

## Экспорт топологии в dxf-файлы в Microwave Office 2007

При моделировании микрополосковых устройств иногда возникает необходимость экспортировать топологию в dxf- файл. В 7-ой версии Microwave Office процедура экспорта изменена, по сравнению с предыдущими версиями.

Экспорт топологии электромагнитной структуры можно выполнить несколькими способами.

Рассмотрим варианты экспорта на простом примере топологии аттенюатора, который состоит из отрезков микрополосковой линии, между которыми расположены резисторы (рис.1).

Для проводников назначен материал 1/2oz Cu, а для резисторов – материал Res, который добавлен в проект в окне свойств корпуса к материалам, имеющимся по умолчанию, (рис.2).

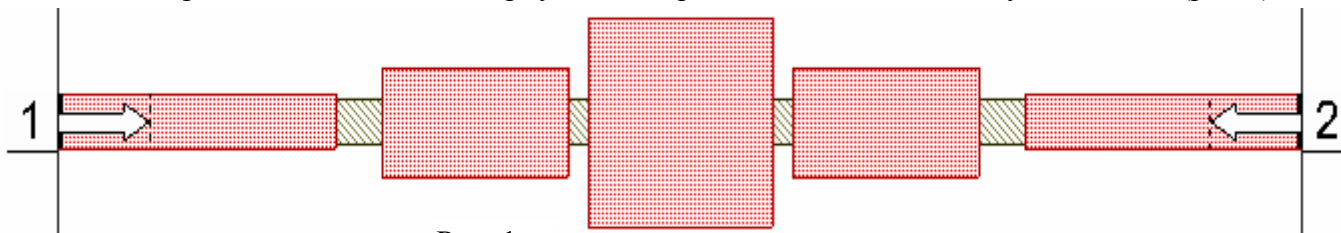


Рис. 1

Этим материалам не назначено слоёв для черчения и для них нет таблиц соответствия слоёв. В этом случае Microwave Office для таких материалов автоматически создаёт слои черчения. В нашем случае были созданы слои черчения с именами +LAY\_2\_1/2oz Cu\_COND (что можно расшифровать как слой черчения на 2-м слое диэлектрика, материал 1/2oz Cu, проводник) и

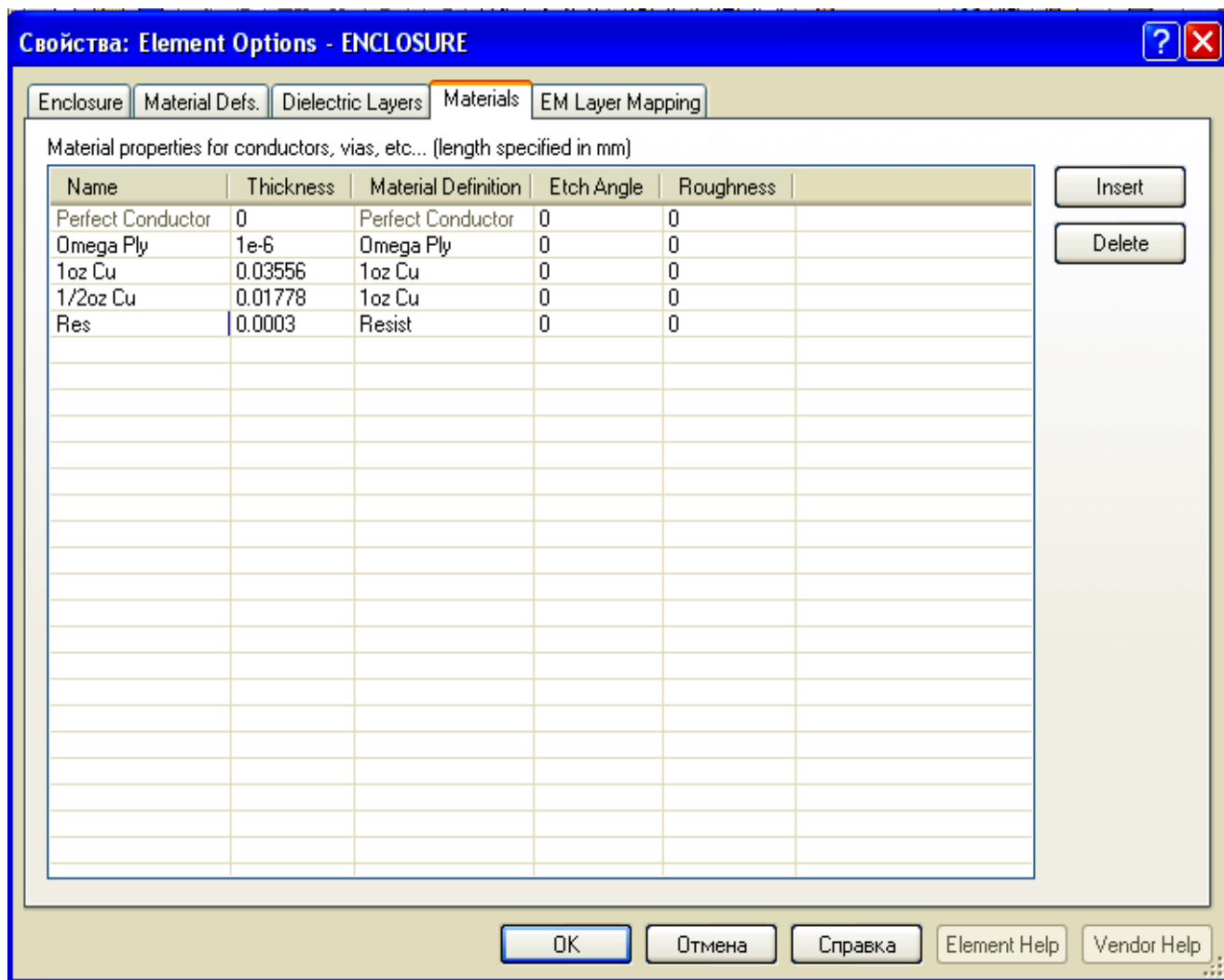


Рис. 2

+LAY\_2\_Res\_COND (рис. 3). Но lpf файл автоматически не редактируется и новый не создаётся.

