зазор между тестовой точкой и компонентом.

Нам остается рассмотреть лишь функцию преобразования переходного отверстия в тестовую точку со сменой стиля.

47. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

48. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

49. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхема U37, расположенная в середине верхней части платы.

50. Выполним команду меню Routing | Testpoint | Convert Via to Testpoint или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

51. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на переходном отверстии у цепи, соединенной с выводом 12 микросхем U37.

Система заменит указанное переходное отверстие на тестовую точку со стилем DIP-1, который задан в поле Both Layers в окне настроек Testpoints. Сделано это будет только в том случае, если новый объект удовлетворяет всем требованиям к тестовым точкам (попадает в сетку и не нарушает зазоров).

Остается добавить, что так как программа P.R.Editor XR является только программой трассировки, никаких других действий с тестовыми точками кроме расстановки не выполняет. Полученная в результате топология передается в систему CADSTAR и уже из нее делается генерация файлов, управляющих аппаратурой электроконтроля.

В завершение данного упражнения нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

52. Выполним команду меню File | Exit.

53. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

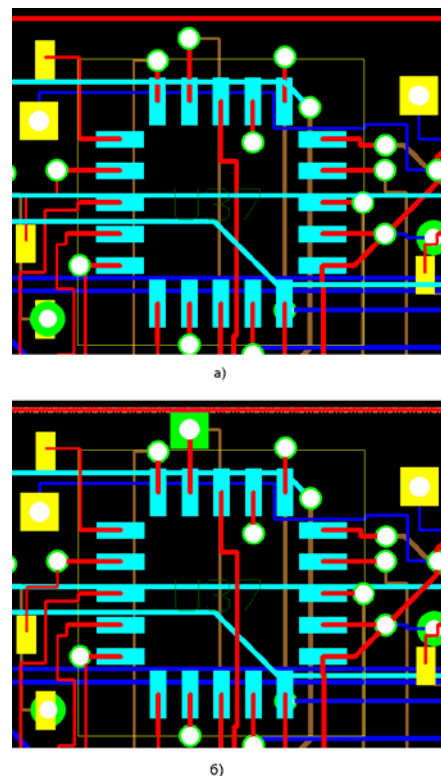


Рис. 8. Преобразование переходного отверстия в тестовую точку.

Расстановка перемычек

Проволочные перемычки представляют собой специальные двухвыводные компоненты, основная цель которых — связывание двух частей одной цепи в местах, где трассировка затруднена. Использование перемычек позволяет существенно сократить стоимость печатных плат за счет сокращения количества используемых слоев. В системе CADSTAR в качестве перемычек могут использоваться двухвыводные компоненты, название которых (Reference Name) должно обязательно начинаться с префикса из восьми символов JUMPERNF. В стандартную поставку продукта входит библиотека, содержащая несколько перемычек, которыми мы и воспользуемся.

Прделаем упражнение, которое научит нас трассировать проводники с использованием перемычек. Для работы нам потребуется специальный пример Chapter 9.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Chapter 9.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PReDitor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

6. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button10) на панели инструментов.

7. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась микросхема OA1, расположенная в правом нижнем углу платы.

К выводу 3 операционного усилителя здесь подходит проводник цепи GND, горизонтальный сегмент которой проложен на слое 8 (Bottom Elec) и отображается красным цветом (рис. 9а). Удалим этот сегмент и на его месте разместим проволочную перемычку.

8. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button08).

9. Наведем указатель мыши на горизонтальный сегмент проводника и выполним щелчок правой кнопкой мыши.

10. В появившемся на экране контекстном меню выберем команду Unfix.

11. Снова выполним щелчок правой кнопкой мыши на этом проводнике и появившемся контекстном меню выберем команду Unroute.

Система удалит указанный сегмент проводника.

12. Выполним команду меню Routing | Manual Route или нажмем кнопку  (button11) на панели инструментов.

13. Наведем указатель мыши на нижний конец левого вертикального проводника цепи GND и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши.

14. В появившемся на экране окне Select со списком слоев (рис. 9б) выберем слой 1 (Top Jumper) и нажмем кнопку OK.

Система перейдет в режим добавления перемычки.

15. Сдвинем указатель мыши вправо, как показано на рисунке 9в и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши.

На экране появится окно Select Part со списком доступных системе перемычек.

