

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	4、掌握按键去抖动方法	
			4、计数器（实操）		
			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	
	1DAY	数码管静态显示		4、掌握一二三段式状态机的优缺点及实现方法	
			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
	1DAY	数码管静态显示1234（实操）	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
			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
	1DAY	数码管动态显示	2、数码管计数器（实操）		
	1DAY	周测及练习			

Недельный экспресс-курс по FPGA					
Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Синтаксис Verilog (6 дней)	1 ДЕНЬ	Включить светодиод	1. Что такое FPGA?	1. Освоение использования Vivado	Проект 1: Зажигаем 1 светодиод
			2. История развития FPGA	2. Освоение использования отладочной платы FPGA	Проект 2: 4 светодиода, различные методы отображения
			3. Сценарии применения FPGA	3. Освоение метода чтения принципиальных схем FPGA	
			4. Использование Vivado (практика), процесс разработки FPGA	4. Понимание основных методов использования Verilog	
			5. Основы синтаксиса Verilog (структура модуля, порты, переменные, константы, идентификаторы, операторы присваивания)		
	1 ДЕНЬ	Бегущая строка	1. Основы цифровой схемотехники (логические элементы, гонки и риски, стандарты уровней, триггеры)	1. Владение большей частью синтаксиса Verilog	Проект 1: 4 светодиода, реализующие бегущие огни
			2. Расширенный синтаксис Verilog (операторы always, case, if, begin end, блокирующие и неблокирующие присваивания)	2. Владение теорией гонок и рисков	Проект 2: Устранение дребезга кнопки
			3. Структура таблицы поиска	4. Владение методами устранения дребезга кнопок	
			4. Счетчик (практика)		
			5. Делитель частоты (практика)		
			6. Эксперимент с бегущими огнями (практика)		
	1 ДЕНЬ	Модные скачки	1. Способы сброса (синхронный сброс, асинхронный сброс, асинхронный сброс с синхронным снятием)	1. Освоение теории конечных автоматов и методов их реализации на Verilog	Проект 1: Реализация бегущей строки с помощью конечного автомата
			2. Конечный автомат (значение, принцип, классификация конечных автоматов, способы реализации)	2. Освоение теории конкуренции и рисков в последовательностной логике	
			3. Реализация подавления дребезга контактов с помощью конечного автомата (практика, модульный дизайн)	3. Освоение преимуществ и недостатков методов кодирования	
				4. Освоение преимуществ, недостатков и методов реализации одно-, двух- и трехступенчатых конечных автоматов	
	1 ДЕНЬ	Цифровой ламповый статический дисплей	1. Семисегментный индикатор (значение, принцип отображения, схема подключения)	1. Понимание принципов работы кодировщиков и декодировщиков	Проект 1: Одноразрядный цифровой дисплей
			2. Дешифратор	2. Освоение метода проектирования модульной инстанциации	Проект 2: Многоразрядный цифровой дисплей с разными числами
			3. Статическое отображение 1234 на семисегментном индикаторе (практика)	3. Освоение метода реализации декодера семисегментного индикатора	Проект 3: Реализация секундомера
	1 ДЕНЬ	Динамическая индикация на семисегментном индикаторе	1. Принцип динамического отображения	1. Освоение принципов проектирования статического семисегментного индикатора	Проект 1: Секундомер с цифровым дисплеем
			2. Счетчик на семисегментном индикаторе (практическое занятие)		
	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
			2.vivado clocking_wizard原理		实现检测器
			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	1. Освоение синтезируемого и несинтезируемого синтаксиса Verilog	Проект 1: Имитация дыхательного света
			2. Синтаксис моделирования	2. Освоение методов написания тестовых стендов	Проект 2: Имитация цифровой трубки
			3. Моделирование (значение моделирования, классификация моделирования)	3. Освоение методов симуляции Vivado	
			4. Значение временной диаграммы	4. Освоение методов симуляции ModelSim	
			5. Учебник по симуляции (подавление дребезга кнопок)	5. Освоение методов чтения и построения временных диаграмм	
	1 ДЕНЬ	Драйвер 74HC595	1. Чтение руководства 74HC595	1. Освоение принципа работы драйвера 74HC595	Проект 1: Ультразвуковой дальномер
			2. Принцип работы драйвера 74HC595	2. Освоение принципа динамического отображения на матричном дисплее	
			3. Статическое отображение на матричном дисплее (практика)		
	1 ДЕНЬ	ILA	1. Значение ILA	1. Понять значение ila	Проект 1: Захват сигнала кнопки
			2. Использование логического анализатора Vivado (IP-ядро, отладка меток, маркировка схемы)	2. Освоить три способа онлайн-отладки	
			3. Захват эффективного сигнала нажатия кнопки (практика)		
	1 ДЕНЬ	VIVADO CLOCKING__WIZARD	1. Джиттер тактового сигнала	1. Освоение использования Vivado Clocking_Wizard	Проект 1: Использование Vivado Clocking_Wizard
			2. Принцип работы vivado clocking_wizard		Реализация детектора
			3. Использование vivado clocking_wizard		
			4. Последовательный передатчик		
	1 ДЕНЬ	Ультразвуковой дальномер	1. Чтение руководства по ультразвуку	1. Освоить принцип работы ультразвукового привода	Проект 1: Моделирование и онлайн-отладка ультразвукового дальномера
			2. Принцип работы ультразвука (приемник и передатчик)	2. Освоить принцип ультразвукового измерения расстояния	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
			4、RAM ip配置讲解		
			5、RAM uart回环		
			6、模块化设计		
			7、状态机讲解		
	1DAY	FIFO	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		
			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）		

