



电子科学与技术专业

课程教学大纲

(2023 修订版)

晋中学院物理与电子工程系

2023 年 8 月

目 录

《专业导论》课程大纲	1
《电路分析》课程大纲	10
《模拟电子技术》课程大纲	20
《信号与系统》课程大纲	34
《微机原理与接口技术》课程大纲	42
《数字电子技术》课程大纲	53
《电磁场理论》课程大纲	63
《单片机原理》课程大纲	74
《固体物理》课程大纲	87
《电路分析实验》课程大纲	95
《模拟电子技术实验》课程大纲	107
《微机原理与接口技术实验》课程大纲	118
《信号与系统实验》课程大纲	128
《单片机原理实验》课程大纲	151
《专业英语》课程大纲	166
《数字信号处理》课程大纲	175
《电子设计自动化》课程大纲	185
《MATLAB 程序设计基础》课程大纲	196
《MATLAB 仿真实验》课程大纲	207
《PLC 原理及应用》课程大纲	223
《PLC 原理实验》课程大纲	232
《高频电路》课程大纲	241
《嵌入式系统原理及应用》课程大纲	266
《半导体物理与器件》课程大纲	284
《集成电路原理与设计》课程大纲	294
《现代材料分析技术》课程大纲	306
《集成电路工艺基础》课程大纲	314
《微电子器件基础实验》课程大纲	324

《激光原理》课程大纲	336
《光电子技术基础》课程大纲	344
《光电系统与信号处理》课程大纲	352
《激光技术与器件》课程大纲	361
《光电探测技术实验》课程大纲	369
《光纤技术应用》课程大纲	382
《PCB 版图综合实践》课程大纲	393
《电子工艺实训》课程大纲	403
《电子工程综合实践》课程大纲	412
《单片机项目设计实训》课程大纲	422
《EDA 项目设计实训》课程大纲	430
《集成电路版图设计训练》课程大纲	445
《电子设计综合训练》课程大纲	454
《毕业实习》课程大纲	462
《毕业论文（设计）》课程大纲	470

《专业导论》课程大纲

一、课程信息

课程名称	专业导论(Profession Introduction)		
课程编码	232410201B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、大学物理	修读学期	第一学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	8 学时（理论学时 8，实践学时 0）		
执笔人	韩建新	审核人	白雪敏

二、课程简介

电子科学与技术专业导论是电子科学与技术专业的一门专业基础课程。该课程根据电子科学与技术的发展状况，以工程分析理论和技术概述为框架，对电子科学与技术的学科体系、物理学和数学基础、基本分析理论和技术、工程应用概念以及应用电子技术的核心内容进行了全面的概述。通过本课程的理论教学，旨在使学生掌握以下知识和能力：为学生提供有关专业知识体系、工程应用技术和基本学习工具的认知，为深入学习集成电路设计、电气、电子等工程专业相关的学科知识和技术奠定基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生将通过本课程，深入学习数学与自然科学的基本原理，同时掌握电子电路、信号与系统、电磁场等关键概念。本课程旨在培养学生分析和设计基本电子系统的能力，为他们解决电子工程问题并进一步探索电子科技领域打下坚实的理论和实践基础。

课程目标 2：学生将观看生产实习和社会实践的相关资料，体验电子科技行业的工程背景。此外，学生还能够学会如何理解并评估工程实践及其解决方案对社会、健康、安全、法律和文化的潜在影响，为成为有社会责任感的工程

师奠定基础。

课程目标 3：学生对哲学、历史、法律文化等人文社会科学的深刻理解，并认识到这些知识对于承担社会责任的重要性。通过专业导论的教学，帮助学员建立为社会服务的意识，同时关注学员的身心健康，确保他们拥有适应职业发展挑战的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.1 【知识】掌握解决电子科学与技术领域复杂工程问题所需的数学、自然科学基础知识，领会电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学基础、计算机技术等工程基础和专业知识方法。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	6.1 【背景】具有在电子科学与技术相关企业生产实习和社会实践的经历，了解必要的工程背景知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案等可能对社会、健康、安全、法律以及文化带来的影响。	毕业要求 6：工程与社会
课程目标 3	8.1 【服务】具备哲学、历史、法律文化等人文社会科学素养，深刻理解应承担的社会责任，并愿意为社会服务。同时，具备健康的身体和良好的心理素质，能够适应职业发展的需求。	毕业要求 8：职业规范

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
内容一	专业历史沿革、现状及发展前景	课程目标 1	讲授法、案例教学法	2
内容二	学科性质特点、特色及教学理念	课程目标 1	讲授法、提问法	2
内容三	专业培养目标、规格及课程体系	课程目标 1	讲授法、提问法	2
内容四	学科专业名人、就业与考研选择	课程目标 1	讲授法、案例教学法	2
合计				8

(二) 课程内容

内容一 专业历史沿革、现状及发展前景

【学习目标】

1.能阐述电子科学与技术专业的历史沿革、现状及发展前景。

2.能理解电子科学与技术在各领域的应用及重要性。

【课程内容】

电子科学与技术的发展历程；国内外电子科学与技术的研究现状；电子科学与技术在各领域的应用；电子科学与技术的发展趋势。

【重点、难点】

重点：电子科学与技术的历史沿革、现状及应用。

难点：电子科学与技术的发展趋势。

【教学方法】

- 1.通过课堂讲授法讲解电子科学与技术的相关历史和发展。
- 2.通过案例教学法，引导学生了解电子科学与技术在各领域的应用。
- 3.开展小组讨论，分析电子科学与技术的发展趋势。

【学习要求】

- 1.学生课前要仔细阅读教材对应章节。
- 2.课堂积极参与，交流自己的看法和理解。
- 3.课后查找相关资料，深入研究电子科学与技术的发展。

【学习资源】

- 1.《电子科学与技术导论》教材
- 2.《现代电子科学与技术》期刊
- 3.国际电子科学与技术学术会议论文
- 4.电子科学与技术领域专家讲座视频
- 5.电子科学与技术相关企业案例分析

内容二 学科性质特点、特色及教学理念

【学习目标】

- 1.能阐述电子科学与技术专业的学科性质、特点和特色。
- 2.能理解电子科学与技术专业的教学理念。

【课程内容】

电子科学与技术专业的学科性质；电子科学与技术专业的特点和特色；电子科学与技术专业的教学理念。

【重点、难点】

重点：电子科学与技术专业的学科性质、特点和特色。

难点：电子科学与技术专业的教学理念。

【教学方法】

- 1.课堂讲授法讲解电子科学与技术专业的学科性质、特点和特色。
- 2.案例教学法引导学生理解电子科学与技术专业的教学理念。

3.小组讨论，探讨电子科学与技术专业的发展方向。

【学习要求】

- 1.学生课前要仔细阅读教材对应章节。
- 2.课堂积极参与，交流自己的看法和理解。
- 3.课后查找相关资料，深入研究电子科学与技术专业的学科性质和教学理念。

【学习资源】

- 1.《电子科学与技术导论》教材
- 2.《现代电子科学与技术》期刊
- 3.国际电子科学与技术学术会议论文
- 4.电子科学与技术领域专家讲座视频
- 5.电子科学与技术相关企业案例分析

内容三 专业培养目标、规格及课程体系

【学习目标】

- 1.能阐述电子科学与技术专业的培养目标、培养规格及课程体系。
- 2.能理解电子科学与技术专业各课程之间的关系及在人才培养中的作用。

【课程内容】

电子科学与技术专业的培养目标；电子科学与技术专业的培养规格；电子科学与技术专业的课程体系。

【重点、难点】

重点：电子科学与技术专业的培养目标和培养规格。

难点：电子科学与技术专业的课程体系。

【教学方法】

- 1.课堂讲授法讲解电子科学与技术专业的培养目标和培养规格。
- 2.案例教学法引导学生理解课程体系在人才培养中的作用。
- 3.小组讨论，分析各课程之间的关联性。

【学习要求】

- 1.学生课前要仔细阅读教材对应章节。
- 2.课堂积极参与，交流自己的看法和理解。
- 3.课后查找相关资料，深入研究电子科学与技术专业的培养目标和课程体系。

【学习资源】

- 1.《电子科学与技术导论》教材
- 2.《现代电子科学与技术》期刊

- 3.国际电子科学与技术学术会议论文
- 4.电子科学与技术领域专家讲座视频
- 5.电子科学与技术相关企业案例分析

内容四 学科专业名人、就业与考研选择

【学习目标】

- 1.能列举出电子科学与技术领域的著名人物。
- 2.能分析电子科学与技术专业毕业生的就业方向和考研选择。

【课程内容】

电子科学与技术领域的著名人物；电子科学与技术专业毕业生的就业方向；电子科学与技术专业的考研选择。

【重点、难点】

重点：电子科学与技术领域的著名人物。

难点：电子科学与技术专业毕业生的就业方向和考研选择。

【教学方法】

- 1.课堂讲授法讲解电子科学与技术领域的著名人物。
- 2.案例教学法分析电子科学与技术专业毕业生的就业方向和考研选择。
- 3.小组讨论，分享自己的就业和考研规划。

【学习要求】

- 1.学生课前要仔细阅读教材对应章节。
- 2.课堂积极参与，交流自己的看法和理解。
- 3.课后查找相关资料，深入了解电子科学与技术领域的著名人物及其成就。

【学习资源】

- 1.《电子科学与技术导论》教材
- 2.《现代电子科学与技术》期刊
- 3.国际电子科学与技术学术会议论文

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程结合传统教学与信息化手段，通过雨课堂、学习通等平台进行线上线下的互动式教学。在课程开始时，我们会利用 5 分钟的时间与学生们进行交流，分享科技前沿、时事新闻和热点话题等。教学内容采用优质提问教学法，分为五个阶段：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工以及对提问进行反思。这种教学方法将传统的以教师为中心、以知识传授为中心的课堂转变为以学生为中心、注重能力训练和提高的课堂。

2. 在教学安排上，我们采用教师课内精讲与学生课外自主学习相结合的方式，注重课堂讨论和讨论后的讲评，以帮助学生掌握重点、化解难点，提高分

析问题和解决问题的能力。我们通过习题课、课后答疑和学习通上传学习资源等多种途径，引导学生进行预习和复习，以加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 学生对数学和自然科学基础的掌握程度。 2. 电子电路与信号系统理论的理解和应用。 3. 电磁场理论和微电子学基础的掌握。 4. 计算机技术在电子科技问题中的应用。 5. 综合性实践项目的完成情况。	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 学生是否完成了在电子科学与技术相关企业的生产实习和社会实践。 2. 学生对工程背景知识的理解程度。 3. 学生是否能理解和评价复杂工程问题的解决方案。 4. 学生是否能识别这些解决方案可能对社会、健康、安全、法律和文化带来的影响	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 检验学生对哲学、历史、法律文化等人文社会科学概念和理论的理解。 2. 评估学生对社会角色、社会问题解决方案以及道德伦理的认识。 3. 考察学生对公共服务价值的理解以及参与社区服务的实践能力。 4. 了解学生在心理健康、身体健康、时间管理和自我调节方面的能力。 5. 评价学生在职业规划、持续学习、应对变化等方面的意识和技能。	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	平时作业(小组合作完成小论文、讲课、习题、个人规划书)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (50%)	开卷考试	30%	35%	35%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂表现、课堂笔记等，占比 50%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 50%。
总成绩=平时成绩（50%）+ 期末考试成绩（50%）；

（1）平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：书写个人专业规划的目的在于指导学生如何系统地思考和规划自己的职业道路，旨在帮助学生识别和分析自身的强项和兴趣，明确职业目标，并

根据这些目标制定切实可行的行动计划。通过学习如何撰写专业规划，学生能够提升自我认识，为未来职业生涯的成功打下坚实的基础。训练性习题，可以帮助学生尽快的学习到基础的理论知识。小论文为撰写关于专业的调研分析报告，让学生了解和掌握行业动态。每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。重点考察学生对各种分析测试手段基础知识的理解及应用能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的完整性和准确性，笔记内容及形式的创新性，逻辑的条理性，字迹的工整程度等。考察学生对知识的细加工能力及学习态度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对电子技术专业理论的理解与掌握情况，能运用所学知识分析和解决实际问题的能力，以及对电子科学与技术领域前沿动态的关注程度。考试内容包括课堂讲授的知识点和课后拓展内容，满分 100 分。。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	<p>学生展现出对数学和自然科学的深入理解，并能将这些知识有效地应用于解决复杂的电子科学与技术问题。</p> <p>完整掌握了电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学、计算机技术等核心工程概念，并能够将理论知识与实际工程实践相结合，展现出卓越的问题解决能力。</p>	<p>学生对数学和自然科学原理有坚实的理解，并能够运用这些知识解决一般的电子科学与技术问题。</p> <p>较好地理解了电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学、计算机技术等工程知识，并能够将理论应用于实践中，解决实际问题。</p>	<p>学生基本理解数学和自然科学的基础知识，但在解决复杂问题时应用能力有限。</p> <p>掌握了电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学、计算机技术的基础理论，但在实践中应用中缺乏深度。</p>	<p>学生对数学和自然科学的基本知识有一定了解，但在复杂问题解决上难以有效运用。</p> <p>对电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学、计算机技术等工程基础有初步的掌握，但缺乏实际应用能力。</p>	<p>学生严重缺乏解决电子科学与技术问题所需的数学和自然科学基础知识。</p> <p>对电子电路、信号与系统、电磁场、微电子学、计算机技术等工程知识的理解和应用能力严重不足。</p>
2	课程目标 2	<p>学生在电子科学与技术领域的相关企业中有丰富的生产实习和社会实践经历，深入了解工程背景知识，并能够将理论知识与实践经验有效结合。</p> <p>能够独立理解和评价复杂工程问题的解决方案，准确预见其对社会的潜在影响，并提出创新的改进建议。</p>	<p>学生在电子科学与技术领域的相关企业中有较好的生产实习和社会实践经历，并表现出对工程背景知识的良好理解。</p> <p>能够理解复杂工程问题的解决方案，并对其可能对社会、健康、安全、法律以及文化产生的影响进行合理评价，提出有效的改进建议。</p>	<p>学生参与了电子科学与技术领域的相关企业生产实习和社会实践，掌握了一定的工程背景知识。</p> <p>能够初步理解复杂工程问题的解决方案，并识别其可能对社会、健康、安全、法律以及文化产生的一些影响。</p>	<p>学生在电子科学与技术领域的相关企业中有有限的生产实习和社会实践经历，对工程背景知识有一定的了解。</p> <p>对复杂工程问题解决方案的影响有一定认识，但对于社会、健康、安全、法律以及文化的综合影响理解不足。</p>	<p>学生缺乏在电子科学与技术领域相关企业的生产实习和社会实践经历，对工程背景知识了解不足。</p> <p>无法理解或评价复杂工程问题的解决方案及其可能对社会、健康、安全、法律以及文化产生的影响。</p>
3	课程目标 3	<p>深刻理解哲学、历史、法律文化等人文社会科学的核心概念和理论。</p> <p>能够将所学知识与现实社会问题相结合，提出有深度的见解和解决方案。</p> <p>积极参与社会服务活动，展现出强烈的社会责任感。</p>	<p>对哲学、历史、法律文化等人文社会科学有较好的理解，能够掌握基本概念和理论。</p> <p>能够将所学知识与社会问题联系起来，提出合理的建议和看法。</p> <p>参与社会服务活动，表现出一定的社会责任感。</p>	<p>对哲学、历史、法律文化等人文社会科学有一定了解，但理解不够深入。</p> <p>能够在一定程度上将所学知识与社会问题联系起来，但缺乏深度和广度。</p> <p>参与社会服务活动较为被动，社会责任感有待加强。</p>	<p>对哲学、历史、法律文化等人文社会科学的了解较为浅显，缺乏深入理解。</p> <p>难以将所学知识与社会问题有效结合，缺乏实际应用能力。</p> <p>对社会服务活动的参与度较低，社会责任感较弱。</p>	<p>对哲学、历史、法律文化等人文社会科学几乎无了解，无法掌握基本概念和理论。</p> <p>无法将所学知识与社会问题联系起来，缺乏应用能力。</p> <p>不参与社会服务活动，缺乏社会责任感。</p>

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
电子科学与技术导论	李哲英	电子工业出版社	2010	否	

八、主要参考书目

[1]周广宽. 电子科学与技术专业导论. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2018

九、课程学习建议

建议首先建立清晰的学习目标,了解该专业的应用场景和发展趋势。同时,注重理论与实践相结合,通过实际操作加深对理论知识的理解。此外,积极参与课堂讨论和小组活动,与老师交流心得,拓宽视野。最后,及时总结学习成果,发现不足并制定改进计划。

《电路分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电路分析 (Circuit Analysis)		
课程编码	232410202B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、线性代数	修读学期	第二学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	王丽	审核人	韩建新

二、课程简介

电路分析是电子科学与技术专业一门重要的基础理论课程，兼具理论性、方法性和应用性，为后续专业课程的学习准备必要的理论知识和分析方法，是工程应用必备的专业基础课程。本课程以分析电路中的电磁现象、研究电路的基本规律和分析方法为主要内容。通过理论知识的学习，学生可以掌握电路的基本理论知识和分析方法；通过工程应用实例和电路的计算机辅助分析，可以提高学生分析解决电路问题的技能，使学生初步具备工程实践能力和创新能力；本课程对树立严肃认真的科学作风、培养理论联系工程实际的科学意识和辩证思维都有非常重要的作用。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1: 理解电路中电流和电压受到的两类约束；掌握基本电路元件(电阻、电容、电感和电源)的特性；掌握基本电路定律，会用基尔霍夫定律求解各电量；掌握线性电路的三类基本分析方法(方程分析法、叠加分析法和等效分析法)；掌握线性时不变动态电路的经典分析方法；掌握正弦稳态电路的相量分析法；会对电路元器件进行识别、检测及选用；掌握计算机辅助分析软件的基本使用方法。

课程目标 2: 具备分析电路的思维能力和计算能力，能采用有效的数学方

法，根据元件参数、技术指标和拓扑结构求解电压电流从而分析电路性能；具备运用电路原理对实际电路进行分析建模的能力，能将实际电路问题抽象为电路模型；初步具备在工程实践中分析研究问题、解决问题以及应用设计的能力。

课程目标 3：具备唯物辩证法思维，利用计算机工具制作思维导图或知识图谱，思考电路定理的物理本质，并将各类电路分析方法总结归纳，区分出特殊方法和普遍方法、可拓展应用方法和电路理论局限性方法；具备理论联系实际工程观点和科学素养，利用计算机辅助分析软件进行电路仿真、数值分析、功能验证和工程设计。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.1【识别】针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2:【问题分析】
课程目标 2	4.1【设计】能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4:【研究】
课程目标 3	5.2【仿真】能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5:【使用现代工具】
	12.2【适应】具有终身学习的知识基础和意识，能够针对个人或职业发展需要，采用合适的方法自主学习，适应社会发展。	毕业要求 12:【终身学习】

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	集总电路的分析基础	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	6
2	线性电路分析的基本方法	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	12
3	动态电路的时域分析法	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	12

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
4	正弦稳态电路的相量分析法	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	14
5	电路的计算机辅助分析	课程目标 2、3	翻转课堂、项目教学法	4
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 集总电路的分析基础

【学习目标】

1. 能准确地描述电路模型、电流和电压的参考方向等电路的基本概念
2. 会熟练地应用基尔霍夫定律和伏安关系列写电路方程
3. 能快速准确地判断电压电流参考方向是否关联
4. 会计算电阻元件和电源的功率

【课程内容】

1. 电路的基本变量、电压、电流的参考方向及功率
2. 电路中电流和电压受到的两类约束(拓扑约束和元件约束)

【重点、难点】

重点：电流和电压的参考方向；电路中电流和电压受到的两类约束

难点：电流和电压的参考方向；电压电流关联参考方向

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课前按照要求主动预习相关知识；课上积极参与课堂讨论，主动思考，有意识地将电路概念与中学相关知识进行类比，注重电路分析思维的提升；课后定期复习，具备自律性和责任感，及时完成学习任务、完善课堂笔记、完成雨课堂练习，针对错误参照正确答案及时修改，主动请教老师或同学。

【学习资源】

1. 学习通电路分析智慧教学资源(包括知识图谱、电子课件、经典题库、微课小视频、思政材料、前沿科技、技术专利、仿真应用等)
2. 雨课堂随堂练习、单元测试和期中测试
3. 中国大学 MOOC《电路分析》系列课程

内容二 线性电路分析的基本方法

【学习目标】

1. 能准确地阐述等效电路的概念和常用的等效变换方法
2. 能正确地计算电阻串并联、混联的等效电阻
3. 能准确描述支路法、网孔法和节点法的内容并应用其分析电路
4. 能准确复述叠加定理、戴维宁定理和诺顿定理的内容和适用条件并应用其分析电路

【课程内容】

1. 等效电路的概念及几种常用的等效变换
2. 支路法、网孔法、节点法
3. 叠加定理、戴维宁定理和诺顿定理
4. 最大功率传输定理

【重点、难点】

重点：电路等效变换；网孔法、节点法、叠加定理、戴维宁定理综合应用
难点：网孔法、节点法、叠加定理、戴维宁定理的综合应用

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课前按照要求主动预习相关数学知识；课上积极参与课堂讨论，主动思考，尝试一题多解，注重利用数学方法和几何拓扑思想对电路问题进行分析和求解，主动发现问题、分析问题并寻求解决方案；课后定期复习，具备自律性和责任感，及时完成学习任务、完善课堂笔记、完成雨课堂练习，针对错误参照正确答案及时修改，主动请教老师或同学。

【学习资源】

1. 学习通电路分析智慧教学资源(包括知识图谱、电子课件、经典题库、微课小视频、思政材料、前沿科技、技术专利、仿真应用等)
2. 雨课堂随堂练习、单元测试和期中测试
3. 中国大学 MOOC《电路分析》系列课程

内容三 动态电路的时域分析法

【学习目标】

1. 能准确地表述电容元件和电感元件的基本性质及伏安关系
2. 能准确地解释动态电路的概念和电路的暂态和稳态
3. 能通过换路定则计算一阶电路的初始值

4. 能准确地分析一阶电路的时间常数、零输入响应、零状态响应和全响应
5. 会熟练应用三要素法分析一阶电路的暂态过程
6. 能准确解释 RLC 电路的三种工作状态(过阻尼、临界阻尼、欠阻尼)

【课程内容】

1. 电容和电感元件的基本性质、伏安关系、元件功率及能量
2. 动态元件、动态电路、暂态过程及电路暂态和稳态的概念
3. 换路定则、一阶电路初始值的计算
4. 一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应的分析方法
5. 三要素法
6. RLC 电路的三种工作状态(过阻尼、临界阻尼、欠阻尼)

【重点、难点】

重点：换路定则的应用和一阶电路初始值的计算；一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应的分析方法；利用三要素法分析一阶电路的暂态过程

难点：利用三要素法分析一阶电路的暂态过程

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课前主动预习关于微分方程的知识；课上积极参与课堂讨论，主动思考电路现象的物理本质，注重利用动态思维对电路问题进行定性分析和定量求解；课后定期复习，具备自律性和责任感，及时完成学习任务、完善课堂笔记、完成雨课堂练习，针对错误参照正确答案及时修改，主动请教老师或同学。

【学习资源】

1. 学习通电路分析智慧教学资源(包括知识图谱、电子课件、经典题库、微课小视频、思政材料、前沿科技、技术专利、仿真应用等)
2. 雨课堂随堂练习、单元测试和期中测试
3. 中国大学 MOOC《电路分析》系列课程

内容四 正弦稳态电路的相量分析法

【学习目标】

1. 能正确写出正弦交流电的三要素、相位差、有效值和相量表达式
2. 能准确写出基尔霍夫定律和三种基本元件伏安关系的相量形式
3. 能写出复阻抗表达式
4. 能准确画出正弦稳态电路的相量模型和相量图，并利用相量法分析正弦稳态电路

5. 会计算有功功率、无功功率、视在功率和功率因数
6. 能清晰地表述功率因数的方法及其经济意义

【课程内容】

1. 基尔霍夫定律和三种基本元件伏安关系的相量形式
2. 阻抗和导纳
3. 正弦稳态电路的相量模型
4. 电阻的平均功率以及电容、电感的平均储能
5. 平均功率、无功功率、视在功率和功率因数

【重点、难点】

重点：基尔霍夫定律的相量形式；R、L、C 三种基本元件伏安关系的相量形式；阻抗和导纳；利用相量模型分析正弦稳态电路

难点：利用相量模型分析正弦稳态电路

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课前按照要求主动预习关于微分方程的知识；课上积极参与课堂讨论，主动思考，注重利用动态思维对电路问题进行定性分析和定量求解，主动发现问题、分析问题并寻求解决方案；课后定期复习，具备自律性和责任感，及时完成学习任务、完善课堂笔记、完成雨课堂练习，针对错误参照正确答案及时修改，主动请教老师或同学。

【学习资源】

1. 学习通中电路分析智慧教学资源(包括知识图谱、电子课件、经典题库、微课小视频、思政材料、前沿科技、技术专利、仿真应用等)
2. 雨课堂随堂练习、单元测试和期中测试
3. 中国大学 MOOC《电路分析》系列课程

内容五 电路的计算机辅助分析

【学习目标】

1. 会利用 Multisim 和 Simulink 实现电路的建立、模拟与分析
2. 会利用 Multisim 和 Simulink 实现电路输入信号与输出信号关系的验证
3. 会利用 MATLAB 分析求解动态电路的零输入响应和零状态响应
4. 会利用 MATLAB 求解较复杂的电路方程
5. 会利用 MATLAB 将动态电路的暂态过程可视化

【课程内容】

1. Multisim 软件基本使用方法
2. 电路的建立与仿真
3. MATLAB 数值计算与可视化
4. Simulink 电路仿真

【重点、难点】

重点：Multisim 和 Simulink 基本使用方法；MATLAB 数值计算与可视化

难点：MATLAB 数值计算与可视化；Multisim 和 Simulink 电路仿真

【教学方法】

翻转课堂、项目教学法

【学习要求】

按照要求安装 Multisim 和 MATLAB 等相关软件；主动熟悉软件界面和基本使用方法；及时学习学习通中关于电路仿真软件使用的讲解视频，依照小组分工及任务分解按进度完成项目实践作业，在同小组成员合作中积极分享知识和经验，注重理论与实践相结合，能够灵活应用所学电路知识解决问题。独立思考、主动交流、互相学习、查阅资料、拓宽视野，逐步提升科学素养、实践创新能力以及终身学习的意识。

【学习资源】

1. 学习通电路分析智慧教学资源电路软件使用系列视频及仿真应用案例
2. 中国大学 MOOC《电路分析》系列课程

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 学习利用 MATLAB 数学软件并将其运用于电路的分析过程，运用 MATLAB 的可视化和数值计算功能，实现动态电路过程、输入/输出信号波形和相量图的可视化以及题目复杂计算的数值求解，不仅避免学生因为繁杂的计算而产生畏难情绪，而且有利于增加学生对理论知识的感性认识，在提高学生实际问题能力的同时，在实际操练中将理论知识融会贯通。

2. 学习使用 Multisim 和 PSpice 等电路仿真软件并将其应用于电路的仿真与分析过程，验证电路定理和优化电路设计，使学生通过最直接的方式践行学以致用和学为所用，通过将计算机辅助分析来反哺课堂教学，增强学生的应用意识，提高实践能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 电路的两类约束(基尔霍夫定律和元件的伏安关系) 2. 线性电路的等效分析法、方程分析法、叠加分析法 3. 线性时不变动态电路的经典分析方法 4. 正弦稳态电路的相量分析法	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 根据电路拓扑结构和元件参数分析计算电路性能的能力 2. 基于电路原理对实际电路问题建模的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 灵活使用编程语言和电路仿真软件的科学素养 2. 唯物辩证法思维和创新思维 3. 理论联系实际的工程观点和终身学习的意识	平时作业 课堂表现 期末考试

(二)课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课后习题、单元测试、仿真实践)	40%	40%	40%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现 (课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对电路分析基础理论和基本知识的掌握程度，运用电路理论分析和解决问题的能力以及学生的物理学思维、理论联系实际的工程观点和自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题练习或电路仿真等项目式实践作业，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、讨论和随堂测试等课堂学习的积极性。课堂表现的考查方式由传统手段和信息化手段相结合，满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度、完善度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末考试成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确地阐述电路的基本概念、基本定律和定理；能熟练表述线性电路、动态电路和正弦稳态电路的分析方法以及知识单元之间的整体架构、内在本质和逻辑关联。	能比较准确地阐述电路的基本概念、基本规律和基本分析方法；能够厘清知识点之间的关联和逻辑关系。	能大概复述电路的基本概念和基本分析方法。	能大概表述电路的基本概念、基本规律和基本分析方法，但不全面，不准确，需要适当提示。	不能阐述电路的基本概念和基本规律和基本分析方法。
2	课程目标 2	能熟练运用电路基本定理和方法对线性电阻电路中的电压、电流和功率等进行准确计算；会利用时域分析法对动态电路暂态过程中电压电流变化及动态响应特性进行分析；会利用相量分析法计算正弦稳态电路中的电压电流的有效值、相位差等参数，能流利阐述正弦信号在电路中的传播和变换规律；能主动尝试多角度地深入分析不同类型电路问题。	会利用等效变换、电路模型、电路定理、三要素法、相量分析法等电路的分析方法熟练地研究线性电阻电路、动态电路和正弦稳态电路的复杂计算问题。	能利用电路知识初步研究线性电阻电路、动态电路和正弦稳态电路的规律；能进行简单电路的正确分析和计算。	能利用所学电路知识对线性电阻电路、动态电路和正弦稳态电路进行简单分析，但有不准确不完善之处。	不能利用电路知识分析电路的规律；对基本电路的分析和计算错误百出。
3	课程目标 3	能灵活运用所学电路知识，结合计算机辅助分析软件进行电路综合分析和仿真；能通过小组合作初步解决电子电路设计、电路系统分析等实际工程问题，提出合理的解决方案，在小组合作、项目实践中能发挥自己的主观能动性，可以严格遵守行业的国家标准和规范，确保电路设计的安全性、可靠性和经济性；能通过查阅资料不断更新知识和技能。	能正确及时完成课后作业，可以将所学电路知识从多个角度、全面地、辩证地应用到分析和解决电路问题中；关注电路领域的应用案例和发展前沿动态，主动尝试各种电路仿真问题的解决方案。	能比较严谨认真地完成课后作业；在课堂讨论或实践项目中具备团队协作意识，能够提出至少一个具有创新性的观点或解决方案。	能按时完成课后作业，但有一定错误率；在完成实践项目时，具备一定的团队协作和终身学习的意识。	能完成一部分课后作业，但正确率低；不具备严谨认真的学习态度和辩证思维能力和团队协作意识。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
电路分析简明教程 (第三版)	傅恩锡 杨四秧 孙静	高等教育出版社	2020	否	

八、主要参考书目

[1] 李瀚荪.电路分析基础(第 5 版).高等教育出版社,2017.

