

ВЫБОР САПР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Юрий Потапов, potapoff@eltn.ru, (095) 974-14-80

В статье рассматриваются достоинства и недостатки различных средств проектирования печатных плат, обосновывается выбор программы Protel DXP, как основного средства разработки.

Кажущаяся на первый взгляд простой задача выбора инструментария проектирования печатных плат на практике оказывается гораздо более сложной и требует тщательного анализа не столько функциональности, сколько его стоимости и эффективности.

Системы проектирования печатных плат можно условно разделить на три категории:

— «Легкие». Программы этой категории ориентированы на малые проекты двух- или четырехслойных плат с небольшим числом компонентов. Как правило, здесь присутствует простой редактор схем и программа моделирования на базе стандартного алгоритма SPICE. Редактор плат содержит базовый набор функций ручного размещения компонентов и трассировки проводников. Средства автоматической трассировки или отсутствуют вовсе, или являются крайне неэффективными из-за используемых сеточных алгоритмов.

— «Средние». Системы из этой категории позволяют проектировать платы с гораздо большим числом элементов. Описания таких проектов, как правило, состоят из нескольких листов и могут иметь сложную иерархическую структуру. Программа моделирования также базируется на алгоритме SPICE, но позволяет анализировать достаточно сложные смешанные аналого-цифровые схемы. Редактор печатных плат обеспечивает обработку большого количества слоев и включает средства автоматического размещения и трассировки. Средства верификации печатной платы включают возможность проверки DRC (Design Rule Check) и проведения анализа целостности сигналов. Имеются инструменты для обслуживания библиотек компонентов, а также первичные средства САМ, предназначенные для подготовки проектов к производству.

— «Тяжелые». Такие системы проектирования печатных плат практически не имеют ограничений по числу слоев и компонентов. Система ввода проектов, как правило, построена таким образом, чтобы обеспечить связь в единое целое отдельных частей, описанных самыми различными методами, причем акцент смещается в сторону текстовых описаний на языках HDL. Управление библиотеками построено таким образом, чтобы обеспечить централизованное ведение библиотечных баз данных с доступом к ним по локальной сети или через сеть Интернет. Средства моделирования позволяют оценить функционирование не только самой схемы (смешанной аналого-цифровой с применением программируемой логики), но и ее топологической реализации. По итогам предтопологического анализа формируются наборы правил и ограничений, которые автоматически передаются в редактор плат и управляют процессом размещения и трассировки. Автотрассировка выполняется с использованием бессеточных алгоритмов, но основная ставка делается на интерактивные инструменты, обеспечивающие полуавтоматическую прокладку наиболее критических проводников (дифференциальных пар, шин). В некоторых случаях при трассировке могут использоваться результаты моделирования «на лету» искажений и наводок сигналов в прокладываемых трассах. Верификация законченной топологии осуществляется с помощью оригинальных методик, позволяющих оценить распространение помех не только в сигнальных слоях, но и в слоях питания и заземления. Средства САМ включают мощные инструменты для проверки и оптимизации топологии с точки зрения интересов производства, а также элементы системы электронного управления предприятием и планирования материальных ресурсов.

Приведенному выше разбиению продуктов по функциональности можно поставить в соответствие аналогичное разбиение на категории по стоимости. Стоимость «легких» программ для проектирования печатных плат составляет около тысячи долларов. Эти программы разработаны, как правило, небольшими фирмами или университетами и ориентированы на студентов, частных лиц и малые предприятия. В категорию «средних» входят продукты стоимостью до десяти тысяч долларов, выше идут «тяжелые» САПР.

Судьба продуктов всех указанных выше категорий в России весьма оригинальна. На российском рынке почти не представлены программы из первой категории. Это связано с широким распространением среди частных лиц и студентов практически бесплатных пиратских копий более дорогих «средних» систем проектирования. Для подавляющего большинства предприятий, использующих САПР из второй категории, это даже