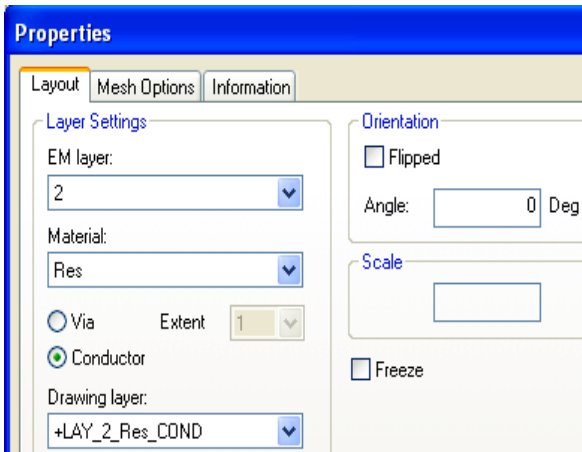


Рис. 3

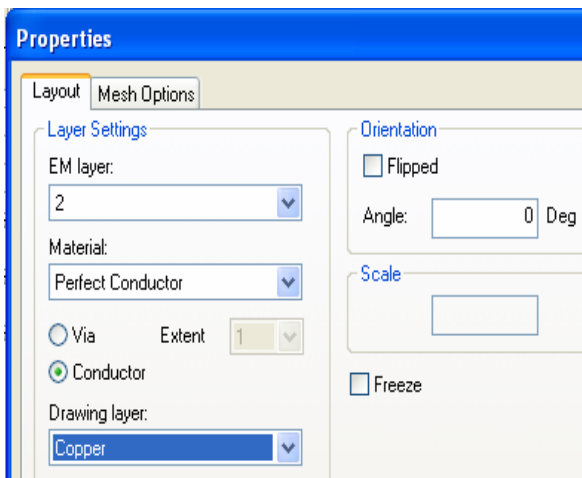


Рис. 4

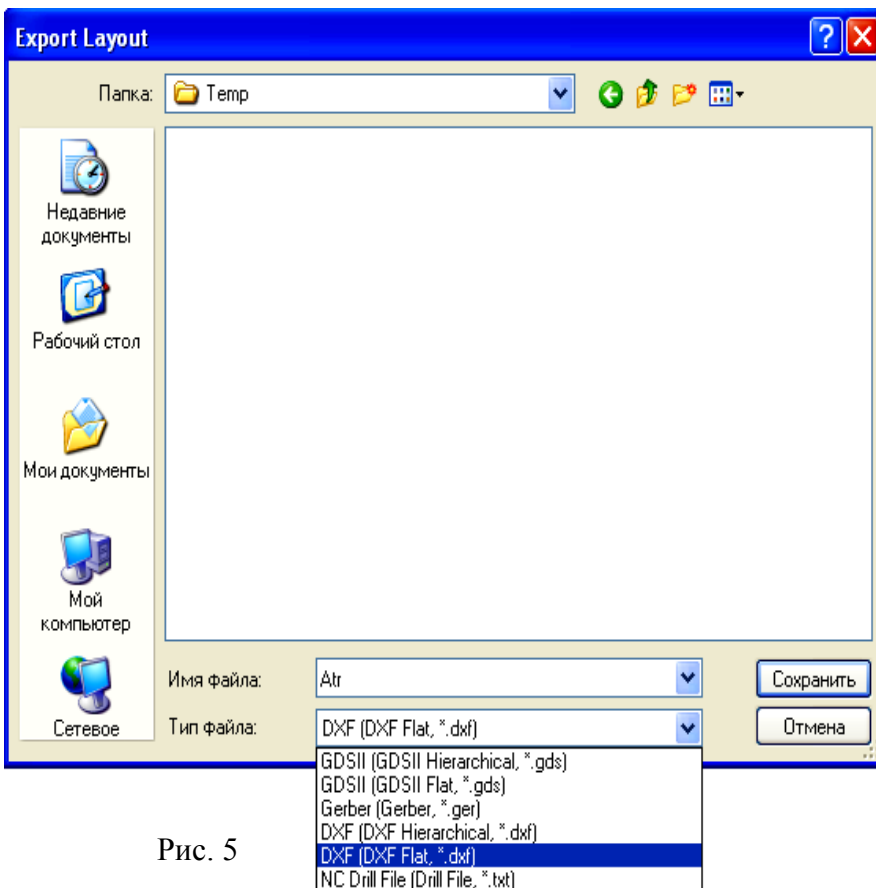


Рис. 5

Таблицы соответствия для этих слоёв также не создаются. Поэтому, если просто экспортировать топологию в dxf файл, щёлкнув правой кнопкой мышки по имени электромагнитной структуры в окне просмотра проекта и выбрать Export EM Layout, то dxf файл будет создан. Но AutoCAD прочесть его не сможет и выдаст сообщение, что в файле имеется строка с недопустимым именем слоя. Тем не менее, экспорт топологии можно выполнить, не изменяя lpf файл и не создавая таблиц соответствия, действуя следующим образом.

Пользуясь тем, что dxf файл не содержит никакой информации о свойствах топологических элементов (по существу, это просто таблица координат), мы для экспорта топологии можем назначить всем топологическим элементам слой черчения, который уже имеется в lpf файле. В файле default.lpf таким слоем является слой с именем Copper и с назначенным материалом Perfect Conductor, для которого имеются все необходимые таблицы соответствия. Этот слой черчения и будем использовать. Однако если просто переименовать слой черчения в уже существующей электромагнитной структуре, то автоматически будет изменён материал слоя и будут потеряны результаты анализа. Поэтому после экспорта топологии придётся снова переименовать материалы для всех элементов топологии и повторить анализ. Чтобы этого не произошло, можно сделать копию электромагнитной

структуры и использовать её для экспорта топологии. В созданной копии выделите всю топологию и назначьте слой черчения (Drawing layer) Copper для всех её элементов, щёлкнув правой кнопкой мышки по любому выделенному элементу и выбрав Shape Properties (рис. 4). Поскольку проводить анализ такой структуры не имеет смысла, заблокируйте анализ, щёлкнув правой кнопкой мышки по имени копии структуры и выбрав Toggle Enable.

Теперь щёлкните правой кнопкой по имени скопированной электромагнитной структуры и выберите Export EM Layout. В открывшемся окне установите тип файла DXF(DXF Flat, \*.dxf) и нажмите кнопку «Сохранить» (рис. 5).

Топология, загруженная в AutoCAD из созданного dxf

файла, будет выглядеть, как показано на рис. 6.

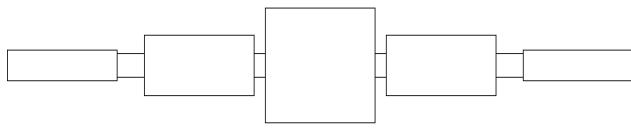


Рис. 6

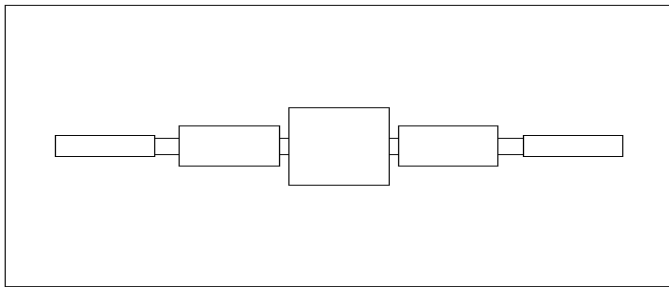


Рис. 7

кнопку. Весь прямоугольник корпуса будет выделен. Щёлкните по выделенному прямоугольнику правой кнопкой мышки, выберите Shape Properties и в открывшемся окне установите Corper в поле Drawing Layer, нажмите ОК. Выполните экспорт, как описано выше. Теперь топология, загруженная в AutoCAD, будет выглядеть, как показано на рис. 7. Здесь хорошо видно, что отрезки линий между краями корпуса и референсными плоскостями удалены при экспорте топологии.