全书共 13 章,系统地阐述电路理论中的基本概念、基本定律和基本分析方法。前 11 章和本大纲要求的课程内容关系紧密,包括电路的基本概念、电路分析中的等效变换、线性网络的一般分析方法、电路定理、非线性电阻电路分析;一阶电路分析、二阶电路分析;正弦激励下电路的稳态分析等。讲解过程概念严密、说理细致、例题丰富,每章有回顾与前瞻,可以起到复习巩固、承上启下的作用。

[2] 邱关源.电路(第 5 版),高等教育出版社,2015.

全书共分 18 章,前 9 章和本大纲要求的课程内容关系紧密,主要内容有:电路模型和电路定律、电阻电路的等效变换、电阻电路的一般分析、电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路的时域分析、相量法、正弦稳态电路的分析等。本书基础内容讲解足够透彻,原理解释详细,书中关于怎样用系统法编写电路方程部分可以略看,附录中有 PSpice 简介和 MATLAB 简介,有助于培养学生对问题进行建模并对模型正确性进行验证的能力。

[3] James W. Nilsson.电路分析基础(第二版)(英文版).电子工业出版社,2013.

全书共 9 章,前 8 章和本大纲要求的课程内容关系紧密,书中采取的是中英文对照的方法讲解,主要内容包括电路基本元件、简单电阻电路分析、电路常见分析法、运算放大器基本应用电路、一阶和二阶电路的分析、正弦稳态分析及其功率计算等。书中含有丰富详尽的图表资料和电路范例。

九、课程学习建议

学生按照课前线上深度预习,课中知识详解、例题巩固和课堂讨论,课后知识点梳理、小组仿真项目实践、学习测试及反馈的顺序完成学习流程;通过学习通提供的电路分析智慧教学资源(包括知识图谱、电子课件、经典题库、微课小视频、思政材料、前沿科技、技术专利、仿真应用等)对课堂知识进行巩固和拓展应用。

《模拟电子技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	模拟电子技术（Analog Electronic Technology）		
课程编码	232410203B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电路分析	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	4	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	64 学时（理论学时 64，实践学时 0）		
执笔人	侯丽鹏	审核人	韩建新

二、课程简介

《模拟电子技术》课程是高等院校电子科学与技术专业一门重要的电子学基础课程，也是一门实践性很强的课程。该课程与《数字电子技术》课程一起构成《电子技术基础》课。通过本课程的学习学生获得模拟电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能，培养学生分析和解决基本模拟电路的能力并建立基本的工程素养。同时，结合模拟电子技术实验课程，培养学生的实际操作能力，为以后深入学习电子科学与技术领域的相关内容，以及电子技术在专业中的应用打好基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数，能够学会阅读和分析模拟电路原理图；能估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻；建立初步的工程思维方式。

课程目标 2：能够合理选择和使用常见器件设计基本放大电路；能够判断和分析放大电路中的问题，并通过研究找到解决方案；培养团队合作和沟通能力。

课程目标 3：能够设计和计算一般模拟单元电路并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标		支撑的毕业要求
课程目标 1	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	4.1 设计：能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5：使用现代工具

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	半导体二极管	课程目标 1、3	讲授法、讨论法、直观演示法	8
2	半导体三极管	课程目标 1、3	讲授法、讨论法、直观演示法	8
3	基本放大电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	16
4	负反馈放大电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	6
5	放大电路的频率响应	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	8
6	集成放大器的应用	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	6
7	信号发生电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	6
8	直流稳压电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法、软件仿真法	6
合计				64

(二) 课程内容

内容一 半导体二极管

【学习目标】

1. 能解释 PN 结的工作原理和单向导电性；认识二极管的符号；
2. 能够画出二极管的伏安特性曲线；会用理想模型和恒压降模型分析二极管电路；
3. 通过两种模型法对比初步接触工程分析理念和逻辑；通过特殊二极管介

绍，正确认识自己。

【课程内容】

1. 半导体基础知识；
2. 二极管及其特性；
3. 二极管基本应用电路及其分析方法；
4. 特殊二极管。

【重点、难点】

1. 重点：二极管基本应用电路的分析方法。
2. 难点：二极管小信号模型分析法。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：模拟电子技术要解决什么问题？What；为什么要解决这些问题？Why；如何解决这些问题？How；检验这些问题是否得到解决 to Do。本章重点解决 What 和 Why 的问题。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法、直观演示法。简单的知识点学生在课前预习；重点内容如二极管电路的分析采用讲授法；比较抽象的内容采用直观演示法如 PN 结的形成；难点采用讲授法+讨论法如小信号模型分析法，先进行系统讲授，然后留时间学生讨论，在这个过程中再个别答疑。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_1 和 2 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
- 4.电子技术基础_1.1 视频及测试题 同济大学 大学生 mooc 网；
- 5.电子技术基础-模拟电子技术_1 视频 南京工程学院 大学生 mooc 网。

内容二 半导体三极管

【学习目标】

1. 能够阐述晶体管的工作原理及伏安特性；
2. 能够分析计算出晶体管基本应用电路的直流静态工作点和交流信号；
3. 结合晶体管的伏安特性和基本应用电路，理解晶体管的各性质都有其独特的应用，学生要正确认识自己及客观规律。

【课程内容】

1. 晶体管及其特性；
2. 晶体管基本应用电路及其分析方法；
3. 场效应管及其应用与分析。

【重点、难点】

1. 重点：晶体管直流电路工程近似分析法和交流通路小信号模型分析法。
2. 难点：晶体管图解分析法。

【教学方法】

1. 整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：模拟电子技术要解决什么问题？What；为什么要解决这些问题？Why；如何解决这些问题？How；检验这些问题是否得到解决，to Do。本章重点解决 How 和 to Do 的问题。

2. 本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3. 本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法、直观演示法。主要采用的方法是讲授法；对于难点采用讲授法+讨论法+直观演示法如晶体管图解分析法，先进行系统讲授，采用直观演示的方法，然后留时间学生讨论，在这个过程中再个别答疑。

【学习要求】

1. 课前复习《电路分析》中电路的“习惯画法”；
2. 课中完成发布的测试题；
3. 系统看课本并完成课后作业。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 模拟电子技术基础_3.1-3.5 和 4 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
4. 电子技术基础_1.2 和 2.1-2.5 视频及测试题 同济大学 大学生 mooc

网；

5.电子技术基础-模拟电子技术_2 视频 南京工程学院 大学生 mooc 网。

内容三 基本放大电路

【学习目标】

1. 能够计算出各放大电路的主要性能指标，并对比分析出它们的特点及应用；

2. 通过电路的交流图解分析法，引导学生采用工程近似法进行电路分析，培养学生工程素养；通过多级放大电路的构成，引导学生理解团队协作能力的重要性。

【课程内容】

1. 放大电路的基础知识；
2. 基本组态放大电路；
3. 差分放大电路；
4. 互补对称功率放大电路；
5. 多级放大电路。

【重点、难点】

1. 重点：静态工作点的设置与估算，放大电路小信号等效电路图及主要性能指标估算。
2. 难点：共基极放大电路的分析。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：模拟电子技术要解决什么问题？What；为什么要解决这些问题？Why；如何解决这些问题？How；检验这些问题是否得到解决，to Do。本章重点解决 How 和 to Do 的问题。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法、软件仿真法。教师重点讲解共发射极放大电路，并对其他电路进行简单的分析；学生以小组对各电路的具体性能参数的计算进行讨论，并采用 Multisim 软件对各电路进行仿真；教师在这个过程中进行个别答疑。

【学习要求】

- 1.课前复习上一章晶体管应用电路的分析方法；
- 2.课中完成发布的测试题；

3.系统看课本并完成课后作业和小组仿真作业。

【学习资源】

1.学习通课程视频；

2.学习通试题库、单元测试；

3.模拟电子技术基础_3.6-3.7 和 5 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；

4.电子技术基础_2.6-2.9 视频及测试题 同济大学 大学生 mooc 网；

5.电子技术基础-模拟电子技术_3 视频 南京工程学院 大学生 mooc 网。

内容四 负反馈放大电路

【学习目标】

1. 能说出引入负反馈的一般原则和深度负反馈的特点和估算性能；

2. 能够判断出反馈放大电路的类型，并说出其对电路性能的影响；

3. 通过反馈的引入，引导学生认识在学习工作中反思的重要性，并积极总结反思。

【课程内容】

1. 反馈放大电路的组成与基本类型；

2. 负反馈对放大电路性能的影响；

3. 负反馈放大电路应用中的几个问题。

【重点、难点】

1. 重点：负反馈对放大电路性能的定性结论。

2. 难点：反馈类型的判断。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：什么是反馈？What；电路中为什么要加反馈？Why；怎么加反馈？How；检验加上反馈后的效果，to Do。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法和软件仿真法。讲授反馈电路的组成和类型判断的方法；对于难点采用讲授法+讨论法，学生自己讨论判断反馈的类型，教师进行总结分析；学生通过软件仿真验证负反馈对放大电路的影响。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_7 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
- 4.电子技术基础_3.2 视频及测试题 同济大学 大学生 mooc 网；
- 5.电子技术基础-模拟电子技术_4 视频 南京工程学院 大学生 mooc 网。

内容五 放大电路的频率响应

【学习目标】

1. 能解释 RC 低通和高通电路的频率响应的特点；阐述渐近波特图的概念与画法；
2. 能够估算出单管共发射极放大电路频率响应参数并画出其波特图；
3. 信号频率不同，单管放大电路对信号放大倍数不同，引导学生具体问题具体分析，通过波特图帮助学生建立基本工程逻辑思维方式。

【课程内容】

1. 简单 RC 低通和高通电路的频率响应；
2. 晶体管放大电路的频率响应；
3. 负反馈放大电路的自激与相位补偿。

【重点、难点】

1. 重点：晶体管的混合 π 型高频等效电路；单管共发射极放大电路频率响应分段分析法及其波特图的特点。
2. 难点：高频段小信号等效电路的化简及高频段频率响应的分析，多级放大电路波特图的分析。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：模拟电子技术要解决什么问题？What；为什么要解决这些问题？Why；如何解决这些问题？How；检验这些问题是否得到解决 to Do。本章重点解决 What 和 Why 的问题。

- 2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，

课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法、直观演示法。

【学习要求】

- 1.课前复习共射极放大电路的分析方法；
- 2.课中完成发布的测试题；
- 3.系统看课本并完成课后作业。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_9.1-9.3 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
- 4.电子技术基础-模拟电子技术_5 视频 南京工程学院 大学生 mooc 网。

内容六 集成放大器的应用

【学习目标】

1. 阐述基本运算电路的组成和特点；
2. 能够熟练分析各种基本运算电路；
3. 通过“虚短”和“虚断”，引导学生抓住事物的主要矛盾，认清事物的本质。

【课程内容】

1. 基本运算电路；
2. 有源滤波电路。

【重点、难点】

1. 重点：基本运算电路的分析方法。
2. 难点：“虚短”和“虚断”的理解及运用。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：什么是集成电路？What；为什么要研究其应用？Why；如何分析电路？How；检验结果，to Do。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法和软件仿真法。教师讲授比例运算电路，小组讨论加减运算电路；对于较难的微积分运算等采用讲授法+讨论法，教师教授重点知识，难点问题给学生留下小组讨论时间，在这个过程中

中对个别答疑；学生通过软件仿真验证自己的计算结果。

【学习要求】

- 1.课前复习内容四深度负反馈相关知识；
- 2.课中完成发布的测试题；
- 3.系统看课本并完成课后作业。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_9.4-9.5 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
- 4.电子技术基础_3.3-3.6 视频及测试题 同济大学 大学生 mooc 网。

内容七 信号发生电路

【学习目标】

1. 能分析正弦波振荡电路的组成和振荡条件；阐述 RC、LC 正弦波振荡电路和石英晶体振荡电路的组成；
2. 能够判断出振荡电路的振荡条件并计算其振荡频率；
3. 通过正弦波振荡电路的基本原理和石英晶体振荡电路，引导学生理解选择的重要性和个人与团队的关系。

【课程内容】

1. 正弦波振荡电路；
2. 非正弦波发生电路。

【重点、难点】

1. 重点：正弦波振荡电路的组成、振荡与否的判断和振荡频率的计算。
2. 难点：正弦波振荡电路相位条件的判断。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：什么是信号发生电路？What；如何构成信号发生电路？How；检验是否得到预定的信号，to Do。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法和软件仿真法。教师讲授正

弦波电路的构成和产生条件，小组讨论判断电路是否可以产生正弦信号；对于较难的相位条件的判断采用讲授法+讨论法，教师教授重点知识，难点问题给学生留下小组讨论时间，在这个过程中对个别答疑；学生通过软件仿真验证非正弦发生电路。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_8 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生 mooc 网；
- 4.电子技术基础_3.5-3.6 视频 同济大学 大学生 mooc 网；

内容八 直流稳压电源

【学习目标】

1. 分析单相整流电路的工作原理；阐述稳压电路的主要技术指标和串联型稳压电路的组成及工作原理；
2. 能够分析单相桥式整流电容滤波电路并计算出相关参数；
3. 通过稳压电路，培养学生精益求精的工匠精神。

【课程内容】

1. 单相整流滤波电路；
2. 线性稳压电路；
3. 开关稳压电路。

【重点、难点】

1. 重点：单相桥式整流电容滤波电路的估算。
2. 难点：电容滤波电路的工作原理。

【教学方法】

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：什么是直流稳压电源？What；为什么要构成直流稳压电源？Why；怎样构成直流稳压电源？How；检验是否得到直流稳压电源，to Do。

- 2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，

课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本章所采用的教学方法是：讲授法、讨论法和软件仿真法。教师讲授单相整流电路的工作原理等，小组讨论遇到的问题并对电路进行仿真。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.模拟电子技术基础_10.1-10.4 视频及测试题 哈尔滨工业大学 大学生mooc网；
- 4.电子技术基础_1.3.1-1.3.3 视频及测试题 同济大学 大学生mooc网。

五、实践教学安排

1. 本门课程有配套的《模拟电子技术实验》课，可以实践理论结合；
2. 在本课程学习过程中，学生需要使用 Multisim 软件仿真部分放大电路，直观理解结果，并锻炼学生的软件仿真能力。

六、达成教学活动的途径和措施

1.整个课程使用“教学五步法”，包括聚焦问题、激活旧知、示证新知、应用新知和融会贯通五个教学环节。在具体实施过程中，我们采用了“WWHD”的方式，比如：What 什么是直流稳压电源？；Why 为什么要构成直流稳压电源？；How 怎样构成直流稳压电源？；to Do 检验是否得到直流稳压电源。

2.本课程通过雨课堂进行教学，课前发布预习任务，课中进行课堂测试，课后可以得到每个学生的学习数据。

3.本课程所采用的主要教学方法是：讲授法、讨论法、和软件仿真法。教师讲授重难点内容，难点采用小组讨论和演示法解决，对重要电路学生要自己仿真。

七、考核内容和成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
------	------	------

课程目标 1	1. 半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数 2. 能够学会阅读和分析模拟电路原理图 3. 能估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 能够合理选择和使用常见器件设计基本放大电路 2. 能够判断和分析放大电路中的问题，并通过研究找到解决方案	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 使用 Multisim 对电路进行仿真 2. 分析仿真结果	平时作业 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业（小组作业、习题、单元测试）	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现（课堂提问、雨课堂互动）		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时作业×50%+课堂笔记×20%+课堂表现×30%。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对数字电子技术基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考查学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量，课堂测试主要以雨课堂为主，满分 100 分。

课堂笔记：考查笔记内容的准确度，逻辑的条理性，学生对问题的总结和

反思，字迹的工整程度等，满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考查学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等，满分 100 分。

2.评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确阐述半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数，能够独立阅读和分析模拟电路原理图；能正确估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻。	能比较准确阐述半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数，能够阅读和分析模拟电路原理图；能基本正确估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻。	能大概阐述半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数，能够阅读和分析模拟电路原理图；能估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻。	能基本阐述半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数，能够通过提示估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻。	不能阐述半导体三极管的基本工作原理、特性和主要参数；不能估算单级放大电路的电压放大倍数、输入和输出电阻。
2	课程目标 2	能够合理选择和使用常见器件设计基本放大电路；能够正确判断和分析放大电路中的问题，并通过研究找到解决方案。	能够较合理选择和使用常见器件设计基本放大电路；能够基本正确判断和分析放大电路中的问题，并通过研究找到解决方案。	能够选择和使用常见器件设计基本放大电路；能够判断和分析放大电路中的问题，并通过研究找到解决方案。	能够选择和使用常见器件设计基本放大电路；能够正确判断和分析放大电路中的问题。	不能设计基本放大电路；不能判断和分析放大电路中的问题。
3	课程目标 3	能够独立设计和计算一般模拟单元电路并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够设计和计算一般模拟单元电路并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够设计和计算一般模拟单元电路并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	不能使用 Multisim 对电路进行仿真分析。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
模拟电子技术基础	耿苏燕，周正，胡宴如	高等教育出版社	2019.9	否	

九、主要参考书目

- [1]童诗白，华成英. 模拟电子技术基础. 北京：高等教育出版社. 2019
 [2]康光华. 电子技术基础 模拟部分. 北京：高等教育出版社. 2014

十、课程学习建议

本课程体系、逻辑与之前学习的课程不同，较难理解，因此课下学生需要：

- (1) 系统研读课本，分析课本中每句话背后的含义；
- (2) 认真独立完成课后作业，遇到问题可以小组讨论；
- (3) 建议学生可以自己使用 Multisim 软件仿真课上学习的电路。

《信号与系统》课程大纲

一、课程信息

课程名称	信号与系统 (Signals & Systems)		
课程编码	232410204B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电路分析	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	李付江	审核人	白雪敏

二、课程简介

信号与系统是高等院校电子科学与技术专业一门重要的电子学基础课程,也是一门实践性很强的课程。该课程主要研究信号的特性,线性时不变系统的特性,信号通过线性时不变系统的基本分析方法,以及信号与系统分析方法在某些重要工程领域的应用。通过本课程的学习,使学生掌握信号分析与线性系统分析的基本理论及分析方法,能对工程应用中的线性系统建立数学模型,并对所建立的模型求解。进一步培养学生的分析运算能力和工程应用能力,为学习数字信号处理、信号检测等后续课程打下必要的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 熟练掌握信号分类,连续信号时域描述,连续信号频域描述,连续信号 S 域描述;熟练掌握离散信号时域描述,离散信号 Z 域描述;熟练掌握系统分类,连续系统时域和变换域之间的相互转换;熟练掌握离散系统时域和变换域之间相互转换;掌握连续系统时域分析方法,频域分析方法和 S 域分析方法。

课程目标 2: 通过对该课程的学习让学生能够针对微电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析,对任务目标给出系统需求描述;学生能通过网络或手册,快速查找到所需信息,具有一定的获取信息、拓展知识领域、继续学习的能力;培养学生把实际工程问题抽象成对应的系统模型的能力,提高学生

利用信号与系统专业知识解决决电子科学领域工程问题的能力。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。教学过程中鼓励学生在系统设计过程精益求精，不断进取，培养学生严谨治学的科学态度和大国“工匠精神”。通过滤波器综合设计，培养学生团队合作能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 3	4.1 设计：能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4：研究

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	绪论	课程目标 1、2	讲授法、优质提问教学法	2
2	连续时间系统的时域分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
3	连续信号的正交分解	课程目标 1、2	讲授法、优质提问教学法	6
4	连续时间系统的频域分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
5	连续时间系统的复频域分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
6	连续时间系统的系统函数	课程目标 1、2	讲授法、优质提问教学法	6
7	离散时间系统的时域分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
8	离散时间系统的变换域分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 绪论

【学习目标】

1. 理解信号传输系统
2. 理解信号和系统的概念
3. 掌握信号的简单处理
4. 能够进行线性非时变系统的分析

【课程内容】

1. 信号传输系统
2. 信号的概念，信号的简单处理
3. 系统的概念
4. 线性非时变系统的分析

【重点、难点】

重点：各种信号的区别

难点：信号的基本运算和复杂信号的分析

内容二 连续时间系统的时域分析

【学习目标】

1. 熟练运用系统方程的算子表示法
2. 理解系统的零输入响应、零状态响应和全响应
3. 掌握信号的时域分解方法
4. 熟练求解阶跃响应和冲激响应

【课程内容】

1. 系统方程的算子表示法
2. 系统的零输入响应
3. 信号的时域分解
4. 阶跃响应和冲激响应
5. 线性系统响应的时域求解

【重点、难点】

重点：卷积的性质、信号的时域分解

难点：复杂信号的时域分解

内容三 连续信号的正交分解

【学习目标】

1. 学会使用正交函数集对信号进行分解，并理解分解过程的原理
2. 能够将信号表示为傅里叶级数，理解其在频域的含义
3. 能够分析周期信号和非周期信号的频谱，理解傅里叶变换在信号处理中

的应用

4. 掌握傅里叶变换的性质
5. 理解帕塞瓦尔定理与能量频谱

【课程内容】

1. 正交函数集与信号分解
2. 信号表示为傅里叶级数
3. 傅里叶变换与非周期信号的频谱
4. 周期信号的频谱函数
5. 傅里叶变换的性质
6. 帕塞瓦尔定理与能量频谱

【重点、难点】

重点：傅里叶变换的性质和方法

难点：利用傅里叶变换的性质对信号进行变换、观察分析复杂信号的谱线

内容四 连续时间系统的频域分析

【学习目标】

1. 掌握信号通过系统的频域分析方法
2. 理解滤波器的频域特性和在信号处理中的应用
3. 理解调制的概念和基本原理
4. 理解希尔伯特变换的定义和作用

【课程内容】

1. 信号通过系统的频域分析方法
2. 理想低通滤波器的冲激响应与阶跃响应
3. 调制与解调
4. 希尔伯特变换缺陷的概念

【重点、难点】

重点：调制解调原理和频域分析方法

难点：复杂信号的频域分析

内容五 连续时间系统的复频域分析

【学习目标】

1. 理解拉普拉斯变换的定义和基本原理以及收敛区的概念
2. 熟悉常用函数的拉普拉斯变换
3. 掌握拉普拉斯反变换的基本性质
4. 熟悉拉普拉斯反变换的定义和基本原理

【课程内容】

1. 拉普拉斯变换
2. 拉普拉斯变换的收敛区
3. 常用函数的拉普拉斯变换
4. 拉普拉斯反变换
5. 拉普拉斯反变换的基本性质
6. 线性系统的拉普拉斯变换分析法。

【重点、难点】

重点：拉普拉斯变换公式、拉普拉斯变换的作用

难点：复杂信号拉普拉斯变换

内容六 连续时间系统的系统函数

【学习目标】

1. 理解系统函数的图形表示法
2. 掌握系统函数极点和零点的分布与系统时域特性的关系
3. 能够判断系统的稳定性，包括了解系统函数的极点位置对稳定性的影响

【课程内容】

1. 系统函数的图形表示法
2. 系统函数极点和零点的分布与系统时域特性的关系
3. 系统函数的极点、零点与系统频率特性的关系
4. 系统的稳定性。

【重点、难点】

重点：系统函数的极点、零点与系统频率特性的关系

难点：复杂系统函数极点、零点分析

内容七 离散时间系统的时域分析

【学习目标】

1. 能够理解抽样信号的概念和抽样定理的基本原理
2. 能够有效地描述离散时间系统的基本特性
3. 理解离散时间系统的零输入响应、零状态响应及全响应

【课程内容】

1. 抽样信号与抽样定理
2. 离散时间系统的描述和模拟
3. 离散时间系统的零输入响应
4. 离散时间系统的零状态响应及全响应求解

【重点、难点】

重点：抽样信号的概念、抽样定理

难点：零输入响应的求解、全响应的求解

内容八 离散时间系统的变换域分析

【学习目标】

1. 理解 Z 变换的定义及其收敛区
2. 掌握 Z 变换的性质
3. 理解反 Z 变换的概念和基本原理
4. 熟练运用离散时间系统的 Z 变换分析法

【课程内容】

1. Z 变换定义及其收敛区
2. Z 变换的性质
3. 反 Z 变换
4. 离散时间系统的 Z 变换分析法

【重点、难点】

重点：Z 变换的定义和实质

难点：离散时间系统的 Z 变换分析法

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 把握主线，引导学生掌握信号与系统的相关概念、基本原理与方法，通过不同系统不同分析方法的比较，帮助学生理解和掌握系统不同分析的基本原理、方法和特点。

2. 本课程是一门理论性和实践性较强的课程，所以在授课时应借助多媒体教学，课堂教学应用图片、动画、视频、文本等多种教学资源，利用提问、讨论、复习、总结、在线答题等多种教学方法，增加学生的感性认识，提高教学效率。

3. 本课程与相应的实验课程相结合，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 信号和系统的概念 2. 傅里叶变换的性质 3. 连续时间系统的复频域分析	平时作业 课堂笔记 期末考试

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 2	1. 连续时间系统时域、频域和复频域分析方法 2. 离散时间系统时域、频域和复频域分析方法 3. 解决复杂工程问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 系统稳定系、因果性等分析判断， 2. 调制解调系统分析设计 3. 滤波器性能分析设计	出勤考核 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(讲课、习题、单元测试、思维导图)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、课堂互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩(30%)+ 期末考试成绩(70%)；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对信号与系统基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
信号与线性系统（第五版）	管致中著	高等教育出版社	2015	否	

八、主要参考书目

- [1] 郑君里. 信号与系统. 北京：高等教育出版社. 2011
 [2]刘永健. 信号与线性系统. 北京：人民邮电出版社. 1994

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通，学生除掌握教学目标中提出的基本要求外，可选学教师提供的课外拓展

《微机原理与接口技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	微机原理与接口技术 (Principle of Microcomputer and Interface Technology)		
课程编码	232410205B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	计算机应用基础	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	赵岩	审核人	韩建新