Две недели, чтобы освоить FPGA и заложить хорошую основу для обучения

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

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）		
			6、状态机讲解		
	1DAY	EEPROM	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		
			6、状态机讲解		
	1DAY	周测及练习			
	1DAY	HDMI接口设计原理	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、TDMS算法编码讲解		
			6、流水线设计		
			7、TMDS算法实现（实操）		

Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Проектирование базового и интерфейса (15 дней)	1 ДЕНЬ	Операция записи FLASH	1. Временная диаграмма команды разрешения записи FLASH	1. Реализация записи через SPI	Проект 1: Реализация записи через SPI
			2. Модульный дизайн	2. Освоить принцип и операции записи SPI	
			3. Объяснение конечного автомата		
			4. Временная диаграмма операции записи FLASH		
	1 ДЕНЬ	Операция чтения FLASH	1. Временная диаграмма операции чтения FLASH	1. Реализация операции чтения через SPI	Проект 1: Реализация управления чтением через SPI
			2. Модульный дизайн	2. Освоение принципов и операций чтения через SPI	
			3. Объяснение конечного автомата		
	1 ДЕНЬ	Принцип связи IIC	1. Введение в IIC	1. Освоить временную диаграмму IIC	Проект 1 : Реализация хост-интерфейса IIC
			2. Применение IIC	2. Освоить временную диаграмму IIC	
			3. Физический уровень соединения IIC (режим подключения ведущий-ведомый, подтягивающий резистор)		
			4. Уровень протокола IIC		
			5. Объяснение временной диаграммы IIC (ведущее устройство)		
			6. Объяснение конечного автомата		
	1 ДЕНЬ	EEPROM	1. Введение в EEPROM (ROM, PROM, EPROM, EEPROM)	1. Понимание концепции и принципов EEPROM	Проект 1: Управление непрерывным чтением/записью EEPROM
			2. Применение EEPROM	2. Понимание временной диаграммы чтения/записи EEPROM	
			3. Чтение руководства по EEPROM		
			4. Временная диаграмма чтения/записи данных EEPROM		
			5. Модульный дизайн		
			6. Объяснение конечного автомата		
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения			
	1 ДЕНЬ	Принцип проектирования интерфейса HDMI	1. Введение в HDMI	1. Понимание принципов работы драйвера дисплея	Проект 1: Понимание принципов алгоритма кодирования TMDS
			2. Применение HDMI	2. Понимание анализа сигналов строчной и кадровой синхронизации	
			3. Физический уровень соединения HDMI	3. Понимание принципов работы HDMI	
			4. Принцип проектирования интерфейса HDMI (VGA в HDMI)	4. Понимание протокола TMDS и методов его реализации	
			5. Объяснение кодирования алгоритма TDMS		
			6. Проектирование конвейера		
			7. Реализация алгоритма TMDS (практическое занятие)		