При моделировании электромагнитной структуры рассчитываются характеристики между референсными плоскостями. Отрезки линий между краем корпуса и положением референсной плоскости решающим устройством исключаются из анализа (так называемая процедура de-embedding – исключение). Если на реальной плате подводящие отрезки линий согласованы с созданной топологией структуры, то длина подводящих отрезков особого значения не имеет. Но в некоторых случаях, например, если подводящие отрезки в моделируемой структуре являются частью трансформатора сопротивлений, их длина в реальной топологии должна быть равна расчётной длине, т.е. указанные выше отрезки до референсных плоскостей должны быть удалены. Как видно из приведённого примера, Microwave Office делает это автоматически при экспорте топологии электромагнитной структуры (в более ранних версиях этого не было).

Учитывая это, слой черчения для платы можно наносить только между референсными плоскостями. Если желательно, чтобы проводники начинались с некоторым отступом от края платы, этот слой должен несколько выступать за положение референсных плоскостей.

Дважды щёлкните мышкой по электромагнитной структуре вне топологических элементов аттенюатора. Установите курсор на ромбик посередине левой стороны выделенного прямоугольника, нажмите левую кнопку мышки и сдвиньте эту сторону вправо, не доводя её до референсной плоскости, например, на 0.2 мм. Аналогично сдвиньте правую сторону прямоугольника на такое же расстояние влево. На созданном прямоугольнике можно нанести дополнительные топологические элементы, например, реперные знаки и строки текста. Вновь начерченным элементам также должен быть назначен слой черчения Corper. Обычно это делается автоматически. Электромагнитная структура будет выглядеть, как показано на рис. 8.

Выполните экспорт созданной электромагнитной структуры. В AutoCAD она будет выглядеть, как показано на рис. 9.

Другим вариантом экспорта топологии при установках по умолчанию может быть предва-

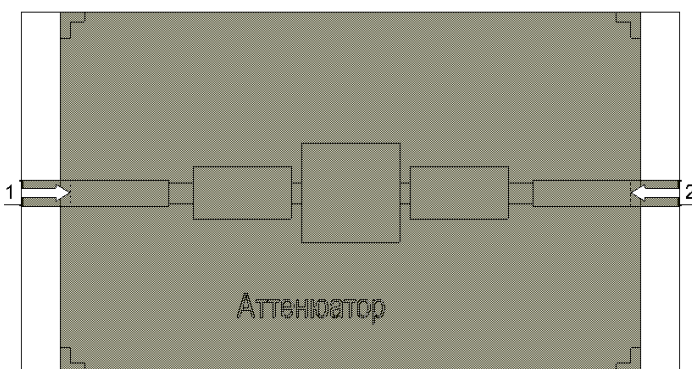


Рис. 8

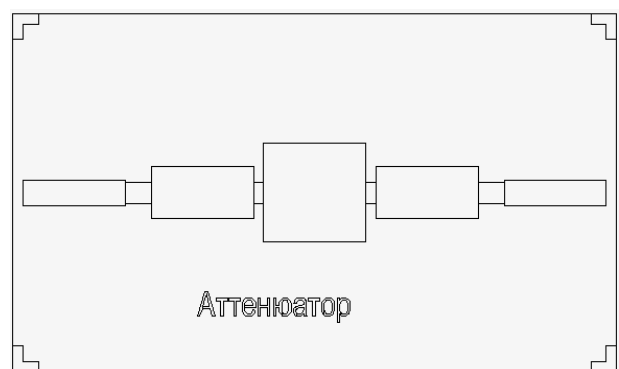


Рис. 9

6. Обратите внимание, что в экспортированной топологии отброшены отрезки входного и выходного проводников от края корпуса до положения референсных плоскостей. Это хорошо видно, если экспортировать не только одну топо-

логию проводников, но и саму плату. Для этого на всю плату нужно также нанести слой черчения Corper.

Щёлкните левой кнопкой мышки по значку Rectangle на панели инструментов. Установите курсор мышки на верхний левый угол корпуса электромагнитной структуры, нажмите левую кнопку мышки и переместите курсор на правый нижний угол корпуса, отпустите

кнопку. Весь прямоугольник корпуса будет выделен. Щёлкните по выделенному прямоугольнику правой кнопкой мышки, выберите Shape Properties и в открывшемся окне установите Corper в поле Drawing Layer, нажмите ОК. Выполните экспорт, как описано выше. Теперь топология, загруженная в AutoCAD, будет выглядеть, как показано на рис. 7. Здесь хорошо видно, что отрезки линий между краями корпуса и референсными плоскостями удалены при экспорте топологии.

рительное копирование не в другую электромагнитную структуру, а в окно топологии схемы.

Откройте пустое окно схемы, щёлкнув по значку New Schematic на панели инструментов. Затем откройте окно топологии схемы, щёлкнув по значку New Schematic Layout View. В этом окне начертите прямоугольник, равный корпусу электромагнитной структуры и присвойте ему слой черчения Correg. Скопируйте в созданный прямоугольник топологию из окна электромагнитной структуры и так же присвойте всей топологии слой черчения Correg. Получиться топология, показанная на рис. 10.

Выберите в меню Layout>Export. В открывшемся окне установите тип файла DXF(DXF Flat, \*.dxf) и нажмите «Сохранить». В AutoCAD топология из созданного DXF файла будет выглядеть, как показано на рис. 11. Обратите внимание, что при этом способе экспорта топологии удаление отрезков линии между краем корпуса и референсной плоскостью не делается.

Заметим, что при экспорте топологии вместе с размерами платы описанными способами,

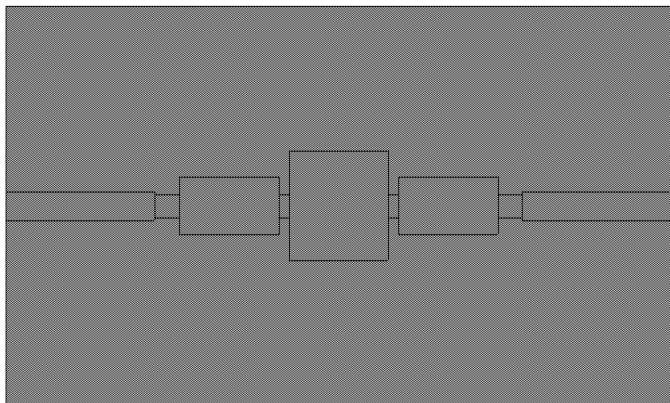


Рис. 10

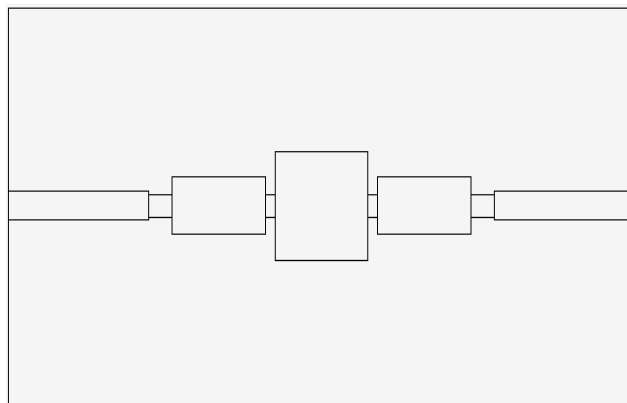


Рис. 11

нельзя включать опцию топологии Union layout shapes (Объединить формы топологии) на вкладке Export/LPF открывающегося окна при выборе в меню Options>Layout Options. Если эту опцию включить, при экспорте будут объединены проводники со слоем, покрывающим плату, и в AutoCAD будет отображён только пустой прямоугольник. Эту опцию можно включить, если экспортируется только топология. Если желательно объединить какие-то проводники в топологии, лучше это сделать в редакторе топологии схемы до экспорта топологии.