二、课程简介

本课程是电子科学与技术专业的一门重要专业基础课程，从理论上讲述微处理器芯片的功能结构，微型计算机系统的组成架构原理，汇编语言程序设计编程方法，存储器的扩展应用，以及基本接口电路工作原理及连接方法。通过本课程的学习，使学生掌握微型计算机系统的结构，理解计算机系统硬软件协同工作原理，建立计算机系统的整体概念；培养学生的硬件思维方式，提高计算机硬件系统应用能力，提高硬软件协同开发能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：深入理解微机的基本组成和工作原理，掌握 8086/8088 CPU 寄存器结构、作用、CPU 引脚功能、存储器分段与物理地址形成、最小/最大模式的概念和系统组建、系统总线形成，掌握微机中各种存储器的基本原理、使用方法；掌握中断和中断处理过程、内部中断和外部中断的特点及应用场合，从而能够准确识别微电子/光电子和集成电路领域的工程问题，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。

课程目标 2：掌握微处理器的内部结构、指令集和内存管理机制，掌握汇编语言程序设计方法，掌握微机的并行接口与串行接口的特点、使用方法及设计方法，掌握微机的定时与计数技术要求，具备分析已有系统硬、软件的能力，能够熟练地对复杂工程问题进行分解和细化，掌握如何根据工程需求设计并开发相应

的软硬件模块，为复杂工程问题的软硬件模块设计提供坚实基础。

课程目标 3：能够正确观察、记录实验数据，运用处理器的微处理器工作原理、指令集、内存管理、各种通信协议和接口等微机原理与接口技术的相关知识，能够准确地捕捉实验数据中的硬件性能参数和潜在问题，并进行数据的整理、实验结果的解释和综合分析。

课程目标 4：掌握 Wmd86 联机集成开发调试软件，应用 Wmd86 软件进行微电子、光电子和集成电路领域的复杂工程问题仿真分析，掌握从数学模型建立到结果输出的完整流程。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.1 识别：针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 4	5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5：使用现代工具

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	微型计算机基础知识	课程目标 1、2、3	翻转课堂	6
2	微处理器与总线	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
3	指令系统	课程目标 1、2、3、4	讲授法、优质提问教学法	8
4	汇编语言程序设计	课程目标 1、2、3、4	讲授法、优质提问教学法	8
5	存储器系统	课程目标 1、2、3、4	讲授法、优质提问教学法	8

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
6	输入输出与中断系统	课程目标 1、2、3、4	讲授法、优质提问教学法	6
7	常用数字接口电路	课程目标 1、2、3、4	讲授法、优质提问教学法	6
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 微型计算机基础知识

【学习目标】

1. 掌握微机系统的概念
2. 理解接口的功能与组成
3. 能够应用计算机中数的表示和编码

【课程内容】

1. 计算机中的数据表示与编码
2. 计算机系统的基本结构与工作原理

【重点、难点】

重点：计算机中的数据表示与编码，计算机系统的组成与工作原理

难点：数制之间的转换、补码的计算

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容二 微处理器与总线

【学习目标】

1. 能深入理解微处理器的内部结构
2. 掌握 8086 的存储器编址和 I/O 编址
3. 学会从不同角度分析和解决微处理器结构以及内存编制的问题，提升综合素质和创新能力。

【课程内容】

1. 8086 微处理器的内部结构
2. 8086 的存储器编址和 I/O 编址
3. 8086 的体系结构和系统总线

【重点、难点】

重点：8086 微处理器的内部结构及工作原理、存储器的地址组织

难点：8086 系统的存储器结构、20 位物理地址的形成过程

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容三 指令系统

【学习目标】

1. 握 8086 的寻址方式
2. 掌握 8086 的六大类指令
3. 掌握汇编语言中的标记、表达式和伪指令
4. 能够根据不同的要求应用相应的汇编指令

【课程内容】

1. 8086CPU 汇编语言格式
2. 寻址方式
3. 8086 指令系统中主要指令及其使用方法

【重点、难点】

重点：数据寻址方式，指令寻址方式、8086 指令系统中主要指令

难点：数据寻址方式，指令寻址方式

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容四 汇编语言程序设计

【学习目标】

1. 掌握汇编语言程序结构
2. 掌握汇编语言程序设计方法
3. 学会根据实际工程问题，建立数学模型，编写完整的汇编语言源程序

【课程内容】

1. 汇编语言程序结构、基本语法、系统功能调
2. 汇编语言程序设计方法
3. 宏指令、动态调试程序 DEBUG
4. Wmd86 联机集成开发调试软件

【重点、难点】

重点：汇编程序的结构和语法、汇编语言程序设计方法

难点：选择、循环结构的设计、指令与伪指令的应用

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容五 存储器系统

【学习目标】

1. 掌握存储器的分类
2. 掌握地址译码电路设计
3. 能够根据系统所需内存空间，应用存储器芯片进行内存单元的扩展

【课程内容】

1. 存储器的分类、微型计算机内存的行列结构、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM
2. 存储器在系统中的连接考虑和使用举例
3. 存储器的数据宽度扩充和字节数扩充

【重点、难点】

重点：地址译码电路设计、内存储器的扩展技术、存储器的分级结构

难点：地址译码电路设计

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容六 输入输出与中断系统

【学习目标】

1. 掌握输入/输出接口的功能和数字接口芯片
2. 掌握输入/输出的基本方式
3. 掌握根据输入输出的要求，连接微处理器与接口芯片，编写汇编语言源程序，实现输入输出的功能

【课程内容】

1. 输入/输出接口的功能和基本结构、输入/输出的基本方式
2. 中断控制器 8259 的工作要求及其编程
3. DMA 方式的原理、DMA 控制器工作过程和应用

【重点、难点】

重点：中断技术基本原理及其应用、中断传送和 DMA 传送的区别

难点：8259A 的初始化编程和应用

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

内容七 常用数字接口电路

【学习目标】

1. 掌握常见的并行通信和串行通信协议
2. 掌握常用串行接口、并行接口、定时器的可编程接口芯片的内部结构和外部特性
3. 学会根据实际问题，通过可编程接口芯片 8253、8251、8255 与微处理器连接，实现指定功能

【课程内容】

1. 并行通信和串行通信接口的基本原理
2. 微机常用并行接口、定时器的可编程接口芯片的内部结构和外部特性
3. 接口芯片的硬件连接和初始化编程、操作编程

【重点、难点】

重点：可编程接口芯片 8253、8251、8255 与 CPU 的连接

难点：可编程接口芯片 8253 的初值计算、接口芯片 8251、8255 的初始化编程和应用

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法、学生自主学习

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《微机原理与接口技术》相关课程。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信

息化平台主要有雨课堂、学习通等。课堂开始用 5 分钟时间与 学生交流互动，内容包括：科技前沿、时事、新闻、热点等的分享和交流。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 8086/8088 CPU 寄存器结构 2. 存储器分段与物理地址形成 3. 存储器的基本原理、使用方法 4. 中断和中断处理过程	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 微处理器的内部结构、指令集和内存管理机制 2. 并行接口与串行接口的特点、使用方法及设计方法 3. 汇编语言程序设计方法 4. 根据工程需求设计并开发相应的软硬件模块	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 8254 定时计数器应用 2. 8255 并行接口应用实验 3. 循环程序设计实验	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 4	1. Wmd86 联机集成开发调试软件 2. 编写完整汇编语言源程序并调试	平时作业 课堂笔记 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课堂预习、习题、单元测试等)	30%	30%	20%	20%
	课堂笔记	50%	30%	20%	
	课堂表现 (课堂提问)		50%	30%	20%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	35%	20%	15%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对微机原理与接口技术理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是课堂预习讲解、习题、单元测试等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	全面掌握微机组成和工作原理，能深入分析和设计复杂系统，准确识别和描述工程问题。	较好掌握微机组成和工作原理，能分析和设计一般系统，基本识别和描述工程问题。	基本掌握微机组成和工作原理，能完成简单系统分析和设计，初步识别和描述工程问题。	部分掌握微机组成和工作原理，能完成基本系统分析和设计，简单识别和描述工程问题。	未掌握微机组成和工作原理，无法完成系统分析和设计，无法识别和描述工程问题。
2	课程目标 2	熟练掌握微处理器结构和指令集，能独立设计复杂软硬件模块，有效	较好掌握微处理器结构和指令集，能设计一般软硬件模块，基本分析	基本掌握微处理器结构和指令集，能设计简单软硬件模块，初步分析	部分掌握微处理器结构和指令集，能完成基本软硬件模块设计，简单	未掌握微处理器结构和指令集，无法设计软硬件模块，无法分析和解决工程问

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
		分析和解决工程问题。	和解决工程问题。	和解决工程问题。	分析和解决工程问题。	题。
3	课程目标 3	能准确观察和记录实验数据，深入分析硬件性能参数和潜在问题，提供全面的数据整理和综合分析。	能较好观察和记录实验数据，分析硬件性能参数和潜在问题，提供较为全面的数据整理和分析。	能基本观察和记录实验数据，初步分析硬件性能参数和潜在问题，提供基本的数据整理和分析。	能简单观察和记录实验数据，简单分析硬件性能参数，提供基本的数据整理。	无法准确观察和记录实验数据，无法分析硬件性能参数，数据整理和分析不充分。
4	课程目标 4	熟练掌握 Wmd86 软件，能独立进行复杂工程问题仿真分析，从数学模型到结果输出的流程完整。	较好掌握 Wmd86 软件，能进行一般工程问题仿真分析，从数学模型到结果输出的流程基本完整。	基本掌握 Wmd86 软件，能进行简单工程问题仿真分析，从数学模型到结果输出的流程初步完整。	部分掌握 Wmd86 软件，能完成基本工程问题仿真分析，从数学模型到结果输出的流程简单。	未掌握 Wmd86 软件，无法进行工程问题仿真分析，无法完成从数学模型到结果输出的流程。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
微型计算机原理与接口技术	吴宁著	清华大学出版社	2019	否	

八、主要参考书目

- [1] 吴宁, 乔亚男. 微型计算机原理与接口技术. 北京: 清华大学出版社. 2016
- [2] 戴梅萼, 史嘉权. 微型计算机技术及应用. 北京: 清华大学出版社. 2008
- [3] 张凡, 戴胜华. 微机原理与接口技术. 北京: 北京交通大学出版社. 2010

九、课程学习建议

根据学生的基础和课程的特点，首先以先修计算机应用基础先修课程基础展开引入微处理器的概念，进一步通过设计指令让学生理解软硬件系统工作原理。在掌握微机原理的基础上，通过典型输入输出接口电路的设计应用，让学生掌握微机系统基本应用技能。在整体课程教学过程中，不断让学生增长知识见识，从论到实践，再从实践反馈验证理论，达到增强综合素质的目的。

《数字电子技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	数字电子技术 (Digital Electronic Technology)		
课程编码	232410206B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	模拟电子技术	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	侯丽鹏	审核人	韩建新

二、课程简介

《数字电子技术》是电子科学与技术的主要必修技术基础课，该课程是现代电子信息技术的基础，本门课程具有自身完整的理论体系，是许多后续专业课程的公共基础，也是相关专业毕业生在将来就业、科研开发工作中使用最多的硬件基本技能知识。数字电子技术课程以小规模集成电路为基础，学习数字逻辑电路的分析和设计方法，对培养学生的科学思维能力，树立理论联系实际的工程观点和提高学生分析和解决问题的能力，都有极其重要的作用。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过逻辑代数基础、门电路、触发器等的学习，能够熟练分析数字电路的逻辑功能；通过小规模集成芯片、常用中规模集成芯片的学习，能够设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。

课程目标 2：通过对该课程的学习让学生熟悉数字电路的特点，能够建立起数字电子技术的“逻辑思维”方法；学生能通过网络或手册，快速查找到所需信息，能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并设计出相应的逻辑电路。

课程目标 3：能够使用中小规模集成电路设计简单的数字电路并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业
课程目标 1	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2： 问题分析
课程目标 2	4.1 设计：能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4： 研究
课程目标 3	5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5： 使用现代工具

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	逻辑代数基础	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	10
2	集成逻辑门电路	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	8
3	组合逻辑门电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	10
4	集成触发器	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	4
5	时序逻辑电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	8
6	脉冲产生与整形电路	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	4
7	数模和模数转换器	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	2
8	半导体存储器	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	2
合计				48

（二）课程内容

内容一 逻辑代数基础

【学习目标】

1. 能够识别基本的逻辑运算，的运用基本的逻辑运算公式和定律化简转换逻辑函数；
2. 能够熟练公式和卡诺图化简逻辑函数；能够写出任意逻辑函数式的最小项和最大项表达式；
3. 通过两种模型法对比，初步接触工程分析理念和逻辑；通过特殊二极管介绍，正确认识自己。

【课程内容】

1. 二进制基础；
2. 逻辑代数中的常用运算；
3. 逻辑代数中的基本定律、常用公式和规则；
4. 逻辑函数及其表示方法
5. 逻辑函数的公式化简法；
6. 逻辑函数的卡诺图化简法。

【重点、难点】

1. 重点：逻辑代数的运算及逻辑函数的化简。
2. 难点：逻辑函数五中描述方法的相互转换、卡诺图化简、无关项在逻辑函数化简中的应用。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《数字电子技术》相关课程。

内容二 集成逻辑门电路

【学习目标】

1. 能够认识基本逻辑门电路和逻辑符号；
2. 能够分析出 TTL 与非门及其他门电路的工作原理和电气特性；

【课程内容】

1. 基本逻辑门电路；
2. TTL 集成逻辑门电路；
3. CMOS 集成逻辑门电路。

【重点、难点】

1. 重点：二极管、三极管开关特性；TTL、CMOS 集成逻辑门电路。
2. 难点：TTL、CMOS 集成逻辑门的工作原理、特性曲线和常数指标。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《数字电子技术》相关课程。

内容三 组合逻辑门电路

【学习目标】

1. 能写出加法器、编码器、译码器和数据选择器等组合逻辑电路的输出逻辑表达式并阐述出它们的功能；
2. 能够灵活应用加法器、译码器和数据选择器构建任意组合函数；
3. 通过组合逻辑电路的学习，建立初步的数电工程逻辑思维方式。

【课程内容】

1. 组合逻辑电路的分析和设计；
2. 加法器；
3. 编码器；
4. 译码器和数据分配器；
5. 数据选择器；
6. 数值比较器。

【重点、难点】

1. 重点：组合逻辑电路的逻辑功能、电路特点、设计分析方法；常用组合逻辑电路的工作原理。
2. 难点：从实际逻辑问题中建立真值表。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；

- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《数字电子技术》相关课程。

内容四 集成触发器

【学习目标】

1. 能够列出基本 RS 触发器、同步触发器和边沿触发器特性表和特性方程；
2. 能够已知触发器和输入波形画出输出端的电压波形；
3. 通过触发器的学习，建立严密的科学思维方法。

【课程内容】

1. 基本 RS 触发器；
2. 同步触发器；
3. 边沿触发器。

【重点、难点】

1. 重点：基本 RS 触发器、同步触发器、边沿触发器。
2. 难点：不同电路结构所带来的不同动作特点。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《数字电子技术》相关课程。

内容五 时序逻辑电路

【学习目标】

1. 能分析出时序逻辑电路的功能和设计出特定功能的电路；
2. 能够通过基本计数器构建任意进制计数器；
3. 通过时序逻辑电路的学习，引导学生理解个人与团队的关系。

【课程内容】

1. 时序逻辑电路的分析；
2. 寄存器和移位寄存器；

3. 计数器。

【重点、难点】

1. 重点：时序逻辑电路分析、寄存器和移位寄存器及其应用、计数器。
2. 难点：时序逻辑电路的描述方法，及时序逻辑电路的分析和设计步骤。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《数字电子技术》相关课程。

内容六 脉冲产生与整形电路

【学习目标】

1. 能分析出 555 定时器、施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的逻辑功能；
2. 能够根据输入波形画出施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的输出波形；能够计算出多谐振荡器的振荡频率。

【课程内容】

1. 555 定时器的电路结构及其逻辑功能；
2. 施密特触发器；
3. 单稳态触发器；
4. 多谐振荡器。

【重点、难点】

1. 重点：555 定时器的电路结构及其逻辑功能、施密特触发器、单稳态触发器。
2. 难点：波形分析方法和步骤、电路工作原理的理解。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《数字电子技术》相关课程。

内容七 数模和模数转换器

【学习目标】

1. 能分析出常见的数模和模数转换器的工作原理；
2. 能够用常见的数模和模数转换器进行数字量和模拟量之间转换；
3. 通过数模和模数转换器，建立数电工程逻辑思维方式。

【课程内容】

1. D/A 转换器；
2. A/D 转换器。

【重点、难点】

1. 重点：D/A、A/D 转换器的工作参数及应用。
2. 难点：D/A、A/D 转换器的转换精度和速度。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《数字电子技术》相关课程。

内容八 半导体存储器

【学习目标】

1. 能分析出基本的半导体存储器的工作原理；
2. 能够对半导体存储器进行字和位扩展；
3. 通过数字电路的学习，培养学生精益求精的工匠精神。

【课程内容】

1. 只读存储器（ROM）；
2. 随机存取存储器（RAM）。

【重点、难点】

1. 重点：ROM 和 RAM 的工作原理、基本电路。
2. 难点：存储器设计组合电路的原理和方法。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，关注“雨课堂”小程序，课中完成相应测试题目。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《数字电子技术》相关课程。

五、实践教学安排

1. 本门课程有配套的《数字电子技术实验》课，可以实践理论结合；
2. 在本课程学习过程中，学生需要使用 Multisim 软件设计和仿真部分电路，直观理解结果，并锻炼学生的软件仿真能力。

六、考核内容与成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	<ol style="list-style-type: none">1. 逻辑代数基础2. 集成逻辑门电路3. 常用组合逻辑电路和时序逻辑电路4. 脉冲产生与整形电路5. 基本的模数和数模转换电路6. 半导体存储器	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	<ol style="list-style-type: none">1. 能够建立起数字电子技术的“逻辑思维”方法2. 能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并设计出相应的逻辑电路3.能够分析一般数字电路的功能	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 3	1. 使用 Multisim 对电路进行仿真 2. 分析仿真结果	平时作业 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组作业、习题、单元测试)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、雨课堂互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩(30%)+ 期末考试成绩(70%)；

(1) 平时成绩：平时作业×50%+课堂笔记×20%+课堂表现×30%。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对数字电子技术基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考查学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量，课堂测试主要以雨课堂为主，满分 100 分。

课堂笔记：考查笔记内容的准确度，逻辑的条理性，学生对问题的总结和反思，字迹的工整程度等，满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考查学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等，满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准
----	------	------

		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够熟练分析数字电路的逻辑功能；能够独立设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。	能够较熟练分析数字电路的逻辑功能；能够独立设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。	能够分析数字电路的逻辑功能；能够设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。	能够分析数字电路的逻辑功能；能够通过提示设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。	不能分析数字电路的逻辑功能；不能设计常用组合逻辑电路或时序逻辑电路。
2	课程目标 2	学生能通过网络或手册，快速查找到所需信息，能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并独立设计出相应的逻辑电路。	学生能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并独立设计出相应的逻辑电路。	学生基本能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并独立设计出相应的逻辑电路。	学生通过提示可以把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并设计出相应的逻辑电路。	学生不能把实际问题抽象成真值表或状态转换图，并设计出相应的逻辑电路。
3	课程目标 3	能够正确使用中小规模集成电路设计简单的数字电路，并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够较正确使用中小规模集成电路设计简单的数字电路，并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够使用中小规模集成电路设计简单的数字电路，并使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	能够使用 Multisim 对电路进行仿真分析。	不能使用 Multisim 对电路进行仿真分析。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
数字电子技术基础	杨志忠, 卫桦林	高等教育出版社	2018.4	否	

八、主要参考书目

- [1]阎石. 数字电子技术基础. 北京: 高等教育出版社. 2016
- [2]康光华. 电子技术基础(数字部分). 北京: 高等教育出版社. 2014

九、课程学习建议

本课程体系、逻辑与之前学习的课程不同，较难理解，因此课下学生需要：

- (1) 系统研读课本，分析课本中每句话背后的含义；
- (2) 认真独立完成课后作业，遇到问题可以小组讨论。

《电磁场理论》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电磁场理论 (Electromagnetic Field Theory)		
课程编码	232410207B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、大学物理	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	乔士柱	审核人	韩建新

二、课程简介

电磁场理论课程在电子科学与技术专业的教育体系中占据着核心的位置和作用。它是理论物理与电子技术应用之间的重要纽带, 为学生揭示了电磁现象的基本规律和电磁波的传播机制。通过本课程的学习, 学生将系统地掌握电场、磁场、电磁波等电磁场理论的基本概念、基础定理和计算方法, 以及这些理论在电子技术中的具体应用, 比如在通信、雷达以及其他电磁系统的设计和分析中的应用。课程内容涵盖了静电场、稳恒电流场、静磁场、时变电磁场、电磁波传播等基础理论, 以及电磁场与物质相互作用的基本规律。通过对电磁场理论的深入学习, 学生不仅能够获得坚实的理论基础, 而且能够提高解决复杂电磁问题的能力, 培养科学研究和工程实践所需的创新能力和综合应用能力。此外, 本课程还旨在培养学生的逻辑思维能力、批判性思维能力和计算机仿真能力, 为学生未来从事科学研究或工程技术工作奠定坚实的基础, 同时也为他们形成科学的世界观和方法论提供了重要的支撑。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习, 学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 学会利用场工具描述空间分布物理量; 理解静电场、稳恒电场、恒定磁场的基本规律和特性; 掌握电磁介质中电极化强度场、磁化强度场

等场描述和边界条件；理解麦克斯韦方程组微分形式和积分形式的意义和使用方法；掌握平面电磁波各要素的物理意义和在介质分界面上的反射和折射；了解导行电磁波矩形波导、圆形波导、同轴线和光纤的性质，理解波导中能量的传输和损耗。

课程目标 2：通过讲解、引导学生利用 COMSOL，解决复杂现实生产生活中遇到的电磁场和电磁波问题，培养学生利用现代计算机技术来模拟解决具体问题的能力。通过数值软件的语法、算法的学习，使学生掌握网络检索、拓展知识领域和持续学习的能力。

课程目标 3：通过讲解电磁场理论和技术的科学史，使学生了解科学知识的积累和学科的成长过程，培养学生严谨治学的态度和实事求是、坚持原则的精神。通过讲解电磁辐射的概念和危害阈值，让学生正确理解技术、环境和健康的关系，培养学生科学技术服务社会、保证环境可持续发展的意识。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行硬件模块的设计与开发 5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性	毕业要求 3：设计/开发解决方案 毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	7.2 局限：理解电子科学与技术相关产业与环境的关系，理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，理解用技术手段降低其负面影响的作用与局限性	毕业要求 7：环境和可持续发展

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	矢量分析与场论	课程目标 1	讲授法	6
2	宏观电磁现象的基本规律	课程目标 1	讲授法、优质提问教学法	8

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
3	静电场	课程目标 1、2	讲授法、项目式教学法	6
4	恒定电场与恒定磁场	课程目标 1、2	讲授法、项目式教学法	8
5	电磁波的辐射	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
6	均匀平面电磁波	课程目标 1、2、3	讲授法、项目式教学法	8
7	导行电磁波	课程目标 1、2、3	讲授法、项目式教学法	6
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 矢量分析与场论

【学习目标】

1. 掌握矢量的代数运算，能够解释矢量运算的物理意义；
2. 理解并能计算数量场的方向导数和梯度；
3. 掌握矢量场的通量和散度，能进行相关的计算；
4. 掌握矢量场的环量及旋度，理解其物理含义；
5. 理解哈密顿算子及其在物理中的应用；
6. 掌握梯度、散度和旋度在直角坐标系中的表示，并了解其在柱坐标系和球坐标系中的表示；
7. 能举例说明矢量恒等式和亥姆霍兹定理的应用，并进行相关的证明和计算。

【课程内容】

矢量的代数运算

方向导数与梯度

通量与散度

环量与旋度

正交曲线坐标系

矢量恒等式与亥姆霍兹定理

【重点、难点】

重点：方向导数、梯度、通量、散度、环量、旋度和哈密顿算子。

难点：散度、旋度、柱坐标系、球坐标系、矢量恒等式。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通试题库、单元测试；

中国大学 MOOC《电磁场理论》相关课程。

内容二 宏观电磁现象的基本规律

【学习目标】

1. 掌握电场强度、电极化强度、电位移矢量、电流密度、磁场强度、磁化强度等物理量的概念；
2. 理解并能应用库伦定律、环路定理、高斯定律、安培定律、毕奥-萨伐尔定律、法拉第电磁感应定律和电荷守恒定律；
3. 理解微分形式和积分形式的麦克斯韦方程组，并能进行相关的计算；
4. 掌握电磁场的边界条件，能够解释和应用在不同介质间的电磁场问题解决。

【课程内容】

电场和磁场的基本物理量

静电学和静磁学的基本定律

麦克斯韦方程组的微分形式和积分形式

电磁场的边界条件

【重点、难点】

重点：微分和积分形式的麦克斯韦方程组。

难点：微分和积分形式的麦克斯韦方程组，特别是在复杂边界条件下的应用。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通试题库、单元测试；

中国大学 MOOC 《电磁场理论》相关课程。

内容三 静电场

【学习目标】

理解并能应用静电场的基本方程和边界条件；

掌握电位和电位方程，理解电位和电场强度之间的关系；

能够解释静电场的能量表示式和电容的计算；

学会利用直接积分法和 COMSOL 仿真求解静电场问题，并能分类不同的边值问题。

【课程内容】

静电场的基本方程

电位的计算与应用

静电能和电容

直接积分法求解静电场

COMSOL 仿真求解静电场

【重点、难点】

重点：静电场的基本方程和边界条件、静电场的能量表示、COMSOL 仿真。

难点：直接积分法求解静电场

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。在规定时间内完成利用 COMSOL 仿真求解静电场的工作。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通试题库、单元测试；

中国大学 MOOC 《电磁场理论》相关课程；

COMSOL 官网相关案例。

内容四 恒定电场与恒定磁场

【学习目标】

理解并能应用恒定电场和恒定磁场的基本方程与边界条件；

掌握恒定电场的静电比拟法，理解其应用和限制；

理解并能描述矢量磁位和标量磁位的概念及其在磁场分析中的重要性；
掌握恒定磁场的能量表示和电感的计算方法；

【课程内容】

恒定电场的基本方程与应用
恒定磁场的基本方程与应用
矢量磁位和标量磁位的详细分析
恒定磁场的能量和电感

【重点、难点】

重点：恒定磁场基本方程与边界条件、矢量磁位和标量磁位。
难点：恒定磁场的边界条件处理、矢量磁位的计算和应用。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。在规定时间内完成利用 COMSOL 仿真求解静电场的工作。

【学习资源】

B 站课程视频；
学习通试题库、单元测试；
中国大学 MOOC《电磁场理论》相关课程；
COMSOL 官网相关案例。

内容五 电磁波的辐射

【学习目标】

理解并能应用时谐电磁场的基本方程和边界条件及其复数形式；
掌握时变电磁场矢量磁位和标量电位的使用，以及达朗贝尔方程的应用；
理解并能应用时变场的坡印廷定理，计算能量的传输和分布；
了解电基本振子和磁基本振子的辐射场，天线阵的辐射场和辐射特性。

【课程内容】

时谐电磁场的基本方程及其复数形式
矢量磁位和标量电位
达朗贝尔方程
坡印廷定理
基本辐射单元及天线阵的辐射特性

【重点、难点】

重点：时谐电磁场的基本方程和其复数形式、坡印廷定理。

难点：时谐电磁场的复数形式、达朗贝尔方程、坡印廷定理、基本辐射单元的辐射场。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通试题库、单元测试；

中国大学 MOOC《电磁场理论》相关课程；

内容六 均匀平面电磁波

【学习目标】

理解理想介质、导电媒质和等离子体中的平面电磁波的基本性质；

理解并能应用电磁波的极化，包括线性、圆形和椭圆极化；

掌握沿任意方向传播的平面电磁波的分析 and 计算方法；

理解并能应用平面电磁波在理想介质、导体等平面边界的垂直和斜入射的理论。

【课程内容】

平面电磁波在不同介质中的传播特性

电磁波的色散关系和群速度

电磁波的极化形式

平面电磁波的方向性传播

电磁波在不同边界条件下的反射和折射

【重点、难点】

重点：理想介质中的平面电磁波、沿任意方向传播的平面电磁波、电磁波的极化、平面波向理想介质和理想导体平面边界的垂直入射。

难点：平面波向理想介质和理想导体平面边界的垂直入射、斜入射。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。在规定时间内完成利用 COMSOL 仿真求解静电场的工作。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通题库、单元测试；

