

3.5. СЕМИНАР № 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ПАКЕТЕ ALTIUM DESIGNER: ЭТАП РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Цель работы: Ознакомление с одним из этапов проектирования коммутационных структур в среде AltiumDesigner – топологическим проектированием.

Задачи работы

- изучить теоретические материалы;
- ознакомиться с процессом создания проводящего рисунка и структуры платы;
- изучить основные нормы и правила проектирования проводящего рисунка и печатной платы.

Теоретическая часть

Проектирование топологического рисунка является наиболее важным и ответственным этапом во всем технологическом цикле проектирования коммутационных структур. Последующие технологические операции, связанные с изготовлением коммутационной структуры и связанные с монтажом компонентов навесного монтажа и монтажа в отверстие, сильно зависят от качества исполнения проводящего рисунка. Существует множество факторов, которые могут вызвать брак коммутационной структуры, а значит и устройства в целом. Причем в большинстве случаев брак неремонтопригоден.

Среда проектирования AltiumDesigner содержит математическую модель, которая рассчитывает основные параметры коммутационных элементов и оптимизирует их относительно тех правил, которые пользователь задает в настройках программы.

AltiumDesigner имеет удобный интуитивно понятный интерфейс редактора коммутационных структур. Проект, реализованный на предыдущих этапах проектирования экспортируется в данный редактор (в область рабочего пространства) в виде комнаты (room) посадочных мест компонентов, связанных при помощи логических соединений, которые ранее в схематехническом редакторе были созданы при проектировании принципиальной схемы.

Данный метод проектирования проводящего рисунка удобен с точки зрения простоты реализации посадочных мест проводящего рисунка, благодаря встроенной системе шаблонного проектирования.

Всего выделяют два вида синтеза топологии:

- неавтоматизированный (при помощи инструментов интерфейса редактора);
- автоматизированный (автотрассировка).

Далее будет рассмотрен один из методов проектирования проводящего рисунка (автоматическая трассировка).

Неавтоматизированный метод является наиболее надежным и адекватным с точки зрения производственных требований. Большинство организаций и предприятий модифицируют свою продукцию, добавляя элементы проводящего рисунка или наоборот удаляя, тем самым изменяя структуру проводящего рисунка, что требует вмешательство инженера в уже спроектированную раннее структуру.

Если устройство достаточно несложное, то можно использовать метод автоматизированной трассировки, где небольшая неточность не вызовет серьезных погрешностей в проводящем рисунке.

Большое внимание уделяется классу точности коммутационных структур (КС), которая определяет ее сложность.

Проектирование проводящего рисунка в РСВ-редакторе

Проектирование проводящего рисунка является заключительной стадией процесса проектирования КС. Основное внимание уделяют приемам разработки проводящего рисунка и методам трассировки КС. В заключительной стадии проектирования КС также принимают во внимание такие характеристики КС, как наличие паяльной маски, количество слоев, наличие сквозных, переходных, конструкционных отверстий и суммарная толщина структуры.

Ниже представлен состав основных понятий и характеристик для обобщенной коммутационной структуры на основе классической многослойной печатной платы (ПП):

- слои ПП;
- паяльная маска;
- конструкционные отверстия;
- технологическое поле;
- переходные, сквозные металлизированные отверстия;
- маркировка ПП;
- проводящий рисунок;
- шелкография.

Все вышеперечисленные понятия играют важную роль в проектировании ПП. Каждая из этих характеристик задается в настройках РСВ-редактора AltiumDesigner.

На рис. 3.54 представлен интерфейс РСВ-редактора и его основные элементы (инструменты).

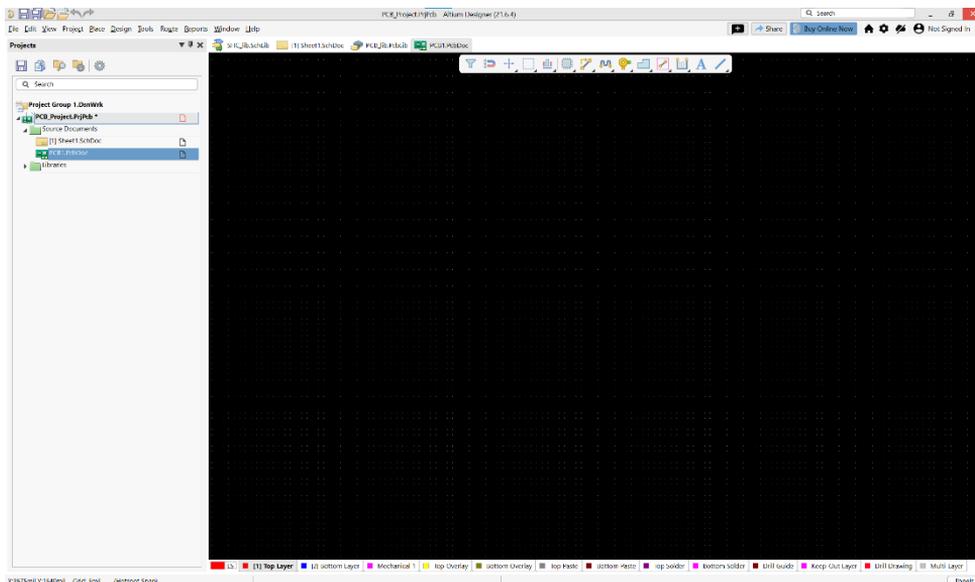


Рис. 3.53. Интерфейс РСВ-редактора

Из рисунка видно, что интерфейс в РСВ-редакторе имеет большой набор инструментов для профессионального проектирования ПП.