16. В окне Select Part выберем JUMPER-LEAD-1.0 (1270) и нажмем кнопку OK.

Примечание. Окно Select Part появляется только в случае, если для указанной длины в библиотеке присутствует несколько вариантов перемычек.

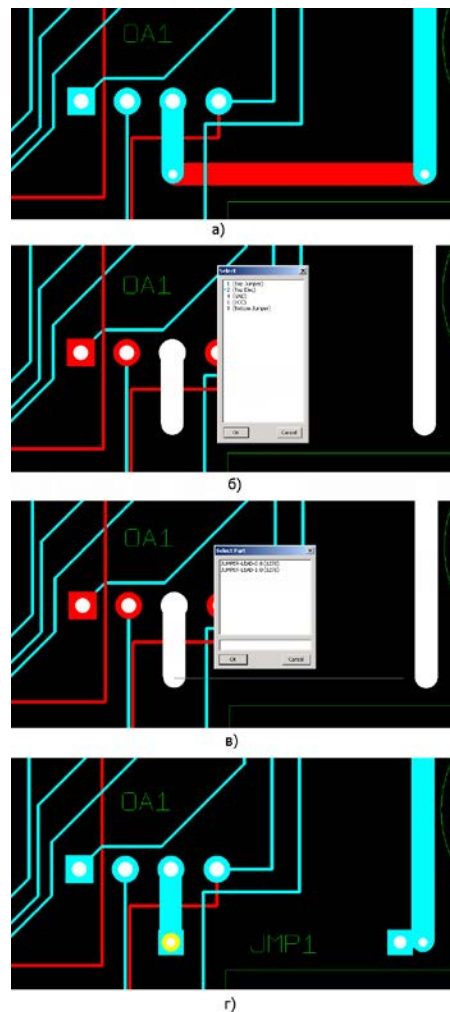


Рис. 9. Добавление перемычек.

17. В появившемся на экране окне Select со списком слоев выберем слой 2 (Top Elec) и нажмем кнопку ОК.

Система перейдет в режим ручной трассировки.

18. Завершим рисование оставшейся части проводника на нижнем конце правого вертикального сегмента.

В итоге мы получили вариант трассировки цепи GND, показанный на рисунке 9г. Добавленная перемычка представляет собой обычный компонент. В качестве самостоятельного упражнения добавьте на плату еще несколько перемычек. Обратите внимание, что если перемычка добавляется на ту же сторону платы, где расположен исходный проводник (монтажная перемычка), то она будет иметь SMD контактные площадки. Кроме того, такая перемычка при размещении сама разорвет исходный проводник.

В завершение данного упражнения нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

19. Выполним команду меню File | Exit.

20. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

На следующем занятии мы рассмотрим основные примеры добавления в проект областей металлизации.

Урок 24. Трассировщик P.R.Editor XR. Формирование на топологии различных областей специальной формы.

Юрий Потапов (potapoff@eurointech.ru)

Сергей Прокопенко (psy@ic.kharkov.ua)

На прошлом занятии мы научились добавлять в проект тестовые точки и перемычки. Сегодня мы рассмотрим инструменты рисования объектов специальной формы, которые могут потребоваться для описания контура платы, запрещенной зоны или области трассировки, а также областей заливок на сигнальных слоях и слоях питания и заземления.

Программа PReditor XR имеет два набора инструментов для выполнения этих задач. Первый набор дает возможность пользователю создавать контуры объектов и редактировать их. Это может быть выполнено на любом этапе работы над проектом. Второй набор предназначен для прорисовки полигонов (областей металлизации) и связывания их с конкретной цепью. Эта операция, как правило, выполняется в конце проектирования, когда топология полностью завершена.

Для работы нам потребуется специальный пример Routed.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR выполним команду меню File | Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Routed.pcb, после чего нажмем кнопку Открыть.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.

2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку  (button01) на панели инструментов.

3. Выполним команду меню Tools | PReditor XR.

4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.

5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

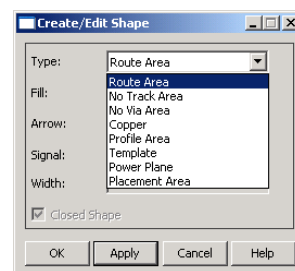


Рис. 1. Выбор типа рисуемого объекта.