Рис. 1. Структура системы проектирования Protel DXP

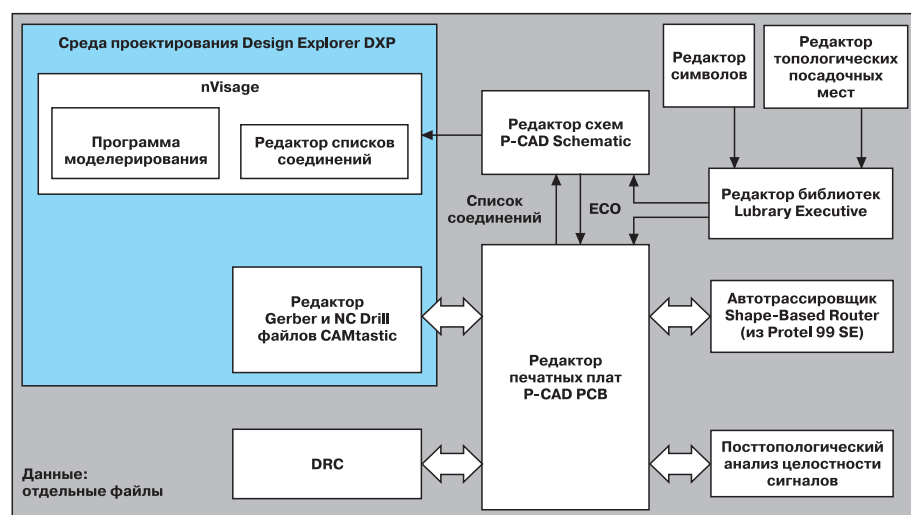


Рис. 2. Структура системы проектирования P-CAD 2002

на руку, так как пришедших к ним молодых специалистов не приходится переучивать. В редких случаях, наиболее передовые предприятия внедряют у себя «тяжелые» системы, причем, как правило, это делается под давлением западных или восточных партнеров, имеющих законченный производственный цикл.

Таким образом, подавляющий сегмент рынка составляют продукты «среднего» уровня. Причем, как было показано выше, слово «средний» здесь не звучит оскорбительно, а лишь характеризует разумное соотношение цена/функциональность. Наиболее распространенными здесь являются пакеты P-CAD и Protel компании Altium, а также система OrCAD фирмы Cadence. С переходом под крыло именитого бренда последний из них из весьма демократичного DesignLab превратился в неоправданно дорогой придаток более мощной системы проектирования PCB Design Studio. Облегченная же серия OrCAD Unison, сопоставимая по стоимости с продуктами P-CAD и Protel, проигрывает этим пакетам в функциональности и не выдерживает никакой конкуренции.

Итак, в настоящее время на российском рынке реально конкурируют только современные версии двух оставшихся продуктов P-CAD 2002 и Protel DXP. Причем парадоксальность ситуации заключается в том, что оба этих продукта производятся одной и той же австралийской фирмой Altium. Ранее эта компания носила название Protel Limited и выпускала одноименный продукт, очень попу-

лярный в странах Европы и Юго-Восточной Азии. В начале 2000 года эта компания решила реализовать свои планы по завоеванию американского рынка «средних» САПР, где лидировали системы PADS и ACCEL EDA. После поглощения фирмы ACCEL Technologies компании Protel получила в свое распоряжение квалифицированную группу разработчиков в Сан-Диего и отлаженную сеть распространения.

Далее был сделан ряд умелых маркетинговых ходов. Продукт ACCEL EDA (ранее Tango) был переименован в P-CAD 2000, чем привлек внимание пользователей старых версий системы P-CAD Master Designer, хотя не имел с ним ничего общего кроме черного экрана редактора. Сама компания Protel сменила название на Altium, «чтобы по ассоциации не демонстрировать предпочтение одноименному продукту» (цитата из официального пресс-релиза по этому поводу). Обновленная компания отказалась от услуг третьих фирм и внедрила в систему P-CAD собственные разработки, хорошо зарекомендовавшие себя в продукте Protel 99 SE: бессеточный автоотрасовщик Shape-Based Router и программу моделирования Mixed-Signal Simulator на базе алгоритма Spice 3f5. Чуть позже в обе системы P-CAD и Protel была добавлена программа подготовки фотошаблонов плат к производству CAMtastic.

Про систему P-CAD за последнее время написано достаточно, поэтому в данной статье мы рассмотрим основные возможности системы Protel DXP.

Основу системы Protel DXP составляет программная оболочка Design Explorer, которая интегрирует в себе различные модули, выполняющие определенные функции проектирования, например, редактор принципиальных схем, редактор печатных плат, автоотрасовщик, программу моделирования, интерфейсы импорта и экспорта, САМ средства (см. рис. 1). Среда Design Explorer представляет собой полностью 32-разрядное приложение, предназначенное для работы под управлением операционных систем Windows 2000/XP, и использующее технологию клиент-сервер.

Одной из самых важных частей системы Protel DXP является программа ввода проектов nVisage, которую нельзя отождествлять с обычным редактором принципиальных схем. На самом деле редактор схем является лишь составной частью этой программы наряду с редактором библиотек символов, текстовым редактором списков соединений и описаний на языке VHDL, программой смешанного аналогово-цифрового моделирования, синтеза логики для ПЛИС и др.

