

FPGA课程大纲7.0

Xilinx体系 + 高速接口

一周极速FPGA入门课程					
阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
Verilog语 法 (6 天)	1DAY	点亮LED灯	1、FPGA是什么?	1、掌握Vivado的使用	项目一：点亮1个LED
			2、FPGA发展史	2、掌握FPGA开发板使用	项目二：4个LED等不同显示方法
			3、FPGA应用场景	3、掌握FPGA原理图阅读方法	
			4、Vivado使用（实操），FPGA开发流程	4、了解基本Verilog使用方法	
			5、Verilog基础语法（模块结构、端口、变量、常量、标识符、赋值语句）		
	1DAY	跑马灯	1、数字电路基础（逻辑门、竞争与冒险、电平标准、触发器）	1、掌握大部分Verilog语法	项目一：4个LED实现跑马灯
			2、Verilog进阶语法（always语句、case语句、if语句、begin end、阻塞赋值与非阻塞赋值）	2、掌握竞争冒险理论	项目二：按键消抖
			3、查找表结构	3、掌握同步复位和异步复位理论及实现方法	
			4、计数器（实操）	4、掌握按键去抖动方法	
			5、分频器（实操）		
			6、跑马灯实验（实操）		
	1DAY	花式跑马	1、复位方式（同步复位、异步复位、异步复位同步释放）	1、掌握状态机理论及Verilog实现方法	项目一：状态机实现花式跑马灯
			2、状态机（含义、原理、状态机分类、实现方式）	2、掌握时序逻辑竞争- 冒险理论	
			3、状态机实现按键消抖（实操、模块化设计）	3、掌握编码方式的优缺点	
				4、掌握一二三段式状态机的优缺点及实现方法	
	1DAY	数码管静态显示	1、数码管（含义、显示原理、原理图连线）	1、了解编码器和译码器原理	项目一：单个数码管显示数字
			2、译码器	2、掌握模块例化设计方法	项目二：多个数码管显示不同数字
			3、数码管静态显示1234（实操）	3、掌握数码管译码器实现方法	项目三：实现秒表
	1DAY	数码管动态显示	1、动态显示原理	1、掌握静态数码管设计原理	项目一：数码管秒表
			2、数码管计数器（实操）		
	1DAY	周测及练习			

Программа курса по FPGA 7.0

Архитектура Xilinx + высокоскоростные интерфейсы

Недельный экспресс-курс по FPGA					
Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
			1. Что такое FPGA? 2. История развития FPGA 3. Сценарии применения FPGA 4. Использование Vivado (практика), процесс разработки FPGA 5. Основы синтаксиса Verilog (структура модуля, порты, переменные, константы, идентификаторы, операторы присваивания) 1. Освоение использования Vivado 2. Освоение использования отладочной платы FPGA 3. Освоение метода чтения принципиальных схем FPGA 4. Понимание основных методов использования Verilog	1. Освоение использования Vivado 2. Освоение использования отладочной платы FPGA 3. Освоение метода чтения принципиальных схем FPGA 4. Понимание основных методов использования Verilog	Проект 1: Зажигаем 1 светодиод Проект 2: 4 светодиода, различные методы отображения
1 ДЕНЬ		Включить свето диод			
Синтаксис Verilog (6 дней)	1 ДЕНЬ	Бегущая строка	1. Основы цифровой схемотехники (логические элементы, гонки и риски, стандарты уровней, триггеры) 2. Расширенный синтаксис Verilog (операторы always, case, if, begin end, блокирующие и неблокирующие присваивания) 3. Структура таблицы поиска 4. Счетчик (практика) 5. Делитель частоты (практика) 6. Эксперимент с бегущими огнями (практика)	1. Владение большей частью синтаксиса Verilog 2. Владение теорией гонок и рисков	Проект 1: 4 светодиода, реализующие бегущие огни Проект 2: Устранение дребезга кнопки
				3. Владение теорией синхронного и асинхронного сброса и методами их реализации 4. Владение методами устранения дребезга кнопок	
	1 ДЕНЬ	Модные скачки	1. Способы сброса (синхронный сброс, асинхронный сброс, асинхронный сброс с синхронным снятием) 2. Конечный автомат (значение, принцип, классификация конечных автоматов, способы реализации) 3. Реализация подавления дребезга контактов с помощью конечного автомата (практика, модульный дизайн)	1. Освоение теории конечных автоматов и методов их реализации на Verilog 2. Освоение теории конкуренции и рисков в последовательностной логике 3. Освоение преимуществ и недостатков методов кодирования 4. Освоение преимуществ, недостатков и методов реализации одно-, двух- и трехструпенчатых конечных автоматов	Проект 1: Реализация бегущей строки с помощью конечного автомата
1 ДЕНЬ		Цифровой ламповый статический дисплей	1. Семисегментный индикатор (значение, принцип отображения, схема подключения) 2. Дешифратор 3. Статическое отображение 1234 на семисегментном индикаторе (практика)	1. Понимание принципов работы кодировщиков и декодировщиков 2. Освоение метода проектирования модульной инстанциации 3. Освоение метода реализации декодера семисегментного индикатора	Проект 1: Одноразрядный цифровой дисплей Проект 2: Многоразрядный цифровой дисплей с разными числами Проект 3: Реализация секундомера
1 ДЕНЬ		Динамическая индикация на семисегментном индикаторе	1. Принцип динамического отображения 2. Счетчик на семисегментном индикаторе (практическое занятие)	1. Освоение принципов проектирования статического семисегментного индикатора	Проект 1: Секундомер с цифровым дисплеем
1 ДЕНЬ		Еженедельные тесты и упражнения			