中国大学 MOOC《电磁场理论》相关课程；

COMSOL 官网相关案例。

内容七 导行电磁波

【学习目标】

理解规则波导中横向场和纵向场满足的亥姆霍兹方程；

掌握波导中的传播模式，包括 TE、TM 和 TEM 模式的特点和区别；

了解矩形波导、圆柱形波导中电磁波的传输模式和特性；

理解波导中的能量传输与损耗，包括波导的损耗机制和效率计算；

了解同轴线、光纤、谐振腔等波导器件的结构和工作原理。

【课程内容】

波导理论基础

波导中的传播模式

特定类型波导的电磁特性

波导的能量传输与损耗

波导器件应用

【重点、难点】

重点：波导中的传播模式、波导中的能量传输与损耗。

难点：波导中横向场和纵向场满足的亥姆霍兹方程、波导中的传播模式。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 B 站的视频对课堂知识进行巩固。在规定时间内完成利用 COMSOL 仿真求解静电场的工作。

【学习资源】

B 站课程视频；

学习通题库、单元测试；

中国大学 MOOC《电磁场理论》相关课程；
COMSOL 官网相关案例。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过项目式学习和小组讨论完成 COMSOL 仿真任务，在仿真过程中认识、练习、熟悉电磁场理论在具体应用中的使用方法。

2. 通过参加山西省大学生物理学术竞赛、全国大学生物理实验竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学电磁场理论知识解决实际问题的能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质和应用 2. 电磁场的传播、反射和透射 3. 坡印廷定理 4. 导行电磁波	平时作业 期末考试
课程目标 2	利用 COMSOL 仿真求解静电场、稳恒磁场、电磁场的传播、反射和透射，以及光纤、同轴电缆等波导中电磁波的传输	项目仿真作业
课程目标 3	1. 责任感、使命感、民族自豪感 2. 科学素养和辩证唯物主义世界观 3. 可持续性发展	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课后习题、课程作业)	60%		40%
	仿真结果 课堂表现 (课堂提问)	50%	100%	50%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	75%		25%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、仿真作业、课堂表现（含考勤）等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(30%)+课堂表现(20%)+仿真作业(50%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对课程基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我反思等基本素养。每次作业需按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。满分 100 分。

仿真作业：根据课程内容设置数次仿真作业，学生利用 COMSOL 软件完成仿真任务。根据仿真实接口选择、参数设置、网格划分和结果输出等给出仿真作业成绩。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确地阐述并应用静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质和应用；对电磁场的传播、反射和透射有深入理解；能完整地解释坡印廷定理和导行电磁波的概念和应用。	能比较准确地描述和应用静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质；对电磁场的传播、反射和透射有较好理解；能较好地解释坡印廷定理和导行电磁波。	能大致说出静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质和一些应用；对电磁场的传播、反射和透射有基本理解；对坡印廷定理和导行电磁波有初步认识。	对静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质和应用有一定理解，但不全面；知道电磁场的传播、反射和透射的基本概念；对坡印廷定理和导行电磁波的理解不够深入	不能准确描述静电场、恒定电场和稳恒磁场的性质和应用；对电磁场的传播、反射和透射缺乏基本理解；不了解坡印廷定理和导行电磁波。
2	课程目标 2	能熟练使用 COMSOL 等仿真工具求解静电场、稳恒磁场、电磁场的传播、反射和透射问题；对光纤、同轴电缆等波导中电磁波的传输有深入理解和应用	能较好地使用 COMSOL 等仿真工具进行静电场、稳恒磁场、电磁场的传播、反射和透射问题的求解；对波导中电磁波的传输有较为准确的应用和理解	能使用 COMSOL 等仿真工具求解静电场、稳恒磁场的基本问题；对电磁场的传播、反射和透射有一定的操作能力；对波导中电磁波的传输有基本理解	能使用仿真工具进行静电场和稳恒磁场的基本仿真；对电磁场的传播、反射和透射有基础操作；波导中电磁波的传输理解不够全面	不能使用仿真工具求解电磁场相关问题；缺乏对电磁场传播、反射和透射的基本理解和操作能力；对波导中电磁波的传输缺乏基本知识

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
3	课程目标 3	表现出高度的责任感、使命感和民族自豪感；科学素养和辩证唯物主义世界观表现突出；对可持续性发展有深刻理解和贡献。	具备良好的责任感、使命感和民族自豪感；科学素养良好，持有辩证唯物主义世界观；对可持续性发展有较好理解。	展现一定的责任感和使命感；具有基本的科学素养和世界观；对可持续性发展有初步的理解。	具备基本的责任感和使命感；科学素养和世界观有待提高；对可持续性发展的理解不够全面。	缺乏责任感和使命感；科学素养和世界观不符合要求；对可持续性发展缺乏基本理解。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
电磁场与电磁波理论（第三版）	许立勤 曹伟	科学出版社	2018	否	

八、主要参考书目

- [1]张洪欣. 电磁场与电磁波. 北京：清华大学出版社. 2016
- [2]柯亨玉. 电磁场理论基础. 武汉：华中科技大学出版社. 2020
- [3]梅中磊. 电磁场与电磁波. 北京：清华大学出版社. 2022

九、课程学习建议

课后可以访问 B 站和 MOOC 网站中的相关视频进行学习扩展和补充。关于 COMSOL 仿真部分可以通过软件内置的案例和相关文档，以及官网中的案例说明进行学习。在 B 站中也有很多 COMSOL 仿真视频供学习参考。

《单片机原理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	单片机原理 (Principle of Microcontroller Unit)		
课程编码	232410208B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	模拟电子技术、微机原理与接口技术	修读学期	第五学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	韩建新	审核人	白雪敏

二、课程简介

单片机原理是电子科学与技术专业学生必修的一门专业核心课程。它是普通电子技术与计算机科学之间的过渡课程,为学生进入数字系统和微处理器研究领域的入门课程。本课程以单片机结构为中心,以实际应用为导向,使学生了解微控制器和嵌入式系统的工作原理及应用,掌握嵌入式系统设计的基本方法和技能;使学生初步具备建立描述嵌入式系统的逻辑结构和行为的能力,熟悉简单嵌入式系统的基本原则和方法;通过学习单片机原理,学生可以深入了解数字系统和微处理器的工作原理和应用,掌握数字系统设计的基本方法和技能。同时,本课程注重培养学生的创新思维和实践能力,学生将具备更加深入的认识和理解,为今后从事相关领域的工作打下坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 让学生理解并掌握微电子/光电子与集成电路领域内单片机的基本概念、结构、工作原理和关键应用技术,尤其是定时器、硬件设计和串行通信。通过设计实验方案和解决实际工程问题,学生将提高实践技能和经验。为学生未来在工程实践和研究领域的工作奠定基础。

课程目标 2: 通过整合单片机原理与工程管理及经济决策方法,使学生能够理解并掌握单片机在工程管理中的应用,提高学生解决实际工程问题的能力,

同时培养学生在工程项目中进行有效管理和经济分析的综合素质。

课程目标 3：通过本课程的学习，使学生能够认识并实践终身学习的重要性，掌握自主学习的方法，并将这些方法应用于单片机原理和工程管理知识的不断探索中，从而具备独立拓展个人知识和技能的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	4.1 【设计】能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4：研究
课程目标 2	11.1 【管理决策】理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理
课程目标 3	12.1 【自主】能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和掌握自主学习的方法，了解拓展知识和能力的途径。	毕业要求 12：终身学习

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	单片机概述	课程目标 1、2、3	翻转课堂	2
2	单片机片内硬件结构	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
3	8051 指令系统	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
4	汇编语言简介	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
5	中断系统简介	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
6	定时器/计数器简介	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
7	串行通信基础知识	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
8	显示与开关键盘输入	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	10
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 单片机概述

【学习目标】

1. 了解单片机的历史、现状和未来发展趋势，掌握单片机的基本原理、内部结构和外围接口。
2. 了解单片机的编程语言和开发环境，如 C 语言或汇编语言，并了解单片机的开发环境，如 Keil、ISP 等。
3. 通过实践编写简单的程序，掌握单片机的编程技巧和调试方法。

4. 理解单片机的输入输出接口及其应用，如 GPIO、ADC、UART 等，并了解它们在实际应用中的作用和使用方法。

5. 掌握单片机应用的基本概念和基本原理以及基本分析方法。

【课程内容】

计算机的发展、分类、特点与应用；单片机的概念、发展及应用领域；以及典型单片机系列的基本情况。

【重点、难点】

重点：单片机的概念。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解单片机的概述。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频,;
- 2.学习通试题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容二 单片机片内硬件结构

【学习目标】

1. 理解单片机架构：掌握 CPU、存储器、I/O 端口、定时/计数器、串行通信接口等组成部分及作用。

2. 掌握单片机编程语言：学习汇编语言和 C 语言，会用这些语言编程。

3. 掌握单片机应用开发：能应用于实际项目中，包括硬件设计、软件开发、系统调试等环节，能根据需求进行定制和优化。

4. 深入理解单片机工作原理：通过深入了解内部电路和信号，更好地掌握特性和应用，为嵌入式系统设计打下基础。

【课程内容】

单片机内部所包含的硬件资源及其功能特点和使用方法；单片机芯片的内部组成及存储器结构；特别是片内 RAM 和四个并行 I/O 口的使用方法；单片机时钟电路与时序、输入输出以及引脚的使用；注意“地址重叠”的问题；注意程序状态字 PSW 中各位的含义。

【重点、难点】

重点：单片机内部组成、外部特性、时序、存储器结构。

难点：CPU 时序、RAM 结构。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解单片机片内硬件结构。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.学习通题库、单元测试;
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容三 8051 指令系统

【学习目标】

1. 掌握基本指令集。
2. 理解并掌握寻址方式。
3. 掌握指令执行顺序和时序。
4. 掌握跳转指令及中断处理指令的使用。
5. 了解系统寄存器和定时器的使用。
6. 掌握串口通信接口的使用。
7. 掌握外部存储器的访问。
8. 能够编写简单程序。

【课程内容】

单片机的寻址方式和指令系统功能；特别是其位寻址功能；各种寻址方式；常用指令的功能；注意几个中断入口地址在程序存储器中的位置；熟悉各类指令对标志位的影响。

【重点、难点】

重点：各种寻址方式；常用指令的功能和使用方法。

难点：栈操作、跳转指令。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解 8051 指令系

统。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频,;
- 2.学习通试题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容四 汇编语言简介

【学习目标】

1. 理解 8051 微处理器架构和指令集。
2. 掌握基本的编程语法和结构。
3. 了解如何编写程序以实现特定的功能或算法。
4. 掌握系统时钟、定时器和输入输出接口。
5. 掌握中断处理。
6. 掌握基本的调试技能。

【课程内容】

熟悉汇编语言程序的基本结构类型、语法规则和常用伪指令；机汇编语言程序设计方法；顺序结构程序、分支程序、循环程序、查表程序、子程序及数制转换程序设计；汇编语言源程序的编辑、汇编与调试。

【重点、难点】

重点：汇编语言程序的基本结构及程序设计方法。

难点：加、减、乘、除运算及数制转换程序设计。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解汇编语言简介。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频,;

- 2.学习通题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容五 中断系统简介

【学习目标】

1. 理解中断的基本概念：了解什么是中断，中断的触发条件，以及中断的处理过程。
2. 掌握中断系统的硬件结构：熟悉单片机的中断系统的硬件构成，了解中断优先级的概念和如何设置优先级。
3. 掌握中断处理程序的设计：学习如何编写中断处理程序，包括中断服务程序的编写，中断向量表的理解和应用。
4. 掌握中断系统的应用：了解中断系统在实时控制，数据采集，故障诊断等方面的应用，并能够根据实际需求进行应用设计。

【课程内容】

中断的概念、中断功能及中断响应过程；单片机中断系统的结构、中断控制寄存器各位功能及标志位的含义；外部中断源的扩充方法、中断服务子程序的结构及编程技巧及中断的应用。

【重点、难点】

重点：中断系统的结构、中断源、中断特殊功能寄存器。

难点：中断响应过程、中断的应用。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解中断系统简介。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;，
- 2.学习通题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容六 定时器/计数器简介

【学习目标】

1. 理解定时计数器原理：掌握 8051 定时计数器内部结构、寄存器功能和使用方法。
2. 掌握定时计数器配置：学会设置计数初值、选择计数模式、设置中断等。
3. 掌握定时计数器应用：了解如何使用定时计数器解决实际问题，如时间间隔测量、频率测量、PWM 控制等。
4. 掌握定时计数器编程：掌握使用汇编语言或 C 语言对 8051 定时计数器进行编程，包括初始化、启动、停止、读取计数值等操作。
5. 理解定时计数器与中断关系：理解定时计数器如何与中断机制结合使用，如定时器溢出时触发中断，在中断服务程序中进行特定操作。

【课程内容】

定时和计数的应用；定时计数器的结构与工作原理；定时计数器的四种工作方式；方式寄存器和控制寄存器的功能及使用方法。

【重点、难点】

重点：定时计数器的结构、方式寄存器和控制寄存器的功能及使用方法。

难点：定时和技术的应用。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解定时器/计数器简介。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.学习通题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容七 串行通信基础知识

【学习目标】

1. 理解串行通信的基本概念：了解什么是串行通信，掌握串行通信的基本原理和特点。
2. 掌握串行通信协议：学习常用的串行通信协议，如 RS-232、RS-485、SPI、I2C 等，理解它们的通信规则和优缺点。
3. 理解串行通信的数据格式：掌握串行通信中数据格式表示方法，如起

始位、数据位、停止位、校验位等。

4. 学习串行通信的接口电路：了解串行通信所需的接口电路，如电平转换电路、信号放大电路等，并掌握其工作原理。

5. 掌握单片机串行通信的编程方法：学习如何在单片机上进行串行通信的编程，包括初始化、发送数据、接收数据等操作。

【课程内容】

波特率设计；串行口应用；串行通信方式；串行口结构与工作原理。

【重点、难点】

重点：串行口结构与工作原理。

难点：串行口通信。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解串行通信基础知识。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频,;
- 2.学习通题库、单元测试;。
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

内容八 显示与开关键盘输入

【学习目标】

1. 理解并掌握开关键盘输入的工作原理。开关键盘输入是一种常见的输入设备，通过按下一个或多个键来输入数据或执行特定命令。在学习过程中，你需要理解开关键盘的工作机制，以及如何通过单片机读取和解析键击事件。

2. 掌握使用单片机读取开关键盘输入的方法。这可能涉及到使用特定的I/O 端口或接口（如 GPIO、I2C、SPI 等），并编写相应的代码来读取键击事件。

3. 理解如何将读取的键击事件转换为有用的输入数据或命令。这可能涉及到对读取的数据进行解析或处理，以实现所需的功能。

4. 通过实践和调试，逐渐熟悉和掌握单片机和开关键盘输入的结合使用。这可能涉及到设计和构建一个实际的硬件系统，并通过编写和调试代码来实现所需的功能。

【课程内容】

按键开关去抖动问题及消抖方法；独立按键和矩阵键盘的结构特点；键盘3种控制方法及其特点；典型键盘接口电路及程序编制；LED数码管的结构、分类和技术参数；学会LED数码管编码方法；显示数转换为显示字段码的编程方法；静、动态显示方式的结构原理特点

【重点、难点】

重点：非编码键盘及LED显示器工作原理及使用；键盘常用功能接口电路应用。

难点：LED数码管编码方法；显示数转换为显示字段码的编程方法。

【教学方法】

通过讲解、实践、讨论和实例分析等方法，帮助学生全面理解显示与开关键盘输入。

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学·MOOC《单片机原理》相关课程。
- 4.官网芯片数据 <http://www.aochip.com/>

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程结合传统教学与信息化手段，通过雨课堂、学习通等平台进行线上线下的互动式教学。在课程开始时，我们会利用5分钟的时间与学生们进行交流，分享科技前沿、时事新闻和热点话题等。教学内容采用优质提问教学法，分为五个阶段：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工以及对提问进行反思。这种教学方法将传统的以教师为中心、以知识传授为中心的课堂转变为以学生为中心、注重能力训练和提高的课堂。

2. 在教学安排上，我们采用教师课内精讲与学生课外自主学习相结合的方式，注重课堂讨论和讨论后的讲评，以帮助学生掌握重点、化解难点，提高分析问题和解决问题的能力。我们通过习题课、课后答疑和学习通上传学习资源等多种途径，引导学生进行预习和复习，以加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 理解单片机在微电子/光电子与集成电路领域的基本概念和重要性。 2. 掌握单片机的结构和组件,包括处理器、存储器和输入/输出接口。 3. 学习单片机的工作原理,重点在于程序执行、信号处理和数据管理。 4. 深入了解单片机关键技术,如定时器、硬件设计和串行通信。 5. 通过实验方案,提升解决工程问题的实操能力。 6. 培养创新和批判性思维,为未来工程实践和研究打下基础。	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 理解单片机在工程管理中的作用。 2. 掌握应用单片机解决工程问题的技能。 3. 学习在工程项目中进行有效管理和经济分析的方法。 4. 发展技术理解、决策制定和批判性思维能力。	平时作业 课堂表现 期末考试
课程目标 3	1. 强调终身学习在单片机原理学习中的重要性。 2. 教授单片机领域的自主学习方法。 3. 鼓励应用自学技能以深化对单片机技术的理解。 4. 培养独立扩展单片机知识和技能的能力。	平时作业 课堂笔记 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(习题、小测试、仿真视频)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式,“N”指平时成绩,包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等,占比 30%;“1”指期末考试成绩,期末考试采取闭卷形式,占比 70%。总成绩=平时成绩(30%)+ 期末考试成绩(70%);

(1)平时成绩:平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对单片机基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2)期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能够全面理解单片机的基本概念、结构、工作原理，并能熟练运用定时器、硬件设计和串行通信等关键应用技术。在实验设计和工程问题解决中表现出色，显示出高度的创新思维和独立工作能力。	学生对单片机的基本概念、结构、工作原理有深刻理解，能够有效运用关键应用技术。在实验设计和工程问题解决中表现良好，能够独立完成设计任务。	学生对单片机的基本概念、结构、工作原理有一定了解，能够应用一些关键应用技术。在实验设计和工程问题解决中表现一般，需要一些指导。	学生对单片机的基本概念、结构、工作原理的理解尚可，但在应用关键应用技术时不够熟练。在实验设计和工程问题解决中表现较为吃力，需要较多的指导。	学生对单片机的基本概念、结构、工作原理理解不足，未能有效应用关键应用技术。在实验设计和工程问题解决中表现不佳，缺乏独立工作的能力。
2	课程目标 2	学生能够完美整合单片机原理与工程管理及经济决策方法，在实际工程项目中展现出优秀的管理能力和综合决策能力。	学生能够较好地整合单片机原理与工程管理及经济决策方法，在实际工程项目中表现出良好的管理能力和决策能力。	学生在一定程度上能够整合单片机原理与工程管理及经济决策方法，在实际工程项目中表现出一定的管理能力和决策能力。	学生在整合单片机原理与工程管理及经济决策方法方面存在一定困难，实际工程项目管理能力和决策能力有待提高。	学生未能有效整合单片机原理与工程管理及经济决策方法，在实际工程项目中缺乏必要的管理和决策能力。
3	课程目标 3	学生深刻理解终身学习的重要性，并能主动、有效地运用自主学习方法，持续拓展个人知识和技能。	学生理解终身学习的重要性，并能运用自主学习方法，不断拓展个人知识和技能。	学生对终身学习的重要性有一定认识，偶尔运用自主学习方法，对个人知识和技能有所拓展。	学生对终身学习的重要性认识不足，自主学习方法运用不够，个人知识和技能拓展有限。	学生缺乏对终身学习重要性的认识，未能有效运用自主学习方法，个人知识和技能未见拓展。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
单片机原理及应用	张毅刚	高等教育出版社	2016	否	

八、主要参考书目

[1]何立民. 单片机高级教程. 北京: 北京航空航天大学出版社.2007

[2]张友德, 涂时亮, 赵志英. 单片微型机原理、应用与实验. 上海: 复旦大学出版社. 2006

[3]楼然苗, 李光飞.51 系列单片机设计实例. 北京: 北京航空航天大学出版社. 2018

九、课程学习建议

1、学生应该每周安排大约 5-10 个小时的课外时间来学习单片机原理，确保有足够的机会来巩固和扩展在课堂上获得的知识。

2、为了更好地吸收和理解单片机原理的知识，学生需要定期复习课堂讲授的内容，并通过实践操作和实际项目来提升学习效果。同时，利用网络资源、参与论坛讨论以及与同学合作交流，都是提高学习效率的好方法。在学习过程中，设置明确的学习目标并自我检查进度，遇到困难时及时寻求帮助，同时平衡好理论学习和动手实践的关系，管理好课外学习时间，保持健康的学习生活平衡，这些都是促进学习成效的重要策略。

《固体物理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	固体物理 (Solid state Physics)		
课程编码	232410209B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学物理	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	白雪敏	审核人	韩建新

二、课程简介

固体物理课程在电子科学与技术专业人才培养中具有举足轻重的地位和作用。它是连接基础理论与专业应用的桥梁, 为学生打开了深入探索电子材料和器件的大门。学生将系统地掌握晶体结构、晶体结合、晶格振动、能带理论及金属电子论等固体物理学的核心知识, 为后续的专业课程学习奠定坚实的理论基础。学生将学会将固体物理的理论知识应用于电子材料和器件的设计、制造与优化中, 提升技术的实际应用能力。通过本课程的学习, 学生将培养起严谨的科学态度、批判性思维和求实精神, 形成科学的世界观和方法论。通过学习本课程, 学生将获得系统的基础理论知识、分析和解决问题的能力、科研创新能力以及良好的科学素养和团队合作精神, 为未来的科研和工程实践奠定坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习, 学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 深入理解固体物理课程在电子科学与技术专业相关领域的技术发展现状与趋势, 以便在设计复杂工程问题解决方案时能够体现创新意识, 并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

课程目标 2: 掌握固体物理中的关键概念和理论, 如晶体结构、能带理论、电子输运性质等, 能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确研究目标, 并根据目标确定技术路线, 设计实验方案。

课程目标 3: 具有终身学习的知识基础和意识, 能够针对个人或职业发展

需要，采用合适的方法自主学习，适应社会发展。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.1 影响：了解相关领域技术发展的现状与趋势，在设计复杂工程问题解决方案时，体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	4.1 设计：能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	12.2 适应：具有终身学习的知识基础和意识，能够针对个人或职业发展需要，采用合适的方法自主学习，适应社会发展。	毕业要求 12：终身学习

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	晶体的结构	课程目标 1、2、3	翻转课堂	15
2	晶体的结合	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	9
3	晶格振动与晶体热学性质	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	14
4	晶体中电子能带理论	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	10
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 晶体的结构

【学习目标】

1. 能够掌握晶体结构的基本概念
2. 掌握晶体内部的周期性排列规律
3. 培养空间想象与建模能力
4. 关注晶体结构研究的最新进展，拓宽自己的学术视野，激发创新思维

【课程内容】

1. 晶体的共性
2. 晶体结构的基本概念
3. 晶体的对称性及分类

【重点、难点】

重点：晶格相关的基本概念、晶体的对称性、晶格结构的分类

难点：倒格子

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容二 晶体的结合

【学习目标】

1. 能深入理解晶体结合的基本原理
2. 熟悉各类晶体的结合特点
3. 掌握晶体结合能与稳定性分析
4. 学会从不同角度分析和解决晶体结合相关的问题，提升综合素质和创新能力。

【课程内容】

1. 原子的电负性
2. 晶体的结合类型
3. 结合力和结合能

【重点、难点】

重点：晶体的结合类型、结合力和结合能

难点：结合力和结合能

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容三 晶格振动与晶体热学性质

【学习目标】

1. 理解晶格振动的概念
2. 掌握晶格振动的描述和振动模式。
3. 学习如何通过分析晶格振动来推导晶体的热学性质，如热容、热导率等

【课程内容】

1. 一维晶格的振动
2. 三维晶格的振动
3. 简正振动和声子
4. 晶格振动谱的实验测定方法
5. 长波近似
6. 晶格振动的热容理论

【重点、难点】

重点：三维晶格的振动、简正振动和声子

难点：简正振动和声子

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容四 晶体中电子能带理论

【学习目标】

1. 理解能带理论的基本概念
2. 熟悉能带的分类与特点
3. 掌握能带结构的计算与分析方法
4. 培养科研探索能力

【课程内容】

1. 原能带理论的基本思想
2. 布洛赫定理以及布洛赫定理的推导过程
3. 一维晶格中近自由电子的研究方法
4. 三维晶格中的近自由电子即平面波方法
5. 布里渊区的概念和二维晶格的布里渊区画法
6. 电子的平均速度、平均加速度和有效质量
7. 导体、半导体和绝缘体的能带结构
8. 等能面、能态密度。

【重点、难点】

重点：布洛赫定理、近自由电子、布里渊区、有效质量

难点：布洛赫定理、电子的有效质量

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信息化平台主要有雨课堂、学习通等。课堂开始用5分钟时间与学生交流互动，内容包括：科技前沿、时事、新闻、热点等的分享和交流。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 晶体的基本结构及内部排列方式 2. 晶体的结合力及结合能 3. 解决复杂工程问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 研究微观结构问题的基本方法 2. 发现问题、分析问题、解决问题的能力 3. 晶体结构的关键概念和理论	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 终身学习的知识基础和意识, 2. 自主学习的方式及能力	课堂表现 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(习题、小测试、仿真视频)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式,“N”指平时成绩,包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等,占比 30%;“1”指期末考试成绩,期末考试采取闭卷形式,占比 70%。总成绩=平时成绩(30%)+期末考试成绩(70%);

(1) 平时成绩:平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业:学生独立完成作业,考察学生对固体物理基础理论和基本知识的掌握程度,运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化,可以是习题、调查报告,讲解视频等,发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合,每次作业按要求完成,每次作业满分 100 分。

课堂表现:考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记:考察笔记内容的准确度,笔记内容及形式的创新度,逻辑的条理性,字迹的工整程度。满分 100 分

(2) 期末成绩:根据课程的考试成绩给出,考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况,运用相关知识分析问题、解决问题的能力,以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能够全面、深入地理解固体物理在电子科学与技术专业中的应用及其发展趋势，能够在设计复杂工程问题解决方案时体现出显著的创新意识，并能够全面、深入地综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	学生较好地理解了固体物理在电子科学与技术专业中的应用及其发展趋势，能够在设计复杂工程问题解决方案时体现出一定的创新意识，并能够较为全面地综合考虑上述因素。	学生对固体物理在电子科学与技术专业中的应用及其发展趋势有一定理解，但在设计解决方案时创新意识不够突出，对综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的把握尚需加强。	学生对固体物理在电子科学与技术专业中的应用及其发展趋势有基本了解，但在设计解决方案时缺乏明显的创新意识，对综合考虑上述因素的把握存在不足。	学生对固体物理在电子科学与技术专业中的应用及其发展趋势理解不足，无法在设计解决方案时体现创新意识，且未能综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
2	课程目标 2	学生熟练掌握了固体物理中的关键概念和理论，如晶体结构、能带理论、电子输运性质等，并能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确研究目标，根据目标确定合理的技术路线，并设计出切实可行的实验方案。	学生较好地掌握了固体物理中的关键概念和理论，能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确研究目标，并设计出较为合理的实验方案，但在技术路线的确定上可能存在一定的不足。	学生对固体物理中的关键概念和理论有一定掌握，但在针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题时，研究目标的明确性、技术路线的合理性以及实验方案的设计尚需加强。	学生对固体物理中的关键概念和理论有基本了解，但在针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题时，研究目标的明确性、技术路线的合理性以及实验方案的设计存在明显不足。	学生对固体物理中的关键概念和理论掌握不足，无法针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确研究目标，也无法设计出合理的实验方案。
3	课程目标 3	学生具备扎实的终身学习的知识基础和强烈的自主学习意识，能够根据个人或职业发展需要，采用多种合适的方法自主学习，并表现出良好的适应社会发展的能力。	学生具有较好的终身学习的知识基础和一定的自主学习意识，能够根据个人或职业发展需要采取一定的自主学习方法，并表现出一定的适应社会发展的能力。	学生具有一定的终身学习的知识基础和自主学习意识，但在根据个人或职业发展需要采取自主学习方法以及适应社会发展方面尚需加强。	学生对终身学习的知识基础和自主学习意识有基本认识，但在根据个人或职业发展需要采取自主学习方法以及适应社会发展方面存在明显不足。	学生缺乏终身学习的知识基础和自主学习意识，无法根据个人或职业发展需要采取合适的自主学习方法，也未能表现出适应社会发展的能力。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
固体物理教程 (第六版)	王矜奉著	山东大学出版社	1995	否	