В отличие от системы P-CAD (см. рис. 2), ввод проекта в котором ограничивается лишь вводом схем (пусть даже многолистовых), система Protel DXP изначально предназначена для построения проекта изделия сверху вниз: аппарат — блок — субблок — модуль — ячейка — плата — компонент (ПЛИС). Проект Protel DXP представляет собой специальный служебный файл, содержащий ссылки на отдельные документы и обеспечивающий доступ к ним в рамках среды проектирования Design Explorer. Отдельные документы проекта могут храниться на жестком диске компьютера или на соседних машинах в рамках локальной вычислительной сети, причем допускается множественный доступ к одним и тем же файлам, и использование одного документа в разных проектах, что обеспечивает уникальные возможности групповой соразработки. Отметим, что проекты бывают четырех типов: проекты печатных плат (PCB), программируемой логики (FPGA), VHDL описания (Embedded) и интегрированные библиотеки компонентов (Integrated Library).

В редакторе принципиальных схем применяется несколько видов иерархии, причем один из них ранее

применялся только в «тяжелых» САПР для построения многоканальных проектов. Подобные функции дают возможность пользователям избавиться от необходимости копировать подчиненные листы по числу одинаковых каналов. Достаточно нарисовать схему канала один раз и правильно связать ее с вышестоящим листом (см. рис. 3). При моделировании или передаче проекта в редактор печатных плат система автоматически размножит описанные каналы, присвоит компонентам уникальные позиционные обозначения и добавит необходимые связи. Многоканальная структура проекта сохранится и в редакторе печатных плат: все компоненты определенного канала будут автоматически привязаны к так называемой «комнате» размещения (Room), что облегчит их последующее размещение и трассировку связей, благодаря уникальной функции Copy Room Format.

Редактор схем Protel DXP имеет дискретность 0,01 дюйма, что составляет около 0,25 мм. Так как для оформления схем согласно требованиям ЕСКД достаточно точности 0,5 мм, то рекомендуется рисовать схемы в уменьшенном масштабе, что дает возможность, во-первых, без проблем использовать УГО (условные графические обозначения) микросхем из фирменных библиотек, имеющих шаг между выводами 10 дискретов, а во-вторых, почти вдвое увеличить максимальный размер листа схемы. Таким образом, процесс создания схемы при правильном назначении размеров сеток не будет ничем отличаться от прорисовки схемы на миллиметровой чертежной бумаге, а гибкая система настройки печати даст возможность вывести ее на печать в нужном масштабе.

Редактор символов элементов является не автономным приложением, как в P-CAD, а составной частью редактора схем. Этим обеспечивается его простота в работе, а также возможность «на лету» редактировать имеющиеся библиотеки. Система Protel DXP имеет очень удобную функцию, позволяющую извлекать информацию о компонентах из проекта и формировать на ее основе собственные библиотеки. Данная функция особенно полезна при работе с проектами, полученными от других разработчиков, использующих собственные библиотеки компонентов. Например, редактирование схе-

мы, разработанной по западным стандартам с целью приведения ее в соответствие требованиям ГОСТ, займет времени на порядок меньше, чем в P-CAD 2002 (см. рис. 4).

Как мы уже упоминали, в состав системы Protel DXP входит программа моделирования, которая позволяет производить точное, реалистичное моделирование аналоговых, цифровых и смешанных схем. Результаты компьютерного анализа, как правило, идентичны результатам, получаемым при макетировании, а смоделированное поведение устройств в точности повторяет функционирование реального изделия. Модели цифровых интегральных схем имеют задержку распространения, времена установки и удержания, учитываются нагрузки на всех выводах устройств, то есть в расчете учитываются почти все реальные параметры. Для разностороннего тестирования и анализа схемы пользователю предоставляется широкий выбор вариантов моделирования.

Программа моделирования использует расширенную версию пакета Berkeley SPICE3f5/Xspice, которая позволяет точно моделировать любую комбинацию из аналоговых и цифровых устройств, что стало возможным благодаря использованию точных управляемых событиями поведенческих моделей цифровых устройств, включая ТТЛ и КМОП логику. Программа выполняет истинное моделирование смешанных сигналов, это означает, что могут анализироваться как цифровые, так и аналоговые устройства (см. рис. 5). Однако, учитывая сложность современных цифровых устройств, практически невозможно моделировать их, используя стандартные (не управляемые событиями) команды SPICE. По этой причине в программу моделирования включен специальный язык описания, который позволяет, при использовании расширенной версии XSPICE (поддерживающей управление событиями), моделировать цифровые устройства. Цифровые устройства, включенные в библиотеки моделей, описаны с помощью патентованного языка Digital SimCode, специально разработанного для использования с программой моделирования пакета Protel DXP.

Кроме описанных возможностей система Protel DXP позволяет моделировать и синтезировать устройства, описанные на языке VHDL.

