**天津大学《集成电路EDA》课程教学大纲**

**一、课程基本信息**

课程代码：2040647

课程名称：集成电路EDA

学时/学分：32/1.5

学时分配： 授课：16 上机：16

适用专业：集成电路设计与集成系统/电子科学与技术（微电子）

授课学院：微电子学院

先修课程：电子线路基础、数字逻辑电路、超大规模集成电路设计专用语言

教材及主要参考书：

1) 1.R.Jacob Baker，CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press,2010.

2) Hima Bindu Kommuru and Hamid Mahmoodi, ASIC Design Flow Tutorial Using Synopsys Tools, San Francisco State University, San Francisco, CA Spring 2009

**二、课程简介**

本课程是集成电路设计与集成系统/电子科学与技术（微电子）本科生的专业选修课程；本课程将把学生代入集成电路电子设计EDA世界，不仅能够学习模拟集成电路、数字集成电路EDA设计相关的原理和技术基础知识，而且能够使学生亲手使用EDA工具完成集成电路设计设计。通过该课程的学习，使学生掌握集成电路晶体管级电路仿真、RTL级仿真、逻辑综合、静态时序分析、布局布线等EDA工具，为学生使用EDA工具进行集成电路设计奠定基础。

**三、课程目标**

1. 掌握模拟集成电路仿真方法和仿真工具，掌握数字集成电路设计流程、仿真方法、逻辑综合方法、时序分析方法和后端设计方法及相应EDA工具。（支撑毕业要求1.2）

2. 能够用模拟/射频集成电路设计、数字集成电路设计、半导体器件等基础理论对集成电路EDA设计中出现的精度、速度、时序等工程问题进行分析，并获得有效结论。（支撑毕业要求2.3）

3. 能够针对实际电子系统设计工程问题，选择与使用设计、仿真、验证软件与文献检索等现代化工具，进行集成电路设计。（支撑毕业要求5.2）

4.学生能够随着集成电路EDA工具的发展发展，自主学习集成电路EDA新技术，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。（支撑毕业要求10.2）

|  |  |
| --- | --- |
|  | 毕业要求 |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 课程目标1 | **√** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 课程目标2 |  | **√** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 课程目标3 |  |  |  |  | **√** |  |  |  |  |  |  |  |
| 课程目标4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **√** |  |  |

**四、基本要求**

结合课程目标，对课程的教学内容、教学过程（环节）、教学模式、知识与能力目标的达成提出要求。

本课程涉及了模拟集成电路和数字逻辑电路EDA工具使用方法，具有很强的实用性。

教学过程中要注意授课与上机实践的紧密结合，培养学生使用集成电路设计领域主要涉及集成电路EDA工具的能力。

要求学生掌握使用HSPICE进行晶体管级电路直流分析、瞬态分析和交流分析、使用VCS进行RTL电路仿真的方法、使用Design Compiler进行逻辑综合的方法、使用Prime Time进行静态时序分析的方法、使用Astro进行ASIC后端设计的方法。

**五、教学内容**

1. 授课与自学

第一章：集成电路设计及EDA技术简介

 第一节 集成电路技术、EDA工具发展

 第二节 集成电路仿真软件HSPICE介绍

本章重点：集成EDA技术发展

教学模式：课堂授课、课后复习。

知识点：集成电路技术发展、EDA技术发展、HSPICE软件简介

能力：了解集成电路技术发展、EDA技术发展

第二章 HSPICE 网表文件

第一节 HSPICE结构与特点

第二节 HSPICE输入输出文件

第三节 HSPICE电路语句描述

第四节 电路性能分析和控制语句

本章重点：HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：HSPICE电路语句描述知识点：输入描述语句和规定、元件描述语句、电源描述语句、半导体器件描述语句、子电路描述语句、模型描述语句、库文件调用及定义语句。电路性能分析和控制语句知识点：电路性能分析语句、设置初始状态语句、统计分析于参数变化分析、输入和输出控制语句。

能力：熟练掌握HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句。

第三章 HSPICE仿真实例

第一节 直流仿真

第二节 瞬态仿真

第三节 交流仿真

第四节 常见错误与通用技术

本章重点：直流分析、瞬态分析、交流分析

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：直流分析：工作点、传输函数、电压控制电压源、理想运算放大器、子电路、直流分析、I-V特性绘制、双环直流分析。瞬态分析：正弦源、脉冲源、阶跃响应、分段线性源、RC电路实例、模拟开关、电容电感初始态、单位增益带宽等。交流分析：10倍频程、分贝等。