Для сложных многослойных топологий более предпочтительным способом для создания электромагнитных структур и экспорта топологии может оказаться способ, при котором для черчения элементов топологии создаются все необходимые слои и все таблицы соответствия.

Ввести все необходимые слои для черчения на соответствующих слоях диэлектрика лучше до создания электромагнитных структур, чтобы не возникло проблем с их установкой в уже созданных структурах. Щёлкните мышкой по панели Layout в левом нижнем углу окна проекта, чтобы открыть окно менеджера топологии. В верхней части этого окна в группе Layer Setup отображается загруженный LPF файл. По умолчанию это default.lpf. Дважды щёлкните мышкой по имени Default этого файла. Откроется окно (рис. 12) с перечнем слоёв черчения, имеющихся в LPF файле. Альтернативно это окно можно вызвать, выбрав в меню Options>Drawing Layers.

При открытии окна обычно сразу открыта папка **General** (Общие) в левой части окна. Если она не открыта, щёлкните по ней мышкой, чтобы открыть. Эта папка содержит три типа слоёв:

- **Drawing Layer 2d** – слои черчения для двухмерного представления структуры;
- **Drawing Layer 3d** – слои для трёхмерного отображения топологии схемы;
- **Drill Hole Layers** – слои для черчения отверстий.

В правой части окна на странице **Drawing Layer 2d Properties** (Свойства слоёв черчения в двухмерном представлении) имеются следующие столбцы:

- **Name** – имя слоя;
- **Visible** (Видимость) – если отмечено, слой будет отображаться в структуре;
- **Cloak** (Скрыть) – если отмечено, слой не будет отображаться для черчения в нижней части окна менеджера топологии при черчении топологических элементов в окне топологии схемы (не путайте с окном черчения электромагнитной структуры);

- **Line** – дважды щёлкнув мышкой в этом столбце, можно выбрать тип линии и её цвет для черчения топологических элементов;

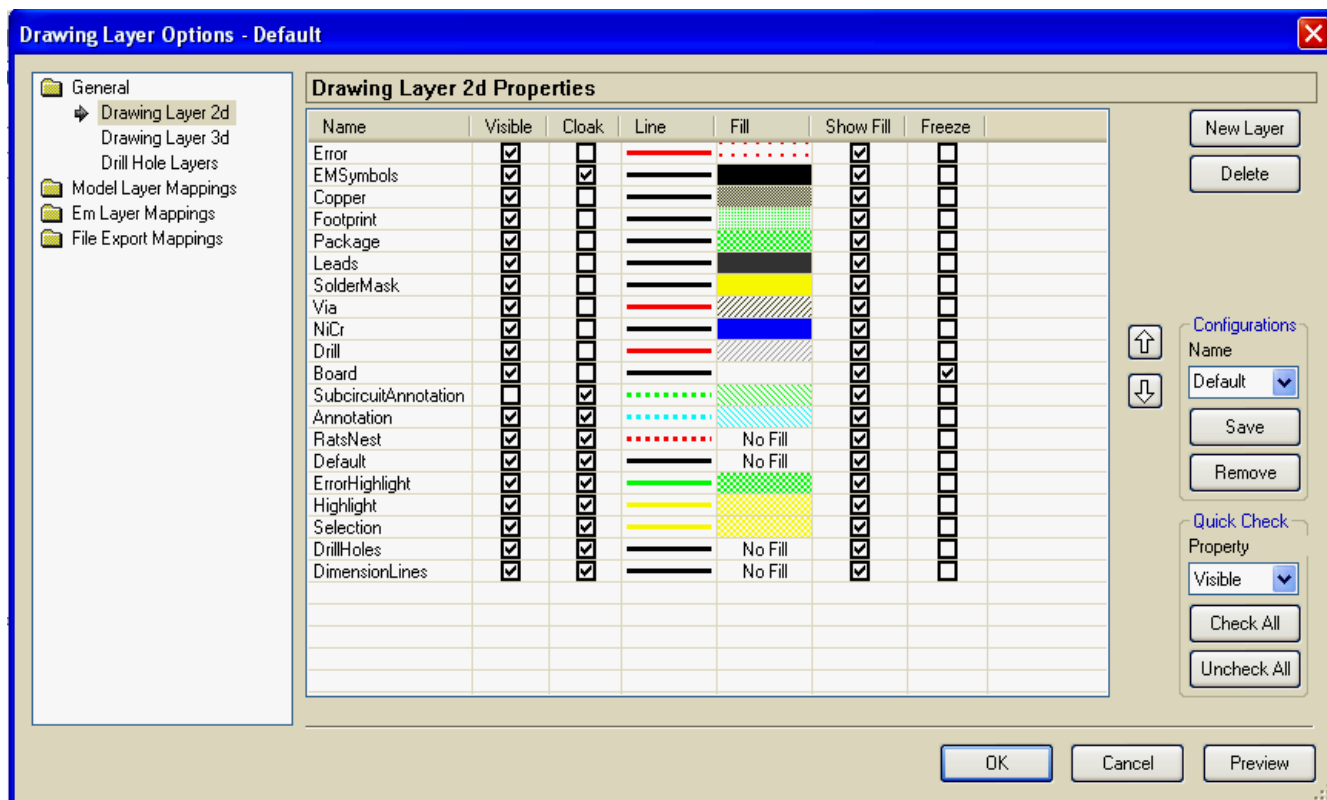


Рис. 12

- **Fill** (Заполнение) – дважды щёлкнув мышкой в этом столбце, можно выбрать тип и цвет заполнения (штриховки) вычерчиваемых топологических форм.
- **Show Fill** (Показать заполнение) – если отмечено, топологическая форма в окне топологии схемы будет отображаться заполненной, в противном случае будет отображаться только её контур.
- **Freeze** (Закрепить) – если отмечено, слой будет закреплён.

Чтобы добавить новый слой черчения, щёлкните мышкой по кнопке New Layer в правой части окна. Появится новая строка с именем Layer1 (новый слой устанавливается после того слоя, который отмечен в окне). Переименуйте этот слой, введя новое имя в столбце Name, и установите необходимые свойства нового слоя в остальных столбцах.