Элементы интерфейса РСВ-редактора:

1. Координаты и шаг сетки;
2. Панель выбора слоев;
3. Рабочее поле;
4. РСВ-инструментарий:



5. Основное меню РСВ-редактора:

- Project (менеджер проектов);
- Place (размещение РСВ-элементов);
- Design (настройка основных элементов ПП);
- Tools (инструменты РСВ проектирования);
- Reports (генерация файлов, отчетов).

Следующим этапом проектирования является задание формы и размеров ПП. Также указывается количество слоев. Имеется опция добавления паяльной маски. В РСВ-редакторе имеется автогенератор создания печатной платы (PCBBoardWizard) и помощник задания правил и норм проектирования. Данные автогенераторы (помощники) удобны в условиях сквозных технологий подготовки производства, так как весь процесс разработки КС представлен в виде последовательных этапов с подробным описанием и инструкциями.

Подробный план действий по созданию печатной платы с помощью PCB-редактора следующий:

1. Импортрование принципиальной схемы, созданной в Schematic-редакторе;
2. Настройка формы, габаритов, количества слоев ПП, наличие паяльной маски с помощью PCBBoardWizard или вручную;
3. Настройка правил проектирования топологии с помощью RuleWizard или вручную;
4. Задание позиций компонентов на печатной плате согласно проведенным расчетам;
5. Трассировка печатного проводящего рисунка (топологии) устройства с помощью авто трассировщика (AutoRoute) или вручную;
6. Проверка результатов трассировки;
7. Маркировка ПП;
8. Сохранение проекта ПП.

Пример проектирования топологии КС усилителя

Чтобы приступить к проектированию топологии, необходимо импортировать файл принципиальной схемы, разработанной в Schematic-редакторе. Для этого в основном меню (см. рис. 3.55) выбираем вкладку Design и в раскрывшемся окне выбрать «ImportChangesFrom (Имя проекта платы).PrjPcb». После этого в рабочее поле редактора КС будут размещены все элементы схемы, которая была импортирована в редактор, со всеми сопутствующими элементами, то есть с шелкографией и маркировкой.

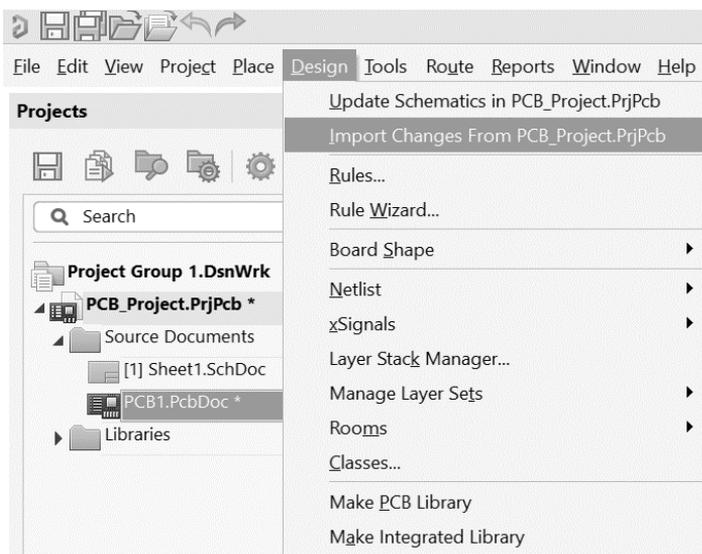


Рис. 3.54. Вкладка Design PCB-редактора

После вызова функции ImportChanges на экран выводится окно подтверждения импортирования схемы. Чтобы осуществить передачу содержимого схемы в РСВ-редактор, необходимо нажать кнопку «ExecuteChanges» (см. рис. 3.56). После этого в рабочее поле будут помещены компоненты схемы (см. рис. 3.57).

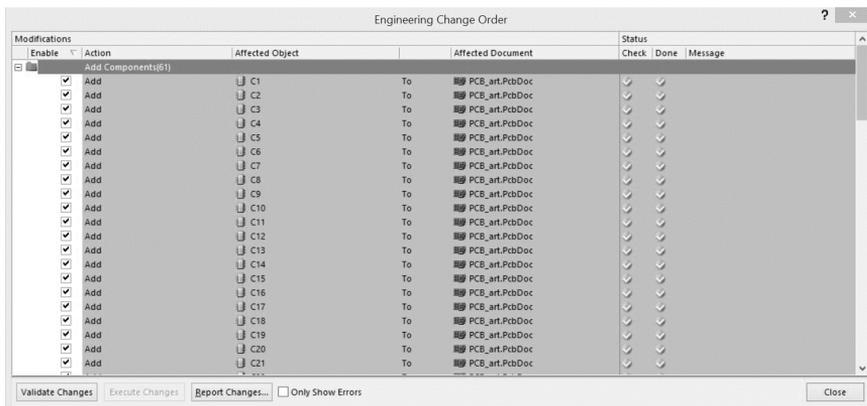
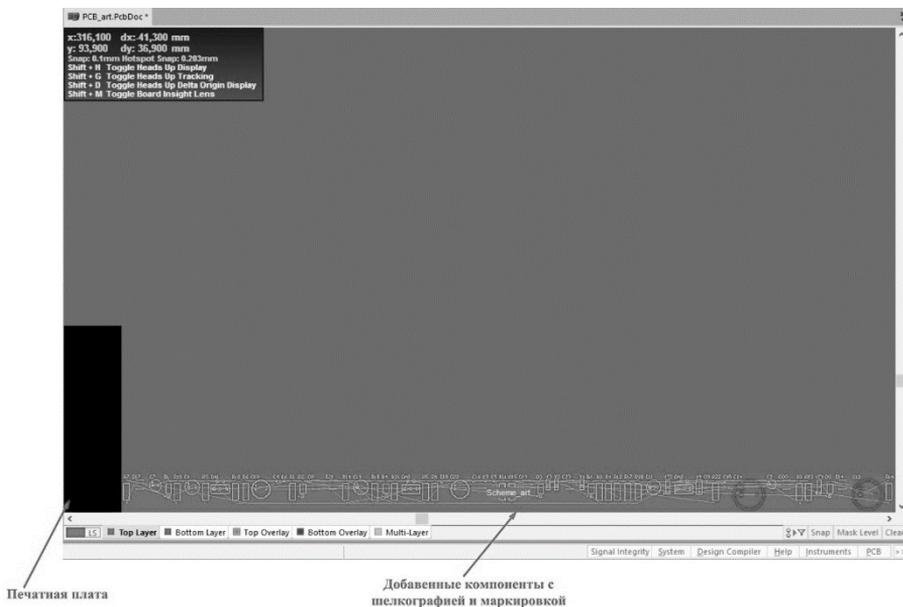