Рисование объектов

Доступ к инструментам рисования объектов осуществляется через раздел меню команд Utilities | Create/Edit Shape или кнопки на панели Create/Edit Shape.

Предварительно необходимо настроить тип рисуемого объекта.

1. Выполним команду меню Configure | Utilities | Create/Edit Shape.

На экране появится диалоговое окно Create/Edit Shape (рис. 1), в котором в выпадающем списке Type задается тип создаваемого объекта:

— Route Area. Область, в которой может выполняться трассировка проводников. Задается контуром с указанием диапазона допустимых слоев. В общем случае таких областей в проекте может быть задано несколько, но только одна из них будет выбрана в качестве текущей.

— No Track Area. Запрещенная для трассировки область. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа No Track Area на соответствующем слое.

— No Via Area. Область, в которой не допускается размещение переходных отверстий. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа No Via Area на соответствующем слое.

— Copper. Область металлизации на текущем слое, которая может быть соединена с конкретной цепью. Задается только на одном конкретном слое.

— Profile Area: Область, описывающая внешний контур платы, а также различные вырезы в ней. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа Profile на соответствующем слое.

— Template. Область металлизации на текущем слое, которая может быть соединена с конкретной цепью. Может быть задана только контуром с указанием диапазона допустимых слоев.

Перечень типов объектов, которые пользователь может создавать и редактировать, в RIF файле описываются в разделе .cfg. Если какой-либо тип здесь отсутствует, то в диалоговом окне Create/Edit Shape он будет неактивным.

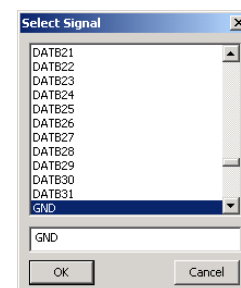


Рис. 2. Назначение области металлизации конкретной цепи.

2. В выпадающем списке выберем тип объектов Template.

3. Нажмем кнопку Signal, которая будет единственным активным элементом в окне Create/Edit Shape.

В появившемся окне Select Signal выберем имя цепи GND и нажмем кнопку OK.

Примечание. Имя цепи можно просто ввести в текстовом поле, расположенном в нижней части окна. При вводе следует соблюдать регистр, так как система различает прописные и заглавные символы.

Теперь в окне Create/Edit Shape для текущего объекта Template будет задана цепь GND.

4. Нажмем кнопку OK и закроем окно Create/Edit Shape.

5. Выполним команду View | Toolbars | Create/Edit Shape и включим на отображение панель инструментов Create/Edit Shape.

На данной панели инструментов имеются кнопки, дублирующие команды из раздела меню Utilities | Create/Edit Shape и позволяющие:

— Рисовать объекты заданного типа определенной формы: прямоугольник (Rectangle), окружность (Circle), ортогональный полигон (Orthogonal Polygons) и полигон произвольной формы (Free Angle Polygons). Если добавляемый объект располагается целиком внутри другого залитого объекта данного типа, то он автоматически формирует вырез в нем. Исключение составляют объекты типа Template, служащие для формирования областей заливки и обрабатываемые особым образом.

— Модифицировать имеющиеся объекты: параллельно перемещать сегменты контура без его разрыва (Move Segment); разбивать сегменты на две части с последующим параллельным перемещением одной из них (Break Segment); перемещать выбранную вершину в любое место (Move Corner); разбивать сегменты на две части с последующим перемещением вершины (Add Corner); удалять выбранную вершину (Delete Corner); преобразовывать прямой сегмент в дугу (Line to Arc) и наоборот дугу в линию (Arc to Line).

— Модифицировать пары пересекающихся объектов: объединять два объекта одного и того же типа в один (Merge Two Shapes); вычитать второй объект из первого (Intersect Two Shapes); удалять имеющийся в объекте вырез (Delete Cutout).

Кроме того, пользователь может перемещать любые незафиксированные объекты. Если объект является залитым, то все вырезы будут перемещаться вместе с ним. Если объекты находятся внутри другого не залитого объекта, то они обрабатываются индивидуально, пока не будут преобразованы в вырезы принудительно.

При объединении двух объектов, результирующий объект будет наследовать атрибуты первого объекта, поэтому следует внимательно относиться к порядку выбора объединяемых объектов.

6. Выполним команду меню View | Frame или нажмем кнопку  (button02) на панели инструментов.

7. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображалась правый верхний угол платы с микросхемами U45 и U46 и расположенными вокруг них дискретными компонентами.

8. Выполним команду меню Layer и в появившемся окне Layer Setting зададим текущий слой Layer 7 (Inner 1), нажмем кнопку Apply и закроем окно.

9. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Rectangle или нажмем кнопку  (button03) на панели инструментов.

10. С помощью мыши зададим прямоугольник, охватывающий микросхемы U45, U46 и большинство остальных компонентов, но не касающийся контура платы.

11. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Circle или нажмем кнопку  (button04) на панели инструментов.

12. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на середине левой вертикальной стороны только что заданного контура полигона, чем зададим центр окружности.

13. Сдвинем указатель мыши вверх, зададим радиус окружности и щелчком левой кнопки мыши завершим ее рисование.

Мы получили два объекта, которые следует объединить в один.

14. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Merge Shapes или нажмем кнопку  (button05) на панели инструментов.

15. Щелчком левой кнопки мыши выберем первый объект — прямоугольный контур полигона.

16. Щелчком левой кнопки мыши зададим второй объект — окружность.

Система выполнит объединение двух объектов.

17. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Orthogonal или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

18. Нарисуем внутри только что полученного контура другой замкнутый контур произвольной формы. Каждая вершина полигона вводится щелчком левой кнопкой мыши, завершение рисования и замыкание контура выполняется двойным щелчком левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, несмотря на то, что метод рисования называется ортогональным, он допускает рисование сегментов контура не только под углом 90 градусов, но и под углом 45 градусов.

Так как объект Template всегда отображается не залитым, автоматического формирования выреза не произойдет. Зададим вырез вручную.

19. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Intersect Shape или нажмем кнопку  (button07) на панели инструментов.

20. Щелчком левой кнопки мыши выберем первый объект — внешний контур полигона.

21. Щелчком левой кнопки мыши зададим второй объект — внутренний контур.

Система назначит внутренний полигон в качестве выреза в полигоне, заданном внешним контуром, и объединит оба контура в один объект. Проверить это можно очень просто: если навести указатель мыши на вырез, то выделяться будет и внешний контур.

22. Выполним команду меню Utilities | Item Properties или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов и выберем контур объекта.

На экране появится окно Item Properties: Shapes (рис. 3) с основными параметрами объекта. Здесь можно переименовать объект (поле Name), подключить его к другой цепи (кнопка Signal), заблокировать его (поле Status), а также изменить диапазон назначенных слоев (поля Layer Range). В общем случае здесь также можно изменить способ заливки (поле Fill Type) и ширину линии, которой нарисован контур (поле Width). Однако, конкретно для объекта типа Template эти опции не работают, так как полигон Template всегда является залитым, но не отображается, а его контур всегда отображается линией нулевой толщины.

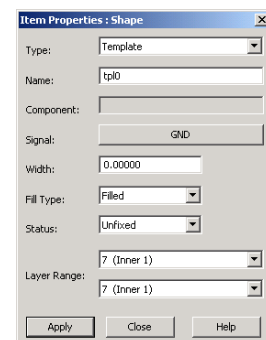


Рис. 3. Просмотр характеристик объекта Template.

23. Не будем менять никаких настроек, запомним имя созданного нами объекта tp10, и нажатием кнопки Close закроем окно.

24. Выполним команду меню Utilities | Create/Edit Shape | Orthogonal или нажмем кнопку  (button06) на панели инструментов.

25. Нарисуем еще один контур, который будет включать в себя несколько выводов, соединенных с цепью VDD.

Образованный с помощью этого контура полигон tp11 позднее мы преобразуем в частичный слой питания (Partial Powerplane).

26. Выполним команду меню Utilities | Item Properties или нажмем кнопку  (button08) на панели инструментов и выберем контур объекта.

27. В появившемся окне Item Properties: Shapes нажмем кнопку Signal.

28. В появившемся окне Select Signal введем имя цепи VDD и нажмем кнопку OK.

29. В окне Item Properties: Shapes нажмем кнопку Apply и затем кнопку Close.

В итоге наша топология примет вид, показанный на рисунке 4. Ширина линий контуров здесь увеличена для наглядности.