八、主要参考书目

- [1] 黄昆著. 固体物理教程学, 北京: 人民教育出版社. 1966
- [2] 苟清泉著. 固体物理学简明教程, 北京: 人民教育出版社. 1978
- [3] 曹全喜等著. 固体物理基础, 西安: 西安电子科技大学出版社. 2008
- [4] 基泰尔著. 固体物理导论, 北京: 化学工业出版社. 2005

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解, 录制讲解视频提交学习通, 学生除掌握教学目标中提出的基本要求外, 可选学教师提供的课外拓展资料。

《电路分析实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电路分析实验 (Circuit analysis Experiment)		
课程编码	232410210B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电路分析	修读学期	第二学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	赵岩	审核人	韩建新

二、课程简介

由于科学技术的飞速发展，社会对人才的要求越来越高，不仅要求人才具有丰富的知识，还要求其具有更强的对知识的应用能力及创新能力，以适应新形势的要求。对于电子科学与技术专业，除了掌握基本器件的原理、电子电路的基本组成及分析方法外，还要掌握电子器件及基本电路的应用技术，因而实验课已成为电子教学中的重要环节。电路分析实验是电子科学与技术专业的一门重要专业基础课，也是专业核心课程。通过本课程的学习，使学生掌握电路的基本理论知识、电路的基本分析方法和实验技能。同时，树立学生严肃认真的科学作风和理论联系实际的科学思想，培养学生的科学思维能力、分析计算能力、实验研究能力和科学归纳能力。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握电子分析实验的基本知识、基本方法和基本技能，掌握分析、设计、连接和调试电路的能力解决实际问题；能够综合运用所学专业知对电路进行设计和实验验证，归纳总结设计、实验过程并撰写报告。

课程目标 2：可以独立使用常用电子仪器，包括万用表、示波器、电压表、电流表等，能够运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理连接电子电路，能够综合运用所学专业知对特种功能电路进行设计和实验验证。

课程目标 3：在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团

队合作和沟通能力；能够综合运用所学专业知对电路进行设计和实验验证，归纳总结设计、实验过程并撰写报告。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 2	5.1 仪器使用：能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	10.1 表达：具有表达能力和人际交往能力，能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。	毕业要求 10：沟通

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	常用电工仪表的使用与测量误差的计算	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	电路元件伏安特性的测量	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	直流电路中电位、电压的关系研究	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	基尔霍夫定律	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	叠加定理的验证	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	戴维南定理的验证	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	电压源与电流源的等效互换	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	受控源特性测试	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
9	直流稳压电源——集成稳压器	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
10	正弦稳态交流电路相量的研究	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	设计 RLC 谐振电路	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
12	RC 动态电路研究	3	综合性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
13	常用电工仪表的使用与测量误差的计算仿真	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 常用电工仪表的使用与测量误差的计算

【实验目的】熟悉各类测量仪表、各类电源的布局及使用方法；掌握电压表、电流表内电阻的测量方法；熟悉电工仪表测量误差的计算方法。

【实验原理】分流法和分压法测内阻。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、被测直流电压表、电位器、电阻器。

【内容提要】根据“分压法”原理，测定万用表直流电压的内阻。

【实验安排】教师讲解常用测量仪表的基本知识和使用方法，以及测量电表内阻的实验方法，并进行现场演示测量；学生以 2 人一组，根据实验电路图，连接电路，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】掌握直流稳压电源和万用表的使用方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果以表格列出；写出实验的体会与疑问。

2. 电路元件伏安特性的测量

【实验目的】学会识别常用电路和元件的方法；掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的测试方法。

【实验原理】伏安法测伏安特性。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、小灯泡、电阻器。

【内容提要】测定线性电阻器、小灯泡的伏安特性,调节稳压电源的输出电压 U ，从 0 伏开始缓慢地增加，一直到 10V，记下相应的电压表和电流表的读数。

【实验安排】教师讲解电路元件伏安特性的测量方法，讲解实验电路图，并演示电路图的连接，测量数据；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并测量线性电阻、小灯泡的伏安特性，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；绘制伏安特性曲线；总结实验中遇到的问题及实验结果。

3. 直流电路中电位、电压的关系研究

【实验目的】验证电路中电位与电压的关系；掌握电路电位图的绘制方法。

【实验原理】闭合电路中，各点电位的高低视所选的电位参考点的不同而改变。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、电阻器。

【内容提要】以 A 点作为电位的参考点，分别测量 B、C、D、E 各点的电

位值 φ 及相邻两点之间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 及 U_{EA} 。

【实验安排】教师讲解电位与电压的关系，以及用电压表测量出电路中各点的电位来得到任意两点间的电压，并演示电路的连接；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行任意两点之间电位的测量，并将实验数据及结果以表格列出。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简单介绍电位与电压的关系；记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；绘制电位图，分析电位的相对性和电压的绝对性；写出实验的体会与疑问。

4. 基尔霍夫定律

【实验目的】验证基尔霍夫定律；加深对基尔霍夫定律的理解；掌握用电流表测量各支路电流。

【实验原理】基尔霍夫电流定律、基尔霍夫电压定律。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、直流数字毫安表、电阻器。

【内容提要】实验前先任意设定三条支路和三个闭合回路的电流正方向，分别将两路直流稳压源接入电路，用电流表分别测量三条支路的电流，并记录电流值，用直流数字电压表分别测量两路电源及电阻元件上的电压值。

【实验安排】教师讲解基尔霍夫定律的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并计算某一个节点上各支路的电流以及元件两端的电压；连接电路，测量实验值，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；对实验结果和理论值进行比较，分析误差产生的原因；总结实验中遇到的问题及实验结果。

5. 叠加定理的验证

【实验目的】验证线性电路叠加定理的正确性；加深对线性电路的叠加性和齐次性的认识和理解；掌握复杂电路的连接及操作方法。

【实验原理】叠加定理。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、直流数字毫安表、电阻器。

【内容提要】将两路稳压源的输出分别调节为 12V 和 6V，接到 U_1 和 U_2 处。令 U_1 电源单独作用。用直流数字电压表和毫安表分别测量各支路电流及各电阻元件两端的电压。

【实验安排】教师讲解叠加定理的实验原理，并演示电路的连接和实验数

据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并测量各支路的电流和元件两端的，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；分析负反馈对非线性失真的影响，对实验结果和理论值进行比较，分析误差产生的原因；总结实验中遇到的问题及实验结果。

6. 戴维南定理的验证

【实验目的】验证戴维南定理；加深对戴维南定理的理解；掌握有源二端口网络等效电路参数的测量方法。

【实验原理】戴维南定理。

【实验仪器】直流稳压电源、万用表、直流数字毫安表、电阻器、电位器。

【内容提要】用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的 U_{OC} 、 R_0 和诺顿等效电路的 I_{SC} 、 R_0 ；用一只 1K 的电位器作为 R_0 ，将其阻值调整到等于按步骤“1”所得的等效电阻 R_0 之值，然后令其与直流稳压电源 U_{S1} 相串联，把 U_{S1} 和 R_L 串联成一个回路。

【实验安排】教师讲解戴维南定理和实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据，总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述戴维南定理的实验原理，测量有源二端网络的外特性以及等效电路的外特性，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；总结实验结果并对其进行分析。

7. 电压源与电流源的等效互换

【实验目的】掌握电源外特性的测试方法；验证电压源与电流源等效变换的条件；掌握恒流源的使用方法。

【实验原理】电源外特性。

【实验仪器】直流稳压电源、直流恒流源、万用表、直流数字毫安表、电阻器、电位器。

【内容提要】按电路连接， I_S 为直流恒流源，调节其输出为 10mA，令 R_0 分别为 200Ω 和 ∞ （即接入和断开），调节电位器 R_L （从 0 至 $1K\Omega$ ），测出这两种情况下的电压表和电流表的读数。

【实验安排】教师讲解恒流源的使用方法、电源外特性的测量方法、电源之间等效互换的原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行实验操作，并将实验数据及结果以表格列出。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述电压源与电流源等效互换的实验原理；记录实验数据，并绘制电源外特性曲线；总结实验结论，分析实验误差来源。

8. 受控源特性测试

【实验目的】熟悉受控电源的基本特性；掌握受控源转移参数的测试方法；加深对受控源的认识和理解。

【实验原理】受控源的参量转移。

【实验仪器】直流稳压电源、受控源、万用表、直流数字毫安表、电阻器、电位器。

【内容提要】受控源则是四端器件，或称为双口元件，有一对输入端（ U_1 、 I_1 ）和一对输出端（ U_2 、 I_2 ），测量受控源 VCVS 的转移特性、受控源 VCCS 的转移特性。

【实验安排】教师讲解受控源的基本特性和实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述受控源的基本特性以及不同受控源的转移参量函数，分析电路的组成；绘制受控源的转移特性曲线，分析误差原因；总结实验中遇到的问题及实验结果。

9. 直流稳压电源——集成稳压器

【实验目的】掌握用交流电压表、交流电流表和功率表测量元件的交流等效参数的方法；掌握功率表的接法和使用。

【实验原理】三表法。

【实验仪器】交流电压表、交流电流表、单相功率表、自耦调压器、三相灯组负载。

【内容提要】连接三端稳压器参数测试电路，测量电压、调整率、流调整率、波电压(有效值或峰值)值。

【实验安排】教师讲解三表法的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；讨论实验过程中出现的问题。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验电路的工作过程，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；总结实验中遇到的问题。

10. 正弦稳态交流电路相量的研究

【实验目的】研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系；掌握日光灯线路的接线；掌握改善电路功率因数的意义并掌握其方法。

【实验原理】基尔霍夫定律、RC 串联电路。

【实验仪器】交流电压表、交流电流表、功率表、自耦调压器、相位表、镇流器、电容器、启辉器、日光灯管、电门插座（根据自己需要自主选择）。

【内容提要】按电路接线，R 为 220V、15W 的白炽灯泡，电容器为 2.2 μ F。经指导教师检查后，接通市电电源，将自耦调压器输出（即 U）调至此 220V，记录电压值，验证电压三角形关系。

【实验安排】根据正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系，学生以 2 人一组，自主选择实验仪器，设计实验电路，进行操作，并记录实验数据；对实验结果和理论值进行比较，分析原因；根据实验结果，改善电路提高功率因数。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；分析提高功率因数的方法。

11. 设计 RLC 谐振电路

【实验目的】研究 RLC 串联谐振电路和并联谐振电路的谐振现象；掌握测量谐振频率和电路带宽的方法。

【实验原理】RLC 串联并联谐振电路。

【实验仪器】交流电压表、交流电流表、功率表、相位表、电容器、电门插座（根据自己需要自主选择）。

【内容提要】一个电阻 R、一个电感 L、一个电容 C、一个电源 U，再将电阻赋为 51 Ω 、电感赋为 10mH、电容赋为 0.022 μ F、电源赋为交流 250mV（幅值）。然后设置仿真频率范围，再查看电阻的电压波形和电流波形在不同频率下的变化情况，找到电压和电流同相位时的所对应的频率，即为该电路的串联谐振频率。

【实验安排】根据 RLC 串联谐振电路和并联谐振电路，学生以 2 人一组，自主选择实验仪器，设计实验电路，进行操作，并记录实验数据；对实验结果和理论值进行比较，分析原因；根据实验结果，分析影响电路谐振频率的因素。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；分析影响电路谐振频率的因素。

12. RC 动态电路研究

【实验目的】研究 RC 动态电路的时间常数，设计 RC 微分电路和 RC 积分

电路。

【实验原理】RC 动态电路充放电。

【实验仪器】交流电压表、交流电流表、功率表、相位表、电容器、电门插座（根据自己需要自主选择）。

【内容提要】连接一个能观测零输入响应、零状态响应和完全响应的电路，分别观测该电路的零输入响应、零状态响应和完全响应的动态曲线；连接电路并观测 RC 低通（或高通）一阶电路，测量时间常数。

【实验安排】根据 RC 动态电路充放电的关系，学生以 2 人一组，自主选择实验仪器，设计实验电路，进行操作，并记录实验数据；对实验结果和理论值进行比较，分析原因；根据实验结果，分析电压随时间的变化关系。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；分析动态电路的时间常数。

13. 常用电工仪表的使用与测量误差的计算仿真

【实验目的】掌握电路仿真软件 Multisim 的使用方法；熟悉各类测量仪表、各类电源的布局及使用方法；掌握电压表内电阻的测量方法；熟悉电工仪表测量误差的计算方法。

【实验原理】分流法和分压法测内阻。

【实验仪器】电路仿真软件 Multisim、直流稳压电源、万用表、被测直流电压表、电位器、电阻器。

【内容提要】电路仿真软件 Multisim 的电路设计流程，使用放置元器件，连接电路，搭建电表内阻测量电路，并进行仿真分析。

【实验安排】教师讲解电路仿真软件 Multisim 的基本知识和使用方法，以及测量电表内阻的实验方法，并进行现场演示测量；学生以 2 人一组，根据实验电路图，连接电路，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】掌握电路仿真软件 Multisim 的使用方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果以表格列出；写出实验的体会与疑问。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 13 个实验，8 个必做项目，5 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3. 查阅文献、拟订实验方案	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 相关实验仪器的性能和使用 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	完全掌握电子分析实验的理论知识与实践技能。能够独立设计和调试复杂电路，解决高难度问题。实验报告详尽、准确，能够清晰地归纳总结设计和实验过程。	掌握电子分析实验的理论和大部分实践技能。能够独立设计和调试一般难度的电路，解决大部分问题。实验报告较为详尽，能够较好地归纳总结设计和实验过程。	基本掌握电子分析实验的理论和部分实践技能。能够完成简单的电路设计和调试，但可能需要一定指导。实验报告基本完整，但可能存在一些遗漏或不准确之处。	部分掌握电子分析实验的理论和实践技能。能够完成基本的电路设计和调试，但依赖指导较多。实验报告较为简单，能够基本总结设计和实验过程。	对电子分析实验的理论和实践技能掌握不充分。难以独立完成电路设计和调试，依赖他人帮助较多。实验报告不完整，存在大量遗漏或错误。
2	课程目标 2	熟练使用所有常用电子仪器，能够准确获取电子器件的相关参数。能够独立设计和验证特种功能电路，实验结果准确。实验报告详尽，能够清晰地展示电路设计和实验验证过程。	能够熟练使用大部分常用电子仪器，基本能够获取电子器件的相关参数。能够设计和验证一般功能电路，实验结果较为准确。实验报告较为详尽，能够较好地展示电路设计和实验验证过程。	对常用电子仪器的使用有一定的了解，但操作不够熟练。能够设计和验证简单电路，但实验结果可能存在误差。实验报告基本完整，但可能在某些方面不够详细。	对常用电子仪器的使用了解有限，操作不熟练，容易出错。能够设计和验证基本电路，但实验结果可能不够准确。实验报告较为简单，能够基本展示电路设计和实验验证过程。	对常用电子仪器的使用了解非常有限，操作不熟练，频繁出错。难以设计和验证电路，实验结果不准确。实验报告不完整，无法展示电路设计和实验验证过程。
3	课程目标 3	在团队合作中表现出色，能够有效分工和组织，促进团队成员间的沟通和协作。能够综合运用所学专业知识和技能进行电路设计和实验验证，实验过程和结果具有创新性和实用性。实验报告详尽，能够清晰地总结设计和实验过程，展示团队合作的成果。	在团队合作中表现良好，能够完成分工和组织任务，但可能在沟通和协作中存在一些小问题。能够进行电路设计和实验验证，实验过程和结果较为常规。实验报告较为详尽，能够较好地总结设计和实验过程。	在团队合作中表现一般，完成分工和组织任务，但沟通和协作能力有待提高。能够进行电路设计和实验验证，但实验过程和结果较为普通。实验报告基本完整，但可能在某些方面不够详细。	在团队合作中表现一般，能够完成基本的分工和组织任务，但沟通和协作能力有限。能够完成基本的电路设计和实验验证，但实验过程和结果较为简单。实验报告较为简单，能够基本总结设计和实验过程。	在团队合作中表现较差，难以有效分工和组织，沟通和协作能力不足。电路设计和实验验证能力较弱，实验过程和结果缺乏创新性和实用性。实验报告不完整，无法清晰地总结设计和实验过程。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1] 施娟，周茜．电路分析基础，西安：西安电子科技大学出版社．2019

[2] 刘健．电路分析．北京：电子工业出版社．2016

[3] 王英．电路分析实验教程．成都：西南交通大学出版社．2010

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤，课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。每个实验课后用 2-4 个课时进行综合性研究，可以作为毕业论文的选题。

《模拟电子技术实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	模拟电子技术实验 (Experiment of Analog Electronic Technology)		
课程编码	232410211B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	模拟电子技术	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	侯丽鹏	审核人	韩建新

二、课程简介

为适应电子科学技术的迅猛发展和教学改革不断深入的需要,作为电子科学与技术专业的学生,从将来从事电子相关工作的需求出发,不仅需要具备模拟电子技术的相关知识,同时还需要锻炼自己的实践能力。本课程主要讲授常用电子仪器的使用及模拟电子技术课程中的主要电路等实验。通过该课程的学习,使学生巩固和加深模拟电子技术理论知识,通过实践进一步加强学生独立分析问题和解决问题的能力、综合设计及创新能力的培养,同时注意培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和良好的实验习惯,为今后工作打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 可以设计常见放大电路并通过实验验证其结论;可以通过常用模电电路和集成电路的典型应用,实现其功能。

课程目标 2: 可以独立使用常用电子仪器;能够运用电子器件说明书获得器件相关参数,合理连接电子电路;能够综合运用所学专业对特种功能电路进行设计和实验验证。

课程目标 3: 在分组讨论教学时,通过合理分工和有效组织,培养学生团队合作和沟通能力;在实践教学中,要求学生能够归纳总结实验过程并规范撰写实验报告。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	5.1 仪器使用：能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	10.1 表达：具有表达能力和人际交往能力，能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。	毕业要求 10：沟通

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	常用电子仪器的使用	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	晶体管共射极单管放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	集成运算放大器的应用	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	晶体管共集电极单管放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	负反馈放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	差分放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	设计两级交流放大器	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	积分与微分电路	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
9	RC 正弦波振荡器	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
10	波形发生电路	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	有源滤波电路	3	综合性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
12	电压比较电路	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
13	直流稳压电源——集成稳压器	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 常用电子仪器的使用

【实验目的】正确使用示波器、函数信号发生器；会用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数。

【实验原理】示波器显示和测试被测电路的信号。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器。

【内容提要】用信号发生器产生一个正弦信号，使用示波器将其显示出来，并测量其电压和频率。

【实验安排】教师讲解函数信号发生器和示波器的使用方法，并进行现场演示测量数据；学生以 2-3 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和波形图。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】掌握函数信号发生器和示波器的使用方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果以表格列出；记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

2. 晶体管共射极单管放大器

【实验目的】调试合适的放大器静态工作点，理解静态工作点对放大器性能的影响；测试放大器电压放大倍数。

【实验原理】共射极放大器可以放大电压信号。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】调节放大电路的滑动变阻器，调节合适的静态工作点；输入正弦信号，计算其放大倍数。

【实验安排】教师讲解放大器的调试方法，讲解实验原理图，并演示电路图的连接，测量数据；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并测量静态工作点、测量放大器电压放大倍数，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；观察静态工作点对波形失真的影响；总结实验中遇到的问题及实验结果。

3. 集成运算放大器的应用

【实验目的】明确集成运算放大器的工作原理；使用集成运算放大器组成比例、加法、减法等基本运算电路并验证结论。

【实验原理】使用集成运算放大器组成比例、加法、减法等基本运算。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生信号，使用示波器显示输出，验证集成运算放大器的比例、加法、减法等基本运算。

【实验安排】教师讲解由集成运算放大器组成的加法运算的工作原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行比例运算、加法运算和减法运算的实验操作，并将实验数据及结果以表格列出；对实验结果和理论值进行比较，分析误差产生的原因。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】可以使用集成运算放大器构建基本线性运算电路；记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；写出实验的体会与疑问。

4. 晶体管共集电极单管放大器

【实验目的】验证晶体管共集电极单管放大器的放大倍数、输入和输出电阻；进一步理解放大器的跟随特性。

【实验原理】晶体管共集电极单管放大器输出电压跟随输入电压作线性变化。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生一个正弦信号，接入共集电极放大电路，使用示波器观察输出信号，计算其放大倍数、输入和输出电阻。

【实验安排】教师讲解晶体管共集电极单管放大器的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。对实验结果和理论值进行比较，分析误差产生的原因。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并测量静态工作点、测量放大器电压放大倍数，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；讨论射极跟随器在实际电路中的应用，总结实验中遇到的问题及实验结果。

5. 负反馈放大器

【实验目的】学习放大电路中引入负反馈的方法；测试负反馈对放大器各项性能指标的影响。

【实验原理】负反馈放大器会降低放大器的放大倍数，但是可以稳定放大倍数、改变输入输出电阻、减小非线性失真、展宽通频带。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生一个正弦信号，接入放大电路的输入端，使用示波器观察输出信号，并计算其放大倍数；在放大电路中接入负反馈通路，再次观察输出并计算放大倍数，比较负反馈对放大倍数的影响。重复以上过程测试没有负反馈和接入负反馈对放大电路通频带的影响。

【实验安排】教师讲解负反馈放大器的实验原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；分析实验中出现的問題，并总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理并测量静态工作点、测量放大器电压放大倍数，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；分析负反馈对非线性失真的影响，总结实验中遇到的问题及实验结果。

6. 差分放大器

【实验目的】测试差分放大器的差模信号和共模信号。

【实验原理】差分放大器对差模信号具有放大作用，对共模信号有较强的抑制作用，可以有效地抑制零漂。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器分别产生一对差模信号和共模信号，使用示波器观察输出信号，并测量它们的电压放大倍数和共模抑制比。

【实验安排】教师讲解差分放大器的结构特点和实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据，总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述差分放大器的结构特点，测量其静态工作点、差模电压和共模电压的放大倍数，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；总结实验结果并对其进行分析。

7. 设计两级交流放大器

【实验目的】设计一个两级放大器，测试放大电路的放大倍数随频率的变化。

【实验原理】输入信号频率不同，放大电路的放大倍数不同

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生幅度相同，频率不同的正弦信号，接入两级放大电路的输入端，用示波器观察输出信号，计算不同频率信号的放大倍数。

【实验安排】根据多级放大电路和频率响应特性的实验原理，学生以 2 人一组，自主选择实验仪器，设计实验电路，进行操作，并记录实验数据。对实验结果和理论值进行比较，分析原因。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；分析电路的优劣。

积分与微分电路

【实验目的】会用运算放大器组成积分微分电路，并测量积分微分电路的特点及性能。

【实验原理】通过积分微分电路实现信号波形变换。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生一个正弦信号，接到积分和微分电路的输出端，用示波器观察输出信号与输入信号之间幅度和相位关系，并与理论结果进行比较。

【实验安排】教师讲解由集成运算放大器组成的积分运算的工作原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行积分和微分运算的实验操作，并将实验数据及结果以表格列出；观察并记录计算前后波形的变换。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】可以使用集成运算放大器构建积分微分运算电路；记录实验数据，并记录计算前后波形的变换；总结实验结论，分析实验误差来源。

9. RC 正弦波振荡器

【实验目的】测量、调试 RC 串并联振荡电路，及振荡条件。

【实验原理】没有输入信号，通过选频网络的正反馈放大电路获得信号。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】连接 RC 桥式振荡电路并接通电源，调节滑动变阻器的阻值，通过示波器观察输出信号，找到正弦信号产生的条件。

【实验安排】教师讲解 RC 串并联振荡电路的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理，分析电路的组成；测量产生信号的频率并与理论计算值进行比较，分析误差原因；总结实验中遇到的问题及实验结果。

10. 波形发生电路

【实验目的】会使用集成运放构成正弦波、方波发生器；测试波形发生器的主要性能指标。

【实验原理】不需要输入信号就能将直流电能转换成一定频率、振幅和波形的交流能量输出。

【实验仪器】双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】给波形发生电路接通电源，通过调节电阻观察输出波形的变化，并计算输出波形的频率、幅度等。

【实验安排】教师讲解正弦波、方波电路的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理，分析电路的组成；画出各实验的波形图；总结实验中遇到的问题及实验结果。

11. 有源滤波电路

【实验目的】熟悉用运放、电阻和电容组成有源低通滤波、高通滤波和带通、带阻滤波器；学会测量有源滤波器的幅频特性。

【实验原理】不同频率的信号通过电路，有的频率信号被放大，有的被抑制，得到需要的频率信号。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生同一幅度不同频率的一个正弦信号，通过有源滤波电路后测试得到信号的幅度变化。

【实验安排】根据低通滤波电路、高通滤波电路和带阻滤波电路的实验原理，学生以2人一组，自主选择实验仪器，设计实验电路，进行操作，并记录实验数据。对实验结果和理论值进行比较，分析原因。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；分析电路的优劣。

12. 电压比较电路

【实验目的】构成电压比较电路，学会测试比较器的方法。

【实验原理】电压比较器将一个模拟量电压信号和一个参考电压相比较，在二者幅度相等的附近，输出电压将产生跃变，相应输出高电平或低电平。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、数字万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用直流电源和信号发生器产生一个信号，接入电压比较器的一个输入端，另一端接地，观察输出电压的跳变。

【实验安排】教师讲解过零比较电路和同相滞回比较电路的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验原理，分析电路的组成；整理实验数据及波形图；总结实验中遇到的问题及实验结果。

13. 直流稳压电源——集成稳压器

【实验目的】理解单相桥式整流、电容滤波电路的特性；测试稳压器的性能指标。

【实验原理】通过直流稳压电源将交流电转变为直流电源。

【实验仪器】函数信号发生器、双踪示波器、万用表、模拟电路实验箱。

【内容提要】用信号发生器产生一个正弦信号，通过集成稳压器产生一个直流稳压信号。

【实验安排】教师讲解直流稳压电源的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。讨论实验过程中出现的问题。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述实验电路的工作过程，测量稳压系数和输出电阻，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；画出实验过程中信号的变化过程，总结实验中遇到的问题。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 13 个实验，7 个必做项目，6 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3. 查阅文献、拟订实验方案	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 相关实验仪器的性能和使用 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤（10%）+实验操作（40%）+实验报告（50%）；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对模拟电子技术实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养，满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够正确设计常见放大电路并通过实验验证其结论；可以通过常用模电电路和集成电路的典型应用，实现其功能。	能够较正确设计常见放大电路并通过实验验证其结论；可以通过常用模电电路和集成电路的典型应用，实现其功能。	基本能够设计常见放大电路并通过实验验证其结论；可以通过常用模电电路和集成电路的典型应用，实现其功能。	能够通过实验验证常见放大电路的结论；可以通过常用模电电路和集成电路的典型应用，实现其功能。	不能通过实验验证常见放大电路的结论；不能通过常用模电电路和集成电路的典型应用，实现其功能。
2	课程目标 2	能够独立使用常用电子仪器；能够正确连接电子电路；能够综合运用所学专业知对特种功能电路进行设计和实验验证。	能够使用常用电子仪器；能够较正确连接电子电路；能够综合运用所学专业知对特种功能电路进行设计和实验验证。	能够使用常用电子仪器；基本能正确连接电子电路；能够综合运用所学专业知对特种功能电路进行实验验证。	能够使用常用电子仪器；通过提示能正确连接电子电路；能够综合运用所学专业知对特种功能电路进行实验验证。	不能使用常用电子仪器；不能正确连接电子电路；不能综合运用所学专业知对特种功能电路进行实验验证。
3	课程目标 3	能认真地、真实地记录实验现象及数据；能准确找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合默契，能够高质量的完成实验。	能比较认真地记录实验现象及数据；能比较准确地找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合默契，实验完成质量较高。	能简单地记录实验现象及数据；能大概找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合比较默契，能够完成实验。	能记录实验现象及数据，但不严谨之处；能找到实验失败原因，但没有解决方案；组员之间配合不够默契，实验完成质量较低。	不能完整地记录实验现象及数据；找不到实验失败原因；组员之间配合不默契，不能完成实验。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1]童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础, 北京: 高等教育出版社. 2015