Рис. 3.55. Окно подтверждения импортирования схемы

На рис. 3.3.56 видно, что перед тем, как добавить компонент в редактор ПП, элемент схемы проходит проверку на отсутствие разрывов в схеме устройства и других ошибок, связанных с данным компонентом.



Печатная плата

Добавленные компоненты с шелкографией и маркировкой

Рис. 3.56. Добавленные компоненты

На рис. 3.57 представлены все компоненты, которые мы переместили с помощью функции «ImportChanges».

После этого нам надо задать параметры печатной платы, а именно:

- количество слоев;
- наличие/отсутствие паяльной маски;
- толщина препрега, стеклотекстолита;
- габариты и форма ПП.

В рассматриваемом примере основные параметры ПП зададим в ручном режиме с помощью основного меню. В пакете имеется встроенный генератор типовых параметров, однако он ориентирован на решение для типовых вариантов проектирования ПП, а это недопустимо в случаях, когда задача выходит за пределы общих правил задания ПП. Используем пункт меню «BoardLayers&Colors» (вызов горячей клавиши «L»). В нём хранится информация о слоях ПП, цветовой раскраски и назначении. Эти слои не стоит путать со слоями реальной печатной платы, так как большинство этих слоев имеют производственный и технологический характер. К примеру, в нашем случае присутствует слой «TopOverlay».

На рис. 3.58 представлен менеджер слоёв:

1. Layers (слои):
 - Signal and Plane Layers (S) — сигнальные слои;
 - Component Layer Pairs (C) — пары слоёв компонентов;
 - Mechanical layers (M) — механические слои;
 - Other Layers (O) — другие слои.
2. System Colors (системные цвета).

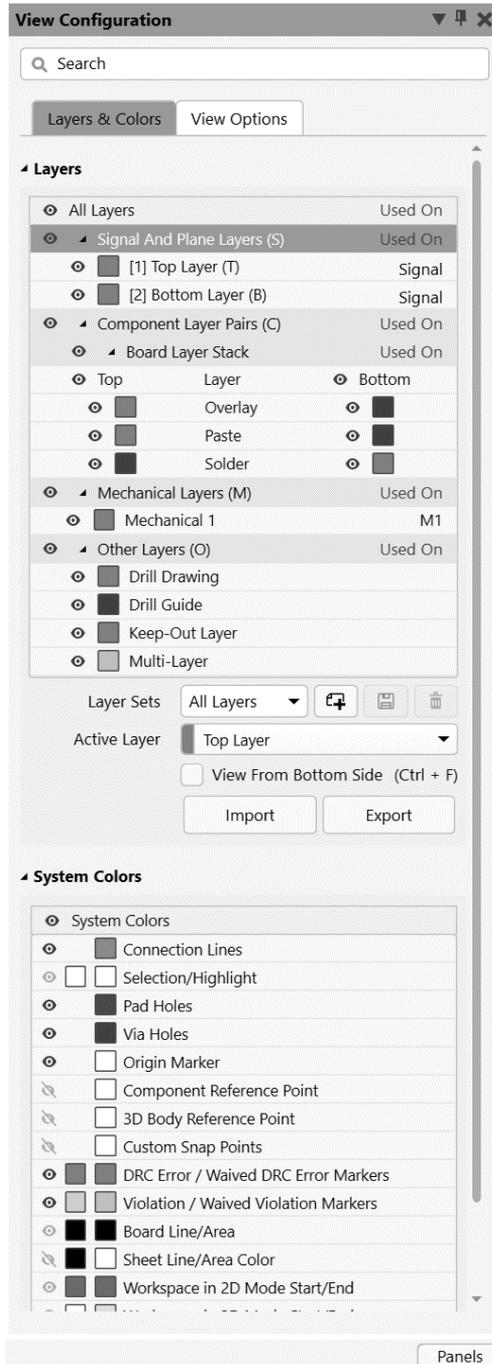


Рис. 3.57. Менеджер слоёв

Задав настройки слоев, приступим к описанию ПП. Для этого вызовем с помощью основного меню менеджер КС (Design – LayerStackManager), см. рис. 3.59. После этого появится окно настройки параметров КС (см. рис. 3.60).