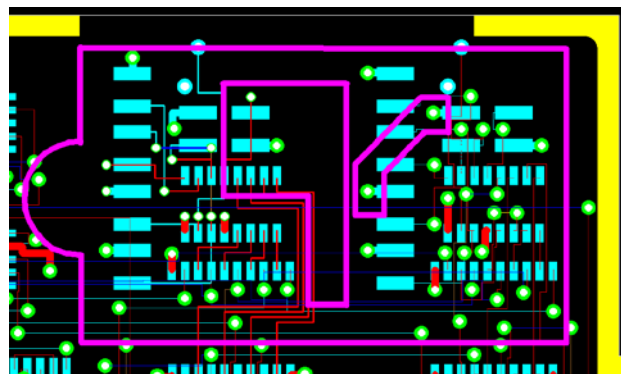


Рис. 4. Контурные полученные нами объектов Template.

Заливка областей металлизации

Итак, мы научились рисовать контуры объектов, которые будут использованы для задания различных областей на топологии. В ходе предыдущего упражнения мы определили контуры двух областей металлизации Template, объекты других типов рисуются аналогичным образом. Следует помнить, что все объекты должны быть нарисованы на соответствующих слоях.

В ходе следующего упражнения мы рассмотрим настройку параметров заливки объектов Template.

1. Выполним команду меню Routing | Copper Pour.

2. С помощью мыши выберем первый созданный нами контур с вырезом.

Система выполнит заливку полигона и отобразит соответствующий отчет.

3. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

Обратите внимание, что полигон был залит не полностью, залитой оказалась лишь верхняя его половина. Это связано с тем, что на слое Inner 1 проходит длинный горизонтальный проводник, принадлежащей другой цепи (не GND), и делящий полигон на две независимые части. Настройки по умолчанию предписывают системе заливать только связанные физические островки меди. Изменим настройки, чтобы полигон заливался полностью.

4. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.

На экране появится диалоговое окно Copper Pour, показанное на рисунке 5. Здесь задаются все возможные

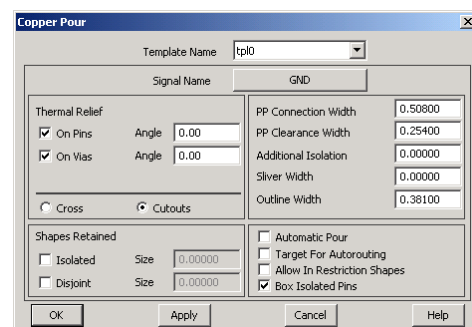


Рис. 5. Настройка заливки объекта Template.

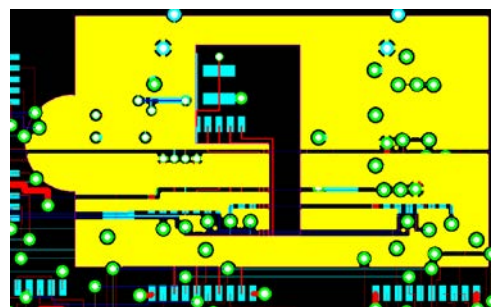


Рис. 6. Заливка полигона без удаления изолированных островков меди.

параметры заливки, которые мы рассмотрим несколько позднее. Сейчас нас интересуют опции, расположенные в поле Shapes Retained. Опция Isolated управляет отображением полностью изолированных островков меди. Опция Disjoint управляет отображением островков меди, не связанных с основной частью полигона, но имеющих контакт с ней через переходные отверстия и проводники на других слоях.

5. Включим опции Isolated и Disjoint.

В ставших активными полях Size задается минимально допустимый размер островка меди. По умолчанию здесь используются нулевые значения.

6. Нажмем кнопки Apply и OK.

7. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система перезальет указанный полигон, оставив свободным от меди только заданный нами вырез (рис. 6). Обратите внимание, что в полигоне присутствуют множество мелких изолированных островков меди.

8. Снова выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.

На экране снова появится диалоговое окно Copper Pour, рассмотрим представленные здесь опции и параметры более подробно.

В поле Thermal Relief имеются опции добавления термобарьеров к контактным площадкам (On Pins) и переходным отверстиям (On Via)

соответственно. Опции Cross и Cutouts определяют метод формирования термобарьеров программой. В случае Cross термобарьер формируется как вырез в полигоне вокруг площадки с заданным зазором (зазор задается параметром PP Clearance Width) с перекрещивающимися проводниками заданной ширины (ширина задается параметром PP Connection Width), повернутыми на определенный угол (рис. 7а). Угол наклона проводников термобарьера отсчитывается относительно оси X против часовой стрелки и задается параметром Angle. В случае Cutouts полигон остается сплошным, а термобарьер формируется дугообразными вырезами (рис. 7б).