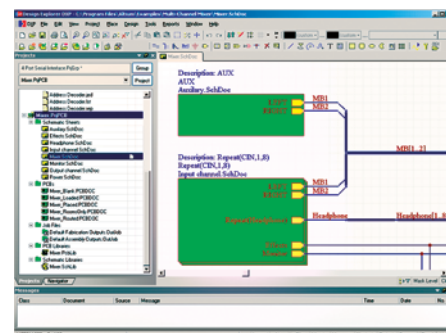


Рис. 3. Пример построения многоканальной схемы в Protel DXP

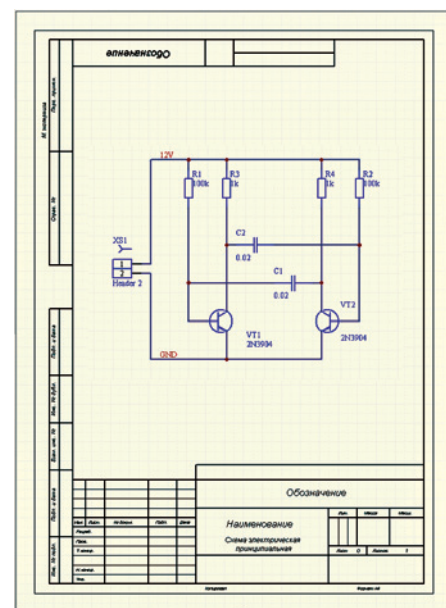


Рис. 4. Пример схемы, оформленной согласно ГОСТ

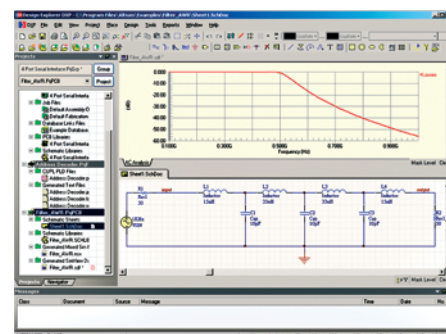


Рис. 5. Моделирование частотных характеристик фильтра нижних частот

Программа моделирования поддерживает модели от таких производителей, как Motorola, Texas Instruments и др., которые создают модели для обеспечения максималь-

ной совместимости с аналоговым моделированием. Система дает возможность использовать эти модели непосредственно, без дополнительной адаптации. Кроме этого программа моделирования включает в себя полный набор библиотек, находящийся в базе данных программного обеспечения. Каждый элемент этих библиотек готов к использованию. При размещении элемента на листе принципиальной схемы происходит автоматическое установление связи с соответствующей моделью.

Компанию Altium занимается постоянным созданием новых и обновлением уже имеющихся библиотек. Положительным является тот факт, что самую свежую версию библиотек всегда можно найти по адресу www.protel.com. Программа моделирования не имеет ограничений при моделировании аналоговых устройств на схематехническом уровне, при моделировании цифровых устройств на уровне вентилей или текстовых описаний на VHDL.

Protel DXP поддерживает большое количество типов анализа, включающих частотный анализ в режиме малого сигнала, анализ переходных процессов, анализ шумов, а также анализ передаточных функций. Кроме вышеперечисленных базовых методов анализа, также имеется возможность проведения статистического анализа методом Monte-Carlo, анализа с изменением значений параметров и температуры, а также анализа Фурье. Система имеет возможность математической обработки рассчитанных сигналов, то есть их сложения, вычитания, применения к ним различных математических функций. Полученные таким образом новые зависимости могут быть отображены в специальном окне, как

и любые другие сигналы. Программа моделирования Protel DXP содержит модели источников сигналов имеющих линейные и нелинейные зависимости. Они предназначены для построения эквивалентных схем различных устройств, рассматриваемых как «черный ящик».

Говоря о моделировании в системе P-CAD 2002, следует отметить, что здесь для моделирования используется усеченная версия программы Protel DXP, в которую схема, нарисованная в редакторе P-CAD Schematic передается только в виде текстового списка соединений.

Другой важной составной частью системы Protel DXP является редактор печатных плат, который одинаково хорошо работает как с метрической, так и с дюймовой системой мер, причем заложенная точность на два порядка выше, чем в системе P-CAD. Переключение системы единиц может быть выполнено в любой момент работы над проектом с помощью горячей клавиши Q. Более того, Protel DXP имеет ряд специальных функций, упрощающих работу с компонентами, имеющими разный шаг между выводами, в том числе и в разных системах единиц. В других системах проектирования, как правило, проблемы начинаются, если на одной плате используются топологические посадочные места с метрическим и дюймовым шагом выводов. Редактор печатных плат системы Protel DXP полностью лишен этого недостатка, так как имеет так называемую электрическую сетку Electrical Grid, задающую некоторую окрестность вокруг электрического объекта (конца проводника, контактной площадки, переходного отверстия), попадая в которую указатель мыши притягивается точно к его центру независимо от установок сетки Snap Grid. Это существенно упрощает работу с разнородными компонентами.