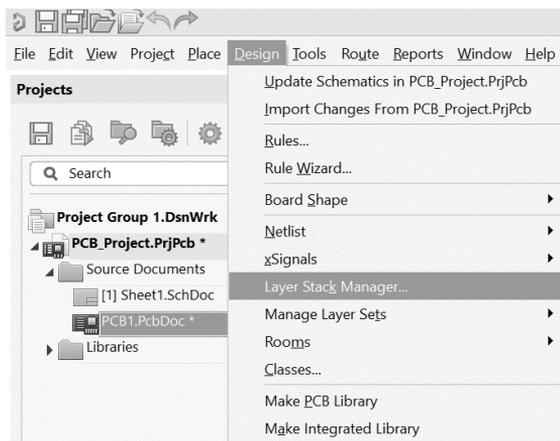


Рис. 3.58. Вызов Layer Stack Manager

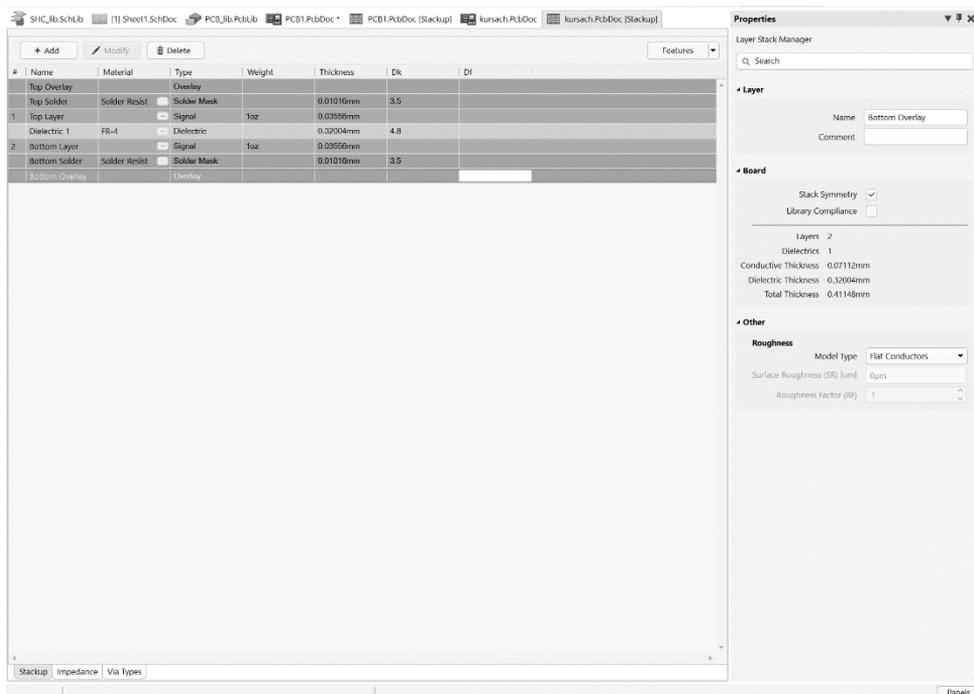


Рис. 3.59. Окно настройки параметров КС (Менеджер ПП)

После настройки параметров КС, приступаем к заданию габаритов и формы печатной платы. Для этого с помощью графического инструментария в слое РСВ начертим прямоугольник, размеры которого будут соответствовать размерам ПП, оговоренным в ТЗ устройства. При задании формы также будем руководствоваться ТЗ. Выберем инструмент «линия (Line)» и начертим прямоугольник размерами 160 × 100 мм. Для удобства задания габаритов переместим начало координат в нижний левый угол КС при помощи основного меню (Edit – Origin – Set).

На рис. 3.61 представлен подготовленный вид КС в слое РСВ.

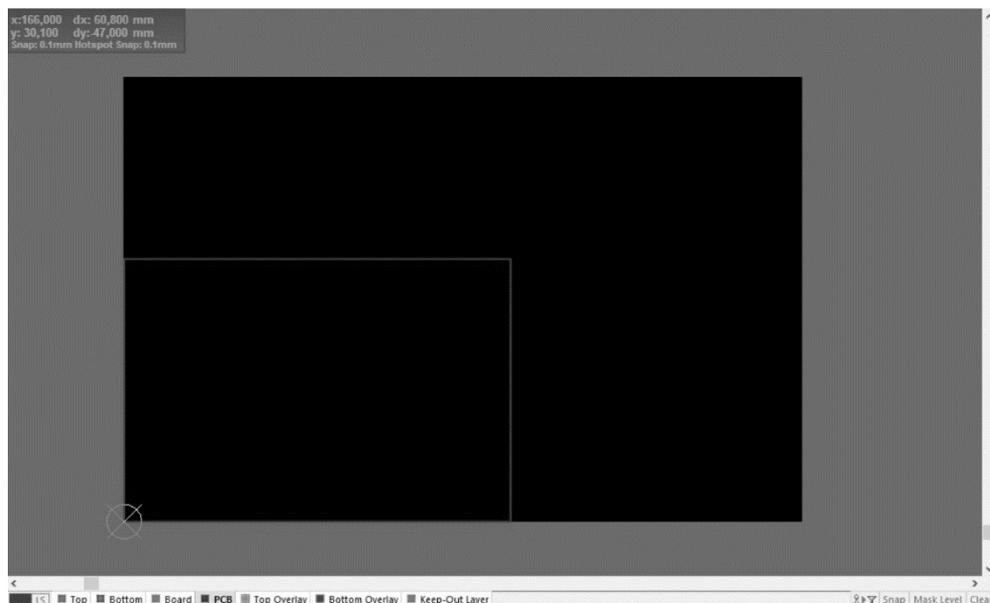


Рис. 3.60. Подготовка ПП

После того как подготовили КС к получению заданной формы и размеров, вызовем функцию «Define From Selected Objects» (Design – Board Shape – Define From Selected Objects), предварительно выделив прямоугольник, созданный ранее. В результате получим, требуемую КС (см. рис. 3.62).