[2]耿苏燕, 周正, 胡宴如. 模拟电子技术基础. 北京: 高等教育出版社. 2019

[3]清华大学科教仪器厂. TPE-A 型系列模拟电路实验箱实验指导书. 北京: 清华大学. 1998

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

《微机原理与接口技术实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	微机原理与接口技术实验 (Experiment on Microcomputer Principle and Interface Technology)		
课程编码	232410213B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	微机原理与接口技术	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	赵岩	审核人	韩建新

二、课程简介

由于科学技术的飞速发展，社会对人才的要求越来越高，不仅要求人才具有丰富的知识，还要求其具有更强的对知识的应用能力及创新能力，以适应新形势的要求。对于电子科学与技术专业，除了掌握微机原理与接口技术的理论知识外，还要掌握简单微机系统的应用技术，因而实验课已成为电子教学中的重要环节。微机原理与接口技术是电子科学与技术专业的一门重要专业基础课，也是专业核心课程。通过本课程的学习，使学生深入理解微机结构、存储器系统、输入输出等基本知识，掌握独立实验技能。同时，树立学生严肃认真的科学作风和理论联系实际的科学思想，培养学生的科学思维能力、分析计算能力、实验研究能力和科学归纳能力。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握微机原理与接口技术实验的基本知识、基本方法和基本技能，包括微型计算机系统的组成架构原理，汇编语言程序设计编程方法，存储器的扩展应用，以及基本接口电路工作原理及连接方法。

课程目标 2：通过编写软件对计算机运行过程进行控制和管理，能够运用 TD-PITE 实验装置开发与调试程序，能够掌握微机接口技术的应用，输入输出接口技术，常用可编程接口芯片，解决实际问题。

课程目标 3：在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作和沟通能力；能够综合运用所学专业对微机应用系统进行设计和实验验证，归纳总结设计、实验过程并撰写报告。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	10.1 表达：具有表达能力和人际交往能力，能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。	毕业要求 10：沟通

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	系统认识实验	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	循环程序设计实验	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	输入输出程序设计	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	子程序设计实验	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	静态存储器扩展实验	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	8254 定时计数器应用	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	8255 并行接口应用实验	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	A/D 转换实验	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
9	步进电机实验	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
10	温度闭环控制实验	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	电子发声设计实验	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
12	点阵 LED 显示设计实验	3	综合性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
13	DMA 特性及 8237 应用实验	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 系统认识实验

【实验目的】了解 TD 系列微机原理及接口技术教学实验系统的操作；熟悉 Wmd86 联机集成开发调试软件的操作环境；掌握教学实验系统的操作过程。

【实验原理】Wmd86 联机集成开发调试。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】编写实验程序，将 00H~0FH 共 16 个数写入内存 3000H 开始的连续 16 个存储单元中。

【实验安排】教师讲解 TD 系列微机原理及接口技术教学实验系统的操作，Wmd86 联机集成开发调试，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验结果。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 Wmd86 联机集成开发调试软件的操作环境；记录实验步骤和实验结果；写出实验的体会与疑问。

2. 循环程序设计实验

【实验目的】掌握循环汇编语言程序设计方法，加深对循环结构的理解；熟悉程序调试的方法。

【实验原理】循环程序结构。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】计算 $S=1+2\times 3+3\times 4+4\times 5+\dots+N(N+1)$ ，直到 $N(N+1)$ 项大于 200 为止，编写实验程序，计算上式的结果。

【实验安排】教师讲解循环程序设计，讲解实验步骤，并演示实验过程；学生以 2 人一组，对照实验程序和步骤，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述循环程序设计思想和实验过程，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

3. 输入输出程序设计

【实验目的】掌握 INT 21H 功能调用模块的用法；掌握 Wmd86 软件界面下数据输入输出的方法。

【实验原理】INT 21H 功能调用。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】编写实验程序，在显示器上的输出窗口显示 A—Z 共 26 个大写英文字母。

【实验安排】教师讲解 INT 21H 功能调用的设计思想和实验步骤；学生以

2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 INT 21H 功能调用的用法，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

4. 子程序设计实验

【实验目的】学习子程序的定义和调用方法；掌握子程序的程序设计及调试方法。

【实验原理】子程序的调用。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】求无符号字节序列中的最大值和最小值，设有一字节序列，其存储首地址为 3000H，字节数为 08H。利用子程序的方法编程求出该序列中的最大值和最小值。

【实验安排】教师讲解子程序的设计思想和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述子程序的定义和调用方法，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

5. 静态存储器扩展实验

【实验目的】掌握存储器扩展的方法和存储器的读写；掌握 CPU 对 16 位存储器的访问方法。

【实验原理】存储器扩展。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】编写实验程序，将 0000H~000FH 共 16 个数写入 SRAM 的从 0000H 起始的一段空间中，然后通过系统命令查看该存储空间，检测写入数据是否正确。

【实验安排】教师讲解存储器扩展的方法和存储器的读写；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述存储器扩展的方法和存储器的读写实验步骤，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

6. 8254 定时计数器应用

【实验目的】掌握 8254 的工作方式及应用编程；掌握 8254 典型应用电路的接法。

【实验原理】单次脉冲模拟计数。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】定时应用实验。编写程序，应用 8254 的定时功能，产生一个 1ms 的方波。

【实验安排】教师讲解 8254 的工作方式和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 8254 的工作方式及应用程序，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

7. 8255 并行接口应用实验

【实验目的】掌握 8255 的工作方式及应用编程；掌握 8255 典型应用电路的接法。

【实验原理】并行接口。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】基本输入输出实验。编写程序，使 8255 端口 A 工作在方式 0 并作为输入口，端口 B 工作在方式 0 并作为输出口，完成拨动开关到数据灯的数据传输。要求只要开关拨动，数据灯的显示就发生相应改变。

【实验安排】教师讲解 8255 的工作方式和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 8255 的工作方式及应用程序，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

8. A/D 转换实验

【实验目的】掌握 A/D 转换的基本原理；掌握 A/D 转换芯片 ADC809 的使用方法。

【实验原理】A/D 转换。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】编写实验程序，将 ADC 单元中提供的 0V~5V 信号源作为 ADC809 的模拟输入量，进行 A/D 转换，转换结果通过变量进行显示。

【实验安排】教师讲解 A/D 转换的基本原理、ACD809 的使用方法和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 A/D 转换的基本原理和 ACD809 的使用方法，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

9. 步进电机实验

【实验目的】掌握步进电机的控制方法；掌握 8255 的应用编程方法。

【实验原理】8255 控制步进电机运转。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】编写实验程序，利用 8255 的 B 口来控制步进电机的运转。

【实验安排】教师讲解 8255 的工作方式和步进电机控制实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 8255 和步进电机的工作方式及应用程序，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

10. 温度闭环控制实验

【实验目的】掌握温度闭环控制的方法；掌握 PID 控制规律和算法。

【实验原理】PID 控制。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套（根据需要自主选择元件）。

【内容提要】人为数字给定一个温度值，与温度测量电路得到的温度值（反馈量）进行比较，其差值经过 PID 运算，将得到控制量并产生 PWM 脉冲，通过驱动电路控制温度单元是否加热，从而构成温度闭环控制系统。

【实验安排】教师讲解温度闭环控制的方法和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验设计和操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计程序以及程序流程图；写出实验过程，并记录实验结果；总结并分析程序设计以及硬件控制中遇到的问题。

11. 电子发声设计实验

【实验目的】掌握用 8254 定时/计数器使蜂鸣器发声的编程方法。

【实验原理】定时器产生方波。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套（根据需要自主选择元件）。

【内容提要】根据实验提供的音乐频率表和时间表，编写程序控制 8254，

使其输出连接到扬声器上能发出相应的乐曲。

【实验安排】教师讲解定时器产生方波的方法和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验设计和操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计程序以及程序流程图；写出实验过程，并记录实验结果；总结并分析程序设计以及硬件控制中遇到的问题。

12.点阵 LED 显示设计实验

【实验目的】掌握 LED 点阵扫描显示的方法。

【实验原理】LED 点阵扫描显示。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套（根据需要自主选择元件）。

【内容提要】编写程序，控制点阵向上卷动显示一段标语。

【实验安排】教师讲解 LED 点阵扫描显示的方法和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验设计和操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计程序以及程序流程图；写出实验过程，并记录实验结果；总结并分析程序设计以及硬件控制中遇到的问题。

13.DMA 特性及 8237 应用实验

【实验目的】掌握 8237 DMA 控制器的工作原理；掌握 8237 的应用编程方法。

【实验原理】直接存储器访问。

【实验仪器】PC 机一台、TD-PITE 实验装置一套。

【内容提要】将存储器 1000H 单元开始的连续 10 个字节的数据复制到地址 0000H 开始的 10 个单元中，实现 8237 的存储器到存储器传输。

【实验安排】教师讲解 8237 的工作方式和实验步骤；学生以 2 人一组，对照程序流程图，进行实验操作，并记录实验结果；思考解决实验中遇到的原因。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 8237 DMA 的工作方式及应用程序，绘制程序流程图，并记录实验结果；总结实验中遇到的问题及实验结果。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；

2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 13 个实验，7 个必做项目，6 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3. 查阅文献、拟订实验方案	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 运用 TD-PITE 实验装置开发与调试程序 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

（1）理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。

主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	深入理解微机系统架构，熟练掌握汇编语言编程，能够独立设计并实现复杂存储器和接口电路。	较好理解微机系统架构，掌握基本汇编语言编程，能够设计并实现一般难度的存储器和接口电路。	基本理解微机系统架构，能够完成简单的汇编语言编程，初步实现存储器和接口电路。	对微机系统架构有初步理解，能够完成基本的汇编语言编程，实现简单的存储器和接口电路。	对微机系统架构理解不足，无法完成汇编语言编程，实现存储器和接口电路存在明显困难。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 2	能够独立编写高效控制软件, 熟练运用 TD-PITE 进行程序开发与调试, 解决复杂问题。	能够编写控制软件, 运用 TD-PITE 进行程序开发与调试, 基本解决实际问题。	能够编写基本控制软件, 完成程序开发与调试, 初步解决实际问题。	能够编写简单的控制软件, 完成基本程序开发与调试, 解决简单问题。	无法独立编写控制软件, 程序开发与调试存在困难, 无法解决实际问题。
3	课程目标 3	在团队中表现出色, 能够有效分工合作, 沟通能力强, 能够高效完成设计和实验验证。	在团队中表现良好, 能够完成分工合作, 沟通能力较好, 能够完成设计和实验验证。	在团队中表现一般, 能够基本完成分工合作, 沟通能力有待提高, 能够完成基本设计和实验验证。	在团队中表现一般, 能够完成基本分工合作, 沟通能力有限, 能够完成简单的设计和实验验证。	在团队中表现差, 无法有效分工合作, 沟通能力弱, 设计和实验验证完成困难。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

- [1] 吴宁, 陈文革. 微型计算机原理与接口技术实验指导, 北京: 清华大学出版社. 2018
- [2] 吴宁. 微型计算机原理与接口技术. 北京: 清华大学出版社. 2019
- [3] 西安唐都科教仪器公司. 80X86 微机原理及接口技术实验教程. 西安: 西安唐都科教仪器公司. 2015

2. 与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

《信号与系统实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	信号与系统实验 (Experiment of Signals & Systems)		
课程编码	232410212B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	信号与系统	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李付江	审核人	白雪敏

二、课程简介

为适应电子科学技术的迅猛发展和教学改革不断深入的需要，作为电子科学与技术专业的学生，从将来从事电子相关工作的需求出发，不仅需要具备信号与系统的相关知识，同时还需要锻炼自己的实践能力。通过该课程的学习，可以巩固和加深学生对信号与系统理论知识，通过实践进一步加强学生独立分析问题和解决问题的能力、综合设计及创新能力的培养，同时注意培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和良好的实验习惯，为今后工作打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：理解卷积的概念及物理意义；能够运用信号与系统的基本知识，通过文献研究分析一阶、二阶电路基本电路的作用，获得有效的结论；具有运用信号与系统基本原理，对信号的频谱进行分析与研究、对复杂信号进行分解与合成，理解幅值、相位对波形合成中的作用。

课程目标 2：系统地比较无源和有源滤波器的性能及特性，学会滤波器的设计与实现，解决实际工程问题；能够综合运用所学专业知对特定系统进行设计和实验验证；掌握信号与系统专业知识，并能将其用于解决电子科学领域工程问题。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和

使命感；教学过程中严格要求学生，培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风；在分组实践教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神；在实践教学中，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的工作作风。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	7.2 局限：理解电子科学与技术相关产业与环境的关系，理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，理解用技术手段	毕业要求 7：环境与可持续发展
课程目标 3	11.2 工具：理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	阶跃响应与冲激响应	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	无失真传输系统	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	有源、无源滤波器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	抽样定理与信号恢复	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	一阶电路的暂态响应	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	二阶电路的暂态响应	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	信号卷积实验	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	相位对波形合成的影响	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
9	信号分解及合成	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
10	数字滤波器	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	FDM 频分复用传输系统	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

实验 1. 阶跃响应与冲激响应

【实验目的】观察和测量 RLC 串联电路的阶跃响应与冲激响应的波形和有关参数，并研究其电路元件参数变化对响应状态的影响。掌握有关信号时域的测量分析方法。

【实验原理】以单位冲激信号 $\delta(t)$ 作为激励，LTI 连续系统产生的零状态响应称为单位冲激响应，简称冲激响应，记为 $h(t)$ 。以单位阶跃信号 $u(t)$ 作为激励，LTI 连续系统产生的零状态响应称为单位阶跃响应，简称阶跃响应，记为 $g(t)$ 。为了便于用示波器观察响应波形，实验中用周期方波代替阶跃信号。

【实验仪器】信号源及频率计模块、一阶网络模块、数字万用表、双踪示波器。

【实验安排】教师讲解冲激响应和阶跃响应的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】描绘同样时间轴阶跃响应与冲激响应的输入、输出电压波形时，要标明信号幅度 A、周期 T、方波脉宽 T1 以及微分电路的 τ 值。分析实验结果，说明电路参数变化对状态的影响。

实验 2. 无失真传输系统

【实验目的】了解无失真传输的概念；了解无失真传输的条件；观察信号在失真系统中的波形；观察信号在无失真系统中的波形。

【实验原理】所谓无失真是指响应信号与激励信号相比，只是大小与出现的时间不同，而无波形上的变化。设激励信号为 $e(t)$ ，响应信号为 $r(t)$ ，时域无失真传输的条件是 $r(t) = Ke(t - t_0)$ ，频域无失真传输的条件 $H(j\omega) = Ke^{-j\omega t_0}$ 。

【实验仪器】一阶网络模块、信号源及频率计模块、双踪示波器。

【实验安排】教师讲解无失真传输的原理；学生以2人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】绘制各种输入信号在失真传输条件下的激励和响应波形；绘制各种输入信号在无失真传输条件下的激励和响应波形；总结实验中遇到的问题。

实验 3. 有源、无源滤波器

【实验目的】熟悉滤波器构成及其特性；学会测量滤波器幅频特性的方法。

【实验原理】滤波器是一种能使有用频率信号通过而同时抑制（或大为衰减）无用频率信号的电子装置。工程上常用它作信号处理、数据传送和抑制干扰等。这里主要是讨论模拟滤波器。以往这种滤波电路主要采用无源元件 R、L 和 C 组成，60 年代以来，集成运放获得了迅速发展，由它和 R、C 组成的有源滤波电路，具有不用电感、体积小、重量轻等优点。此外，由于集成运放的开环电压增益和输入阻抗均很高，输出阻抗又低，构成有源滤波电路后还具有一定的电压放大和缓冲作用。

【实验仪器】双踪示波器、信号源及频率计模块、抽样定理及滤波器模块。

【实验安排】教师讲解有源、无源滤波器的原理；学生以2人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】整理实验数据，并根据测试所得的数据绘制各个滤波器的幅频响应曲线；总结实验中遇到的问题。

实验 4. 抽样定理与信号恢复

【实验目的】观察离散信号频谱，了解其频谱特点；验证抽样定理并恢复原信号。

【实验原理】抽样信号在一定条件下可以恢复出原信号，其条件是抽样频率高于原信号占有频带宽度的二倍及以上。由于抽样信号频谱是原信号频谱的

周期性延拓，因此，只要通过低通滤波器就能恢复出原信号。

【实验仪器】双踪示波器、信号源及频率计模块、抽样定理及滤波器模块、数字信号处理模块。

【实验安排】教师讲解抽样定理与信号恢复的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】整理数据并填写表格，总结离散信号频谱的特点；总结在抽样及恢复过程中，抽样率和滤波器分别对系统的影响；总结实验中遇到的问题。

实验 5. 一阶电路的暂态响应

【实验目的】掌握一阶电路暂态响应的原理；观测一阶电路的时间常数 τ 对电路暂态过程的影响。

【实验原理】含有 L、C 储能元件的电路通常用微分方程来描述，电路的阶数取决于微分方程的阶数。凡是用一阶微分方程描述的电路称为一阶电路。一阶电路由一个储能元件和电阻组成，具有两种组合：RC 电路和 RL 电路。本实验研究的暂态响应主要是指系统的零状态电压响应。

【实验仪器】双踪示波器、一阶网络模块、信号源及频率计模块。

【实验安排】教师讲解一阶电路的暂态响应的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】将实验测算出的时间常数分别填入表格中，并与理论计算值比较画出方波信号作用下 RC 电路、RL 电路各状态下的响应电压的波形；总结实验中遇到的问题。

实验 6. 二阶电路的暂态响应

【实验目的】观测 RLC 电路中元件参数对电路暂态的影响。

【实验原理】可用二阶微分方程来描绘的电路称为二阶电路。RLC 电路就是其中一个例子。由于 RLC 电路中包含有不同性质的储能元件，当受到激励后，电场储能与磁场储能将会相互转换，形成振荡。如果电路中存在电阻，那么储能将不断地被电阻消耗，因而振荡是减幅的，称为阻尼振荡或衰减振荡。如果电阻较大，则储能在初次转移时，它的大部分就可能被电阻所消耗，不产生振荡。因此，RLC 电路的响应有三种情况：欠阻尼、临界阻尼、过阻尼。

【实验仪器】双踪示波器、二阶网络模块、信号源及频率计模块。

【实验安排】教师讲解二阶电路的暂态响应的原理；学生以2人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】描绘RLC串联电路欠阻尼、临界、阻尼三种振荡状态下的 $u_c(t)$ 波形图，并将各实测数据列写成表，与理论计算值进行比较；总结实验中遇到的问题。

实验7. 信号卷积实验

【实验目的】理解卷积的概念及物理意义；通过实验的方法加深对卷积运算的图解方法及结果的理解。

【实验原理】卷积积分的物理意义是将信号分解为冲激信号之和，借助系统的冲激响应，求解系统对任意激励信号的零状态响应。设系统的激励信号为 $x(t)$ ，冲激响应为 $h(t)$ ，则系统的零状态响应为：

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)h(t - \tau)d\tau$$

对于任意两个信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ ，两者做卷积运算定义为：

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(t)f_2(t - \tau)d\tau = f_1(t) * f_2(t) = f_2(t) * f_1(t)$$

【实验仪器】双踪示波器、信号源及频率计模块、二阶网络模块。

【实验安排】教师讲解信号卷积的原理；学生以2人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】按要求记录各实验数据，记录不同占空比的矩形波的自卷积过程以及矩形脉冲信号与锯齿波信号的卷积过程；总结实验中遇到的问题。

实验8. 信号分解及合成

【实验目的】了解和熟悉波形分解与合成原理；了解和掌握用傅里叶级数进行谐波分析的方法。

【实验原理】信号的时域特性和频域特性是对信号的两种不同的描述方式。对于一个时域的周期信号，只要满足狄利克莱条件，就可以将其展开成三角形或指数形式的傅里叶级数。在本实验中只研究信号振幅频谱。周期信号的振幅频谱有三个性质：离散性、谐波性、收敛性。测量时利用了这些性质。从振幅频谱图上，可以直观地看出各频率分量所占的比重。

【实验仪器】数字万用表、双踪示波器、信号源及频率计模块、数字信号处理模块。

【实验安排】教师讲解信号分解及合成的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】按要求记录各实验数据，总结周期信号的分解与合成原理；总结实验中遇到的问题。

实验 9. 相位对波形合成的影响

【实验目的】理解相位对波形合成中的作用；理解相位对波形合成中的作用。

【实验原理】在对周期性的复杂信号进行级数展开时，各次谐波间的幅值和相位是有一定关系的，只有满足这一关系时各次谐波的合成才能恢复出原来的信号，否则就无法合成原始的波形。当谐波分量的相位发生变化后，最后的合成波形也会受到影响。

【实验仪器】双踪示波器、信号源及频率计模块、数字信号处理模块。

【实验安排】教师讲解相位对波形合成的影响的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】按要求记录各实验数据，总结相位在波形合成中的影响；总结实验中遇到的问题。

实验 10. 数字滤波器

【实验目的】了解数字滤波器的作用与原理；了解数字滤波器的设计实现过程。

【实验原理】滤波器的一项基本任务即对信号进行分解与提取。当我们仅对信号的某些分量感兴趣时，可以利用选频滤波器，提取其中有用的部分，而将其它部分滤去。目前 DSP 数字信号处理系统构成的数字滤波器已基本取代了传统的模拟滤波器，数字滤波器与模拟滤波器相比具有许多优点。用 DSP 构成的数字滤波器具有灵活性高、精度高和稳定性高，体积小、性能高，便于实现等优点。因此在这里我们选用了数字滤波器来实现信号的分解。

【实验仪器】计算机、双踪示波器、信号源及频率计模块、数字信号处理模块。

【实验安排】教师讲解数字滤波器的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】进一步熟悉数字滤波器的设计方法；自行设计并实现一个数字滤波器；总结实验中遇到的问题。

实验 11. FDM 频分复用传输系统

【实验目的】掌握 FDM 复用的基本原理；掌握 FDM 解复用的常用方法。

【实验原理】频分复用要求设备在发送端将各路信号频谱搬移到各个不相同的频率范围内，使它们互不重叠，这样就可复用同一信道传输。接收端利用若干滤波器将各路信号分离，再经解调即可还原为各路原始信号。

【实验仪器】双踪示波器、信号源及频率计模块、调幅及频分复用模块。

【实验安排】教师讲解频分复用的原理；学生以 2 人一组，对照实验原理，进行操作，并记录实验数据。

【实验报告要求】绘制出两路已调信号、复用信号、解复用信号、解调信号；绘制出 FDM 传输系统框图；总结实验中遇到的问题。

五、达成教学活动目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 11 个实验，9 个必做项目，2 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核方式

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3. 查阅文献、拟订实验方案	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 相关实验仪器的性能和使用 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤（10%）+实验操作（40%）+实验报告（50%）；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、

实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2.评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	实验操作	根据实验室规则进行实验，实验操作规范，熟练掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法，组员之间配合默契，能够很好高质量的完成实验。	根据实验室规则进行实验，实验操作基本规范，基本掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法。组员之间配合默契，能够完成实验。	实验操作基本规范，熟悉相关实验仪器的操作方法，组员之间配合不默契。	实验操作不规范，后在教师指导下能够进行规范操作，组员之间配合不默契。	不能出勤实验。
2	实验报告	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，图表分析准确，有明确的实验分析，且分析恰当，能准确找到实验失败原因并进行反思，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，符合课程内容，实验现象记录清晰，图表分析准确，有明确的实验分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，有图表分析，有明确的实验分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确欠缺，实验现象记录不清晰，有图表分析，无明确的实验分析，字迹较潦草。	全文抄袭，或未按规定提交，或与实验内容不相关。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1]郑君里. 信号与系统. 北京: 高等教育出版社. 2011

[2]刘永健. 信号与线性系统. 北京: 人民邮电出版社. 1994

[3]管致中, 夏恭恪, 孟桥. 信号与线性系统 (第5版). 北京: 高等教育出版社. 2015

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

《数字电子技术实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	数字电子技术实验 (Digital Electronic Technology Experiment)		
课程编码	232410214B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	数字电子技术	修读学期	第四学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李生莲	审核人	白雪敏

二、课程简介

数字电子技术实验是电子科学与技术专业的专业核心课程。作为电子科学与技术专业的学生，从未来电子相关工作的需求出发，不仅需要具备数字电子技术的相关知识，同时还需要必要的实践能力。本课程主要讲授常用电子仪器的使用及数字电子技术中各种逻辑功能集成模块设计和验证等实验。通过该课程训练，深刻理解数字集成电路的结构原理和应用，掌握中小规模集成电路的分析和设计方法。通过实验进一步提高学生独立分析问题和解决问题的能力、综合设计及创新能力，培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和规范严谨的实验习惯，为今后学习工作打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握数电电子仪器的使用；掌握常用中规模组合逻辑器件（编码器、译码器、数据选择器等）的原理和应用；掌握触发器和常见时序逻辑电路的分析和应用。

课程目标 2：运用数字电子技术的基本原理，解决实际数字电路问题；能够运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理设计数字逻辑电路，达到解决实际问题的目的。

课程目标 3：能够综合运用所学专业对各种逻辑功能电路进行设计和实验验证，归纳总结设计、实验过程并撰写合格的实验报告。

课程目标 4：结合数字器件技术的前沿发展，培养学生的责任感、使命感和爱国主义精神。通过实验的严谨性和逻辑性，培养学生的“工匠”精神以及求真务实的作风；在实践教学中，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的科学态度。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	2.3 论证：掌握专业基础知识和专业技能，并能将其运用于论证和分析电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.2 设计：能熟练使用电子仪器仪表分析集成逻辑模块的功能，完成数字电路问题的设计和开发解决方案。	毕业要求 3：设计开发解决方案
课程目标 3	4.1 设计：具有运用仪器验证各逻辑模块逻辑功能的实验能力，完成数字常用电路的逻辑功能验证。	毕业要求 4：验证
课程目标 4	6.2 责任：具有表达能力和人际交往能力，能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令	毕业要求 6：工程与社会

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	数字实验仪器的使用测试	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
2	常用集成逻辑门的逻辑功能与测试	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
3	组合电路的设计与测试	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
4	二进制译码器及其应用	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
5	编码器与显示译码器的应用	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
6	数据选择器及其应用	3	设计性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
7	触发器逻辑功能及其转换测试	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
8	时序电路研究与测试	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
9	移位寄存器及其应用	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
10	集成计数器及其应用	3	设计性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
11	单稳态触发器和施密特触发器	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
12	555 时基电路及其应用	3	验证性	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 数字实验仪器的使用测试

【实验目的】了解示波器、函数信号发生器、数字逻辑实验箱的主要性能，并掌握其正确使用方法；掌握用数字示波器观察数字信号和读取波形参数的方法。

【实验原理】数字示波器显示和测试方波信号、TTL 信号。

【实验仪器】函数信号发生器、数字示波器、数字逻辑实验箱。

【内容提要】在数字实验箱中取固定频率的数字信号，运用示波器测量波形的参数值。

【实验安排】教师讲解函数信号发生器和示波器的使用方法，并进行现场演示测量数据；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和波形图。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】根据要求波形，记录实验步骤，并将实验数据及结果以表格列出；记录波形图并打印粘贴；回答思考题。

2. 常用集成逻辑门的逻辑功能与测试

【实验目的】掌握测验常用数字逻辑门电路的逻辑功能，验证集成芯片的逻辑功能；掌握异或门电路的构成与测试；掌握测试与非门、或门控制。

【实验原理】掌握测验常用数字逻辑门电路的逻辑功能，验证集成芯片的逻辑功能；掌握异或门电路的构成与测试；掌握测试与非门、或门控制。

【实验仪器】数字逻辑实验箱，数字示波器 集成芯片 74LS00 74LS8674LS10。

【内容提要】验证常用逻辑门集成电路的逻辑功能，借助示波器观测与逻辑和或逻辑的控制情况。

【实验安排】教师讲解数字逻辑实验箱的基本使用方法，各种集成芯片使用方法和注意事项，与非门、或门的控制原理和测试。学生以2人一组，对集成芯片测试，对与非门、或门控制端测试，并记录实验数据，用示波器显示控制波形。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】将各种芯片测试结果以表格列出；画出与非门构成异或门的电路图，并将测试结果列入表格；将示波器波形打印粘贴；总结实验结果和与非门、或门的控制结论。

