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

Цель работы: Ознакомление с одним из этапов проетирования 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 настойках 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 схемотехническом 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 PCBредактора AltiumDesigner.

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

				PCB_Project.PrjPcb	Altium Designer	(21.6.4)					Q	Search		- 6
Edit View Project Blace Design To	ools Royte Beports Window	e Lidp									A Share 🚷 Duy	Online Now	A Q %	\varTheta Not Sig
rcts	🔻 🛡 🗙 📲 SIK	ç Jib.schüb 📃 (1) Sheet1.SchDoc	🍠 PCBJik.PcbCik 🖳 PCB	1.PcbDoc									
1 🚯 📭 😽 🚳					T :=) +, 🗌 🔟	🔘 🏸 N	a, 🥐 💷 🖟	2, 🔯 A .	/				
a, Search														
Project Group 1.DsnWrk														
PCB_Project_PrjPcb *														
Source Documents														
il steerschoo	0													
PLR JUDGE	LL LL													
ubratics														
					and the second s					-				-

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 PCB-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 РСВредактора следующий:

- 1. Импортирование принципиальной схемы, созданной в Schematicредакторе;
- 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 PCB-редактор, необходим нажать кнопку «ExecuteChanges» (см. рис. 3.56). После этого в рабочее поле будут помещены компоненты схемы (см. рис. 3.57).

ifications					Status		
nable 🗸	Action	Affected Object		Affected Document	Check	Done Message	
	Add Components(61)						
~	Add	() C1	То	開發 PCB_art.PcbDoc	9	4	
~	Add	0 02	То	BB PCB_art.PcbDoc	3	9	
~	Add	03	То	脚 PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add) €4	То	脚 PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add	() cs	То	脚 PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add	U C6	То	開墾 PCB_art.PcbDoc	9	3	
~	Add	0 07	То	脚 PCB_art.PcbDoc	9	9	
•	Add	() C8	То	III PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add	() C9	То	III PCB_art.PcbDoc	3	3	
•	Add	🕒 C10	То	期盼 PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add	🗍 C11	То	III PCB_art.PcbDoc	9	9	
~	Add	C12	То	III PCB_art.PcbDoc	9	4	
~	Add	() C13	То	BB PCB_art.PcbDoc	3	3	
~	Add) C14	То	B PCB_art.PcbDoc	4	9	
•	Add	🗋 C15	То	期盼 PCB_art.PcbDoc	3	4	
~	Add	☐ C16	То	脚 PCB_art.PcbDoc	9	4	
•	Add	C17	То	III PCB_art.PcbDoc	3	4	
•	Add	🕒 C18	То	III PCB_art.PcbDoc	9	3	
~	Add	☐ C19	То	脚 PCB_art.PcbDoc	3	3	
~	Add	🕒 C20	То	BB PCB_art.PcbDoc	3	4	
~	Add	☐ C21	То	IN PCB_art.PcbDoc	9	9	
		0	-				

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.



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 случает присутствует слой «TopOverlay».

На рис. 3.58 представлен менеджер слоёв:

- 1. Layers (слои):
- Signal and Plane Layers (S) сигнальныеслои;
- Component Layer Pairs (С) парыслоёвкомпонентов;
- Mechanical ayers (М) механическиеслои;
- Other Layers (О) другиеслои.
- 2. System Colors (системные цвета).