В поле Additional Isolation задается значение дополнительного зазора, которое будет добавляться ко всем заданным для цепей зазорам при заливке полигона. Параметр Sliver Width определяет минимальную ширину перемычек между островками меди. Если пространство между двумя проводниками меньше, чем заданный между ними удвоенный зазор плюс значение Sliver Width, то медь "не протечет" между этими двумя проводниками (рис. 8). Параметр Outline Width определяет ширину линий, которой будет оконтурена область металлизации.

Примечание. Не следует путать контур объекта Template и контур полученной на его основе области металлизации.

В поле Shapes Retained расположены уже знакомые нам опции Isolated и Disjoint, управляющие отображением полностью изолированных и обособленных островков меди соответственно. Параметр Size задает размер этих островков, как сторону эквивалентного квадрата. То есть, если включим опцию Isolated и зададим значение параметра Size равное 5 mm, то система будет удалять все изолированные островки меди, площадь которых составляет менее 25 квадратных миллиметров.

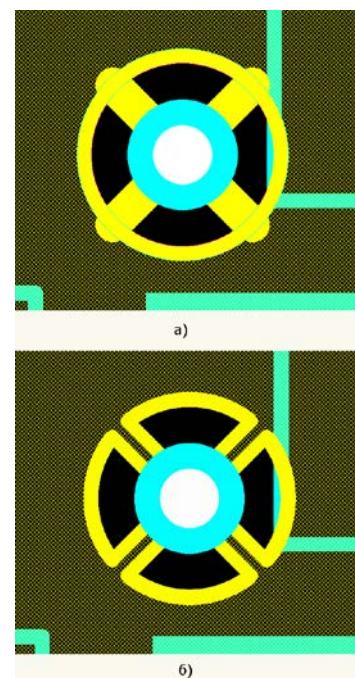


Рис. 7. Различные методы формирования термобарьеров.

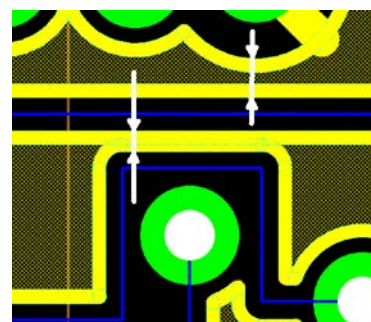


Рис. 8. Иллюстрация работы параметра Sliver Width.

Опция Automatic Pour предписывает программе автоматически в динамическом режиме перезаливать полигоны при любом изменении топологии, например, при интерактивной трассировке проводников, при перемещении переходного отверстия или самого полигона.

Опция Target For Autorouting управляет алгоритмом трассировки при работе с полигоном. Если эта опция выключена, то автотрассировщик работает по стандартной методике, то есть сначала прокладывает проводники, а потом заливает полигон (рис. 9а). При включении опции Target For Autorouting автотрассировщик с самого начала рассматривает полигон как элемент соответствующей цепи, подключает к нему проводники этой цепи и обходит его по другим слоям проводниками других цепей (рис. 9б).

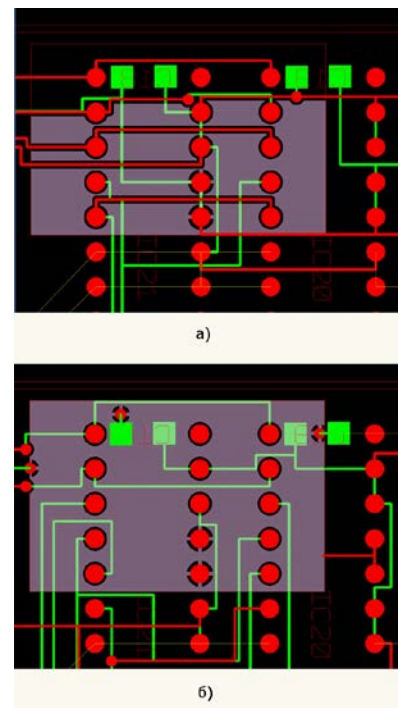


Рис. 9. Иллюстрация работы опции Target For Autorouting.