3.组合电路的设计与测试

【实验目的】掌握组合逻辑电路的设计方法与测试方法；掌握半加器和全加器的电路设计与测试；独立设计简单组合逻辑电路并测试。

【实验原理】使用小规模集成电路来设计组合电路，最常见逻辑电路，半加器，全加器，设计三人表决电路。

【实验仪器】数字逻辑实验箱，集成芯片 74LS00*2 74LS86 74LS10。

【内容提要】运用常用逻辑门集成芯片设计简单组合逻辑电路，半加器、全加器、异或电路、三人表决电路等，熟悉组合电路的构成方法。

【实验安排】教师讲解组合电路的设计方法，半加器和全加器的逻辑功能，三人表决电路的逻辑功能；学生以2人一组，用小规模集成芯片设计电路并测试。画出电路图，将测试结果以表格列出。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】画出半加器、全加器、三人表决电路的电路图；将测试结果以表格列出；总结组合电路的设计步骤。

4.二进制译码器及其应用

【实验目的】掌握中规模译码器的逻辑功能和使用方法；掌握数据分配器的原理；掌握利用译码器进行组合电路设计

【实验原理】译码器是多输入多输出的组合逻辑电路，它的作用是把给定的代码进行“翻译”，使输出通道中相应的一路有信号输出；译码器可以用作数据分配器；利用译码器可以设计多输出组合电路。

【实验仪器】数字逻辑实验箱 数字示波器 集成芯片 74LS139*2 74LS00。

【内容提要】验证二进制译码器的逻辑功能，运用74LS138、74LS139构成组合电路。

【实验安排】教师讲解译码器芯片的原理和使用，构成数据分配器的原理方法，构成函数发生器的原理方法，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以

2 人一组，对照实验原理图，进行操作，并设计表格记录实验数据。用示波器显示数据分配器的输出波形。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述译码器的原理和构成数据分配器以及函数发生器的方法，测试译码器逻辑功能、设计测试半加器、全加器、表决电路，将实验数据及结果以表格列出；将示波器波形打印粘贴报告纸上。

5. 编码器与显示译码器的应用

【实验目的】掌握优先编码器的逻辑功能和使用方法；掌握编码器与显示译码器组成编码译码显示系统。

【实验原理】编码器是将输入信息转换为二进制代码的电路。优先编码器只对优先级别高的进行编码。显示译码器将编码的二进制代码转换成十进制数值。本实验运用编码器和显示译码器完成编码译码显示系统。

【实验仪器】数字实验逻辑箱 数字示波器 集成芯片 74LS148 74LS00 CD4511。

【内容提要】运用优先编码器和显示译码器实现编码译码显示系统。

【实验安排】教师讲解优先编码器和显示译码器集成芯片的使用方法，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验连线图，进行操作，自拟表格记录实验数据；用示波器测试数码 6 的输出电平。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述优先编码器的逻辑功能，设计编码译码显示系统电路，将实验结果自拟表格列出。比较正反码的输出情况。

6. 数据选择器及其应用

【实验目的】掌握中规模集成数据选择器的逻辑功能和使用方法；掌握用数据选择器设计组合逻辑电路的方法。

【实验原理】数据选择器是在地址码信号的控制下，从几路数据中选择一路并将其送到一个公共的输出端。用数据选择器可方便构成单输出组合逻辑电路。

【实验仪器】数字实验逻辑箱 数字示波器 集成芯片 74LS151 74LS153。

【内容提要】验证数据选择器的逻辑功能。运用 74LS151 和 74LS153，现实组合逻辑功能。

【实验安排】教师讲解数据选择器集成芯片的使用方法，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2 人一组，对照实验连线图，进行操作，自拟表格记录实验数据；用示波器显示各路数据的选择结果，总结用数据选择器构成函数发生器的方法。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述数据选择器原理和构成函数发生器的原理，画出实现函数的连线图，自拟表格记录实验数据，将示波器显示的数据选择结果波形打印并粘贴。总结用数据选择器构成函数发生器的方法。

7. 触发器逻辑功能及其转换测试

【实验目的】掌握基本RS、JK、D和T触发器的逻辑功能；掌握集成触发器的使用方法和逻辑功能的测试方法；熟悉触发器之间相互转换的方法。

【实验原理】触发器具有两个稳定状态，是具有记忆功能的二进制信息存贮器件，是构成各种时序电路的基本逻辑单元，分为RS、JK、D和T四种类型，集成产品分为双输入的JK触发器和单输入的D触发器，可以用集成产品方便的构成T触发器。

【实验仪器】数字逻辑实验箱 集成芯片：74LS112 74LS00 74LS74。

【内容提要】验证边沿触发的D触发器和JK触发器逻辑功能，实现触发器逻辑功能的转换。

【实验安排】教师讲解触发器的原理，以及集成芯片的使用方法，各种触发器的相互转换连接，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行实验测试操作，并将实验结果以表格列出；比较几种触发器的逻辑功能。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述基本触发器的原理和逻辑功能；自拟表格记录实验数据；总结四种触发器的逻辑功能。

8. 时序电路研究与测试

【实验目的】掌握常用时序电路分析设计方法；学习触发器设计时序电路。

【实验原理】时序电路是数字电路的重要组成部分，由组合逻辑电路和触发器组成。常用的时序电路是计数器和寄存器，本实验运用74LS74集成触发器，设计16模时序电路，设计单向左移移位寄存器，学习体会时序电路的分析设计方法。

【实验仪器】数字实验箱 数字示波器 芯片 74LS74*2。

【内容提要】运用74LS74构成16进制计数器，验证并设计电路，运用74LS112设计并验证单向移位寄存器。

【实验安排】教师讲解计数器和寄存器的原理和设计方法，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，设计实验图，进行操作，自拟表格记录实验数据；用示波器显示计数器波形，总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述计数器和寄存器的逻辑功能和构成原理；将测试结果记入表格；将示波器的显示波形打印粘贴，总结实验中遇到的问题及实验结果。

9. 移位寄存器及其应用

【实验目的】掌握中规模四位双向移位寄存器使用方法和逻辑功能的测试方法；熟悉移位寄存器构成环形计数器和实现数据的串行并行转换应用。

【实验原理】双向移位寄存器是在时钟脉冲的作用下用于保存数据，并可以实现数据的左移或者右移，具有四中存取数据方法，即串入串出、并入串出、串入并出和并入并出，运用寄存器可以组成环形计数器，串行并行转换等。

【实验仪器】数字逻辑实验箱 集成芯片：74LS194 74LS00。

【内容提要】验证集成移位器的逻辑功能，运用该芯片构成环形计数器。

【实验安排】教师讲解双向移位寄存器的原理以及集成芯片的使用方法，数据串行并行的转换原理和构成环形计数器的方法，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以2人一组，对照实验原理图，进行实验测试操作，并将实验结果以表格列出；总结移位寄存器的逻辑功能。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述双向移位寄存器逻辑功能和数据转换方法，构成环形计数器的原理；自拟表格记录实验数据；总结74LS194的逻辑功能。

10. 集成计数器及其应用

【实验目的】掌握中规模集成计数器的使用方法和功能测试；学习用中规模集成计数器构成任意进制计数器的方法。

【实验原理】计数器是一个用以实现计数功能的时序逻辑部件，具有计数、定时、分频等多种逻辑功能，用集成计数器可以方便构成任意进制计数器。

【实验仪器】数字实验逻辑箱 数字示波器 集成芯片74LS192 74LS00。

【内容提要】验证集成计数器192的逻辑功能，运用192芯片构成任意进制计数器，设计并验证。

【实验安排】教师讲解集成计数器74LS192的逻辑功能和使用方法，讲解构成任意进制计数器的两种方法；学生以2人一组，验证集成计数器的逻辑功能，自己设计电路，用两种方法构成任意进制计数器，容量自己确定，在表格记录实验数据，用示波器显示计数器的波形输出。总结构成任意进制计数器的方法特点。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述集成计数器的逻辑功能和使用方法，记录实验数据，并将实验数据及结果以表格列出；将示波器波形打印粘贴，总结构成任意进制计数器的方法。

11. 单稳态触发器与施密特触发器

【实验目的】掌握使用集成门电路构成单稳态触发器的方法；掌握单稳态触发器的逻辑功能及使用方法；熟悉集成施密特触发器的性能。

【实验原理】单稳态触发器需要在外加触发信号的作用下输出具有一定宽度的矩形脉冲波；施密特触发器对外加输入的正弦波等波形进行整形，使电路输出矩形脉冲。

【实验仪器】数字实验逻辑箱 数字示波器 集成芯片 CC4011 CC14528 CC40106

【内容提要】验证单稳态触发器和施密特触发器的逻辑功能，并用该芯片实现数字信号的输出。

【实验安排】教师讲解用与非门组成单稳态触发器的原理，用或非门构成施密特触发器的原理，学生以 2 人一组，画出实验的详细电路图，进行操作，并自拟表格记录实验结果。对实验结果进行分析。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】自己设计实验电路；写出实验过程，设计数据表格并记录数据；总结单稳态触发器和施密特触发器的特点和应用。

12.555 时基电路及其应用

【实验目的】熟悉 555 集成时基电路组成、工作原理和特点；掌握 555 集成时基电路的基本应用。

【实验原理】555 集成时基电路是一种数字、模拟混合型的中规模集成电路，是一种产生时间迟延和脉冲信号电路。

【实验仪器】数字实验逻辑箱 数字示波器 集成芯片 555*2

【内容提要】验证 555 集成芯片的逻辑功能，并用该芯片构成单稳态触发器和施密特触发器，设计并验证。

【实验安排】教师讲解用集成 555 时基芯片构成单稳态触发器和施密特触发器的原理方法，学生以 2 人一组，根据连线图，进行操作，用示波器显示其输出波形，并记录实验数据。对实验结果进行分析总结。

【教学方法与手段】启发式、演示式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述 555 定时器的逻辑功能和使用方法，简述构成单稳态触发器和施密特触发器的方法；将实验数据记入表格，将示波器的波形打印粘贴；总结实验结果。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；

2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 12 个实验，8 个必做项目，4 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 常用电子仪器使用方法 2. 中规模组合逻辑部件的应用 3. 触发器和计数器的应用	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 应用数字理论解决实际问题 2. 合理设计数字逻辑电路	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 数字逻辑模块的逻辑功能验证方法 2. 数字逻辑模块的逻辑功能验证结果	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 4	1. 团队合作 2. 撰写实验报告	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

（1）理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

（2）操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对数字电子实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

（3）平时成绩：平时成绩=考勤（10%）+实验操作（40%）+实验报告（50%）；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对数字电子实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确阐述数字电子技术相关的重要实验；能准确阐述数电实验的思想和实验方法；熟练掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法。	能较为准确地阐述数字电子技术相关的重要实验；能完整说出数电实验的思想和实验方法；掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法。	能说出数字电子技术相关的重要实验；能大概说出数电实验的思想和实验方法；初步掌握实验基本操作技能，大概掌握相关实验仪器的操作方法。	能简单阐述数字电子技术相关的重要实验；能简单阐述数电实验的思想和实验方法；基本掌握实验基本操作技能，会用相关实验仪器的操作方法。	不能说出数字电子技术相关的重要实验；不懂数电实验的思想和实验方法；没有掌握实验基本操作技能，不熟悉相关实验仪器的操作方法。
2	课程目标 2	能准确解释相关实验现象；能对实验做出准确的分析；能运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理连接电子电路，解决实际问题。	能较为准确地解释相关实验现象；能大概对实验做出准确的分析；能运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理连接电子电路，解决简单地实际问题。	能大概解释相关实验现象；能对实验做出较为准确的分析；能运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理连接电子电路，解决较为简单地实际问题。	能简单解释相关实验现象；能对实验做出简单的分析；能运用电子器件说明书获得器件相关参数，合理连接电子电路，解决部分实际问题。	不能准确解释相关实验现象；不能对实验做出合理的分析；不能运用电子器件说明书获得器件相关参数解决实际问题。
3	课程目标 3	能认真执行实验室的操作规范、真实记录实验现象及数据；组员之间配合默契，能够高质量的完成实验。	能基本执行实验室的操作规范、真实记录实验现象及数据；组员之间分工明确，能够完成实验。	能简单记录实验现象及数据；组员之间分工明确，能够基本完成实验。	能真实记录实验现象及数据，但不够严谨；组员之间分工不够明确，实验完成质量较低。	不能认真执行实验室的操作规范、不能记录实验现象及数据；组员之间配合不默契，不能完成实验。
4	课程目标 4	实验报告格式规范，各要素明确，数据记录清楚，分析合理，完整。	实验报告比较格式规范，各要素基本明确，数据记录清楚，分析合理，完整。	实验报告基本格式规范，各要素不太明确，数据记录不太清楚，分析不完整。	实验报告格式不规范，各要素不完整，数据记录不太清楚，分析不完整。	实验报告整体抄袭，或者内容不相关。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1]杨志忠，卫桦林. 数字电子技术基础，北京：高等教育出版社. 2019

[2]陈莹. 电子技术应用实验教程 基础篇 西安：电子科技大学出版社. 2011

[3]清华大学科教仪器厂. TPE-A 型系列数字电路实验箱实验指导书. 北京：清华大学. 1998

[4]徐国华. 模拟及数字技术实验教程，北京：北京航空航天大学出版社. 2012

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
模拟及数字技术实验教程	徐国华	北京航空航天大学出版社	2012	否	

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤，课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

《单片机原理实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	单片机原理实验 (Experiment of Principle of Microcontroller Unit)		
课程编码	232410215B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	模拟电子技术、微机原理与接口技术	修读学期	第五学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	韩建新	审核人	白雪敏

二、课程简介

单片机原理实验是电子工程专业学生在完成基础电路实验课程之后,伴随单片机原理理论课程同步开设的,用于进一步掌握单片机应用开发技能和提升综合素质的重要课程。该课程以单片机应用开发中的经典实验为例,通过实践操作,让学生深入理解单片机原理和应用。单片机原理实验涉及知识面广泛,具有较高的综合性和技术性,是承上启下的一门重要实验课程。通过该课程的实践操作,学生可以更深入地了解如何利用单片机实现复杂的控制功能,提高开发能力和综合素质,为后续的学习和研究打下坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 培养学生对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行深入理解和识别,通过特征分析,挖掘出问题的关键制约条件。学生将学习如何根据这些条件,明确任务目标,并提出具体的需求描述。此外,课程还将通过单片机实验,让学生有机会亲自动手,将理论知识应用于实践中,从而更好地理解 and 解决实际问题。

课程目标 2: 培养学生综合运用软硬件知识,通过单片机实验,掌握微电子与光电子技术基础,以及集成电路系统设计与开发能力。学生将学习如何设计、编程和调试单片机系统,以实现电子电路的精确控制,并能够根据项目需求,

进行系统集成与优化，最终达到独立完成复杂电子系统设计和创新研发的能力。

课程目标 3：通过单片机实验，学生将理解电子科学与技术产业对环境的影响，并评价工程实践在促进社会可持续发展方面的积极作用及其潜在局限性。课程旨在培养学生利用技术手段减少负面影响的能力，同时认识到这种努力的约束与挑战。

课程目标 4：掌握单片机的基本原理和应用，理解单片机在工程活动中的重要性和作用。通过实验操作，熟悉单片机的开发环境和工具，能够独立完成简单的单片机程序设计。在实验中注重管理与经济决策方法的应用，培养学生工程决策的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业
课程目标 1	2.1 【识别】针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2：识别
课程目标 2	3.3 【整体】综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	7.2 【局限】理解电子科学与技术相关产业与环境的关系，理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，理解用技术手段降低其负面影响的作用与局	毕业要求 7：环境和可持续发展
课程目标 4	11.1 【管理决策】理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	跑马灯实验	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
2	独立按键实验	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
3	外部中断实验	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
4	定时器实验	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
5	计数器实验	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
6	串口实验	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
7	掉电唤醒实验	3	验证性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
8	人体红外传感器实验	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
9	12864 液晶显示实验	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
10	3 路继电器实验	3	验证性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
11	7279 数码管实验	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
12	接近开关实验	3	验证性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
13	温湿度采集器实验	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
14	点阵实验	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 跑马灯实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法，通过实验掌握 LED 灯的驱动方法。

【实验原理】LED 灯的正极接电源，负极接低电平的时候点亮 LED 灯。配置 IO 口按跑马灯的顺序输出低电平，实现跑马灯功能。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过控制灯光顺序和灯光效果，让学生动手搭建电路，通过编程控制灯光闪烁。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

2. 独立按键实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输入读取按键值的方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法；通过实验掌握用按键控制 LED 灯的方法。

【实验原理】配置按键相连接的 IO 口作为输入读取按键状态,然后配置 LED 灯相连接的 IO 口作为输出控制 LED 亮灭,在主循环中扫描按键,并根据按键值改变对应的 LED 灯的状态。

【实验仪器】MPTS 实验平台, PC 机, 串口线; PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10; KEIL C51 集成开发环境; STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用独立按键电路来实现对按键事件的检测和响应的实验。通过将独立按键与微处理器的输入引脚连接,可以实现按键的检测和状态判断,并在按键按下时触发相应的操作或功能,适用于各种需要按键输入的应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和独立按键的控制原理,并进行现场演示;学生以 2 人一组,根据教师所给数据进行实验操作,并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究,团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和独立按键的控制方法;记录实验步骤,并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来;写出实验的体会与疑问。

3. 外部中断实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为外部中断的使用方法;通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法;通过实验掌握用外部中断控制 LED 灯的方法。

【实验原理】配置 LED 灯相连接的 IO 口作为输出控制 LED 亮灭,然后配置与按键 S1 连接的 IO 口配置为外部中断模式,然后在中断服务函数里面检测按键,每按下 1 次按键 S1 时候改变 LED1~LED4 的状态 1 次。

【实验仪器】MPTS 实验平台, PC 机, 串口线; PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10; KEIL C51 集成开发环境; STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用微处理器的外部中断引脚来实现对外部事件的响应和处理的实验。通过连接外部事件触发的信号源和外部中断引脚,可以实现在特定条件下触发中断并执行相应的中断服务程序,适用于各种需要外部事件响应和处理的应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和外部中断的控制原理,并进行现场演示;学生以 2 人一组,根据教师所给数据进行实验操作,并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究,团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和外部中断的控制方法;记录实验步骤,并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来;写出实验的体会与疑问。

4. 定时器实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的定时器的使用方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法；通过实验掌握用定时器控制 LED 灯的方法。

【实验原理】配置 LED 灯相连接的 IO 口作为输出控制 LED 亮灭，然后配置定时器 0 的定时时间并打开定时器和总中断，最后在主循环中查询定时时间是否到，到定时时间，改变 LED 灯的状态，从而实现 LED 灯秒闪烁。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用数字电路中的定时器模块来实现计时和定时功能的实验。通过设定定时器的计时周期和触发条件，可以实现定时任务的执行和计时功能的实现，适用于各种需要定时控制和计时测量的应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和定时器的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和定时器的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

5. 计数器实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的计数器的使用方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法；通过实验掌握用 LED 灯指示计数器的计数值。

【实验原理】配置 LED 灯相连接的 IO 口作为输出控制 LED 亮灭，然后配置 T0 为计数器功能，MCU 的 T0(P3.4)对应的是 S2 按键，每按一下按键 S2 产生一次单脉冲输，T0 计数器计数一次。最后在主循环将 T0 的计算值在 LED1~LED4 上以十六进制显示。T0 计数器配置为 8 位自动重载，并初值为 240，所以当计数 16 次之后，计数器发生溢出中断，在主循环中判断计数器发生溢出中断标志，并控制 LED1~LED4 闪烁 3 次。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用数字电路中的计数器模块来实现数字计数功能的实验。通过连接计数器模块和输入信号源，可以实现对输入信号的计数并显示计数结果，适用于各种计数和计时应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和计数器的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数

据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和计数器的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

6. 串口实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的串口的使用方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的串口实现自发自收数据。

【实验原理】首先将 P3.0 和 P3.1 配置成串口功能。然后设置波特率为 9600，最后在中断服务函数里面将接收缓冲区的数据放到发送缓冲区中，从而实现数据的自发自收。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用串行通信接口（串口）实现数据传输和通信的实验。通过连接设备和计算机，通过串口进行数据的发送和接收，可以实现设备之间的数据交换和控制，适用于各种数据通信和控制应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和串口的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和串口的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

7. 掉电唤醒实验

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 进入掉电模式降低功耗的方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 从掉电模式唤醒的方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出控制 LED 灯的方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 使用定时器控制 LED 方法。

【实验原理】首先使用定时器控制 LED1 闪烁，指示系统工作在正常模式，然后 4 秒后，让 CPU 进入掉电模式，在掉电模式定时器会停止运行，所以 LED1 停止闪烁；然后通过外部中断 0（对应 S1 按键）唤醒 CPU，使 CPU 再次进入正常工作模式，定时器重新运行，控制 LED1 闪烁。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用特定的电路和设备，在电源断开后能够自动唤醒系统并恢复正常运行的实验。通过搭建和测试电路，实现掉电唤醒功能，可以实现在

电源恢复后无需手动干预即可恢复设备的操作,适用于需要长时间运行或自动恢复的应用场景。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法,并进行现场演示;学生以 2 人一组,根据教师所给数据进行实验操作,并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究,团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法;理解掉电唤醒模式的工作原理,记录实验步骤,并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来;写出实验的体会与疑问。

8. 人体红外感应器实验(选做)

【实验目的】通过实验 51 系列 MCU 的 IO 口作为输入的使用方法;通过实验掌握热释电红外传感器的工作原理;通过实验掌握 BIS0001 的工作原理。

【实验原理】热释电人体红外传感器主要检测人体发送的红外线来探测是否有人体入侵。BIS0001 是专用的热释电红外传感器信号处理芯片,传感器信号经过两级放大后最后过窗口比较器输出报警信号,51 系列 MCU 检测到 BIS0001 输出的报警信号以后在液晶上显示“Alarm!”,否则显示“Normal!”。

【实验仪器】MPTS 实验平台,PC 机,串口线;PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10;KEIL C51 集成开发环境;STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过使用红外传感器来检测人体热量并触发相应的反应的实验。通过安装和调试红外感应器电路,可以实现当有人靠近感应器时,触发特定的事件或操作,如开关灯、报警等。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法,并进行现场演示;学生以 2 人一组,根据教师所给数据进行实验操作,并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究,团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和人体红外感应器的控制原理;记录实验步骤,并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来;写出实验的体会与疑问。

9. 12864 液晶显示实验(选做)

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口驱动液晶显示的方法;通过实验掌握液晶刷屏、显示字符、汉字和图片的方法。

【实验原理】首先,根据液晶的硬件接线图配置 IO 口,然后根据液晶时序编写读写数据函数,最后在液晶上显示字符、汉字和图片。

【实验仪器】MPTS 实验平台,PC 机,串口线;PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10;KEIL C51 集成开发环境;STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过控制电路和 12864 液晶显示屏来展示图形和文字的实验。

通过编程控制，可以在液晶显示屏上显示各种图形、文字和动画，帮助学生学习和液晶显示技术和图形编程。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和 12864 液晶显示屏的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和 12864 液晶显示屏的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

10. 3 路继电器实验(选做)

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 作为输出控制方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 控制继电器的方法，通过实验掌握 51 系列 MCU 的驱动 12864 液晶的方法。

【实验原理】配置继电器相关的 IO 口，然后输出高低电平控制继电器打开和关闭。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过控制电路和继电器开关来实现多路电气设备的控制的实验。通过搭建电路和编程控制，可以分别控制三个电气设备的开关状态，实现多路设备的自动化控制。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和继电器的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和继电器的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

11. 7279 数码管实验(选做)

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输出的使用方法；通过实验掌握 7279 控制数码管的方法。

【实验原理】首先配置与 HD7279 连接的相关 IO 端口，然后根据 7279 写数据的时序编写写数据和命令函数，最后在数码管上循环显示 0—9。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】通过控制电路和数码管显示器来展示数字的实验。通过编程控

制电路，可以在数码管上显示出各种数字和字符。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和 7279 数码管的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和 7279 数码管的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

12. 接近开关实验(选做)

【实验目的】学习 51 系列 MCU 的 IO 使用。

【实验原理】用 51 系列 MCU 的 IO 读取接近开关输出的信号，当有金属靠近接近开关的时候在液晶上输出报警信息。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】检测物体接近与否的实验，通过搭建电路和接近开关，当物体靠近接近开关时，电路会打开或关闭，实现物体检测和控制的功能。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和 7279 数码管的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和 7279 数码管的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

13. 温湿度采集器实验(选做)

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 口作为输入和输出来回切换的使用方法；通过实验掌握温湿度传感器 DHT11 读取温湿度的方法；通过实验掌握 51 系列 MCU 的驱动 12864 液晶的方法。

【实验原理】读取温湿度值，并在液晶屏上显示读取到的温湿度值。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】测量环境温度和湿度的实验，通过搭建采集器电路和传感器，可以准确获取环境的温湿度数据。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和 7279 数码管的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实

验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和 7279 数码管的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

14. 点阵实验(选做)

【实验目的】通过实验掌握 51 系列 MCU 的 IO 作为输出的使用方法；通过实验掌握用延时控制点阵的刷汉字的方法。

【实验原理】8X8 点阵共由 64 个发光二极管组成，且每个发光二极管是放置在行线和列线的交叉点上，当对应的某一行置高电平，某一列置低电平，则相应的二极管就亮；如要将第一个点点亮，则第一行置高电平的同时，第一列接低电平，则第一个点就亮了；如果要第一行点亮，则第一行要接高电平，而第一列到第八列全部接低电平，那么第一行就会点亮；如要将第一列点亮，则第一列接低电平，而第一行到第八行全部接高电平，那么第一列就会点亮。

【实验仪器】MPTS 实验平台，PC 机，串口线；PC 操作系统 WINXP 或 WIN7 或 WIN10；KEIL C51 集成开发环境；STC-ISP 程序下载软件。

【内容提要】编程让 8*8 的点阵显示汉字“中”或者其他字。。

【实验安排】教师讲解 MCU 实验箱的使用方法和点阵的控制原理，并进行现场演示；学生以 2 人一组，根据教师所给数据进行实验操作，并记录实验数据和实验现象。

【教学方法与手段】启发法、示范法和探究，团队协作教学法

【实验报告要求】掌握 MCU 的使用方法和点阵的控制方法；记录实验步骤，并将实验数据及结果和记录波形图并打印出来；写出实验的体会与疑问。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 13 个实验，6 个必做项目，7 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 理解单片机在微电子/光电子和集成电路领域的应用。 2. 分析单片机系统问题，识别关键制约因素。 3. 设定符合制约条件的单片机项目目标。 4. 描述单片机系统需求，为实验准备。 5. 通过实验，实践单片机知识，解决具体问题。 	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试
课程目标 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过单片机实验，学生将掌握微电子与光电子技术基础和集成电路系统设计与开发。 2. 学生能设计、编程、调试单片机系统，实现精确的电子电路控制。 3. 培养学生根据项目需求进行系统集成与优化，以及独立设计和研发复杂电子系统的能力。 	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试
课程目标 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学生将通过单片机实验理解电子科学与技术产业的环境影响。 2. 评价工程实践在社会可持续发展的作用和局限性。 3. 培养学生利用技术减少负面影响的能力，认识相关挑战。 	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试
课程目标 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握单片机基本原理和应用，理解其工程重要性。 2. 熟悉单片机开发环境，能独立编写程序。 3. 在实验中应用管理与经济决策方法，培养工程决策能力。 	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
过程性考核 占比 (50%)	考勤			100%	
	实验操作	30%	30%	20%	20%
	实验报告	40%	40%		20%
结果性考核 占比 (50%)	理论考试	30%	20%	20%	30%
	操作考试	30%	30%	20%	20%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
 总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。