能力：熟练利用HSPICE软件进行直流分析、瞬态分析、交流分析

 第四章：ASIC设计流程简介

 第一节：ASIC设计流程概述

 第二节：Synopsys VCS 仿真器教程

本章重点：明确ASIC设计流程，掌握VCS使用方法。

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：ASIC设计流程、各个阶段功能、VCS指令及参数的意义。

能力：能够应用VCS进行ASIC设计仿真。

第五章：ASIC逻辑综合与优化

 第一节：RTL综合概述

 第二节：Synopsys DC 编译器教程

本章重点：明确ASIC逻辑综合原理，掌握DC使用方法。

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：ASIC逻辑综合、综合过程中优化方法、DC指令及参数的意义。

能力：能够应用DC进行ASIC逻辑综合。

第六章：ASIC静态时序分析

 第一节：静态时序分析概述

 第二节：Synopsys PrimeTime教程

本章重点：明确ASIC静态时序分析方法，掌握PrimeTime使用方法。

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：时序路径基本概念、PrimeTime指令及参数的意义。

能力：能够应用PrimeTime进行ASIC设计时序分析。

第七章：ASIC设计后端流程

 第一节：ASIC物理设计流程概述

 第二节：Synopsys Astro教程

本章重点：明确ASIC物理设计流程，掌握Astro使用方法。

教学模式：课堂授课、课后复习、实验教学。

知识点：ASIC物理设计流程、各个阶段功能、Astro指令及参数的意义。

能力：能够应用Astro进行ASIC后端设计。

2. 实验

实验教学内容：

实验一 HSPICE直流仿真:包括网表产生，工作点、传输函数、电压控制电压源、理想运算放大器、子电路、直流分析、I-V特性绘制、双环直流分析。

实验二 HSPICE瞬态仿真：正弦源、脉冲源、阶跃响应、分段线性源、RC电路实例、模拟开关、电容电感初始态。

实验三 HSPICE交流分析：10倍频程、分贝、Q值和LC谐振回路、理想积分器频率响应、单位增益带宽等

实验四 VCS功能仿真。 VCS仿真的基本方法与基本实验操作。

实验五 DC逻辑综合。DC逻辑综合的基本方法与基本实验操作。

实验六 PrimeTime静态时序分析。 PrimeTime的基本方法与基本实验操作。

实验七 Astro后端设计。Astro的基本方法与基本实验操作。

教学模式：应用计算机、Synopsys软件、调试及模拟实验。

知识点：结合实验要求，掌握四种EDA攻击的使用及调试方法。

能力：能够将Synopsys EDA工具应用于ASIC设计，解决实际工程问题，设计满足具体应用需求的数字集成电路。

3. 课程设计

4. 其他

**六、学时分配**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 教学内容 | 授课 | 实验 | 自学 | 课程设计 | 大作业 | 其他 |
| 第一章：集成电路设计及EDA技术简介 | 2 | 2 | 　 | 　 |  |  |
| 第二章：HSPICE 网表文件 | 2 | 2 | 　 | 　 |  |  |
| 第三章： HSPICE仿真实例 | 4 | 4 | 　 | 　 |  |  |
| 第章: ASIC设计流程简介 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 第五章：ASIC逻辑综合与优化 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 第六章：ASIC静态时序分析 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 第七章：ASIC设计后端流程 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 总计： | 16 | 16 | 　 | 　 |  |  |

**七、考核与评价方式及标准**

1. 考核与评价内容、方法、成绩比例的简要说明。

平时成绩占20%：出勤、课程实验报告等

结课考试占80%：闭卷考试

2. 课程目标达成考核与评价方式及成绩评定

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 考核与评价方式及成绩比例（%） | 成绩比例（%） |
| 平时表现 | 课程实验 | 课程设计 | 大作业 | 课程考试 |
| 课程目标1 | 支撑毕业要求1 | 3 | 2 |  |  | 60 | 65 |
| 课程目标2 | 支撑毕业要求2 | 3 | 2 |  |  | 20 | 25 |
| 课程目标3 | 支撑毕业要求5 | 4 | 4 |  |  |  | 8 |
| 课程目标4 | 支撑毕业要求10 | 0 | 2 |  |  |  | 2 |
| 合计 | 10 | 10 |  |  | 80 | 100 |