Рис. 3.61. Требуемая ПП

После задания формы и размеров ПП, установим маршрут фрезерования (скрайбирования) заготовки КС в слое «Board». Для этого вызовем функцию «Create Primitives From Board Shape» (Design – Board Shape – Create Primitives From Board Shape). После этого нам предложат выбрать слой и опции задания контура (смотри рис. 3.63).

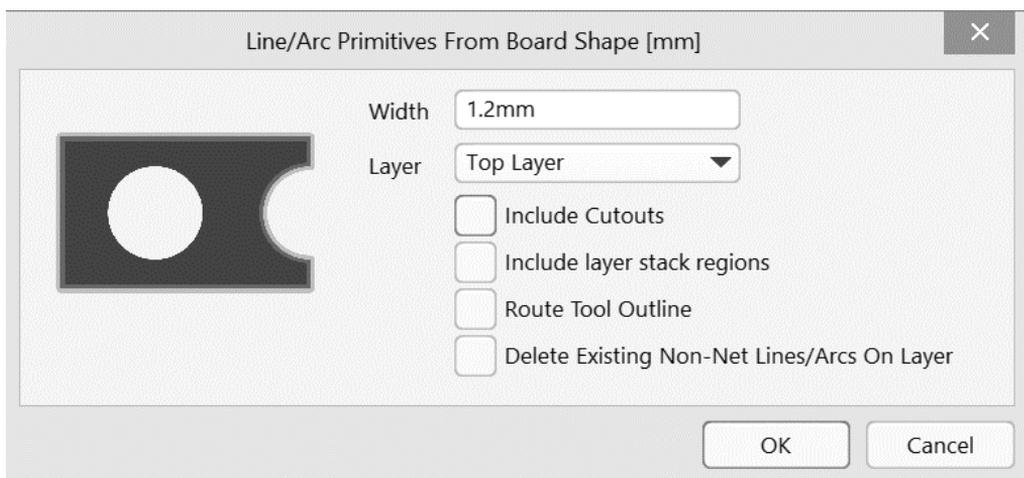


Рис. 3.62. Настройки контура фрезерования ПП

В окне представлены настройки контура:

- вид (изображение слева);
- толщина (Width);
- слой (Layer);
- опции контура (нужное отметит галочками).

В результате мы получим контур платы в слое Board (см. рис. 3.64).



Рис. 3.63. Контур фрезерования (Фиолетовый)

После того как мы задали ПП, приступим к заданию правил и норм проектирования ПП. Для этого воспользуемся опцией настройки правил (Design – Rules). В нем представлены основные параметры и нормы проектирования КС (см. рис. 3.65).

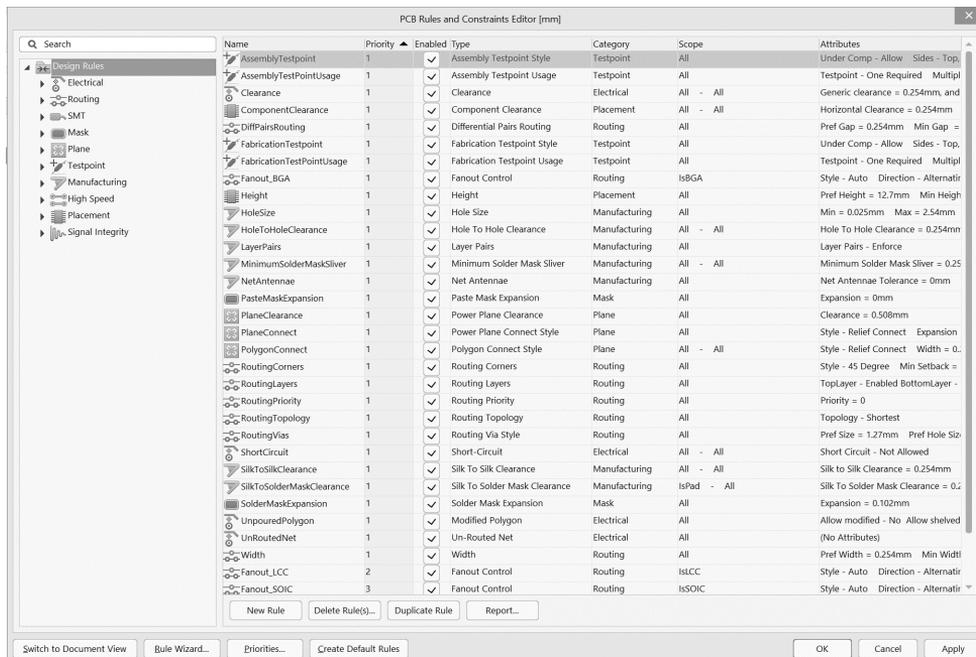


Рис. 3.64. Параметры и нормы проектирования ПП

Основные параметры и нормы проектирования:

1. Electrical (правила, учитывающие электрические соединения);
2. Routing (правила, учитываемые при трассировке);
3. SMT (правила контактных площадок под поверхностный монтаж);
4. Mask (правила для нанесения паяльной пасты и защитной маски);
5. Plane (правила для подсоединения полигонов и экранных слоев);
6. Testpoint (правила, учитывающие контрольные точки);
7. Manufacturing (правила, учитываемые при производстве);
8. HighSpeed (правила, задаваемые для высокоскоростных схем);
9. Placement (правила размещения компонентов);
10. SignalIntegrity (правила моделирования);
11. Окно, представляющее все параметры и нормы проектирования.