Опция Allow In Restriction Shapes управляет заливкой полигонов поверх областей типа No Track Area. Опция Box Isolated Pins определяет способ заливки полигона вокруг нескольких близко расположенных контактных площадок и зависит от заданных зазоров и параметра Sliver Width.

9. Сделаем в окне Copper Pour настройки, как показано на рисунке 10. А именно: включим формирование термобарьеров по методу Cross с углом наклона проводников 45 градусов; параметры PP Clearance Width и PP Connection Width зададим равные 0.5 mm, а параметр Outline Width сделаем равным 0.2 mm; для изолированных островков меди зададим минимально допустимый размер островка 2 mm.

10. Нажмем кнопки Apply и OK.

11. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система перезальет полигон согласно сделанным настройкам (рис. 11), а именно изменит термобарьеры и удалит небольшие изолированные островки меди.

Отметим, что для наглядности отображения полигона здесь выключено отображение проводников и контактных площадок на всех слоях, кроме Inner 1, а сам полигон отображается штрихованным. Все эти настройки делаются в диалоговом окне Appearance, вызываемом командой меню View | Appearance.

Как мы помним, в нашем проекте на слое Inner 1 задана еще одна область заливки, связанная с цепью VDD. Сейчас поверх нее залит полигон tpl0, а электрический контакт осуществляется через сплошной слой питания 5 VDD. Исправим это.

12. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона tpl0 и в появившемся контекстном меню выберем команду Clear Template.

Система уберет заливку и оставит только контуры объектов типа Template. Заливку полигона tpl1, как и раньше, можно выполнить с помощью команды меню Routing | Copper Pour, но мы воспользуемся другим методом.

13. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на контуре полигона tpl1 и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

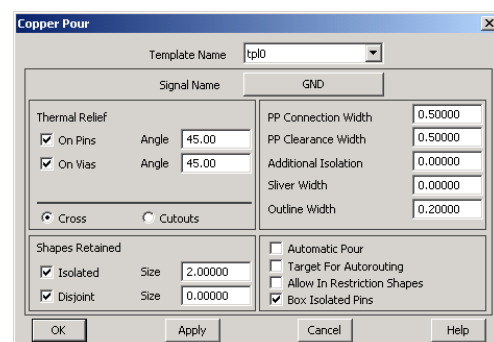


Рис. 10. Измененные настройки заливки объекта Template.

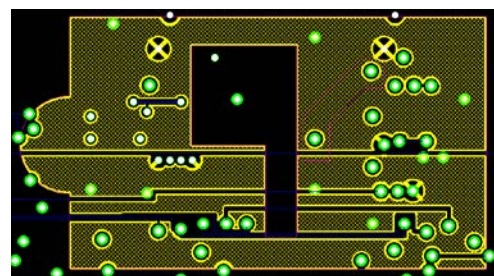


Рис. 11. Заливка полигона с новыми настройками.

Система выполнит заливку полигона и выведет соответствующий отчет. Обратите внимание, что стиль заливки полигона будет отличаться от полигона tpl0, так как каждая область типа Template имеет индивидуальные настройки, в чем легко убедиться, выполнив щелчок правой кнопки мыши на ней и выбрав команду Template Properties. В частности стиль термобарьеров здесь используется Cutouts.

Теперь, когда мы выполнили заливку полигона tpl1, можно перезалить большой полигон tpl0.

14. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на контуре полигона tpl0 и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система выполнит заливку полигона tpl0 и отчет ранее созданный полигон tpl1 с использованием зазора, заданного для цепей GND и VDD (рис. 12).

Описанный прием позволяет формировать так называемые разделенные слои питания, когда на одном слое платы может располагаться несколько областей заливки, например, с напряжением питания +5 В и +15 В. Аналогичным образом можно организовать заливки аналоговой и цифровой земли.

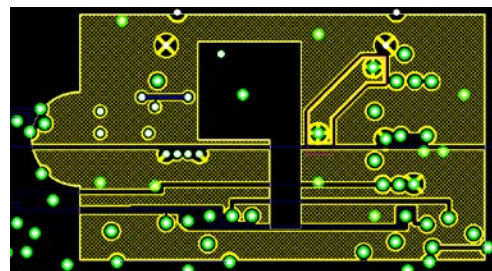


Рис. 12. Заливка полигона поверх другого, соединенного с другой цепью.