一周FPGA调试方法

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
调试方法 (6天)	1DAY	SIMULATION使用	1、可综合不可综合语句	1、掌握可综合和不可综合Verilog语法	项目一：呼吸灯仿真
			2、仿真语法	2、掌握testbench编写方法	项目二：数码管仿真
			3、仿真 (仿真含义、仿真分类)	3、掌握vivado仿真方法	
			4、时序图含义	4、掌握modelsim仿真方法	
			5、Simulation仿真教程 (按键消抖)	5、掌握时序图阅读和绘制方法	
	1DAY	74HC595驱动	1、74HC595手册阅读	1、掌握74HC595驱动原理	项目一：超声波测距
			2、74HC595驱动原理	2、掌握点阵屏动态显示原理	
			3、点阵屏静态显示 (实操)		
	1DAY	ILA	1、ILA含义	1、掌握ila含义	项目一：按键信号捕捉
			2、vivado逻辑分析仪使用 (ip core、mark debug、原理图标记)	2、掌握在线调试的三种方式	
			3、捕捉按键有效信号 (实操)		
	1DAY	VIVADO CLOCKING_WIZARD	1.时钟抖动	1、掌握vivado Clocking_Wizard使用	项目一：使用vivado Clocking_Wizard 实现检测器
			2.vivado clocking_wizard原理		
			3.vivado clocking_wizard使用		
			4.序列发送器		
	1DAY	超声波测距	1.超声波手册阅读	1、掌握超声波驱动原理	项目一：超声波测距的仿真及在线调试
			2.超声波驱动原理 (接收端与发射端)	2、掌握超声波测距原理	项目二：呼吸灯的仿真和在线调试
	1DAY	周测及练习			

Методы отладки FPGA за одну неделю					
Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Методы отладки (6 дней)	1 ДЕНЬ	Использование SIMULATION	1. Синтезируемые и несинтезируемые операторы 2. Синтаксис моделирования 3. Моделирование (значение моделирования, классификация моделирования) 4. Значение временной диаграммы 5. Учебник по симуляции (подавление дребезга кнопок)	1. Освоение синтезируемого и несинтезируемого синтаксиса Verilog 2. Освоение методов написания тестовых стендов 3. Освоение методов симуляции Vivado 4. Освоение методов симуляции ModelSim 5. Освоение методов чтения и построения временных диаграмм	Проект 1: Имитация дыхательного света Проект 2: Имитация цифровой трубы
			1. Чтение руководства 74HC595 2. Принцип работы драйвера 74HC595	1. Освоение принципа работы драйвера 74HC595 2. Освоение принципа динамического отображения на матричном дисплее	Проект 1: Ультразвуковой дальномер
			3. Статическое отображение на матричном дисплее (практика)	1. Понять значение iil	Проект 1: Захват сигнала кнопки
			1. Значение ILA 2. Использование логического анализатора Vivado (IP-ядро, отладка меток, маркировка схемы) 3. Захват эффективного сигнала нажатия кнопки (практика)	2. Освоить три способа онлайн-отладки	
			1. Джиттер тактового сигнала 2. Принцип работы vivado clocking_wizard 3. Использование vivado clocking_wizard 4. Последовательный передатчик	1. Освоение использования Vivado Clocking_Wizard	Проект 1: Использование Vivado Clocking_Wizard Реализация детектора
	1 ДЕНЬ	Ультразвуковой дальномер	1. Чтение руководства по ультразвуку 2. Принцип работы ультразвука (приемник и передатчик)	1. Освоить принцип работы ультразвукового привода 2. Освоить принцип ультразвукового измерения расстояния	Проект 1: Моделирование и онлайн-отладка ультразвукового дальномера Проект 2: Моделирование и онлайн-отладка «дышащего» света
1 ДЕНЬ					
Еженедельные тесты и упражнения					