Задав нужные правила, приступим к стадии размещения компонентов на ПП. Для этого можно использовать инспектор (см. рис. 3.66), задав координаты каждого компонента, или ручным методом с помощью мыши разместить каждый компонент на ПП. Первый способ предпочтительнее, так как он является более технологичным и точным.

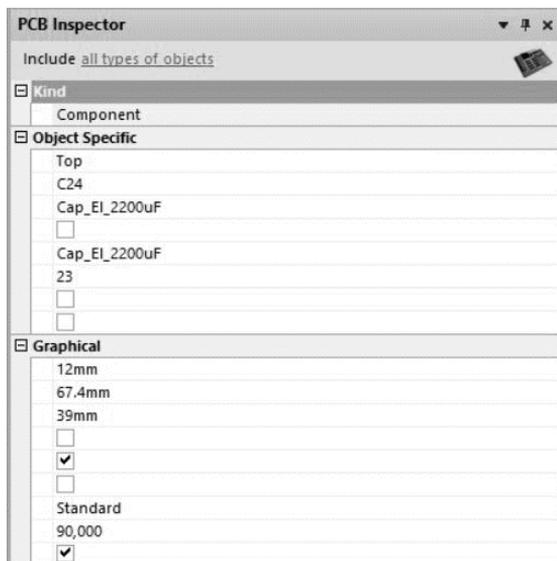


Рис. 3.65. Инспектор РСВ-редактора

Расставив все компоненты, мы получим картину, представленную на рис. 3.67.

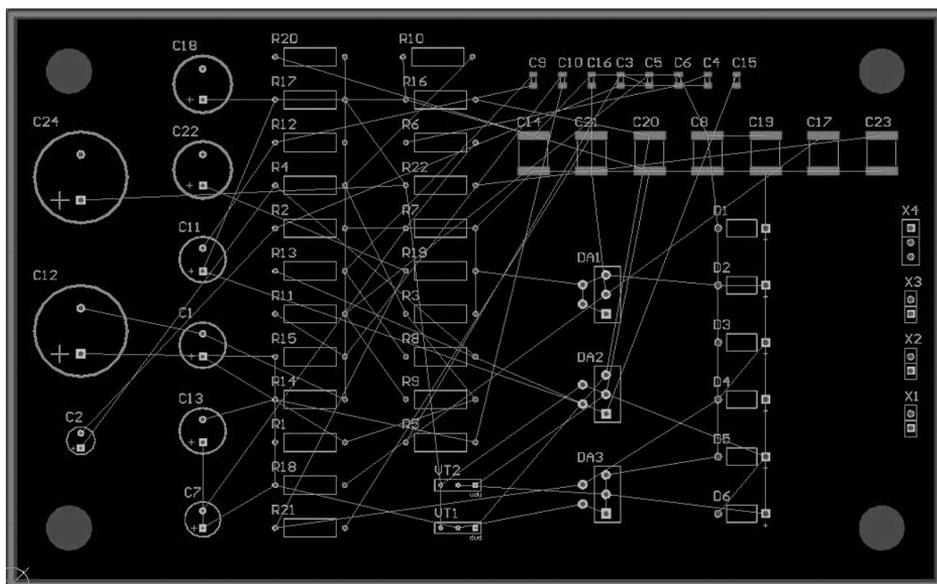


Рис. 3. 66. Печатная плата с размещенными компонентами

После того как мы разместили все компоненты, приступаем к стадии трассировки печатного рисунка. Для этого воспользуемся автотрассировщи-

ком, в котором мы заранее использовали правило трассировки, учитывающего кратчайшее соединение между компонентами схемы (Shortest). Авто-трассировщик представляет собой математический аппарат, который рассчитывает и моделирует проводящий рисунок в зависимости от нескольких показателей, которые задаются в правилах проектирования. Данная система удобная для начальных проектов. В случае профессиональных проектов и разработок оператор собственноручно проектирует трассировку, что является трудоемким и сложным процессом. На рис. 3.68 представлен алгоритм выполнения автотрассировки.