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
			2、HDMI移动方块设计原理	2、掌握行场同步信号分析	项目二：实现HDMI移动方块
			3、状态机讲解	3、掌握HDMI原理	项目三：完成图片显示
			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)			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	项目一： 时序约束实例分析
				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	
	1DAY	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	1. Освоение методов вызова исходного языка	Проект 1: Знакомство с использованием исходного языка и диаграммами последовательности
			2. Применение исходного языка	2. Освоение OSERDESE2 (параллельно-последовательный преобразователь)	
			3. Введение в OSERDESE2 (параллельно-последовательный преобразователь)	3. OSERDESE2	
			4. Объяснение OSERDESE2	4. OBUFDS (дифференциальный выход)	
			5. OBUFDS (дифференциальный выход)		
			6. Объяснение OBUFDS		
	1 ДЕНЬ	Отображение цветных полос HDMI	1. Модульный дизайн HDMI	1. Понимание принципов работы драйвера дисплея	Проект 1: Вывод цветных полос HDMI
			2. Принцип проектирования движущихся блоков HDMI	2. Понимание анализа сигналов строочной и кадровой синхронизации	Проект 2: Реализация движущегося блока HDMI
			3. Объяснение конечного автомата	3. Понимание принципов работы HDMI	Проект 3: Завершение отображения изображения
			4. Принцип работы HDMI-дисплея	4. Понимание протокола TMDS и методов его реализации	
Неделя временных ограничений FPGA					
Этап	Длительность/дни	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Ограничение по времени (4 дня)	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения	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	Проект 1: Анализ примеров 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 временном анализе	



完成基础接口课程可达到初级FPGA水平

高速接口进阶 (采用A7系开发板) (30天)	1DAY	DDR存储原理	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	
			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			
	1DAY	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		
			6、ARP调试		
	1DAY	以太网UDP协议	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			

Завершите базовый курс по интерфейсам
Достигните начального уровня FPGA

Продвинутый курс по высокоскоростным интерфейсам
FPGA: 30 дней

Этап	Продолжительность/день	Название курса	Содержание об	Цели обучения	Практический проект
Продвинуты е высокоскор остные инте рфейсы (Используетс	1 ДЕНЬ	Принцип рабо ты памяти DDR	1. Введение в DDR	1. Освоить базовые принципы работ ы памяти DDR	Проект 1: Моделирование DDR3
			2. Принцип работы памяти DDR	2. Освоение практических навыков работы с памятью DDR	
			3. Введение в интерфейс MIG	3. Освоение анализа сигналов DDR	
	1 ДЕНЬ	MIG-контроллер	1. Временные характеристики контроллер а MIG	1. Освоение временной диаграммы управления интерфейсом MIG	Проект 1: Разработка чтения/записи MIG
			2. Написание контроллера MIG	2. Освоение временной диаграммы управления интерфейсом MIG	
			3. Моделирование контроллера MIG	3. Освоение методов моделировани я DDR	
	3 ДЕНЬ	Тест управления чт ением/записью DDR	1. Отладка контроллера MIG	1. Освоение навыков отладки DDR	Проект 1: Завершение управления чте нием/записью DDR
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения			
	1 ДЕНЬ	Ethernet	1. Основы Ethernet	1. Освоение основ Ethernet	Проект 1: Разработка интерфейса RGMII
			2. Введение в контроллер MAC	2. Освоение временных характерис тик RGMII	
			3. Временная диаграмма интерфейса RGMII	3. Использование примитивов ODDR и IDDR после установки	
			4. Введение в примитивы		
			5. Реализация интерфейса RGMII		
	1 ДЕНЬ	Протокол ARP Ethernet	1. Пакет Ethernet	1. Освоить протокол ARP	Проект 1: Реализация протокола ARP
			2. Краткое описание протокола ARP	2. Освоить методы отладки верхнег о уровня	
			3. Анализ пакетов ARP		
			4. Реализация пакетов ARP		
			5. Отладка и захват пакетов на верхнем у ровне		
			6. Отладка ARP		
	1 ДЕНЬ	Протокол UDP Ethernet	1. Введение в UDP	1. Освоить протокол UDP	Проект 1: Реализация протокола UDP
			2. Анализ пакетов UDP	2. Освоить методы отладки верхнег о уровня	
			3. Реализация пакетов UDP		
	1 ДЕНЬ	Протокол ICMP Ethernet	1. Введение в ICMP	1. Освоить протокол ICMP	Проект 1: Реализация протокола ICMP
			2. Анализ пакетов ICMP	2. Освоить методы отладки верхнег о уровня	
			3. Реализация ICMP		
	1 ДЕНЬ	Трёхскоростное т естирование Ethernet	1. Тестирование трехскоростного Ethernet		
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения			