实验评价标准：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 课程目标 | 基本要求 | 评价标准 | 成绩比例（%） |
| 优秀 | 良好 | 合格 | 不合格 |
| 实验 | 1.掌握模拟集成电路仿真方法和仿真工具，掌握数字集成电路设计流程、仿真方法、逻辑综合方法、时序分析方法和后端设计方法及相应EDA工具。（支撑毕业要求1.2） | 能够根据实验要求与流程，利用HSPICE软件完成直流仿真、瞬态仿真、交流仿真。 | 按照要求完成预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；熟练使用工具。 | 能够预习，按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；掌握工具的基本功能。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；掌握工具的基本功能。 | 没有按照实验安全操作规则进行实验；或者实验步骤与结果不正确；或者没有掌握工具的正确使用方法及参数的意义。 | 20 |
| 2. 能够用模拟/射频集成电路设计、数字集成电路设计、半导体器件等基础理论对集成电路EDA设计中出现的精度、速度、时序等工程问题进行分析，并获得有效结论。（支撑毕业要求2.3） | 能够根据教程规定的要求与流程，进行VCS、DC、PrimeTime、Astro实验，正确掌握工具的使用方法、流程以及指令，掌握指令参数的意义。 | 按照要求完成预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；熟练使用工具。 | 能够预习，按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；掌握工具的基本功能。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；掌握工具的基本功能。 | 没有按照实验安全操作规则进行实验；或者实验步骤与结果不正确；或者没有掌握工具的正确使用方法及参数的意义。 | 20 |
| 3. 能够针对实际电子系统设计工程问题，选择与使用设计、仿真、验证软件与文献检索等现代化工具，进行集成电路设计。（支撑毕业要求5.2） | 在模拟及数字电路的方案设计中，能够正确使用计算机绘图、文献检索等现代化工具。 | 能够合理选择与应用计算机仿真工具，完成系统设计，图纸质量好；在方案设计中能够正确应用文献检索解决设计中问题。 | 能够合理选择与应用计算机仿真工具，完成系统设计，图纸质量较好；在方案设计中能够应用文献检索解决设计中问题。 | 能够选择与应用计算机仿真工具，完成系统设计，图纸质量一般；在方案设计中能够应用文献检索解决设计中问题。 | 计算机仿真设置错误多；不能正确应用文献检索解决设计中的问题。 | 40 |
| 4.学生能够随着集成电路EDA工具的发展发展，自主学习集成电路EDA新技术，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。（支撑毕业要求10.2） | 完成设计的方案撰写，可以清晰的进行描述表达EDA工具的发展历史与应用前景。 | 设计方案撰写层次清晰，论述正确；方案陈述清晰，回答问题正确。 | 设计方案撰写论述正确；方案陈述清楚，回答问题正确。 | 设计方案撰写论述基本正确；方案陈述基本清楚，回答问题基本正确。 | 设计方案撰写有原则性错误；回答问题有原则性错误。 | 20 |

注：该表格中比例为实验考核成绩比例。

课程考试考核与评价标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 课程目标 | 基本要求 | 评价标准 | 比例 |
| 优秀 （0.9-1） | 良好（0.7-0.89） | 合格（0.6-0.69） | 不合格（0-0.59） |
| 课程考试 | 1.掌握模拟集成电路仿真方法和仿真工具，掌握数字集成电路设计流程、仿真方法、逻辑综合方法、时序分析方法和后端设计方法及相应EDA工具。（支撑毕业要求1.2） | 熟练掌握HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句。熟练掌握直流分析、瞬态分析、交流分析技术。 | HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句描述正确、规范。直流分析、瞬态分析、交流分析正确、规范。 | HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句描述正确。直流分析、瞬态分析、交流分析基本正确。 | HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句描述基本正确。直流分析、瞬态分析、交流分析基本正确。 | HSPICE电路语句描述、电路性能分析和控制语句描述错误较多。直流分析、瞬态分析、交流分析错误较多。 | 75 |
| 2. 能够用模拟/射频集成电路设计、数字集成电路设计、半导体器件等基础理论对集成电路EDA设计中出现的精度、速度、时序等工程问题进行分析，并获得有效结论。（支撑毕业要求2.3） | 掌握ASIC设计流程，以及VCS仿真、DC综合、PrimeTime静态时序分析、Astro后端设计等工具的使用方法。（对应毕业要求1 | 熟练掌握VCS、DC、PrimeTime等指令及参数的意义；深入了解静态时序分析路径、ASIC设计流程及各个阶段功能、ASIC后端物理设计流程的主要步骤；语言简练。 | 部分熟练掌握VCS、DC、PrimeTime等指令及参数的意义；深入了解静态时序分析路径、ASIC设计流程及各个阶段功能、ASIC后端物理设计流程的主要步骤。 | 部分熟练掌握VCS、DC、PrimeTime等指令及参数的意义；基本了解静态时序分析路径、ASIC设计流程及各个阶段功能、ASIC后端物理设计流程的主要步骤。 | 不熟练掌握VCS、DC、Prime Time等指令及参数的意义；不了解静态时序分析路径、ASIC设计流程及各个阶段功能、ASIC后端物理设计流程的主要步骤；论述不清或有原则性错误。 | 25 |

注：该表格中比例为期末考试试卷成绩比例。