Автоматическая заливка полигона

Как мы уже писали ранее, опция Automatic Pour управляет автоматической перезаливкой полигона при редактировании топологии. Посмотрим, как это работает.

1. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона tpl0 и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.
2. В появившемся окне Copper Pour включим опцию Automatic Pour.
3. Нажмем кнопки Apply и ОК.
4. Выполним команду меню Select | Select или нажмем кнопку  (button09) на панели инструментов.
5. Наведем указатель мыши на одно из переходных отверстий в левой закругленной части полигона и нажмем левую кнопку мыши (рис. 13а).
6. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, начнем перемещать переходное отверстие вправо.
7. Отпустим левую кнопку мыши.

Система зафиксирует новое положение переходного отверстия и перезальет полигон вокруг него.

8. Снова захватим это переходное отверстие и начнем сдвигать его дальше вправо.

Дальнейшее поведение системы при приближении к препятствиям в виде двух переходных отверстий будет зависеть от настройки автотрассировщика. Если препятствия не зафиксированы, а в трассировщике включена опция расталкивания и запрещены ошибки, то перемещаемое отверстие раздвинет их в стороны. Если препятствия будут зафиксированы, то отверстие упрется в них с соблюдением заданного зазора и дальнейшее его перемещение будет невозможным (рис. 13в). Если ошибки будут разрешены, то оно просто пройдет сквозь них.

Автоматическая перезаливка полигона также выполняется при его перемещении. Следует помнить, что для перемещения полигона необходимо захватывать не сами части заливки, а контур объекта Template. Обычно это трудно сделать, так как контур объекта Template отображается линией нулевой ширины и скрывается под границей заливки. В этом случае выбор нужного объекта необходимо выполнять посредством перебора объектов, находящихся под указателем мыши, с помощью

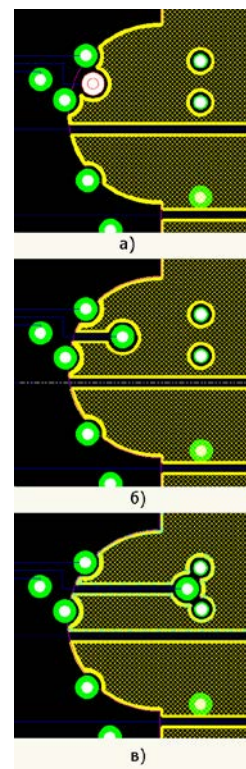


Рис. 13. Автоматическая перезаливка полигона при перемещении переходного отверстия.

последовательных нажатий клавиши TAB. Информация о выбранном объекте отображается в строке состояния.

Также важно помнить, что при перемещении полигона перемещаются и имеющиеся в нем вырезы. Если вырез при перемещении полигона должен сохранять свое положение относительно других объектов топологии, например, компонентов, то его необходимо организовать не в виде выреза, а в виде запрещенной для трассировки области No Track Area и в настройках полигона выключить опцию Allow In Restriction Shapes.

Пользователь имеет возможность вручную удалять отдельные части заливки полигона. Если в полигоне имеется несколько изолированных островков заливки, то один щелчок левой кнопки мыши выделяет только указанный островок. Если нажать клавишу Delete, то выбранный островок будет удален. Двойной щелчок левой кнопки мыши на любой изолированной части полигона выбирает все островки заливки. Нажатие клавиши Delete в этом случае работает аналогично команде Clear Template.

Кроме того, пользователь имеет возможность редактировать границы конкретного островка заливки с помощью инструментов из раздела меню Utilities | Create/Edit Shape или соответствующей панели инструментов. Следует помнить, что все сделанные изменения будут утеряны после выполнения операции перезаливки в ручном или автоматическом режиме.

В завершение данного упражнения нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

9. Выполним команду меню File | Exit.

10. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

Итак, мы рассмотрели большинство основных приемов работы в стандартной версии автотрассировщика P.R.Editor XR, поставляемого с системой проектирования печатных плат CADSTAR. Следующий цикл занятий будет посвящен использованию более мощной версии этой программы, предназначенной для трассировки высокоскоростных печатных плат под управлением жестких требований к обеспечению целостности сигналов.