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		
	1 DAY	周测及练习			
	1 DAY	PCIE环境安装	1、简介	1、掌握PCIE编译环境安装	
			2、VS2015安装		
			3、WIN10SDK安装		
			4、PCIE驱动编译		
			5、QT安装		
	1 DAY	AXDMA	1、XDMA简介	1、掌握XDMA使用方法	
			2、XDMA配置	2、掌握PCIE测试方法	
			3、PCIE读写例程测试		
	1 DAY	PCIE控制卡	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
			2、系统框架介绍		
			3、FPGA代码编写		
	1 DAY	PCIE数据卡采集	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
			2、系统框架介绍		
			3、PCIE数据卡DDR3缓存实验		
	1 DAY	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		
	1 DAY	周测及练习			
	1 DAY	SFP接口测试	1、SFP接口介绍	1、掌握SFP接口测试原理	
			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
Продвинутые высокоскоростные интерфейсы (Используется плата разработки)	15ДЕНЬ ол	Протокол USB	Универсальная последовательная шина (USB) — интерфейс, поддерживающий высокоскоростную передачу данных, используемый для подключения внешних устройств	1. Освоить временные диаграммы интерфейса USB	Проект 1: Реализация USB
			1. Введение в USB	2. Освоить пакеты данных USB	Проект 2: Эксперимент по тестированию чтения/записи USB и отладка верхнего компьютера
			2. Пакеты данных USB	3. Освоить пакеты токенов USB	
			3. Токен-пакеты USB	4. Освоить способы реализации USB	
			Проект 1: Реализация USB		
			Проект 2: Эксперимент по тестированию чтения/записи USB и отладка верхнего компьютера		
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения			
	1 ДЕНЬ	Установка среды PCIE	1. Введение	1. Освоение установки среды компиляции PCIE	
			2. Установка VS2015		
			3. Установка WIN10SDK		
			4. Компиляция драйвера PCIE		
			5. Установка QT		
	1 ДЕНЬ	AXDMA	1. Введение в XDMA	1. Освоить использование XDMA	
2. Конфигурация XDMA			2. Освоить методы тестирования PCIE		
3. Пример тестирования чтения/записи PCIE					
1 ДЕНЬ	Контроллер PCIE	1. Обзор платы управления	1. Понимание использования и принципов работы карты управления PCIE	Проект 1: Реализация контроллера PCie	
		2. Обзор системной архитектуры			
		3. Написание кода FPGA			
1 ДЕНЬ	Сбор данных с карт PCIE	1. Обзор платы данных	1. Освоение использования и принципов работы карты данных PCie	Проект 1: Реализация сбора данных по PCie	
		2. Обзор архитектуры системы			
		3. Эксперимент с кэшем DDR3 на карте данных PCIE			
1DAY	Захват видеоизображений по PCIE	1. Принцип захвата видеоизображений по PCIE	1. Освоение передачи видеоизображений по PCie	Проект 1: Реализация передачи видеоизображений по PCIE	
		2. Обзор архитектуры системы			
1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения				
1 ДЕНЬ	Тестирование интерфейса SFP	1. Введение в интерфейс SFP	1. Освоить принципы тестирования интерфейса SFP		
		2. Тестирование интерфейса SFP			
		3. Введение в IBERT			
		4. Проектирование IBERT			