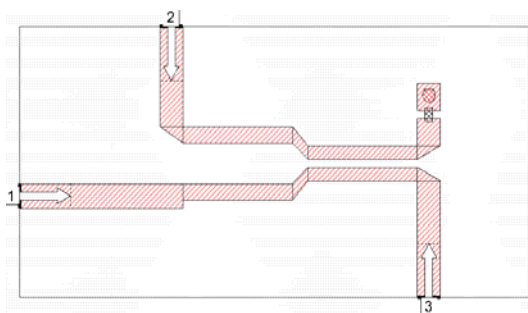


Рис. 13

Здесь мы рассмотрим этот способ создания и экспорта электромагнитных структур на простом примере симметрированного направленного ответвителя (рис. 13) с двумя слоями диэлектрика (т.е. всего будет три слоя вместе со слоем воздуха).

В проект добавлены следующие слои:

1. С именем **Copper1**. На этом слое будем вычерчивать медные проводники на 3-м слое, т.е. на нижнем слое диэлектрика. Не путайте слой черчения с физическим слоем материала меди, общее у них может быть только имя, но и это не обязательно.
2. С именем **Copper2**. Этот слой будем использовать для межслойной перемычки. В структуре будет только одна перемычка с третьего слоя диэлектрика на нижнюю крышку корпуса. Если нужны другие перемычки с разных слоёв диэлектрика, для них нужно создать свои слои черчения.
3. С именем **Resist**. На этом слое будем вычерчивать резистор.

Установленные свойства этих слоёв видны на рис. 14.

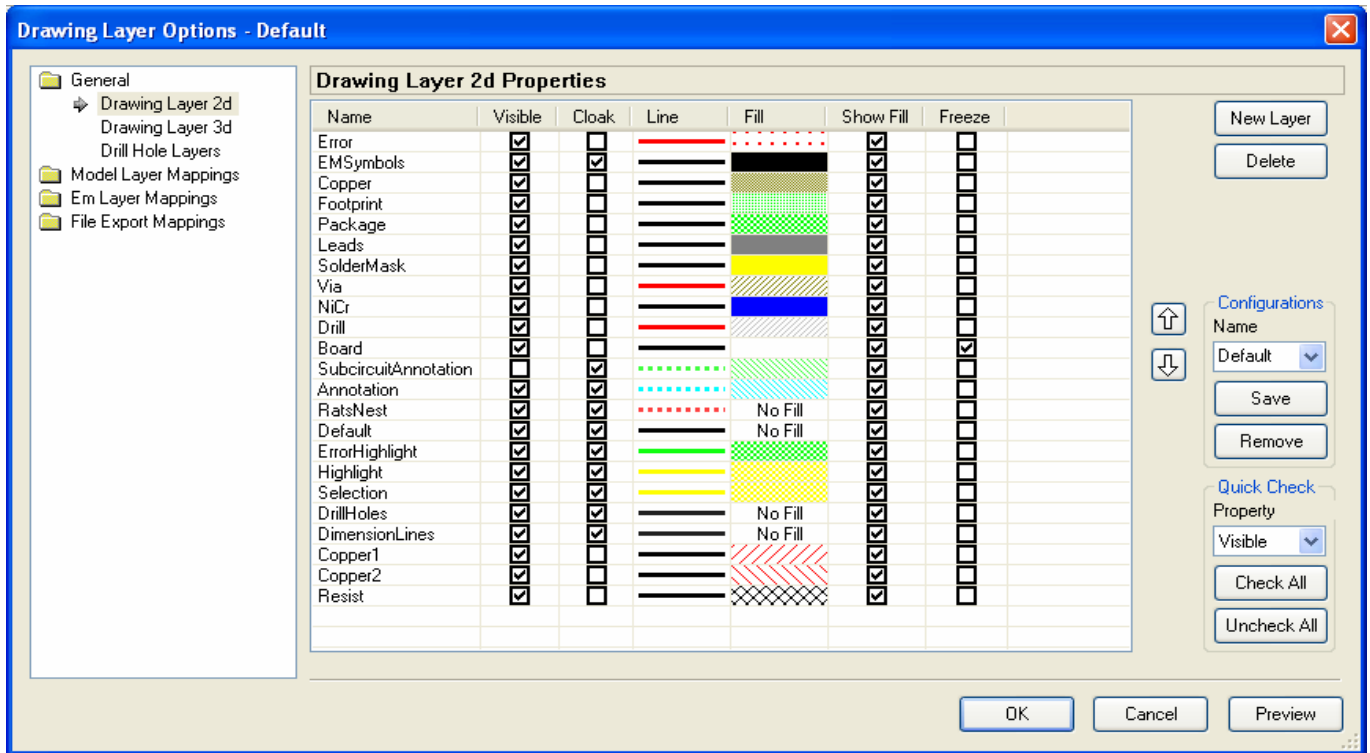


Рис.14

Теперь нужно установить соответствие между различными типами слоёв.

Щёлкните мышкой по EM Layer Mappings. Откроется окно для установки соответствия слоёв черчения (Drawing Layer) и слоёв электромагнитной структуры (EM Layer). Эта таблица соответствия устанавливает, какие слои черчения можно использовать для заданного слоя диэлектрика. Для слоёв Copper1, Copper2 и Resist определён третий слой, вводим числа 3 в столбец EM Layer (рис. 15). Имеющийся по умолчанию слой Copper используется для черчения на 2-ом слое. Для слоя Copper2 отмечен столбец Via (Межслойный переход), а в столбце Via Extent введено 1. Это означает, что переключка будет протяжённостью в один слой.