两周确保入门FPGA
建立良好的学习方法

15天FPGA基础接口内容

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
基础接口设计 (15天)	2DAY	UART通信	1、UART的含义	1、掌握RS232和RS485协议	项目一：UART点亮LED灯
			2、通信方式的分类（异步通信、同步通信）	2、掌握串行并行通信理论	项目二：UART控制数码管
			3、通信方向的分类（单工、半双工、全双工）	3、掌握同步异步通信理论	项目三：UART回环测试
			4、通信数据分类（串行、并行）	4、掌握信息教研理论	
			5、UART通信协议（含义、波特率、起始位、数据位、奇偶校验位、停止位）	5、掌握UART实现方法	
			6、UART时序图讲解		
			7、状态机讲解		
	1DAY	RAM	1、RAM简介（RAM介绍、FPGA中的RAM资源介绍）	1、掌握RAM/ROM基本理论及使用方法	项目一：RAM的读写实现控制及仿真
			2、DRAM与BRAM区别		项目二：ROM的读写时序控制及仿真
			3、RAM时序图讲解		项目三：RAM UART回环
	1DAY	FIFO	4、RAM ip配置讲解		
			5、RAM uart回环		
			6、模块化设计		
			7、状态机讲解		
			1、FIFO简介	1、掌握同步FIFO基本理论及使用方法	项目一：实现uart回环测试，采用FIFO作为
			2、FIFO应用（缓存、异步信号处理）	2、掌握异步FIFO原理及使用方法	缓存
			3、FIFO时序讲解		
	1DAY	乒乓缓存	4、FIFO配置（异步FIFO，同步FIFO区别）		
			5、FIFO UART回环		
			6、模块化设计		
			7、状态机讲解		
	1DAY	乒乓缓存	1、乒乓缓存简介	1、掌握乒乓缓存基本理论及使用方法	项目一：UART控制花式跑马灯
			2、乒乓缓存应用		
			3、pp缓存实现方式（RAM, FIFO）		
			4、状态机讲解		
	1DAY	周考及练习			项目一：实现SPI主机接口
	1DAY	SPI通信原理	1、SPI简介	1、掌握SPI的原理及方法	
			2、SPI应用		
			3、物理层链接（主从连接模式、3线、4线）		
			4、协议层（时钟极性、时钟相位、时序图讲解）		
			5、状态机讲解（SPI主机）		

15-дневный курс по основам интерфейсов FPGA

Этап	Продолжительность/день	Название	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
					Проект 1:UART зажигает светодиод
2 ДЕНЬ	UART-связь		1. Значение UART 2. Классификация способов связи (асинхронная связь, синхронная связь) 3. Классификация направлений связи (симплекс, полудуплекс, дуплекс) 4. Классификация данных связи (последовательные, параллельные) 5. Протокол связи UART (значение, скорость передачи данных, стартовый бит, биты данных, бит четности, стоповый бит) 6. Объяснение временной диаграммы UART 7. Объяснение конечного автомата	1. Знание протоколов RS232 и RS485 2. Знание теории последовательной и параллельной связи 3. Знание теории синхронной и асинхронной связи 4. Знание теории информационного образования и исследований 5. Освоить методы реализации UART	Проект 2: Управление семисегментным дисплеем через UART Проект 3: Тестирование UART в режиме обратной связи
Проектирование базового интерфейса (15 дней)					
1 ДЕНЬ	RAM		1. Введение в ОЗУ (Введение в ОЗУ, Введение в ресурсы ОЗУ в FPGA) 2. Различия между DRAM и BRAM 3. Объяснение временных диаграмм ОЗУ 4. Объяснение конфигурации IP-ядра ОЗУ 5. RAM UART с обратной связью 6. Модульный дизайн 7. Объяснение конечного автомата	1. Владение базовой теорией RAM/ROM и методами использования	Проект 1: Реализация и симуляция управления чтением/записью ОЗУ Проект 2: Управление и симуляция временной диаграммы чтения/записи ПЗУ Проект 3: Обратная связь UART ОЗУ
1 ДЕНЬ	FIFO		1. Введение в FIFO 2. Применение FIFO (кэширование, асинхронная обработка сигналов) 3. Объяснение временных характеристик FIFO 4. Конфигурация FIFO (различия между асинхронным и синхронным FIFO) 5. Обратная петля UART FIFO 6. Модульный дизайн 7. Объяснение конечного автомата	1. Освоить базовую теорию и методы использования синхронного FIFO 2. Освоить принцип и методы использования асинхронного FIFO	Проект 1: Реализация закольцованного теста UART с использованием FIFO в качестве буфера
1 ДЕНЬ	Пинг-понг кэш		1. Введение в пинг-понг кэш 2. Применение пинг-понг кэша 3. Способы реализации пинг-понг кэша (RAM, FIFO) 4. Объяснение конечного автомата	1. Освоить базовую теорию и методы использования пинг-понг буфера	Проект 1: Управление светофором гирляндой через UART
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения				Проект 1: Реализация хост-интерфейса SPI
1 ДЕНЬ	Принцип работы SPI-связи		1. Введение в SPI 2. Применение SPI 3. Соединение физического уровня (режим подключения ведущий-ведомый, 3-проводное, 4-проводное) 4. Уровень протокола (полярность тактового сигнала, фаза тактового сигнала, объяснение временных диаграмм)	1. Освоение принципов и методов SPI	