Всего в редакторе печатных плат системы Protel DXP предусмотрено три типа слоев: электрические, механические и специальные. Всего на плате может быть до 32 сигнальных слоев и до 16 внутренних слоев питания и заземления. Их настройка осуществляется в диалоговом окне Layer Stack Manager. Для размещения различной вспомогательной информации (размеры, таблицы, служебные метки и надписи) используются механические слои, которых

может быть не более 16. Их содержание может быть выведено в Gerber файлы наряду с информацией из электрических слоев. Специальная функция назначения пар механических слоев позволяет размещать на них контуры компонентов, используемые при генерации видов различных сторон платы для сборочного чертежа. Специальные слои используются для размещения служебной информации, например, надписей, различных масок, границ областей трассировки и т.д.

Как и в редакторе схем, в редакторе плат имеется несколько режимов и подрежимов прорисовки проводников, но здесь их больше, так как имеется возможность прорисовки дуг. Имеются режимы рисования: под углом 45 градусов, под углом 45 градусов с дугой, ортогонального, ортогонального с дугой и под произвольным углом.

Процесс работы в редакторе печатных плат системы Protel DXP регламентируется не столько сеткой, сколько набором правил проектирования, четко оговаривающих все аспекты размещения проводников и компонентов. Все автоматические операции (авторазмещение, автотрассировка) производятся в строгом соответствии с этими правилами. Выполняемые вручную операции (например, интерактивная трассировка или перемещение проводников) контролируются постоянно, поэтому любое неверное действие мгновенно отображается как нарушение. Такой подход дает возможность разработчику максимально сконцентрироваться на проекте.

Все правила проектирования, учитываемые в редакторе печатных плат, сгруппированы в 10 категорий. Представленные в одной категории правила отличаются по типу, причем нет никаких ограничений на использование файлов одного типа к различным областям действия, например, всей плате, «комнатам» (Room), классам цепей или отдельным цепям. Приоритет правил определяется их положением в списке, которое определяется вручную при их создании. Такая система задает четкие логические критерии управления автоматического или полуавтоматического проектирования плат.

Система Protel DXP имеет мощные средства автоматического и интерактивного размещения компонентов. Здесь имеются две встроенные

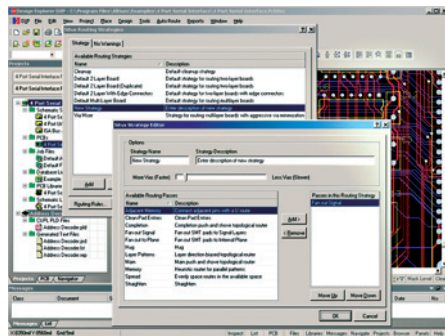


Рис. 6. Настройка стратегии трассировки в Protel DXP

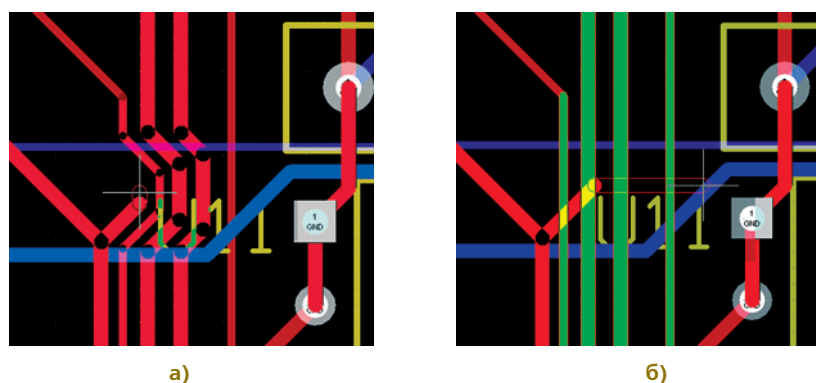


Рис. 7. Различные режимы интерактивной трассировки в Protel DXP: расталкивание препятствий (а), контроль DRC «на лету» (б)

программы авторазмещения компонентов Cluster Placer и Statistical Placer, что существенным образом отличает ее от P-CAD 2002, в котором таких средств нет вообще. Программа Cluster Placer рекомендуется для работы с платами с числом компонентов не более 100 и хорошо управляется набором соответствующих правил проектирования, регламентирующих зазоры между компонентами, разрешенные слои, ориентацию, высоту и группировку. Вторая программа автоматического размещения Statistical Placer предназначена для обработки плат с большим числом компонентов (свыше ста). Она работает по принципиально другим алгоритмам и не учитывает никакие из выше перечисленных правил проектирования. Главным критерием правильного размещения компонентов здесь считается равномерное распределение компонентов на плате при оптимальной плотности связей.