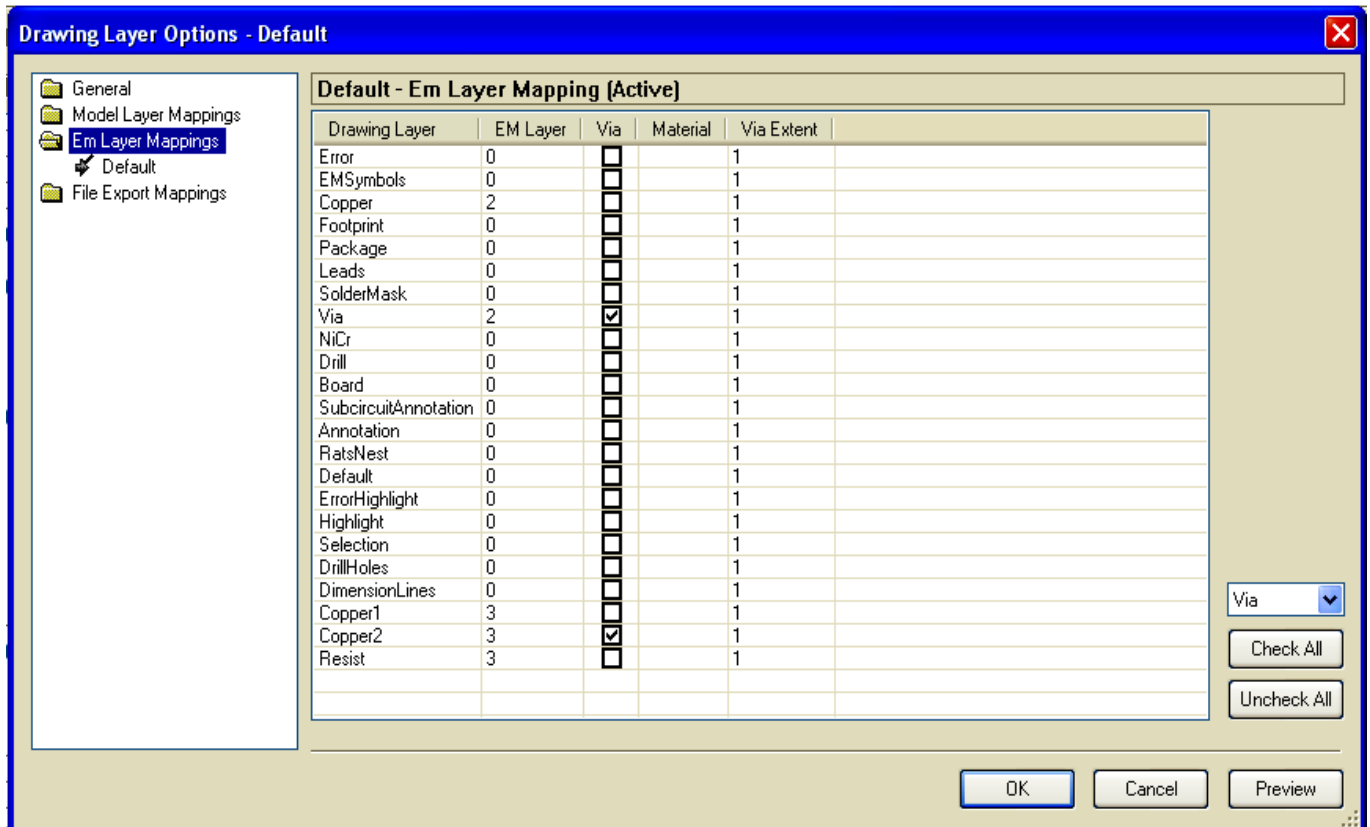


Рис. 15

Щёлкните мышкой по File Export Mappings и затем щёлкните по DXF(DXF). В этой таблице определяется, какие слои должны быть записаны в DXF файл при экспорте структуры в этом формате. В столбце Write Layer (Записать слой) отмечены слои Copper1, Copper2, и Resist, отметки у остальных слоёв сняты (рис.16). Отмеченные слои будут записаны в DXF файл с одинаковым именем слоёв в файле Layer1 (по умолчанию) при экспорте топологии с третьего слоя диэлектрика. При необходимости каждому слою в DXF файле можно присвоить своё имя. Если нужно выполнить экспорт топологии со всех слоёв диэлектрика или нескольких, то нужно создать таблицы для каждого экспортируемого слоя. Щёлкните правой кнопкой мышки по File Export Mappings и выберите New DXF File Export Mapping. В левой части окна появится имя новой таблицы соответствия File Map1(DXF). Здесь отмечен только слой Copper (рис. 17). Эту таблицу соответствия будем использовать при экспорте топологии со второго слоя диэлектрика.