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
基础接口设计 (15天)	1DAY	FLASH写操作	1、FLASH写使能指令时序图	1、实现通过SPI写操作	项目一：实现通过SPI写操作
			2、模块化设计	2、掌握SPI写操作原理及操作	
			3、状态机讲解		
			4、FLASH写操作时序图		
			5、模块化设计		
	1DAY	FLASH读操作	1、FLASH读操作时序图	1、实现通过SPI读操作	项目一：实现通过SPI读控制
			2、模块化设计	2、掌握SPI读操作原理及操作	
			3、状态机讲解		
	1DAY	IIC通信原理	1、IIC简介	1、掌握IIC时序	项目一：实现IIC主机接口
			2、IIC应用	2、掌握IIC时序图	
			3、IIC物理层链接（主从连接模式、上拉电阻）		
			4、IIC协议层		
			5、IIC时序图讲解（主机）		
	1DAY	EEPROM	6、状态机讲解		
			1、EEPROM简介 (ROM, PROM, EPROM, EEPROM)	1、掌握EEPROM概念及原理	项目一：EEPROM连续读写控制
			2、EEPROM应用	2、掌握EEPROM读写时序	
			3、EEPROM手册阅读		
			4、EEPROM读写数据时序		
			5、模块化设计		
	1DAY	HDMI接口设计原理	6、状态机讲解		
			1、HDMI简介	1、掌握显示驱动原理	项目一：理解TMDS编码算法原理
			2、HDMI应用	2、掌握行场同步信号分析	
			3、HDMI物理层链接	3、掌握HDMI原理	
			4、HDMI接口设计原理 (VGA TO HDMI)	4、掌握TMDS协议及实现方法	
			5、TMDS算法编码讲解		
			6、流水线设计		
			7、TMDS算法实现（实操）		

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
1DAY	并行数据转串行数据	1、原语介绍	1、掌握原语的调用方式	项目一：熟悉原语使用以及时序图	
		2、原语的应用	2、掌握OSERDESE2（并转串）		
		3、OSERDESE2（并转串）介绍	3、OSERDESE2		
		4、OSERDESE2讲解	4、OBUFDS（差分输出）		
		5、OBUFDS（差分输出）			
		6、OBUFDS讲解			
1DAY	HDMI彩条显示	1、HDMI模块化设计	1、掌握显示驱动原理	项目一：HDMI彩条输出 项目二：实现HDMI移动方块 项目三：完成图片显示	
		2、HDMI移动方块设计原理	2、掌握行场同步信号分析		
		3、状态机讲解	3、掌握HDMI原理		
		4、HDMI图片显示设计原理	4、掌握TMDS协议及实现方法		

一周FPGA时序约束					
阶段	时长/天		教学目标	实战项目	
时序约束 (4天)	1DAY	时序约束基本概念解析、IO约束和时钟周期约束、虚拟时钟和多周期路径约束、约束实例	1、掌握时序约束基本模型 2、掌握时序约束基本概念 3、掌握时钟路径和数据路径计算方法 4、掌握输入输出时序约束方法 5、掌握时钟周期约束方法 6、掌握多周期约束方法 7、掌握虚拟时钟概念 8、掌握伪路径概念 9、掌握VIVADO时序约束方法 10、能阅读时序分析报告	项目一：时序约束实例分析	
		周测及练习			

Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
1 ДЕНЬ	Параллельные данные в последовательные данные		1. Введение в исходный язык 2. Применение исходного языка 3. Введение в OSERDESE2 (параллельно-последовательный преобразователь) 4. Объяснение OSERDESE2 5. OBUFDS (дифференциальный выход) 6. Объяснение OBUFDS	1. Освоение методов вызова исходного языка 2. Освоение OSERDESE2 (параллельно-последовательный преобразователь) 3. OSERDESE2 4. OBUFDS (дифференциальный выход)	Проект 1: Знакомство с использованием исходного языка и диаграммами последовательности
1 ДЕНЬ	Отображение цветных полос HDMI		1. Модульный дизайн HDMI 2. Принцип проектирования движущихся блоков HDMI 3. Объяснение конечного автомата 4. Принцип работы HDMI-дисплея	1. Понимание принципов работы драйвера дисплея 2. Понимание анализа сигналов строчной и кадровой синхронизации 3. Понимание принципов работы HDMI 4. Понимание протокола TMDS и методов его реализации	Проект 1: Вывод цветных полос HDMI Проект 2: Реализация движущегося блока HDMI Проект 3: Завершение отображения изображения
Неделя временных ограничений FPGA					
Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Ограничение времени (4 дня)	1 ДЕНЬ	Анализ основных понятий временных ограничений, ограничения ввода-вывода и ограничения тактового цикла, ограничения виртуальных часов и многоцикловых путей, примеры ограничений		1. Освоение базовой модели временных ограничений 2. Освоение базовых концепций временных ограничений 3. Освоение методов расчета пути тактового сигнала и пути данных 4. Освоение методов временных ограничений ввода-вывода 5. Освоение методов ограничения тактового цикла 6. Освоение методов многоциклового ограничения 7. Освоение концепции виртуальных часов 8. Освоение концепции ложных путей 9. Освоение методов временных ограничений VIVADO 10. Умение читать отчеты о временно м анализе	Проект 1: Анализ примеров временных ограничений
	Еженедельные тесты и упражнения				