Configuration	ı	▼ 1
Search		
ayers & Colors.	View Options	
/ers		
All Layers		Used On
A Signal And	l Plane Lavers (S)	Used On
	p Layer (T)	Signal
• [2] Bo	ttom Layer (B)	Signal
 Compone 	nt Layer Pairs (C)	Used On
⊙ ⊿ Board	Layer Stack	Used On
• Тор	Layer	 Bottom
0	Overlay	0
0	Paste	•
0	Solder	•
 Mechanica 	al Layers (M)	Used On
o Mecha	inical 1	M1
 Other Laye 	ers (O)	Used On
💿 📕 Drill 🛛	Drawing	
o 📕 Drill O	Guide	
💿 📕 Keep-	Out Layer	
 Multi- 	Layer	
Layer Sets	All Layers 🔻	
Active Layer	Top Layer	•
	View From Bo	ttom Side (Ctrl + F)
	Import	Export
stem Colors		
System Colors		
System Colors	ction Lines	
System Colors	ction Lines	
System Colors Conne Selecti	ction Lines on/Highlight	
System Colors Conne Selecti Pad Ho	ction Lines on/Highlight bles	
System Colors Conne Conne Selecti Pad Ho Via Ho Origin Corigin	ction Lines on/Highlight oles les Marker	
System Colors Conne Conne Selecti Pad He Via He Origin Compa	ction Lines on/Highlight oles les Marker opent Reference Poin	st-
System Colors Conne Selecti Pad Ho Via Ho Origin Comp	ction Lines on/Highlight oles les Marker onent Reference Point	ıt
System Colors Conne Conne Selecti Pad Ha Via Ha Origin Comp 3D Bo	ction Lines on/Highlight oles les Marker onent Reference Point dy Reference Point of Scap Points	it
System Colors Conne Conne Selecti Pad Ho Via Ho Origin Comp 3D Bo Custor Custor	ction Lines on/Highlight oles les Marker onent Reference Poin dy Reference Point n Snap Points reg (Whited DPC Fo	it
System Colors Conne Selecti Pad Ha Via Ha Origin Origin Comp 3D Bo Custor DRC EI	ction Lines on/Highlight oles Marker onent Reference Poin dy Reference Point n Snap Points rror / Waived DRC Err	nt ror Markers
System Colors Conne Conne Selecti Pad Ha Via Ha Origin Comp BB Bo Custor DRC EI Custor Custo	ction Lines on/Highlight oles Marker onent Reference Point dy Reference Point m Snap Points rror / Waived DRC En on / Waived Violation	nt ror Markers n Markers
System Colors Conne Selecti Pad Ha Via Ha Origin Comp BD Bo Custor DRC El Board	ction Lines on/Highlight oles Marker onent Reference Point dy Reference Point m Snap Points rror / Waived DRC En on / Waived DRC En on / Waived Violation Line/Area	nt ror Markers n Markers
System Colors Conne Conne Selecti Pad Ha Via Ha Origin Origin Origin DC Eu Custor Uiolati Board Sheet	ction Lines on/Highlight oles Marker onent Reference Point dy Reference Point m Snap Points rror / Waived DRC En on / Waived DRC En on / Waived Violation Line/Area Line/Area	nt ror Markers n Markers

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

HC_lib.SchLib	[1] Sheet1.Sci	iDoc 🌮 PCB_lit	b.PcbLib 📰 PC	:B1.PcbDoc * 📰 P	CB1.PcbDoc [Sta	eckup] 📑 kursach.PcbDo	kursach.PcbDoc [Stackup]	Properties	
								Layer Stack Manager	
+ Add	/ Modity	Delete						Q. Search	
√ame	Material	Туре	Weight	Thickness	Dk	DÍ			
op Overlay		Overlay						^ + Layer	
op Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.01016mm	3.5				
op Layer		- Signal	1oz	0.03556mm				N	me Bottom Overlay
ielectric 1	FR-4	Dielectrie		0.32004mm	4.8			Comm	ent
ottom Layer		Signal	1oz	0.03556mm					
ottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.01016mm	3.5			4 Board	
ottom Overlay		Overlay						Board	
								Stack Symm	etry 🖌
								Library Complia	ince
								Layers 2	
								Dielectrics 1	
								Conductive Thickness 0.07	112mm
								Dielectric Thickness 0.32	004mm
								Total Inickness 0.41	148mm
								▲ Other	
								Roughness	
								Model	ype Flat Conductors
								Surface Roughness (SR) [umi 0um
								Developer Forter	(01)
								Roughness racio	
								-	
								•	

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), предварительновыделивпрямоугольник, созданныйранее. 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». Дляэтоговызовемфункцию «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).