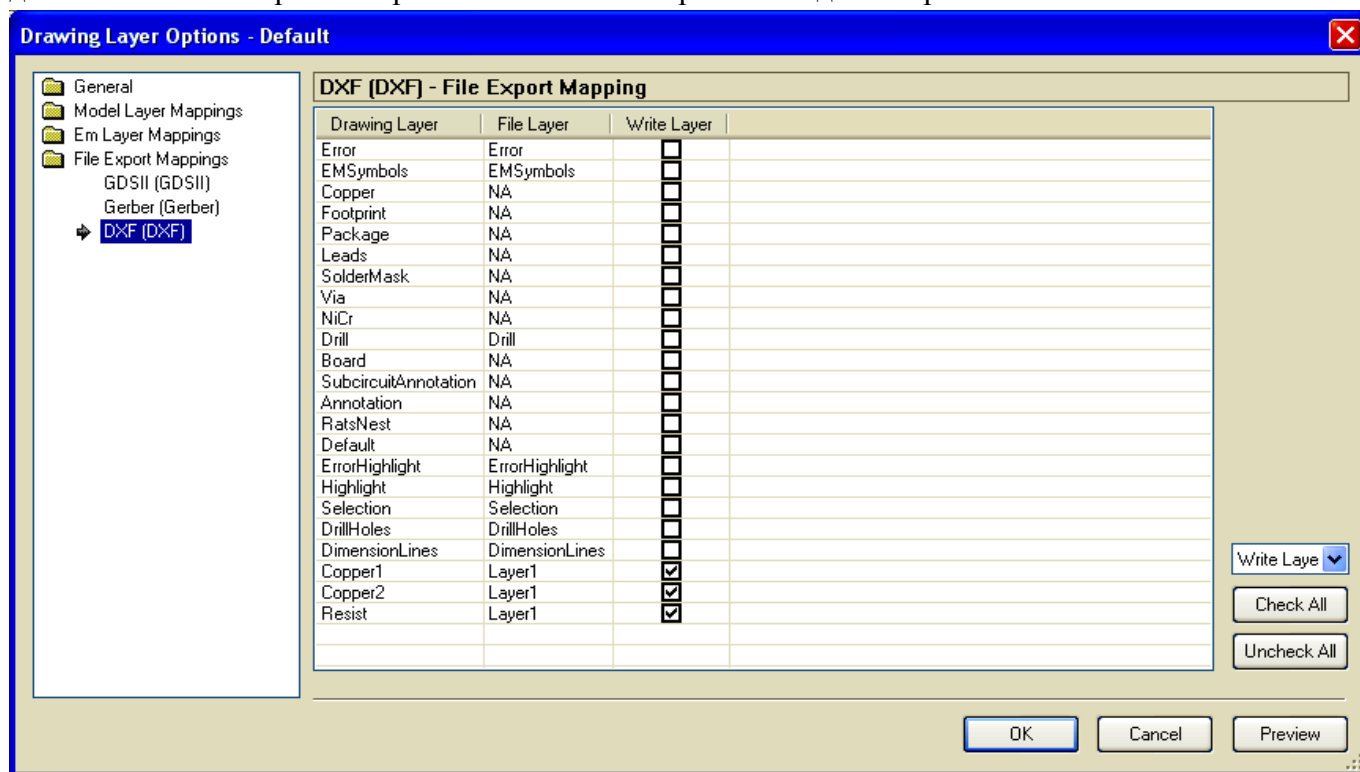


Рис. 16

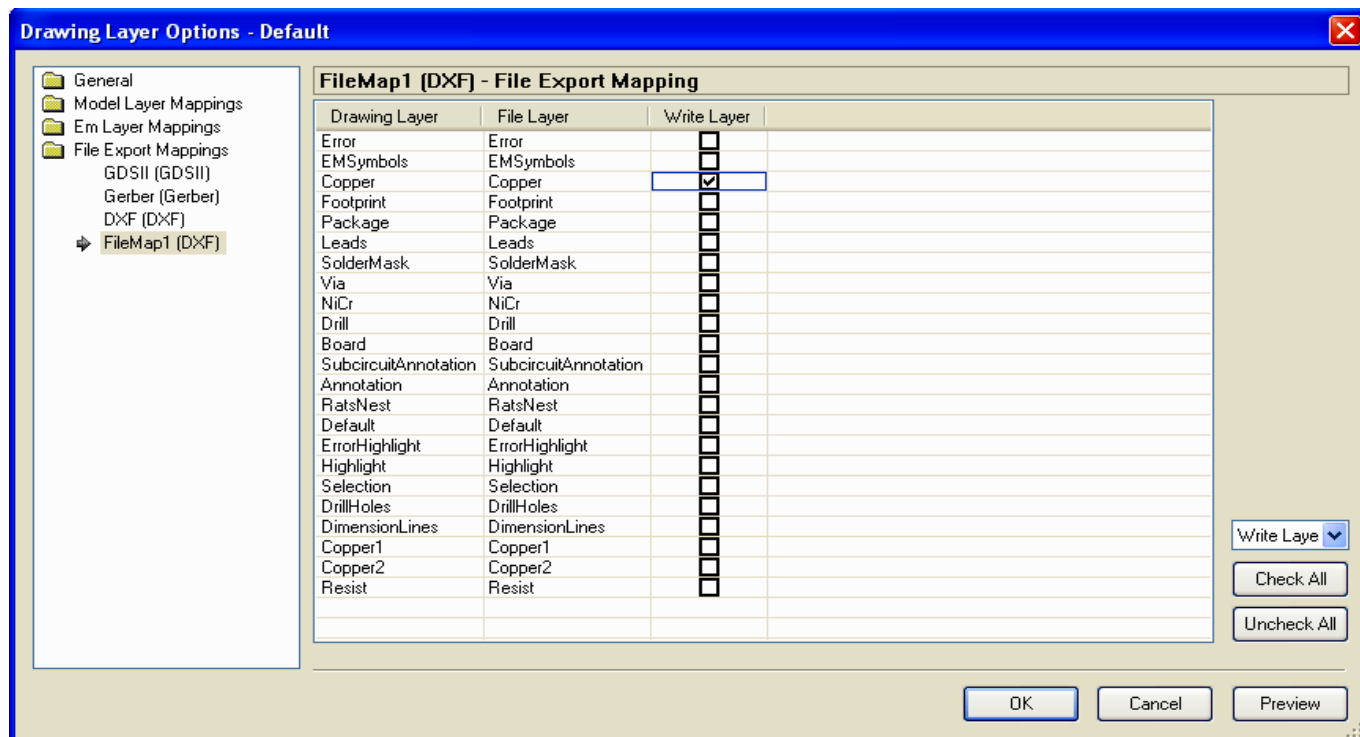


Рис. 17

Теперь можно создавать электромагнитную структуру, щёлкнув мышкой по значку New EM Structure на панели инструментов.

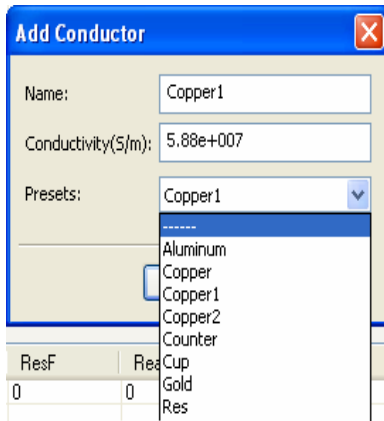


Рис. 18

В окне свойств корпуса на вкладке Material Defs для области Conductor Definitions, щёлкая мышкой по кнопке Add, нужно добавить новые материалы проводника. Открывается диалоговое окно Add Conductor (рис. 18). Щёлкнув по кнопке в правом конце поля ввода Presets, нужно отметить нужный материал и нажать ОК. Добавленные таким образом материалы показаны на рис. 19.

Conductor Definitions:

Name	Sigma	Color
1oz Cu	5.88e7	
Copper1	5.88e7	
Resist	6.7e4	

Рис. 19

На вкладке Dielectric Layers определены слои диэлектрика, щёлкая по кнопке Insert, как показано на рис. 20.

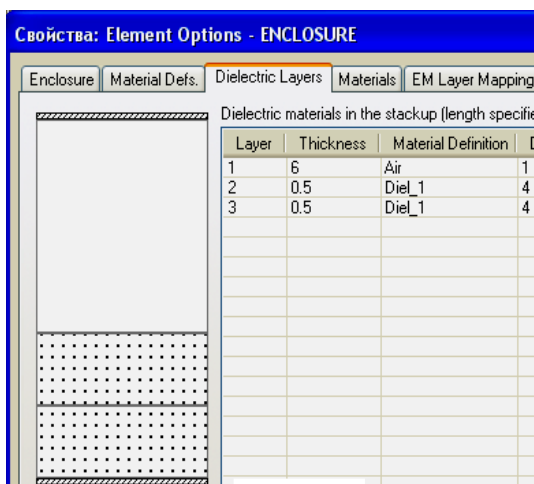


Рис. 20

На вкладке Materials определяются материалы, используемые в проекте, щёлкая по кнопке Insert (рис. 21).

Свойства: Element Options - ENCLOSURE

Material properties for conductors, vias, etc... (length specified in mm)

Name	Thickness	Material Definition	Etch Angle	Roughness
Perfect Conductor	0	Perfect Conductor	0	0
Omega Ply	1e-6	Omega Ply	0	0
1oz Cu	0.03556	1oz Cu	0	0
1/2oz Cu	0.01778	1oz Cu	0	0
Copper1	0.005	Copper1	0	0
Resist	0.00025	Resist	0	0

Рис. 21

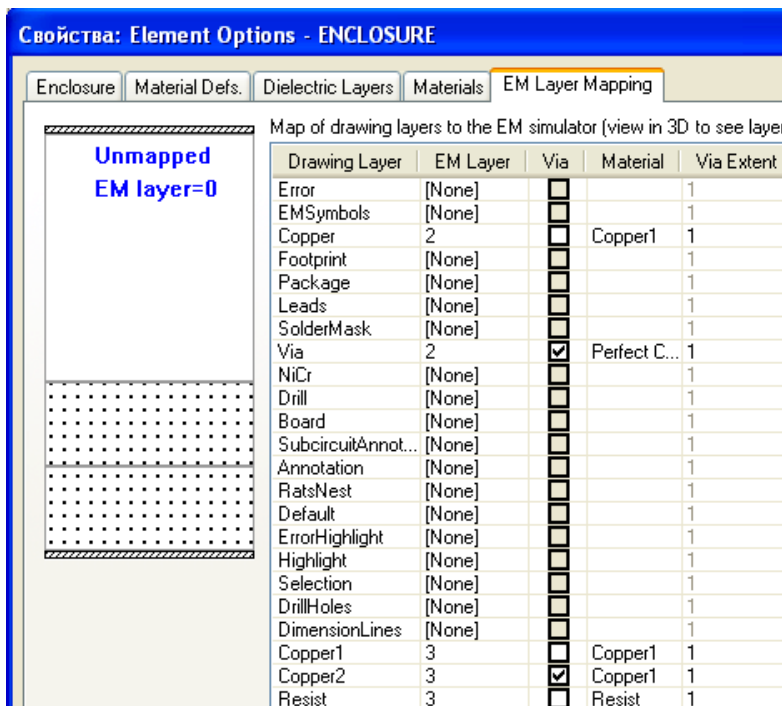


Рис. 22

На вкладке EM Layer Mapping устанавливается соответствие слоёв черчения и слоёв диэлектрика. Это соответствие уже установлено выше (рис. 15), однако здесь дополнительно устанавливается соответствие между слоями и материалами. В столбце Material для каждого слоя определяется материал, щёлкая мышкой по этому столбцу в соответствующей строке (рис. 22).