完成基础接口课程可达到初级FPGA水平

			1、DDR简介	1、掌握DDR存储器基本原理	项目一：DDR3仿真
			2、DDR存储原理	2、掌握DDR存储实训	
1DAY	DDR存储原理	3、MIG接口简介		3、掌握DDR信号解析	
		4、MIG接口历程讲解"			
1DAY	MIG控制器	1、MIG控制器时序	1、掌握MIG接口控制时序	项目一：MIG读写设计	
		2、MIG控制器编写	2、掌握MIG接口控制时序		
		3、MIG控制器仿真	3、掌握DDR仿真方式		
3 DAY	DDR读写控制测试	1、MIG控制器调试	1、掌握DDR调试技巧	项目一：完成DDR读写控制	
1DAY	周考及练习				
高速接口进阶 (采用A7系开发板) (30天)	以太网	1、以太网基础	1、掌握以太网基础知识	项目一：RGMII接口设计	
		2、MAC控制器简介	2、掌握RGMII时序		
		3、RGMII接口时序	3、装完ODDR与IDDR原语使用		
		4、原语介绍			
		5、RGMII接口实现			
1DAY	以太网ARP协议	1、以太网数据包	1、掌握ARP协议	项目一：ARP协议实现	
		2、ARP协议简介	2、掌握上位机调试方式"		
		3、ARP数据包分析			
		4、ARP数据包实现			
		5、上位机调试抓包			
1DAY	以太网UDP协议	6、ARP调试			
		1、UDP简介	1、掌握UDP协议	项目一：UDP协议实现	
		2、UDP数据包分析	2、掌握上位机调试方式		
		3、UDP数据包实现			
1DAY	以太网ICMP协议	1、ICMP简介	1、掌握ICMP协议	项目一：ICMP协议实现	
		2、ICMP数据包分析	2、掌握上位机调试方式		
		3、ICMP实现			
1DAY	三速以太网测试	1、三速以太网测试			
1DAY	周考及练习				

Продвинутый курс по высокоскоростным интерфейсам
FPGA: 30 дней

Этап	Продолжительность/день	Название курса	Содержание об	Цели обучения	Практический проект
1 ДЕНЬ	Принцип работы памяти DDR	1. Введение в DDR 2. Принцип работы памяти DDR 3. Введение в интерфейс MIG	1. Освоить базовые принципы работы памяти DDR 2. Освоение практических навыков работы с памятью DDR 3. Освоение анализа сигналов DDR	Проект 1: Моделирование DDR3	
1 ДЕНЬ	MIG-контроллер	1. Временные характеристики контроллеров MIG 2. Написание контроллера MIG 3. Моделирование контроллера MIG	1. Освоение временной диаграммы управления интерфейсом MIG 2. Освоение временной диаграммы управления интерфейсом MIG 3. Освоение методов моделирования DDR	Проект 1: Разработка чтения/записи MIG	
3 ДЕНЬ	Тест управления чтением/записью DDR	1. Отладка контроллера MIG	1. Освоение навыков отладки DDR	Проект 1: Завершение управления чтением/записью DDR	
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения	1. Основы Ethernet 2. Введение в контроллер MAC 3. Временная диаграмма интерфейса RGMII 4. Введение в примитивы 5. Реализация интерфейса RGMII 1. Пакет Ethernet 2. Краткое описание протокола ARP 3. Анализ пакетов ARP 4. Реализация пакетов ARP 5. Отладка и захват пакетов на верхнем уровне 6. Отладка ARP 1. Введение в UDP 2. Анализ пакетов UDP 3. Реализация пакетов UDP 1. Введение в ICMP 2. Анализ пакетов ICMP 3. Реализация ICMP 1. Тестирование трёхскоростного Ethernet	1. Освоение основ Ethernet 2. Освоение временных характеристик RGMII 3. Использование примитивов ODDR и IDDR после установки 1. Освоить протокол ARP 2. Освоить методы отладки верхнего уровня 1. Освоить протокол UDP 2. Освоить методы отладки верхнего уровня 1. Освоить протокол ICMP 2. Освоить методы отладки верхнего уровня	Проект 1: Разработка интерфейса RGMII Проект 1: Реализация протокола ARP Проект 1: Реализация протокола UDP Проект 1: Реализация протокола ICMP	
1 ДЕНЬ	Протокол ARP Ethernet				
1 ДЕНЬ	Протокол UDP Ethernet				
1 ДЕНЬ	Протокол ICMP Ethernet				
1 ДЕНЬ	Трёхскоростное тестирование Ethernet				
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения				

Продвинутые высокоскоростные интерфейсы
(Используется)

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
高速接口进阶 (采用A7系开发板) (30天)	5 DAY	USB3.0协议	通用串行总线接口，支持高速数据传输，用于连接外部设备	1、掌握USB接口时序	项目一：USB实现
			1、USB简介	2、掌握USB数据包	项目二：USB读写测试实验及上位机调试
			2、USB数据包	3、掌握USB令牌包	
			3、USB令牌包	4、掌握USB实现方式	
			4、USB实现方式介绍		
			5、USB核心芯片介绍		
			6、USB时序讲解		
	1DAY	周测及练习			
	1、简介	1、掌握PCIE编译环境安装			
	2、VS2015安装				
	1DAY	PCIE环境安装	3、WIN10SDK安装		
	4、PCIE驱动编译				
	5、QT安装				
	1、XDMA简介	1、掌握XDMA使用方法			
	1DAY	AXDMA	2、XDMA配置	2、掌握PCIE测试方法	
	3、PCIE读写例程测试				
	1、控制卡介绍	1、掌握PCIE控制卡使用及原理	项目一：PCIE控制器实现		
	1DAY	PCIE控制卡	2、系统框架介绍		
	3、FPGA代码编写				
	1、数据卡介绍	1、掌握PCIE数据卡使用及原理	项目一：PCIE数据采集实现		
	1DAY	PCIE数据卡采集	2、系统框架介绍		
	3、PCIE数据卡DDR3缓存实验				
	1DAY	PCIE视频图像数据采集	1、PCIE视频图像采集原理	1、掌握PCIE视频图像传输	项目一：PCIE视频图像传输实现
	2、系统框架介绍				
	1DAY	周测及练习			
	1、SFP接口介绍	1、掌握SFP接口测试原理			
	1DAY	SFP接口测试	2、SFP接口测试		
	3、IBERT简介				
	4、IBERT简介设计				