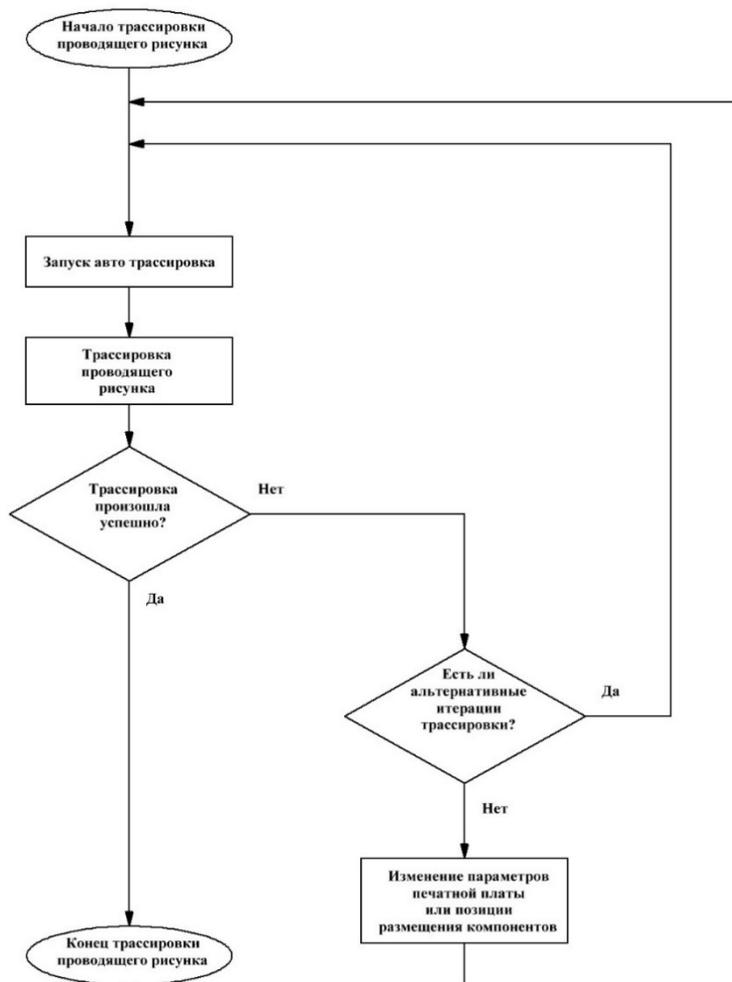


Рис. 3.67. Алгоритм автотрассировки

Как видно из рис. 3.68 автотрассировка имеет многоцикличную структуру, благодаря которой реализуются сложные топологические структуры печатных плат.

На рис. 3.69 представлен вид КС с готовым проводящим рисунком.

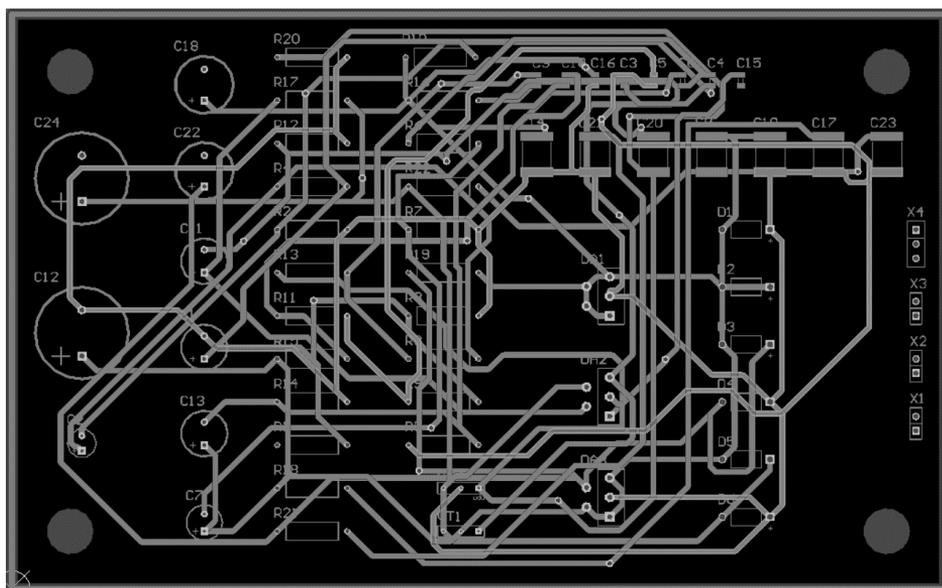


Рис. 3.68. Печатная плата с проводящим рисунком

В целях повышения помехоустойчивости схемы следует размещать большой участок земли (Ground). Для этого с помощью инструмента «Place-PolygonPlane», расположенного в РСВ-инструментарии вызовем окно настройки размещения полигона (см. рис. 3.70).

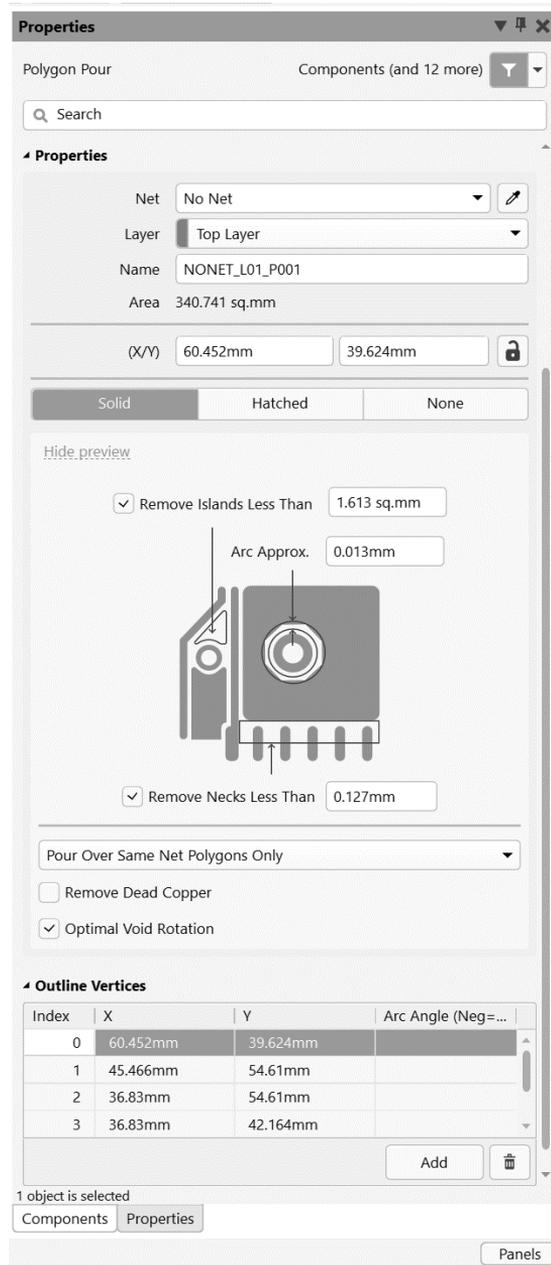


Рис. 3.69. Настройки полигона

На рис. 3.71 представлен вид КС с размещенным участком земли.

