

Теоретические основы проектирования печатных плат со скоростными приложениями. Инструменты эффективного проектирования печатных плат со скоростными приложениями в САПР Altium Designer/SimPCB Lite

Цель: изучение теоретических основ проектирования устройств и рассмотрение применения скоростных приложений на печатной плате (DDR3/4, USB3, PCI Express, Gigabit Ethernet).

Категории слушателей: инженерно-технические работники с профильным высшим профессиональным образованием, занимающиеся конструкторским и схемотехническим проектированием высокочастотных цифровых устройств на печатной плате.

Срок обучения: 40 академических часов с включением практических занятий.

Форма обучения: очная с отрывом от производства.

Режим занятий: 8 часов ежедневно.

Преподаватель: Кухарук В.С.

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	По видам обучения	
			лекции	практика
1	Основная теоретическая часть	8	8	
	Проектирование гигабитных цифровых узлов с точки зрения целостности сигнала			
	Параметры быстродействия ИС			
	Линии передачи в печатном монтаже			
	Путь возвратного тока в линиях передачи			
	Режим общего вида			
	Электрические параметры			
	Электрическая длина линии передачи			
	Помехоустойчивость цифровых микросхем и линий передачи			
	Согласование длинных линий передачи			
	Потери в линиях передачи			
Перекрестные помехи в линиях передачи				
2	Расчет линий передачи с учетом контроля импеданса	3	3	

	Примеры линий передачи			
	Дифференциальная линия передачи			
	Металлизированные отверстия			
	Параметры, которые необходимо учитывать при расчете волнового сопротивления			
	Методы расчета волнового сопротивления			
3	Формирование распределенной системы питания и заземления	3	3	
	Электромагнитные помехи и их параметры			
	Помехи в шинах питания			
	Развязка как средство подавления помех			
	Развязывающие конденсаторы			
	Расчет параметров силовых цепей по постоянному току (ширина проводников, полигонов, параметры переходных отверстий)			
4	Формирование структуры МПП	2	2	
	Конструкция стека МПП			
	Выбор материалов и покрытий			
	Проектирование стека МПП			
	Примеры структур МПП			
5	Особенности трассировки линий передачи на МПП	3	3	
	Варианты размещения проводников и компонентов на плате			
	Геометрия изгиба и угол поворота проводника			
	Неиспользуемые части "stubs" в проводниках и в отверстиях			
	Устранение влияния неоднородности материала			
	Выравнивание длин сигнальных трасс			
	Опорные слои и путь возвратного сигнала			
	Проектирование дифференциальных пар. Обеспечение симметрии			
	Фильтрация и заземление			
6	Методы эффективного применения переходных отверстий в МПП	3	3	

	<p>Описание вариантов переходных отверстий на печатной плате (сквозные, микроотверстия, "глухие", "скрытые")</p> <p>Технология обратного высверливания для переходных отверстий</p> <p>Методы покрытия и забивки переходных отверстий</p> <p>Методы размещения фанатов и формирования стека для плат повышенной плотности</p>			
7	<p>Определение технологических параметров и основных правил</p> <p>Особенности проектирования плат для производства</p> <p>Выбор технологических параметров платы</p> <p>Задание правил проектирования</p> <p>Размещение компонентов на МПП</p>	2	2	
8	<p>Инструменты для проектирования скоростных приложений в САПР Altium Designer</p> <p>Общая информация о проводниках (панель PCB) и основные инструменты для трассировки</p> <p>Создание классов цепей + цветовое выделение</p> <p>Расчет импеданса в стеке</p> <p>Выравнивание сигнальных трасс (длина, задержка)</p> <p>Инструменты для обратного высверливания (Back drilling)</p> <p>Проверка опорного слоя (Return Path)</p> <p>Применения специальных областей (Room) для изменения настроек (трассировки или запрета на размещения трассировки/компоновки) отличных от остальных на плате</p> <p>Инструмент создания xSignal</p> <p>Инструмент для замены эквивалентных выводов/УГО внутри микросхемы (pin/part swapping)</p> <p>Инструмент автоматического размещения переходных отверстий (Via stitching/shielding)</p> <p>Инструмент удаления неиспользуемых площадок в металлизированных отверстиях (unused Pad Shapes)</p>	3		3
9	<p>DDR-память</p> <p>Обзор интерфейсов памяти DDR3/4.</p>	5	1	4

	<p>Структура сигналов и групп (классы цепей, дифференциальные пары, XSignals)</p> <p>Варианты топологий T-branch и Fly-By</p> <p>Общие требования и ограничения</p> <p>Оптимизация связей (взаимозаменяемость выводов, ячеек, дифф. пар)</p> <p>Планирование размещения компонентов и сигналов по слоям</p> <p>Задание правил трассировки</p> <p>Импеданс и стек ПП</p>			
10	<p>PCI Express</p> <p>Обзор интерфейсов PCIe</p> <p>Структура сигналов и групп (классы цепей, дифференциальные пары)</p> <p>Общие требования и ограничения</p> <p>Планирование размещения компонентов и сигналов по слоям</p> <p>Задание правил трассировки</p> <p>Импеданс и стек ПП</p>	2	1	1
11	<p>USB3</p> <p>Обзор интерфейсов USB</p> <p>Структура сигналов и групп (классы цепей, дифференциальные пары)</p> <p>Общие требования и ограничения</p> <p>Планирование размещения компонентов и сигналов по слоям</p> <p>Задание правил трассировки</p> <p>Импеданс и стек ПП</p>	2	1	1
12	<p>Gigabit Ethernet</p> <p>Обзор интерфейсов Ethernet</p> <p>Структура сигналов и групп (классы цепей, дифференциальные пары)</p> <p>Общие требования и ограничения</p> <p>Планирование размещения компонентов и сигналов по слоям</p> <p>Задание правил трассировки</p>	2	1	1

	Импеданс и стек ПП			
13	Формирование распределенной системы питания и заземления	1		1
	Расчет параметров силовых цепей (ширина проводников, полигонов, параметры переходных отверстий)			
	Размещение полигонов питания и опорных слоев			
	Контроль правил проектирования DRC и DFM	1		1
	Инструменты контроля правил			
	Вывод отчета			
	Устранение ошибок при нарушении правил			
	Итого	40	28	12