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、	1、掌握C语言基本语法	项目一：C语言实现PS端跑马灯
			链表、输入输出	2、掌握使用VITIS编程基本方法	项目二：UART 打印
	1DAY	GPIO	1、GPIO简介	1、掌握GPIO使用方法	
			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	
	1DAY	EMIO/MIO中断	点亮EMIO端口LED、EMIO中断、MIO中断	1、掌握EMIO使用方法	项目一 ： MIO按键中断UART打印信息
				2、掌握EMIO中断方法	项目二：通过EMIO实现I2C读取温度传感器
				3、掌握MIO中断方法	项目三：通过EMIO实现SPI读取EEPROM
	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	项目一 ： PL按键中断控制LED
				2、掌握PL端按键中断方法	
				3、掌握AXI总线使用方法	
	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
<div>Продвинутые высокоскоростные интерфейсы</div>	2DAY	USB3.0 протокол	1. Базовая структура GTP	1. Освоить базовую структуру GTP	Проект 1: Передача данных по оптоволокну 10 Gigabit
			2. Процесс обработки отправки и получения GTP	2. Освоение вызова и использования IP-ядра GTP	
			3. Эталонные часы GTP		
			4. Интерфейс отправки GTP		
			5. Приемный интерфейс GTP		
			6. Вызов и использование IP-ядра GTP		
	1 ДЕНЬ		Еженедельные тесты и упражнения		

11 дней контента SoC

Этап	Продолжительность/ден	Название курса	Содержание обучения	Цели обучения	Практический проект
Разработка SoC (Использование платы разработки на базе ZYNQ) (11 дней)	2 ДЕНЬ	Основы языка C	Типы данных и выражения в языке C, базовый синтаксис, функции, команды препроцессора, массивы, указатели, структуры, связанные списки, ввод-вывод	1. Освоить базовый синтаксис языка C	Проект 1: Реализация бегущей строки на стороне PS на языке C
	1 ДЕНЬ	GPIO	1. Введение в GPIO	2. Освоить базовые методы программирования с использованием VITIS	Проект 2: Печать через UART
			2. Регистры GPIO	1. Освоить методы использования GPIO	
			3. Объяснение примеров GPIO	2. Освоить методы прерываний GPIO	
	1 ДЕНЬ	Прерывание EMIO/MIO	Включение светодиода порта EMIO, прерывание EMIO, прерывание MIO	3. Освоение методов прерывания GPIO	Проект 1: Прерывание кнопки MIO, вывод информации UART
				1. Освоение методов использования EMIO	Проект 2: Реализация чтения датчика температуры I2C через EMIO
				2. Освоение методов прерывания EMIO	Проект 3: Реализация чтения EEPROM по SPI через EMIO
	1 ДЕНЬ	AXI_GPIO	1. Введение в AXI_GPIO	3. Освоение методов прерывания MIO	Проект 1: Эксперимент по включению светодиода на стороне PL с помощью AXI_GPIO
			2. Принцип управления AXI_GPIO	1. Освоение использования AXI_GPIO	Проект 2: Управление светодиодом с помощью кнопки на стороне PL через AXI-GPIO
	1 ДЕНЬ	Еженедельные тесты и упражнения		2. Освоение метода прерывания AXI_GPIO	
	1 ДЕНЬ	Прерывание по кнопке на стороне PL	Принцип прерывания, прерывание по кнопке на стороне PL	3. Освоение метода прерывания AXI_GPIO	Проект 1: Управление светодиодом с помощью прерывания по кнопке PL
				1. Освоение принципов прерываний	
				2. Освоить метод прерывания по кнопке на стороне PL	
	1 ДЕНЬ	Протокол AXI	1. Введение в протокол AXI 2. Временная диаграмма протокола AXI 3. Введение в пользовательскую временную диаграмму DMA	3. Освоить метод использования шины AXI	Проект 1: Пользовательская реализация DMA
				1. Освоить принцип работы AXI;	Проект 2: Отладка пользовательского DMA
				2. Освоить протокол AXI	Проект 3: Эксперимент по управлению чтением/записью BRAM через 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PICE完成视频图像传输，主要难点：PICE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）

FPGA: 8 практических проектов для быстрого карьерного роста

8 реальных кейсов для быстрого карьерного роста			
Этап	Название проекта	Содержание обучения	Практический проект
<div>Комплексный проект (16 дней)</div> <div>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</div>	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 идеоизображения 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 идеоизображения 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 PICE для выполнения визуализации Передача видеоизображения, основные трудности: использование PICE	Проект 6: Передача видеоизображений по PCIE (чистый VERILOG)
	Проект 8: Передача видеоизображений по оптоволокну (чистый VERILOG)	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