Width	1.2mm
Layer	Top Layer
	Include Cutouts Include layer stack regions Route Tool Outline
	Delete Existing Non-Net Lines/Arcs On Layer

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).

Search	Name	Priority	 Enable 	d Type	Category	Scope	Attributes
Desire Dulas	* AssemblyTestpoint	1	~	Assembly Testpoint Style	Testpoint	All	Under Comp - Allow Sides - To
→ Design Kules	* AssemblyTestPointUsage	1	~	Assembly Testpoint Usage	Testpoint	All	Testpoint - One Required Mult
Dectrical	Clearance	1		Clearance	Electrical	All - All	Generic clearance = 0.254mm, ar
SMT	ComponentClearance	1		Component Clearance	Placement	All - All	Horizontal Clearance = 0.254mm
Mask	DiffPairsRouting	1		Differential Pairs Routing	Routing	All	Pref Gap = 0.254mm Min Gap
Plane	* FabricationTestpoint	1		Fabrication Testpoint Style	Testpoint	All	Under Comp - Allow Sides - To
Testpoint	➡ FabricationTestPointUsage	1	~	Fabrication Testpoint Usage	Testpoint	All	Testpoint - One Required Mult
Manufacturing	Fanout_BGA	1	~	Fanout Control	Routing	IsBGA	Style - Auto Direction - Alterna
e-eHigh Speed	Height	1		Height	Placement	All	Pref Height = 12.7mm Min Hei
III Placement	HoleSize	1		Hole Size	Manufacturing	All	Min = 0.025mm Max = 2.54mr
Signal Integrity	HoleToHoleClearance	1	~	Hole To Hole Clearance	Manufacturing	All - All	Hole To Hole Clearance = 0.254
0.	LayerPairs	1		Layer Pairs	Manufacturing	All	Layer Pairs - Enforce
	MinimumSolderMaskSliver	1		Minimum Solder Mask Sliver	Manufacturing	All - All	Minimum Solder Mask Sliver = 0
	VetAntennae	1		Net Antennae	Manufacturing	All	Net Antennae Tolerance = 0mm
	PasteMaskExpansion	1	~	Paste Mask Expansion	Mask	All	Expansion = 0mm
	PlaneClearance	1		Power Plane Clearance	Plane	All	Clearance = 0.508mm
	PlaneConnect	1		Power Plane Connect Style	Plane	All	Style - Relief Connect Expansi
	PolygonConnect	1	~	Polygon Connect Style	Plane	All - All	Style - Relief Connect Width =
		1	~	Routing Corners	Routing	All	Style - 45 Degree Min Setback
		1	~	Routing Layers	Routing	All	TopLayer - Enabled BottomLaye
		1		Routing Priority	Routing	All	Priority = 0
	-O-RoutingTopology	1	~	Routing Topology	Routing	All	Topology - Shortest
	-0- RoutingVias	1	~	Routing Via Style	Routing	All	Pref Size = 1.27mm Pref Hole
	ShortCircuit	1	~	Short-Circuit	Electrical	All - All	Short Circuit - Not Allowed
	SilkToSilkClearance	1		Silk To Silk Clearance	Manufacturing	All - All	Silk to Silk Clearance = 0.254mm
	SilkToSolderMaskClearance	1		Silk To Solder Mask Clearance	Manufacturing	IsPad - All	Silk To Solder Mask Clearance =
	SolderMaskExpansion	1		Solder Mask Expansion	Mask	All	Expansion = 0.102mm
	CunpouredPolygon	1		Modified Polygon	Electrical	All	Allow modified - No Allow shell
	UnRoutedNet	1		Un-Routed Net	Electrical	All	(No Attributes)
	-0Width	1		Width	Routing	All	Pref Width = 0.254mm Min W
	-0-Fanout_LCC	2	~	Fanout Control	Routing	IsLCC	Style - Auto Direction - Altern
	Fanout_SOIC	3		Fanout Control	Routing	IsSOIC	Style - Auto Direction - Altern
	New Rule Delete Rul	e(s) [Duplicate Ru	ile Report			

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.