Но, в общем случае, обе программы могут рекомендоваться только как вспомогательный инструмент при интерактивном размещении, когда часть компонентов предварительно размещается вручную и блокируется. Традиционно считается, что автоматическое размещение с помощью большинства программ выполняется некорректно. Однако в большинстве случаев в этом виноваты сами пользователи, которые уделяют недостаточное внимание подготовительному этапу. Чем хуже пользователь описывает критерии, которые должны использоваться в работе программы расстановки, тем худший будет получен результат.

Однако главное назначение любого редактора печатных плат — это трассировка проводников на сиг-

нальных слоях платы, соединяющих выводы компонентов согласно списку соединений. Система Protel DXP предлагает пользователю достаточный набор инструментов, позволяющих выполнять трассировку печатных плат, как в автоматическом, так и полуавтоматическом (интерактивном) режимах. Protel DXP позволяет прокладывать сегменты проводников непосредственно из центров электрических объектов (контактных площадок, переходных отверстий) или концов существующих проводников без привязки к сетке Snap Grid, чем снимает любые ограничения и неудобства, связанные с использованием топологических посадочных мест, созданных в разных системах измерения.

Для системы Protel DXP компания Altium разработала современный трассировщик, именуемый Situs, который является модифицированной версией использованного в пакете Protel 99 SE модуля ShapeBased Router. В программе Situs впервые применен топологический алгоритм, чем был брошен вызов ближайшему конкуренту — программе SPECCTRA компании Cadence. Новый автотрассировщик имеет возможность настройки стратегии трассировки посредством задания последовательности выполнения специальных процедур, например, веерного размещения стрингеров у SMD компонентов, разрыва и раздвигания уже имеющихся проводников, спрямления, чистки и т.д. (см. рис. 6). Процесс трассировки платы управляется сложными наборами правил проектирования, регламентирующих:

— зазоры между проводниками на разных слоях платы;

- их ширины или импедансы;
- типы переходных отверстий, способ соединения их и контактных площадок с полигонами и внутренними слоями питания и заземления;
- приоритетное направление на слое и многое другое.

Все это в итоге позволяет получить топологию печатной платы очень похожую, на результат работы живого человека, но избежать досадных ошибок по вине «человеческого фактора».

Заметим, что на текущий момент в P-CAD 2002 встроен трассировщик Shape-Based Router, который являлся штатным средством в предыдущей версии Protel. В отличие от Protel 99 SE, в котором Shape-Based Router был целиком интегрирован в редактор печатных плат, управлялся сложным набором правил проектирования и очень хорошо зарекомендовал себя, в P-CAD 2002 интеграция прошла не совсем гладко из-за различных идеологий программ. В итоге, получилось так, что часть «пикадовских» правил проектирования при передаче в Shape-Based Router теряется, а часть «протеловских» возможностей последнего вообще никак не используется.

В Protel DXP не менее важную роль автотрассировщик играет в качестве вспомогательного инструмента при интерактивной разводке проводников. Автотрассировщик как бы «присматривает» за действиями разработчика: спрямляет и раздвигает проводники, убирает замкнутые петли, «вспахивает» полигоны, заменяет или удаляет переходные отверстия и т.д. (см. рис. 7.) Более того, он осуществляет непрерывный контроль правил проектирования DRC, в результате чего система просто не позволяет пользователю выполнить неправильное действие. Однако, в ходе такой проверки, называемой on-line DRC, проверяются далеко не все правила проектирования, которые могут быть учтены при так называемой пакетной проверке DRC.

Наличие функции интерактивного контроля DRC является главным отличием системы Protel DXP от P-CAD 2002, где возможную ошибку можно будет выявить только в ходе пакетной проверки DRC. Более того, при прокладке проводников здесь нет необходимости обращать внимание на настройку сеток: наличие электрической сетки позволяет прокладывать проводники по оптимальному пути

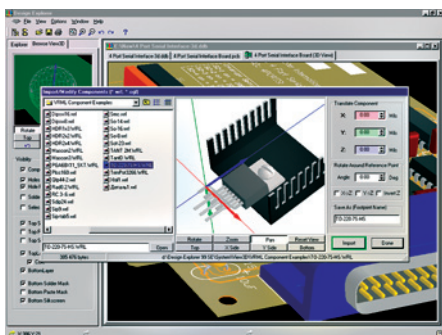


Рис. 8. Импорт в Protel DXP трехмерной модели компонента, разработанной в системе SolidWorks

из центра одного электрического объекта в центр другого в соответствии с выбранным режимом рисования. При необходимости включится режим расталкивания препятствий, при котором мешающий проводник будет автоматически отодвигаться по мере прокладки проводника. Новое положение мешающего проводника определяется правилами проектирования, регламентирующими зазоры, и никак не привязывается к сетке, в отличие от P-CAD 2002, где неправильная настройка сеток сделает невозможной полуавтоматическую прокладку проводника по очевидному пути даже при отсутствии нарушений зазоров.