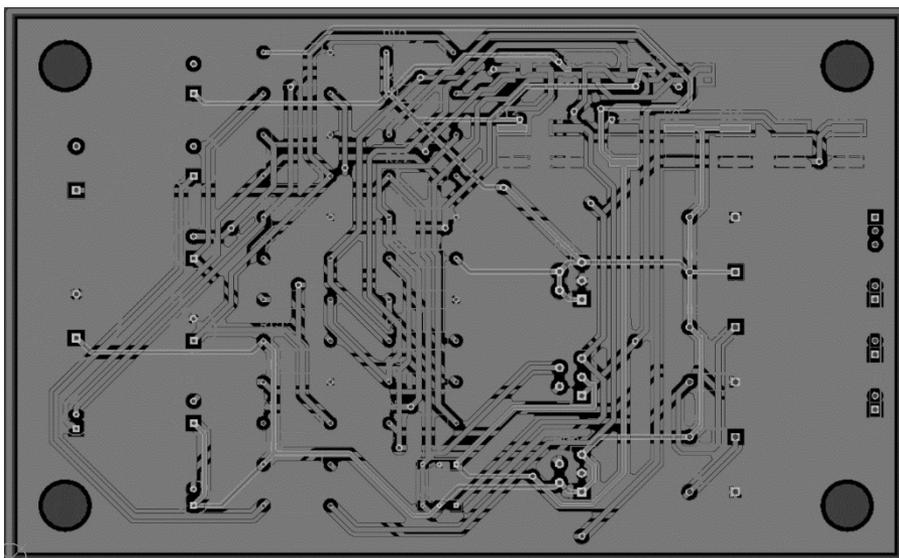


Рис. 3.70. Печатная плата с участком земли

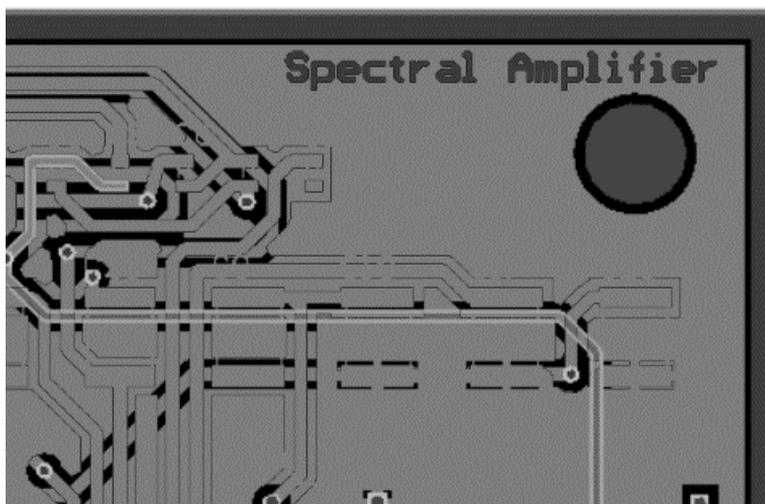


Рис. 3.71. Маркировка ПП

Заключительной стадией будет маркировка ПП. Она выполняется в слое РСВ. Для этого используют инструмент String (Place – String) в основном меню. Расположим надпись «SpectralAmplifier» в правой верхней части верхней стороны КС (см. рис. 3.72).

Заключение

В данной работе рассмотрен этап проектирования электронных коммутационных структур – топологическое проектирование. На данном этапе реализуется процесс создания топологического рисунка с указанием наиболее ответственных этапов проектирования.

Рассмотренные методики раскрывают особенности применения PCB редактора AltiumDesigner для автоматизированного топологического проектирования коммутационных структур, даны обобщенные рекомендации по учету норм и соблюдения базовых правил трассировки и проектирования коммутационных структур.

На примере создания топологического рисунка устройства «Усилитель низкой частоты с выходом на 3 составляющие спектра» рассмотрели поэтапный маршрут проектирования коммутационной структуры. Среда AltiumDesigner имеет сильно развитую оболочку, которая позволяет пользователю за короткий срок создавать очень сложные проекты. К примеру, в среде AltiumDesigner имеется функция шаблонного проектирования (библиотеки), что значительно облегчает процесс проектирования коммутационных структур.

Завершение работы

Сохраните проект с выполненным заданием и предоставьте отчет о выполненной работе преподавателю.

Порядок оформления отчета по семинару

1. Выбрать для себя более удобный вариант — автотрассировка или неавтоматизированный метод;
2. Следуя шагам, описанным в семинаре, выполнить трассировку своей платы;
3. Предоставить преподавателю готовую трассировку на проверку преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды синтеза топологии.
2. Когда используется автотрассировка, а когда неавтоматизированный метод?
3. Перечислите состав основных понятий и характеристик для обобщенной коммутационной структуры на основе классической МПП.
4. Опишите маршрут проектирование проводящего рисунка в PCB-редакторе.
5. Перечислите основные параметры и нормы проектирования.