PC	CB Inspector	▼ # ×
In	nclude all types of objects	10
	Kind	
	Component	
	Object Specific	
	Тор	
	C24	
	Cap_EI_2200uF	
	Cap_EI_2200uF	
	23	
	Graphical	
	12mm	
	67.4mm	
	39mm	
	Standard	
	90,000	

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). Автотрассировщик 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 PCB-инструментарии вызовем окно настройки размещения полигона (см. рис. 3.70).

iygon i c	our	(Components (an	d 12 more) 🝸
Searcl	h			
roperti	es			
	Net	No Net		- 0
	Layer	Top Layer		 •
	Name	NONET_L01_P001		
	Area	340.741 sq.mm		
	(X/Y)	60.452mm	39.624mm	л а
	Solid	Hatchee	4	None
nide pre	eview			
	✓ Remo	ove Islands Less Tha	n 1.613 sq.mr	n
		Arc Approx	. 0.013mm	
		A C		
		Õ Ć		
		ÓĆ		
	✓ Rem	nove Necks Less That	0.127mm	
	Ren	nove Necks Less That	an 0.127mm	
Pour O	♥ Rem	et Polygons Only	an 0.127mm	
Pour O	Ver Same Ne ove Dead Co	et Polygons Only opper	an 0.127mm	
Pour O Rem V Opti	♥ Rem ver Same Ne ove Dead Co mal Void Ro	et Polygons Only opper station	an 0.127mm	
Pour O Rem V Opti	Rem Ver Same Ne Ove Dead Co mal Void Ro	et Polygons Only opper station	0.127mm	
Pour Or Rem • Opti Outline V	Rem ver Same Ne ove Dead Co mal Void Ro Vertices	et Polygons Only opper station	0.127mm	
Pour O Rem Opti Outline V	Rem ver Same Ne ver Same Ne ver Dead Co mal Void Ro Vertices X 60.452mm	et Polygons Only opper station	Arc.	Angle (Neg=
Pour Ou Rem v Optin Outline V ndex 0 1	✓ Rem ver Same Ne ove Dead Co mal Void Ro /ertices X 60.452mn 45.466mm	et Polygons Only opper station	Arc.	Angle (Neg=
Pour Ov Rem Optiline V Dutline V 0 1 2	 ✓ Rem ver Same Ne ove Dead Co mal Void Ro Vertices X 60.452mm 45.466mm 36.83mm 	v how Necks Less That et Polygons Only opper tation V h 39.624m h 54.61mm 54.61mm 54.61mm	Arc.	Angle (Neg=
Pour Ov Rem Optiine V Dutline V 1 2 3	 ✓ Rem ver Same Ne ove Dead Co mal Void Ro Vertices X 60.452mn 45.466mn 36.83mm 36.83mm 	V h y h h h h h h h h h h h h h	Arc.	Angle (Neg=
Pour Or Rem Opti Dutline 1 Dutline 1 1 2 3	 ✓ Rem ver Same Ne ove Dead Cr mal Void Ro Vertices X 60.452mm 45.466mm 36.83mm 36.83mm 	v v v v v v v v v v v v v v	Arc.	Angle (Neg=
Pour Or Rem Opti Dutline V 0 1 2 3	 ✓ Rem ver Same Ne ove Dead Cr mal Void Ro Vertices X 60.452mm 45.466mm 36.83mm 36.83mm 	v h v h v v v v v v v v v v v v v	Arc. m Arc. m n	Angle (Neg=

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 PCB. 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 отчёт 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 автротрассировка, 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 РСВ-редакторе.

5. Перечислите основные параметры и нормы проектирования.