Очень интересной функцией системы Protel DXP является возможность просмотра трехмерного вида проектируемой платы по технологии OpenGL. Разработчик может наблюдать реальный вид платы с компонентами, отключать отображение компонентов или участков металлизации и тем самым наблюдать вид платы на промежуточных этапах изготовления. Выключение текстов заливки объектов позволяет просматривать многослойную структуру платы на просвет, как на рентгеновском снимке. По требованию пользователю может быть поставлен дополнительный модуль, предлагающий расширенный набор функций трехмерного просмотра: импорт трехмерных моделей, созданных в различных механических САПР, контроль на уровне DRC превышения компонентами максимальной допустимой для данной «комнаты» высоты, наглядного отображения выявленных нарушений, вывод трехмерного проекта платы в виде твердотельной модели для механических САПР, например,

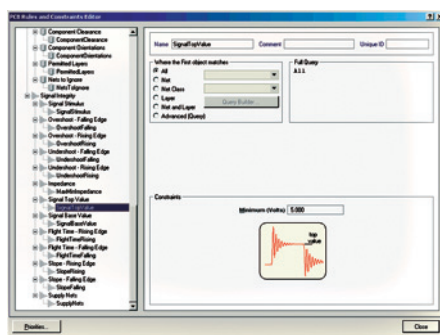


Рис. 9. Настройка анализа целостности сигналов на уровне DRC

SolidWorks, SolidEdge, ProEngineer, AutoCAD (см. рис. 8).

В редакторе печатных плат имеются традиционные возможности импорта и экспорта файлов в стандартных плоских форматах DWG или DXF, что позволяет добавлять на чертеж заранее заготовленные элементы оформления или контур печатной платы и передавать проект в механические САПР для дальнейшего оформления. В отличие от других подобных систем проектирования электронных устройств система Protel DXP позволяет крайне просто изменять положение обозначения размеров, что крайне важно для соблюдения требований ГОСТ. Помимо указания линейных размеров в редакторе печатных плат можно проставить размер диаметра, радиуса, линейные размеры от опорной точки, координатные метки, угловые размеры. Все размеры являются объектно-связанными, что означает, что при изменении, например, диаметра окружности обозначение ее диаметра будет меняться автоматически.

Система Protel DXP предоставляет пользователю широкий набор средств генерации различных отчетов, от обычных сообщений, содержащих статистическую информацию, до сложных таблиц и перечней используемых материалов (BOM, Bill of Material), отчетов об иерархической структуре проекта (Report Project Hierarchy) и файлов перекрестных ссылок (Component Cross Reference). Кроме того, в сложных проектах, содержащих несколько РСВ документов, отчеты могут быть сформированы как для отдельных плат, так и для проекта целиком.

Сложность современных печатных плат постоянно повышается, а

значит, появляется необходимость анализа их поведения с учетом особенностей реальной топологии. Система Protel DXP имеет модули пред- и посттопологического анализа целостности сигналов, позволяющие оценить искажения сигналов, а также взаимные наводки в проводниках разрабатываемой платы.

Модуль предтопологического анализа дает возможность системным инженерам и разработчикам плат провести оценку проекта еще на этапе разработки его схемы. Программа позволяет рассчитать основные параметры системы, смоделировать возможное ее поведение при воздействии критических сигналов, оценить устойчивость проекта и выработать набор рекомендаций, в дальнейшем оформленных разработчиком в виде топологических директив, которые при передаче на плату будут автоматически преобразованы в соответствующие наборы правил проектирования.

Что касается посттопологического анализа, то аналогичные модули имеются почти во всех системах проектирования печатных плат, но в системе Protel DXP он интегрирован непосредственно в редактор плат и позволяет выполнять первичный анализ на уровне DRC. Данная функция отсутствует в стандартном наборе инструментов всех остальных систем проектирования печатных плат «среднего» уровня. Критерии оценки качества сигналов задаются специальными правилами проектирования из категории Signal Integrity (см. рис. 9). При пакетной проверке запускается система моделирования сигналов в проводниках платы и, если паразитный сигнал превышает определенный уровень, генерируется и заносится в отчет информация о нарушении. В дальнейшем выявленное нарушение служит подсказкой при более подробном анализе электромагнитной совместимости. В системе P-CAD 2002 такая возможность отсутствует, существенно усложняет процесс поиска цепей с нарушениями требований по анализу целостности, поскольку разработчику приходится полагаться на свой опыт и знания для проверки всех возможных вариантов вручную, что не позволяет говорить об экономии времени проектирования и получения высокой достоверности анализа.