Этап	Продолжительность/день	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
			Универсальная последовательная шина (USB) — интерфейс, поддерживающий высокоскоростную передачу данных, используемый для подключения внешних устройств	1. Освоить временные диаграммы интерфейса USB 2. Освоить пакеты данных USB 3. Освоить пакеты токенов USB 4. Освоить способы реализации USB	Проект 1: Реализация USB Проект 2: Эксперимент по тестированию чтения/записи USB и отладка верхнего компьютера
15 ДЕНЬ ОЛ	Протокол		1. Введение в USB 2. Пакеты данных USB 3. Токен-пакеты USB Проект 1: Реализация USB Проект 2: Эксперимент по тестированию чтения/записи USB и отладка верхнего компьютера		
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения		1. Введение	1. Освоение установки среды компиляции PCIE	
1 ДЕНЬ	Установка среды PCIE	Продвинутые высокоскоростные интерфейсы (Используется плата разработки)	2. Установка VS2015 3. Установка WIN10SDK 4. Компиляция драйвера PCIE 5. Установка QT		
1 ДЕНЬ	AXDMA		1. Введение в XDMA 2. Конфигурация XDMA 3. Пример тестирования чтения/записи PCIE	1. Освоить использование XDMA 2. Освоить методы тестирования PCIE	
1 ДЕНЬ	Контроллер PCIE		1. Обзор платы управления 2. Обзор системной архитектуры 3. Написание кода FPGA	1. Понимание использования и принципов работы карты управления PCIE	Проект 1: Реализация контроллера PCIE
1 ДЕНЬ	Сбор данных с картой PCIE		1. Обзор платы данных 2. Обзор архитектуры системы 3. Эксперимент с кэшем DDR3 на карте данных PCIE	1. Освоение использования и принципов работы карты данных PCIE	Проект 1: Реализация сбора данных по PCIE
1DAY	Захват видеоизображений по PCIE		1. Принцип захвата видеоизображений по PCIE 2. Обзор архитектуры системы	1. Освоение передачи видеоизображений по PCIE	Проект 1: Реализация передачи видеоизображений по PCIE
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения		1. Введение в интерфейс SFP 2. Тестирование интерфейса SFP 3. Введение в IBERT 4. Проектирование IBERT	1. Освоить принципы тестирования интерфейса SFP	
1 ДЕНЬ	Тестирование интерфейса SFP				

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
高速接口进阶 (采用A7系开发板) (30天)	2 DAY	USB3.0协议	1、GTP 基本结构	1、掌握GTP 基本结构	项目一：万兆光纤数据传输
			2、GTP 发送和接收处理流程	2、掌握GTP IP核调用和使用	
			3、GTP 的参考时钟		
			4、GTP 发送接口		
			5、GTP 接收接口		
			6、GTP IP核调用和使用		
	1DAY		周测及练习		

11天SoC内容

阶段	时长/天	课程名称	教学内容	教学目标	实战项目
SoC开发篇 (采用ZYNQ系开发板) (11天)	2 DAY	C语言基础	C语言数据类型及运算式、基本语法、函数、预处理命令、数组、指针、结构体、链表、输入输出	1、掌握C语言基本语法 2、掌握使用VITIS编程基本方法	项目一：C语言实现PS端跑马灯 项目二：UART 打印
			1、GPIO简介	1、掌握GPIO使用方法	
	1DAY	GPIO	2、GPIO寄存器	2、掌握GPIO中断方法	
			3、GPIO例程讲解	3、掌握GPIO中断方法	
			点亮EMIO端口LED、EMIO中断、MIO中断	1、掌握EMIO使用方法 2、掌握EMIO中断方法 3、掌握MIO中断方法	项目一：MIO按键中断UART打印信息 项目二：通过EMIO实现I2C读取温度传感器 项目三：通过EMIO实现SPI读取EEPROM
	1DAY	EMIO/MIO中断			
	1DAY	AXI_GPIO	1、AXI_GPIO介绍	1、掌握AXI_GPIO使用方法	项目一：AXI_GPIO点亮PL端LED实验
			2、AXI_GPIO控制原理	2、掌握AXI_GPIO中断方法	项目二：通过AXI—GPIO PL端按键控制LED
	1DAY	周测及练习		3、掌握AXI_GPIO中断方法	
	1DAY	PL端按键中断	中断原理、PL端按键中断	1、掌握中断原理 2、掌握PL端按键中断方法 3、掌握AXI总线使用方法	项目一：PL按键中断控制LED
	3 DAY	AXI协议	1、AXI协议介绍	1、掌握AXI原理；	项目一：自定义DMA实现
			2、AXI协议时序	2、掌握AXI协议	项目二：自定义DMA调试
			3、自定义DMA时序介绍		项目三：通过DMA实现BRAM读写控制实验
	1DAY	PS_DDR读写控制	通过DMA实现PS端DDR读写控制实验	通过DMA实现PS端DDR读写控制实验	项目一：通过DMA实现PS端DDR读写控制