После определения свойств корпуса, чертятся элементы топологии.

Для черчения проводников в окне менеджера топологии отмечается переключатель Conductor. В поле EM Layer вводится номер слоя, на котором нужно выполнять черчение. В поле Material вводится материал для вычерчивания проводника. На рис. 23 показаны установки для вычерчивания медных проводников на 3-м слое.

Начерченная топология медных проводников показана на рис. 24.

Для черчения резистора в поле Material нужно ввести Resist, оставив без изменения остальные установки.





Рис. 23

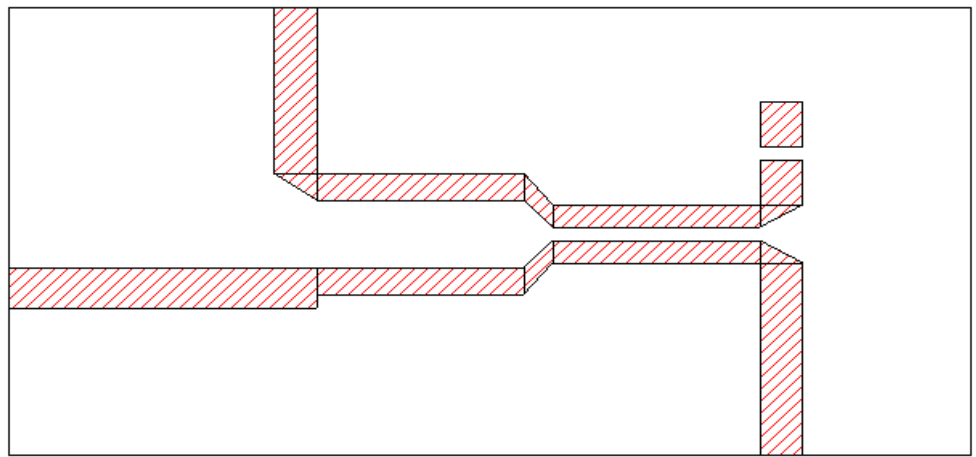


Рис. 24

Чтобы создать межслойную перемычку для заземления резистора, нужно отметить Via и определить материал Copper1, номер слоя оставить прежним. После установки портов топология выглядит, как показано на рис. 25.

Черчение на втором слое выполняется аналогично при установке в менеджере топологии 2-го слоя. В этом примере на 2-м слое начерчен только текст и реперные знаки из материала Copper1. Окончательная двухслойная топология показана на рис. 26, а её 3-х мерное изображение на рис. 27.

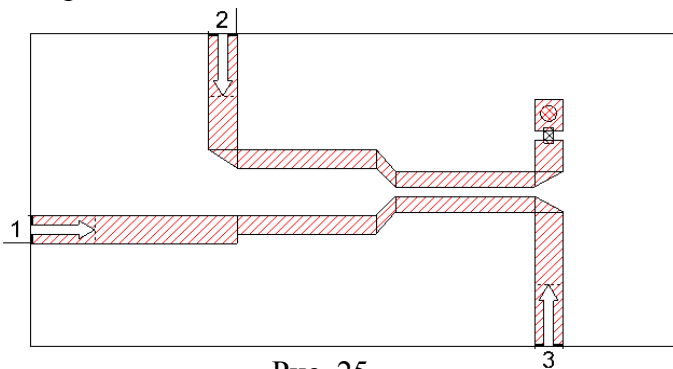


Рис. 25

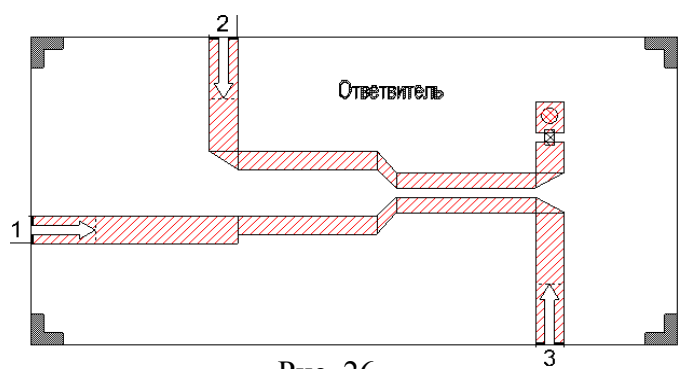


Рис. 26

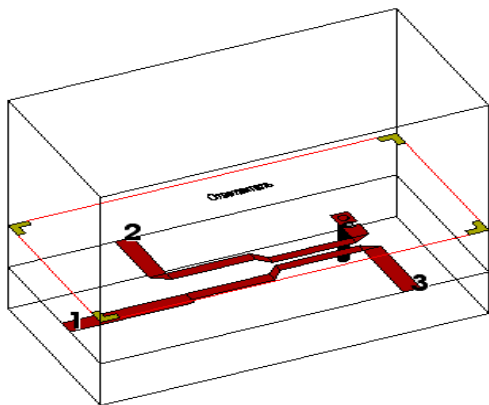


Рис. 27

Чтобы выполнить экспорт топологии со второго слоя, щёлкните правой кнопкой мышки по имени топологии в окне просмотра проекта Project и выберите Export EM Layer. В открывшемся окне экспорта топологии в поле Тип файла выберите DXF (DXF Flat\*.dxf). В AutoCAD топология будет выглядеть, как показано на рис. 28.

Чтобы выполнить экспорт топологии со второго слоя, тип файла выберите FileMap1 (DXF Flat\*.dxf). В AutoCAD топология будет выглядеть, как показано на рис. 29.

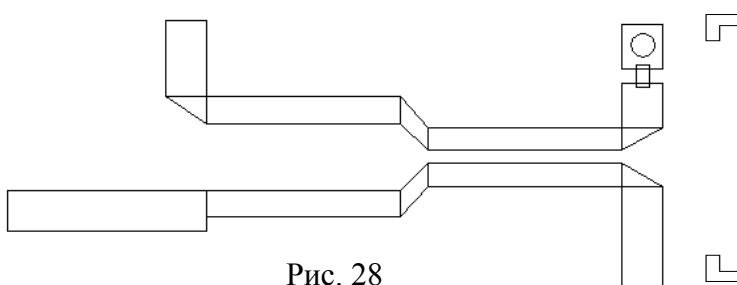


Рис. 28

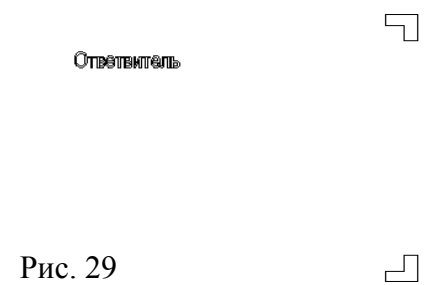


Рис. 29