В модуле анализа целостности сигналов все сегменты проводников

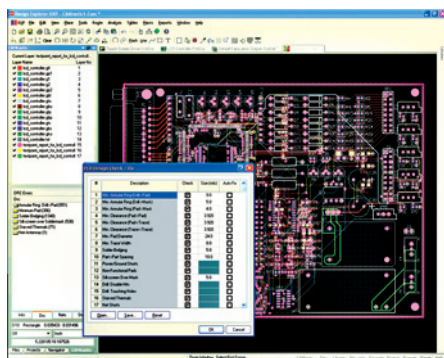


Рис. 10. Подготовка фотошаблонов в модуле CAMtastic

на печатных платах представляются в виде отрезков линий передачи, после чего выполняется расчет переходных процессов при воздействии на них импульсных сигналов. При этом прохождение сигналов через ИС не моделируется, они заменяются IBIS моделями (Input/Output Buffer Information Specification). Дискретные компоненты заменяются соответствующими SPICE моделями. Помимо расчета формы сигнала в каждом узле проводника здесь выполняется анализ перекрестных искажений (взаимных наводок). Особенностью данного модуля является то, что здесь не учитываются физические эффекты, связанные с распределением токов в проводниках земли и питания. Эти цепи считаются идеальными.

Все внесенные на плату изменения могут быть переданы обратно в редактор схем. Целостность проекта контролируется посредством крайне оригинального механизма синхронизации проекта, ключевым элементом которого является специальный модуль программы — компаратор. При необходимости может быть сгенерирован традиционный отчет о внесенных изменениях (ECO).

Готовый проект печатной платы в виде наборов Gerber и NC Drill файлов передается в специальный модуль CAMtastic, где осуществляется первичная подготовка производства.

Здесь имеется возможность проверки специальных правил DFM (Design for Manufacturing) и DFF (Design for Fabrication), редактирования топологий, генерации управляющих файлов для аппаратуры электроконтроля и монтажа компонентов (см. рис. 10). Заметим, что сейчас в комплекте с программой P-CAD поставляется этот же модуль из системы Protel DXP.

Пользовательский интерфейс системы Protel DXP прост и интуитивен, что позволяет научиться эффективно работать с программой менее чем за две недели. Программа имеет набор документации на русском языке, разработаны специальные методические указания для начинающих. Базовая программа обучения рассчитана на три дня и позволяет пользователям выработать правильные навыки работы в этой системе.

Интерфейс программы может быть настроен согласно требованиям конкретного пользователя. Возможна перенастройка внешнего вида программы, «горячих» клавиш, а меню команд может быть переведено на русский язык. Помимо возможностей настройки пользовательского интерфейса в системе Protel DXP имеется возможность написания, отладки и выполнения макросов на специальном языке Client Basic аналогичном языку Visual Basic for Application (VBA), используемому в системе Microsoft Office. Здесь имеются все необходимые средства отладки макросов (введение точек прерывания, пошаговое выполнение, просмотр переменных), а также такой важный инструмент как Macro Recorder, предоставляющий возможность записать в виде макроса всю последовательность выполняемых в среде проектирования действий. Все действия выполняемые пользователем вручную могут быть описаны с помощью макросов и выполнены автоматически, что открывает широкие возможности по автоматизации

рутинных операций процесса создания принципиальных схем и проектирования печатных плат.

В случае отсутствия в системе нужных функций пользователю предлагается специальный набор Software Development Kit, позволяющий создавать собственные вспомогательные модули, которые затем будут прочно интегрированы в единую систему. Благодаря наличию этого модуля полностью снимаются какие-либо ограничения на дальнейшее развитие пакета Protel DXP как компанией разработчиком, так и самими пользователями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего написанного выше можно сделать следующий вывод: если пользователю требуется система проектирования печатных плат «среднего» уровня, то пакет Protel DXP будет представлять собой идеальное решение, как с точки зрения функциональности, так и стоимости. При чем переход на эту программу со старых версий P-CAD пройдет даже менее болезненно, чем переход на P-CAD 2002. Protel DXP позволит максимально эффективно работать над новыми проектами и сохранить все старые наработки.

Читатель может задать вопрос: в каких случаях следует ориентироваться не на Protel, а на P-CAD 2002? P-CAD 2002 следует приобретать только в случае, если вы имеете законченный цикл производства на базе любого из продуктов серии ACCEL EDA, а также если вы ориентируетесь только на разработку печатных плат с описанием проектов в виде схем. Если же вы работаете со смешанными описаниями проектов из схем и текстов на VHDL, используете в своих системах ПЛИС или микроконтроллеры, обрабатываете высокоскоростные сигналы с крутыми фронтами и, главное, планируете развивать свой бизнес в ближайшие как минимум 10 лет, вам следует ориентироваться на Protel DXP.