Этап	Продолжительность/день	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Продвинутые высокоскоростные интерфейсы	2DAY	USB3.0 протокол	1. Базовая структура GTP 2. Процесс обработки отправки и получения GTP 3. Эталонные часы GTP 4. Интерфейс отправки GTP 5. Приемный интерфейс GTP 6. Вызов и использование IP-ядра GTP	1. Освоить базовую структуру GTP 2. Освоение вызова и использования IP-ядра GTP	Проект 1: Передача данных по оптоволокну 10 Gigabit
1 ДЕНЬ		Еженедельные тесты и упражнения			

11 дней контента SoC

Этап	Продолжительность/день	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
2 ДЕНЬ		Основы языка C	Типы данных и выражения в языке C, базовый синтаксис, функции, команды препроцессора, массивы, указатели, структуры, связные списки, ввод-вывод	1. Освоить базовый синтаксис языка C 2. Освоить базовые методы программирования с использованием VITIS	Проект 1: Реализация бегущей строки на стороне PS на языке C
1 ДЕНЬ		GPIO	1. Введение в GPIO 2. Регистры GPIO 3. Объяснение примеров GPIO	1. Освоить методы использования GPIO 2. Освоить методы прерываний GPIO 3. Освоение методов прерывания GPIO	Проект 2: Печать через UART
Разработка SoC (Использование платы разработки на базе ZYNQ) (11 дней)	1 ДЕНЬ	Прерывание EMIO/MIO	Включение светодиода порта EMIO, прерывание EMIO, прерывание MIO	1. Освоение методов использования EMIO 2. Освоение методов прерывания EMIO 3. Освоение методов прерывания MIO	Проект 1: Прерывание кнопки MIO, вывод информации UART
	1 ДЕНЬ	AXI_GPIO	1. Введение в AXI_GPIO 2. Принцип управления AXI_GPIO	1. Освоение использования AXI_GPIO 2. Освоение метода прерывания AXI_GPIO 3. Освоение метода прерывания AXI_GPIO	Проект 1: Эксперимент по включению светодиода на стороне PL с помощью AXI_GPIO
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения			Проект 2: Управление светодиодом с помощью кнопки на стороне PL через AXI-GPIO
	1 ДЕНЬ	Прерывание по кнопке на стороне PL	Принцип прерывания, прерывание по кнопке на стороне PL	1. Освоение принципов прерываний 2. Освоить метод прерывания по кнопке на стороне PL 3. Освоить метод использования шины AXI	Проект 1: Управление светодиодом с помощью прерывания по кнопке PL
	1 ДЕНЬ	Протокол AXI	1. Введение в протокол AXI 2. Временная диаграмма протокола AXI 3. Введение в пользовательскую временную диаграмму DMA	1. Освоить принцип работы AXI; 2. Освоить протокол AXI 3. Освоить метод управления чтением/записью BRAM через DMA	Проект 1: Пользовательская реализация DMA
	1 ДЕНЬ	PS_Управление чтением/записью DDR	Эксперимент по управлению чтением/записью DDR на стороне PS через DMA	Эксперимент по управлению чтением/записью DDR на стороне PS через DMA	Проект 1: Управление чтением/записью DDR на стороне PS через DMA

FPGA工程项目实战

8大工程案例冲刺高薪

8大工程案例冲刺高薪

阶段	工程名称	教学内容	实战项目
综合项目 (16天) 讲师主要讲解项目架构组成以及重难点其余由学员自主完成，讲师助教提供辅导，由学员选择完成，至少完成3个项目可获取就业资格	工程一：DDS信号发生器（纯VERILOG）	简介：通过FPGA实现任意波形信号发送，主要难点DAC驱动控制，波形发生器，相位控制器，频率调节器等	项目一：DDS信号发生器（纯VERILOG）
	工程二：虚拟示波器（纯VERILOG）	简介：通过FPGA驱动ADC，实现信号模数转换，将数字信号以波形显示至HDMI，主要难点：ADC驱动控制波形转化显示，数据缓存等	项目二：虚拟示波器（纯VERILOG）
	工程三：以太网视频传输（纯VERILOG）	简介：通过OV7725采集图像数据，并通过千兆以太网实现视频图像传输至上位机显示，主要难点：图像数据缓存以太网上位机调试，以太网实现控制等	项目三：以太网视频传输（纯VERILOG）
	工程四：UBS3.0视频图像传输（纯VERILOG）	简介：通过OV7725采集图像数据，并通过USB3.0实现视频图像传输至上位机显示，主要难点：USB3.0驱动控制，上位机调试，图像数据缓存等	项目四：UBS3.0视频图像传输（纯VERILOG）
	工程五：运动目标检测（纯VERILOG）	简介：通过OV5640采集图像数据，并进行图像处理算法实现对运动目标检测，主要点：DDR图像存储，差帧算法实现，图像实时显示，颜色识别等	项目五：运动目标检测（纯VERILOG）
	工程六：图像存储系统（纯VERILOG）	简介：通过OV5640采集图像数据，通过对DMA控制，实现3帧图像缓存显示至HDMI显示器，主要难点：图像3帧缓存控制器，VTC控制器等	项目六：图像存储系统（纯VERILOG）
	工程7：PCIE视频图像传输（纯VERILOG）	简介：通过OV5640采集图像数据，数据经DDR3缓存进行缓存，利用PCIE完成视频图像传输，主要难点：PCIE使用	项目六：PCIE视频图像传输（纯VERILOG）
	工程8：光纤视频图像传输（纯VERILOG）	简介：通过OV5640采集图像数据，数据经DDR3缓存进行缓存，利用万兆光纤进行视频图像传输，主要难点：GTP接口使用	项目六：光纤视频图像传输（纯VERILOG）

8 реальных кейсов для быстрого карьерного роста

Этап	Название проекта	Содержание обучения	Практический проект
Комплексный проект (16 дней) Преподаватель в основном объясняет состав архитектуры проекта, а также сложные и ключевые моменты, остальное студенты выполняют самостоятельно, преподаватель-ассистент оказывает помощь, студенты выбирают, что выполнить, для получения права на трудоустройство необходимо выполнить не менее 3 проектов	Проект 1: Генератор сигналов DDS (чистый VERILOG)	Введение: Отправка сигнала произвольной формы через FPGA, основные трудности: управление драйвером ЦАП, генератор сигналов, фазовый контроллер, регулятор частоты и т. д.	Проект 1: Генератор сигналов DDS (чистый VERILOG)
	Проект 2: Виртуальный осциллограф (чистый VERILOG)	Введение: Использование FPGA для управления АЦП, реализация аналого-цифрового преобразования сигнала, отображение цифрового сигнала в виде осциллограммы на HDMI, основные трудности: управление драйвером АЦП, преобразование и отображение осциллограммы, кэширование данных и т. д.	Проект 2: Виртуальный осциллограф (чистый VERILOG)
	Проект 3: Передача видео по Ethernet (чистый VERILOG)	Введение: Сбор данных изображения с помощью OV7725 и передача в видеозображения на хост-компьютер через гигабитный Ethernet показано, основные трудности: кэширование данных изображений, отладка верхнего компьютера по Ethernet, реализация управления по Ethernet и т. д.	Проект 3: Передача видео по Ethernet (чистый VERILOG)
	Проект 4: Передача видеоизображений по USB3.0 (чистый VERILOG)	Введение: Сбор данных изображения с помощью OV7725 и передача в видеозображения на хост-компьютер через USB 3.0 показывает основные трудности: управление драйвером USB 3.0, отладка на верхнем уровне, кэширование данных изображения и т. д.	Проект 4: Передача видеоизображений по USB3.0 (чистый VERILOG)
	Проект 5: Обнаружение движущихся объектов (чистый VERILOG)	Введение: Сбор данных изображения с помощью OV5640 и реализация алгоритма обработки изображений для обнаружения движущихся целей, основные моменты: хранение изображений в DDR, реализация алгоритма разностных кадров, отображение изображений в реальном времени, распознавание цветов и т. д.	Проект 5: Обнаружение движущихся объектов (чистый VERILOG)
	Проект 6: Система хранения изображений (чистый VERILOG)	Введение: Сбор данных изображения с помощью OV5640, управление DMA для реализации кэширования 3 кадров изображения и отображения на дисплее HDMI. Основные трудности: контроллер кэширования 3 кадров изображения, контроллер VTC и т. д.	Проект 6: Система хранения изображений (чистый VERILOG)
	Проект 7: Передача видеоизображений по PCIE (чистый VERILOG)	Введение: Сбор данных изображения с помощью OV5640, кэширование данных в кэше DDR3, использование PCIe для выполнения визуализации	Проект 6: Передача видеоизображений по PCIE (чистый VERILOG)
	Проект 8: Передача видеоизображений по оптоволокну (чистый VERILOG)	Передача видеоизображения, основные трудности: использование PCIe Введение: OV5640 используется для сбора данных изображений, которые кэшируются в кэше DDR3 и передаются по оптоволокну 10 Gigabit Передача видеоизображений, основные трудности: использование интерфейса GTP	Проект 6: Передача видеоизображений по оптоволокну (чистый VERILOG)

Учиться и жить ярко, быть в окружении выдающихся людей

Сценарии обучения

Друзья-единомышленники
Ощущать обучение и рост в процессе
движения вперед



База, сосредоточенная на индустрии интегральных схем, в сотрудничестве с университетами и предприятиями и-заказчиками, формирует комплексное сквозное решение для кадровых вопросов (от высококачественной подготовки кадров до их интеграции в индустрию), точно развивая инженерные компетенции и удовлетворяя рыночные потребности, тем самым обеспечивая индустрию кадрами с самого начала.

Трудоустройство в течение 30 дней после окончания обучения | 100% трудоустройство | 100% трудоустройство по специальности

ICCEDU.CN