主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能深入理解微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题,准确识别并分析出问题的关键制约条件。能够根据这些条件明确任务目标,提出精确的需求描述,并在单片机实验中熟练地将理论知识应用于实践,有效地解决实际问题。	学生较好地理解工程问题,能够进行特征分析并挖掘出关键制约条件。在明确任务目标和需求描述方面表现出较好的能力,且能在实验中较为熟练地运用所学理论知识解决问题	学生对工程问题有一定的理解,能够尝试进行特征分析,识别一些关键条件。在实验中,学生能够在指导老师的帮助下理解任务目标和需求,并尝试将理论知识应用于实际问题解决。	学生对工程问题的理解尚浅,特征分析和关键制约条件的识别需要显著的指导。在实验中,学生能在明确指导下完成需求描述和任务目标,但理论与实践的结合仍需进一步练习。	学生未能展现出对微电子/光电子和集成电路领域工程问题的基本理解,特征分析和关键条件的识别能力不足。在实验中,学生难以将理论知识应用于实践,并且在完成任务目标和需求描述时遇到困难。
2	课程目标 2	能够独立完成复杂电子系统设计和创新研发,熟练使用软硬件知识,能设计、编程和调试复杂的单片机系统,进行系统集成与优化。	能较熟练使用软硬件知识,独立设计、编程一般单片机系统,进行基本调试和优化,参与系统集成与优化,解决一般问题。	具有基本软硬件知识,能在指导下设计、编程简单单片机系统,进行基本调试和优化,需帮助进行系统集成与优化。	对软硬件知识有一定了解,需大量指导完成单片机系统设计与编程,进行多量调试和优化,有限的系统集成与优化能力。	缺乏软硬件知识,无法独立应用到实际项目,无法完成单片机系统设计与编程,需要进行大量的调试和优化,无法进行系统集成与优化。
3	课程目标 3	深刻理解电子科学与技术产业对环境的影响,能够独立评价工程实践在促进社会可持续发展方面的积极作用及其潜在局限性,能够提出创新的技术方案来减少负面影响,并全面考虑实施这些方案的约束与挑战。	较好地理解电子产业对环境的影响,能够较为准确地评价工程实践在可持续发展中的作用,能够提出合理的技术手段来减少负面影响,并考虑到一些实施挑战。	理解电子产业对环境的基本影响,能够在指导下评价工程实践的相关作用,提出一些减少负面影响的方法,但对这些方法的约束与挑战认识不足。	对电子产业环境影响有基本认识,能够在帮助下进行工程实践的评价,对减少负面影响有一定的意识,但对实施的具体约束和挑战了解有限。	缺乏对电子产业环境影响的认识,无法评价工程实践在可持续发展中的作用,未能提出减少负面影响的方法,对实施的约束与挑战没有了解。

4	课程目标 4	<p>学生全面掌握单片机原理和应用领域知识，熟练使用开发环境和工具，能够设计复杂功能程序，并在实验过程中有效应用管理和经济决策方法，显示出高水平的工程决策能力。</p>	<p>学生较好理解单片机原理，能熟练操作开发环境编写基本功能程序，并在实验中合理应用工程管理与经济决策，有较好的问题解决能力。</p>	<p>学生对单片机原理和应用场景有一定了解，能使用开发环境完成简单程序设计，但在工程决策和管理方面需要进一步指导和实践。</p>	<p>学生具有基本的单片机原理知识，能在指导下使用开发环境，完成有限的程序设计任务，但工程决策能力和自主解决问题的能力尚待提高。</p>	<p>学生缺乏对单片机原理的理解，未能有效使用开发工具，无法独立完成程序设计，且在工程决策方面表现出明显的不足。</p>
---	-----------	--	---	--	--	--

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1]何立民. 单片机高级教程. 北京：北京航空航天大学出版社.2007

[2]张友德，涂时亮，赵志英. 单片微型机原理、应用与实验. 上海：复旦大学出版社. 2006

[3]楼然苗，李光飞. 51 系列单片机设计实例. 北京：北京航空航天大学出版社. 20185

2.与实验课程相关主要网站

[1] 51 单片机论坛：<https://www.51hei.com/>。

[2] 电子发烧友网：<https://www.elecfans.com/>。

[3] CSDN：<https://www.csdn.net/>。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

建议学生们在课前仔细学习实验的原理和操作步骤，以确保对实验内容有充分的理解。此外，学生应在课后积极查阅相关文献资料，并认真完成每个实验的思考题。这样可以加深对实验的理解，提高实验技能，同时也能够培养独立思考和解决问题的能力。通过这样的学习过程，学生可以更好地掌握单片机的基本原理和应用，为未来的工程实践打下坚实的基础。

《专业英语》课程大纲

一、课程信息

课程名称	专业英语 (Professional English)		
课程编码	232410216B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学英语、电科相关专业课程	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	李志秀	审核人	韩建新

二、课程简介

《专业英语》是在学习大学英语基础上,为电子科学与技术专业学生系统深入地应用英语学习专业知识和技能而开设的一门重要的专业选修课程。通过开设该课程,使学生掌握常用相关专业的英语词汇、词组及其用法,了解相关的英文书刊或文献的常用术语、文法特点和一般的写作格式,为今后的学习和工作打下良好的基础。通过本课程的学习提高学生专业阅读、翻译和写作能力,扩展、深化学生对本学科关键技术的认识,着眼于培养具备国际竞争力的技术人才。提高学生阅读电子专业的英语资料的水平,拓展本专业学生的知识面,增强学生的国际交流与沟通能力,使他们可以拥有更加专业的技能和广博的学识。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 在团队项目中,学生能够积极参与讨论、提出建议,并与团队成员协同工作,共同完成任务。

课程目标 2: 能够掌握电子科学与技术领域的基本专业词汇和术语,以便在国际会议、研讨会等场合进行有效的专业交流。够熟练阅读、理解和撰写与电子科学与技术相关的英文文献、资料和技术报告。

课程目标 3: 能够持续跟踪电子科学与技术领域的最新发展,不断更新和扩

充自己的知识体系。形成终身阅读的习惯，能够定期阅读英文科技文献、行业报告等，以保持对专业知识的持续更新。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	9.1 团队：理解工程领域工作中个人与团队的关系，具有团队合作意识。	毕业要求 9：个人和团队
课程目标 2	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通
课程目标 3	12.1 自主：能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和掌握自主学习的方法，了解拓展知识和能力的途径。	毕业要求 12：终身学习的途径。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	Semiconductor Device	课程目标 1、3	讲授法、启发式教学法	10
2	Integrated Circuit (IC)	课程目标 1、2	讲授法、启发式教学法	16
3	Electric Circuit	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式教学法	12
4	Writing an Academic Paper	课程目标 2、3	讲授法、启发式教学法	10
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 Semiconductor Device

【学习目标】

1. 熟练掌握半导体相关的专业术语和词汇
2. 深入理解半导体的导电特性、载流子的运动规律以及半导体器件的工作原理
3. 能阅读英文科技论文和研究报告

【课程内容】

1. PN Junction
2. Bipolar Junction Transistor

3. Solar Cells

【重点、难点】

重点：半导体器件部分的主要词汇及表达

难点：英文的口语表达及汉译英

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前预先阅读课程的相关材料，了解将要学习的专业词汇、术语和背景知识等；课上积极参与课堂讨论，主动回答老师的问题，与老师和同学进行互动；课后及时复习课堂上所学的知识点，自主拓展学习，了解更多与电科专业相关的英语知识和技术前沿。

【学习资源】

1. A S Hornby. 牛津高阶英汉双解词典. 牛津：牛津大学出版社，2014；
2. 休 D.杨(Hugh D. Young)，罗杰 A.弗里德曼(Roger A. Freedman). 西尔斯当代大学物理. 北京：机械工业出版社，2011；
3. 胡德勤，张戟. 专业英语视听说. 北京：中国科学技术出版社，2011；
4. 文献数据库。

内容二 Integrated Circuit (IC)

【学习目标】

1. 熟悉并掌握集成电路领域中的基础术语、专业词汇和技术概念
2. 了解集成电路内部的工作原理
3. 熟练阅读和理解集成电路领域的英文科技文献、学术论文和技术报告【课程

内容】

1. The History of IC
2. What's the IC?
3. Classification of IC
4. Design of ICs
5. Low-Power Design of CMOS IC
6. Microelectromechanical Systems
7. Summary

【重点、难点】

重点：集成电路部分的主要词汇及主要定律的英文表述

难点：英文的口语表达及汉译英

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前预先阅读课程的相关材料，了解将要学习的专业词汇、术语和背景知识等；课上积极参与课堂讨论，主动回答老师的问题，与老师和同学进行互动；课后及时复习课堂上所学的知识点，自主拓展学习，了解更多与电科专业相关的英语知识和技术前沿。

【学习资源】

1. A S Hornby. 牛津高阶英汉双解词典. 牛津：牛津大学出版社，2014；
2. 休 D.杨(Hugh D. Young)，罗杰 A.弗里德曼(Roger A. Freedman). 西尔斯当代大学物理. 北京：机械工业出版社，2011；
3. 胡德勤，张戟. 专业英语视听说. 北京：中国科学技术出版社，2011；
4. 文献数据库。

内容三 Electric Circuit

【学习目标】

1. 掌握电路分析、电路设计和电子元件的基础术语和常用词汇
2. 能够应用电路分析方法解决简单的电路问题
3. 能够熟练阅读和理解电路领域的英文科技文献、学术论文和技术报告

【课程内容】

1. Diode and Rectifier Circuit
2. History and Typical Application Circuit of the BJT
3. Signal Operation and Processing
4. Design of DC Regulated Power Supply

【重点、难点】

重点：长句分析；电路部分的主要词汇和定律的英文表达

难点：长句分析；英文的口语表达及汉译英

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前预先阅读课程的相关材料，了解将要学习的专业词汇、术语和背景知识等；课上积极参与课堂讨论，主动回答老师的问题，与老师和同学进行互动；课后及时复习课堂上所学的知识点，自主拓展学习，了解更多与电科专业相关的英语知识和技术前沿。

【学习资源】

1. A S Hornby. 牛津高阶英汉双解词典. 牛津：牛津大学出版社，2014；

2. 休 D.杨(Hugh D. Young), 罗杰 A.弗里德曼(Roger A. Freedman). 西尔斯当代大学物理. 北京: 机械工业出版社, 2011;
3. 胡德勤, 张戟. 专业英语视听说. 北京: 中国科学技术出版社, 2011;
4. 文献数据库。

内容四 Writing an Academic Paper

【学习目标】

1. 掌握学术论文的基本结构和格式
2. 理解学术论文的写作规范和要求
3. 能够准确使用专业术语和词汇, 进行电子科学与技术领域内的学术交流和论文撰写

【课程内容】

1. Various Sections of the Academic Paper
2. Letters for Academic Communication

【重点、难点】

重点: 学术论文撰写

难点: 学术论文撰写

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前预先阅读课程的相关材料, 了解将要学习的专业词汇、术语和背景知识等; 课上积极参与课堂讨论, 主动回答老师的问题, 与老师和同学进行互动; 课后及时复习课堂上所学的知识点, 自主拓展学习, 了解更多与电科专业相关的英语知识和技术前沿。

【学习资源】

1. A S Hornby. 牛津高阶英汉双解词典. 牛津: 牛津大学出版社, 2014;
2. 休 D.杨(Hugh D. Young), 罗杰 A.弗里德曼(Roger A. Freedman). 西尔斯当代大学物理. 北京: 机械工业出版社, 2011;
3. 胡德勤, 张戟. 专业英语视听说. 北京: 中国科学技术出版社, 2011;
4. 文献数据库。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程, 无专门的实践教学学时, 主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 建立学习小组, 通过小组讨论完成各项学习实践活动, 包括平时的小组

学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。

2. 提供与电科专业相关的英文文献、技术报告或专利材料，让学生进行英汉互译。指导学生如何准确理解原文内容、选择合适的翻译策略和术语。对学生的翻译作品进行点评和修改，帮助学生提高翻译质量。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 在团队项目中的贡献和协作能力 2. 参与学术交流与合作，与其他学生分享学习资源和心得	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 使用准确、专业的英语术语，清晰地表达电子科学与技术领域内的概念、原理和技术细节 2. 撰写结构清晰、逻辑严密的专业英文文档	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 独立查找、筛选和深入学习专业英语资料的能力 2. 掌握电子科学与技术领域的新工具、新方法和新技术的能力	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核 占比（50%）	平时作业（小组合作完成小论文、讲课、习题）	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现（课堂提问）		70%	30%
结果性考核 占比（50%）	闭卷考试	30%	45%	25%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂表现等，占比 50%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 50%。
总成绩=平时成绩（50%）+ 期末考试成绩（50%）；

平时成绩：平时成绩=考勤（20%）+平时作业（60%）+课堂表现（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对专业英语知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	在团队项目中表现突出,能够主动承担责任,积极推动项目进度。在学术交流中能够流利、准确地表达观点,对讨论有深入见解。	在团队项目中能够较好地完成任务,对团队有贡献。在学术交流中能够用英语表达基本观点,但可能表达不够流畅或准确。	在团队项目中完成了分配的任务,但对团队的贡献有限。在学术交流中能够用英语进行简单交流,但可能存在语言障碍或表达不清的情况。	基本完成了团队项目中的任务,但可能存在一些问题或不足。在学术交流中能够勉强用英语表达观点,但可能存在较大的语言障碍。	在团队项目中未能完成分配的任务或对团队没有贡献。在学术交流中无法用英语进行有效交流,存在严重的语言障碍。
2	课程目标 2	使用英语术语准确、专业,能够精确表达电子科学与技术领域内的复杂概念、原理和技术细节。撰写的英文文档结构清晰、逻辑严密,语言流畅,没有语法错误或拼写错误。	使用英语术语基本准确、专业,能够较为清晰地表达电子科学与技术领域内的概念、原理和技术细节。撰写的英文文档结构较为清晰、逻辑较为严密,但可能存在少数语法错误或拼写错误。	使用英语术语基本正确,但可能在某些专业术语的使用上不够准确或专业。撰写的英文文档结构基本清晰,但可能存在逻辑不够严密或条理不够清晰的问题。	能够使用基本的英语术语来表达电子科学与技术领域内的概念、原理和技术细节,但可能存在较多的不准确或不专业的情况。撰写的英文文档结构基本完整,但可能存在较多的逻辑不清或条理混乱的问题。	无法使用英语术语来表达电子科学与技术领域内的概念、原理和技术细节,存在大量的不准确或不专业的情况。撰写的英文文档结构混乱,逻辑不清,无法有效传达信息。
3	课程目标 3	能够独立、高效地查找和筛选与课程主题相关的专业英语资料,筛选出的资料具有高度的相关性和价值。对筛选出的资料进行了深入的学习和研究,能够准确理解其中的概念、原理和技术细节,并能够将其应用于实际问题中。	能够较为独立地查找和筛选与课程主题相关的专业英语资料,筛选出的资料具有一定的相关性和价值。对筛选出的资料进行了较为深入的学习和研究,能够基本理解其中的概念、原理和技术细节,并能够将其应用于一些简单的实际问题中。	能够完成查找和筛选与课程主题相关的专业英语资料的任务,但效率和质量一般。对筛选出的资料进行了基本的学习和研究,能够理解其中的一些基本概念和原理,但在技术细节方面可能存在不足。	能够按照要求完成查找和筛选与课程主题相关的专业英语资料的任务,但可能存在一定的困难。对筛选出的资料进行了基本的学习和研究,能够理解其中的一些基本概念,但在原理和技术细节方面可能存在较大差距。	无法独立查找和筛选与课程主题相关的专业英语资料,或者筛选出的资料与课程主题无关。对筛选出的资料没有进行深入的学习和研究,无法理解其中的基本概念、原理和技术细节。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
电子科学与技术专业英语	闫小兵	科学出版社	2019	否	

八、主要参考书目

- [1] A S Hornby. 牛津高阶英汉双解词典. 牛津: 牛津大学出版社, 2014
- [2] 休 D. 杨(Hugh D. Young), 罗杰 A. 弗里德曼(Roger A. Freedman). 西尔斯当代大学物理. 北京: 机械工业出版社, 2011
- [3] 胡德勤, 张戟. 专业英语视听说. 北京: 中国科学技术出版社, 2011

九、课程学习建议

提前预习和复习课程中的词汇和术语, 确保理解并掌握它们。在课堂上积极参与讨论、提问和回答问题, 增强自己的理解和表达能力。阅读英文科技论文、专利和行业标准, 提高专业英语的应用能力。将英语学习和专业知识学习相结合, 用英语来学习和讨论电子科学与技术的最新进展。

《数字信号处理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	数字信号处理 (Digital Signal Processing)		
课程编码	232410217B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	信号与系统	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48 , 实践学时 0)		
执笔人	王亮	审核人	韩建新

二、课程简介

数字信号处理是为电子信息类专业本科生开设的一门专业选修课程,它是在学生完成了信号与系统课程学习后,进一步为学习相关专业知识和以后解决一些实际问题提前奠定坚实基础的课程。数字信号处理是利用计算机或专用处理设备,以数值计算的方法对信号进行采集、变换、综合、估值与识别等加工处理,借以达到提取信息和便于应用的目的。本课程主要侧重于讲述信号处理中的基础理论,主要包括:离散傅里叶变换、快速傅里叶变换及数字滤波器的设计等方面。通过本课程的学习,要求学生熟练掌握数字信号处理的基本概念、基本方法,为将来从事相关专业领域的科研工作和后续的学习打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 记住时域离散信号和时域离散系统的性质及描述方法; 计算时域离散信号的傅里叶变换和 Z 变换过程; 简述离散傅里叶变换和快速傅里叶变换的计算原理和性质; 通过网络结构实现对信号处理的具体运算; 总结 IIR 和 FIR 滤波器设计的原理和步骤。

课程目标 2: 具备数字信号处理的基础知识, 能使用数学、自然科学和专业分析信号处理的相关具体问题; 能够理解滤波器的设计原理并根据给出指标做出相应的设计方案。

课程目标 3：初步具备利用一些软件进行信号处理算法分析和设计的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	4.1 设计：能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，设计实验方案	毕业要求 4：研究
课程目标 3	5.1 仪器使用：能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
内容一	时域离散信号和时域离散系统	课程目标 1、2	讲授法	4
内容二	时域离散信号和系统的频域分析	课程目标 1、2、3	讲授法	12
内容三	离散傅里叶变换(DFT)	课程目标 1、2、3	讲授法	10
内容四	快速傅里叶变换(FFT)	课程目标 1、2、3	讲授法	4
内容五	时域离散系统的网络结构	课程目标 1、2、3	讲授法	6
内容六	无限脉冲响应数字滤波器的设计	课程目标 1、2、3	讲授法	8
内容七	有限脉冲响应数字滤波器的设计	课程目标 1、2、3	讲授法	4
合计				48

(二) 课程内容

内容一 时域离散信号和时域离散系统

【学习目标】

- 1.能准确区分出不同信号具有的不同特点
- 2.能清楚描述出几个常用不同类型的时域离散信号的特点
- 3.能说出系统满足因果性和稳定性的条件
- 4.能写出线性常系数差分方程的一般形式并会利用递推法求解
- 5.能详细说出如何通过模拟信号得到数字信号及采样定理物理含义

6.能简要介绍相关函数的定义、性质及应用

【课程内容】

- 1.信号的分类
- 2.时域离散信号
- 3.时域离散系统
- 4.时域离散系统的描述方法——线性常系数差分方程
- 5.模拟信号数字处理方法
- 6.确定性信号的相关函数

【重点、难点】

- 1.重点：常用的几种典型序列、系统的因果性和稳定性、采样定理
- 2.难点：采样定理

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，对不同类型的信号举出不同例子及应用并录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《数字信号处理》相关课程。

内容二 时域离散信号和系统的频域分析

【学习目标】

- 1.能计算出一般序列的傅里叶变换及反变换形式并说出其主要性质
- 2.会计算周期序列的离散傅里叶级数及其傅里叶变换式
- 3.能说出时域离散信号和模拟信号傅里叶变换之间的关系
- 4.会计算一般序列的Z变换及其反变换并说出收敛域的影响和Z变换的性质
- 5.能说出频率响应函数的物理意义；能利用系统函数的零极点分析系统的因果性、稳定性及频响特性

【课程内容】

- 1.时域离散信号的傅里叶变换定义及其性质
- 2.周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换表示式
- 3.时域离散信号的傅里叶变换与模拟信号傅里叶变换之间的关系
- 4.序列的Z变换

5.利用 Z 变换分析信号和系统的频响特性

【重点、难点】

- 1.重点：时域离散信号的傅里叶变换、Z 变换、系统的频响特性
- 2.难点：Z 变换的计算和性质、频响特性的分析

【教学方法】

讲授法、诱思导入法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时与学过的模拟信号知识作对比，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，总结出数字信号和模拟信号在信号变换时的关系并录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.教师提供的知乎网址的相关视频；
- 3.中国大学 MOOC《数字信号处理》相关课程。

内容三 离散傅里叶变换（DFT）

【学习目标】

- 1.能计算有限长序列的离散傅里叶变换并说出 DFT 的物理意义
- 2.能说出 DFT 的几个重要性质
- 3.能准确说出由频域采样恢复原信号的条件及内插公式
- 4.能说出循环卷积等于线性卷积的条件并利用 DFT 对信号进行谱分析

【课程内容】

- 1.离散傅里叶变换的定义及物理意义
- 2.离散傅里叶变换的基本性质
- 3.频域采样
- 4.DFT 的应用举例

【重点、难点】

- 1.重点：DFT 的计算、DFT 的性质、频域采样
- 2.难点：DFT 的性质、频域采样

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，对本章内容的 DFT 与前一章 DTFT 和 ZT 进行对比总结并将结果用表格呈现。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.学习通题库、单元测试;
- 3.中国大学 MOOC 《数字信号处理》相关课程。

内容四 快速傅里叶变换 (FFT)

【学习目标】

- 1.能够详细说出 DIT-FFT 运算的基本原理并画出其运算流程图
- 2.能够详细说出 DIF-FFT 运算的基本原理并画出其运算流程图

【课程内容】

- 1.时域抽取法的基本原理
- 2.频域抽取法的基本原理

【重点、难点】

- 1.重点: 时域抽取法、频域抽取法、蝶形运算
- 2.难点: 蝶形运算

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动, 课下在规定时间内完成作业, 并及时复习学过的知识, 课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 应用一些软件对复杂信号进行 FFT 分析并讲解录制视频。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.学习通题库、单元测试;
- 3.中国大学 MOOC 《数字信号处理》相关课程。

内容五 时域离散系统的网络结构

【学习目标】

- 1.能够通过信号流图写出系统函数或通过系统函数画出信号流图
- 2.能够根据三种类型的 IIR 系统函数选取合适的网络结构并画出其结构图
- 3.能够根据两种类型的 FIR 系统函数选取合适的网络结构并画出其结构图
- 4.能够画出 FIR 系统线性相位结构的网络流图
- 5.能够说出频率采样结构的优点和缺点

【课程内容】

- 1.用信号流图表示网络结构
- 2.IIR 系统的基本网络结构

- 3.FIR 系统的基本网络结构
- 4.FIR 系统的线性相位结构
- 5.FIR 系统的频率采样结构

【重点、难点】

- 1.重点：IIR 系统的网络结构、FIR 系统的网络结构、线性相位结构结构
- 2.难点：IIR 系统的网络结构、FIR 系统的网络结构

【教学方法】

讲授法、优质提问法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，总结不同类型网络结构的适用条件并讲解。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《数字信号处理》相关课程。

内容六 无限脉冲响应数字滤波器的设计

【学习目标】

- 1.能够详细说出滤波器的分类及数字滤波器的几个技术指标
- 2.能够详细说出巴特沃斯和切比雪夫滤波器的设计步骤并比较五种滤波器的特点及适用条件
- 3.可以准确说出模拟滤波器转换为数字滤波器的要求、过程及缺陷
- 4.能准确说出利用双线性变换法设计 IIR 数字低通滤波器的过程及优缺点
- 5.能够准确说出数字高通、带通和带阻滤波器设计的步骤

【课程内容】

- 1.数字滤波器的基本概念
- 2.模拟滤波器的设计
- 3.用脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器
- 4.用双线性变换法设计 IIR 数字低通滤波器
- 5.数字高通、带通和带阻滤波器的设计

【重点、难点】

- 1.重点：模拟滤波器的设计步骤、模拟滤波器到数字滤波器的转换
- 2.难点：模拟滤波器的设计步骤、模拟滤波器到数字滤波器的转换

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，讲解滤波器的设计步骤及其存在的不足并录制视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试。

内容七 有限脉冲响应数字滤波器的设计

【学习目标】

- 1.能够准确说出线性 FIR 滤波器的特点是什么及它的时域和频域约束条件
- 2.能够详细说出利用窗函数设计滤波器的步骤以及窗函数的选择原理，并可以通过计算解决一些简单实例
- 3.能够简要说出频率采样法设计 FIR 滤波器的步骤
- 4.能够简要说出利用等波纹逼近法设计 FIR 滤波器的基本思想
- 5.能够准确说出 IIR 和 FIR 滤波器的异同及各自的适用条件

【课程内容】

- 1.线性相位 FIR 数字滤波器的条件和特点
- 2.利用窗函数法设计 FIR 滤波器
- 3.利用频率采样法设计 FIR 滤波器
- 4.利用等波纹最佳逼近法设计 FIR 数字滤波器
- 5.IIR 和 FIR 数字滤波器的比较

【重点、难点】

- 1.重点：FIR 滤波器的特点及约束条件、利用窗函数设计滤波器
- 2.难点：利用窗函数设计滤波器

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，与前一章对比并讲解。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信息化平台主要有雨课堂、学习通等。课程开始前 5-10 分钟主要是学生相互探讨交流，对上节课知识的回忆以及在现实中应用的举例。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	评价依据
课程目标 1	1.时域离散信号和时域离散系统的性质及描述方法 2.时域离散信号的傅里叶变换和Z变换的计算 3.离散傅里叶变换和快速傅里叶变换的计算原理和性质 4.通过网络结构实现对信号处理的具体运算 5.IIR和FIR滤波器设计的原理和步骤	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 利用数字信号基础知识处理相关问题的能力 2. 根据已有指标做出设计相关滤波器的方案	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 科学素养及科学意识 2. 相关软件工具箱的分辨能力	出勤考核 平时作业 期末考试

(二)课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课后习题、单元测试、仿真实践)	40%	40%	40%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现 (课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对本课程基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能够熟练掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	学生能够掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决一些复杂的工程问题。	学生能够掌握一定的专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决一些简单的工程问题。	学生能够掌握一定的专业基础知识和专业知识，但在运用方面存在一定的困难。	学生无法掌握专业基础知识和专业知识，无法将其运用于解决任何工程问题。
2	课程目标 2	在设计方面，学生能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，根据目标确定技术路线，并设计出优秀的实验方案。	在设计方面，学生能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，并根据目标确定技术路线，设计出较为合理的实验方案。	学生能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，并根据目标确定技术路线，设计出一般的实验方案。	学生能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，但可能无法确定合适的技术路线或设计出较差的实验方案。	学生无法针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标，也无法确定技术路线或设计出实验方案。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
3	课程目标3	学生还能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，并能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	学生还能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，并能运用图表公式等手段表达和解决一些系统的设计问题。	学生还能使用电子仪器仪表观察分析系统性能，并能运用图表公式等手段表达和解决一些简单的系统设计问题。	学生在使用电子仪器仪表观察分析系统性能时可能存在一定困难，且在运用图表公式等手段表达和解决系统设计问题时表现一般。	学生在使用电子仪器仪表观察分析系统性能时存在很大困难，且无法运用图表公式等手段表达和解决系统设计问题。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
数字信号处理（第五版）	高西全 丁玉美	西安电子科技大学出版社	2022.5	否	

八、主要参考书目

- [1] 程佩青 数字信号处理教程（第五版）. 北京：清华大学出版社. 2017
 [2] 吴镇扬 数字信号处理. 北京：高等教育出版社. 2004

九、课程学习建议

由于课程总体难度较大，所涉及数学计算较多，需要学生利用课外时间通过相关书本和学习通视频等资料加深巩固。

《电子设计自动化》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电子设计自动化 (Electronic Design Automation)		
课程编码	232410218B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	数字逻辑与系统	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	杨国全	审核人	韩建新

二、课程简介

随着计算机技术的发展,电子设计自动化(EDA)技术得到了高度重视和广泛应用,并在深度和广度上不断发展。目前,电子及机电测控系统的设计已经无法脱离 EDA 工具的支持,掌握 EDA 技术已成为电科专业学生所必备的基本技能之一。本课程注重 EDA 技术的实用性,从设计方法、开发工具等方面进行较为系统的讲解,尤其重视实践技能的训练。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过学习初步掌握常用 EDA 工具的使用方法、FPGA 的开发技术以及 Verilog 硬件描述语言的编程方法;通过学习能比较熟练地使用 Quartus II 等常用 EDA 软件对 FPGA 和 CPLD 作一些简单电路系统的设计,同时能较好地使用 Verilog 硬件描述语言设计简单的逻辑电路和逻辑系统。

课程目标 2: 学会行为仿真、时序仿真和硬件测试技术,提高学生实践动手能力,培养较为全面的工程素质。

课程目标 3: 结合知识点使学生了解世界先进技术,培养学生的责任感和使命感。教学过程中严格要求学生,培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风。在解题过程中,通过对难点的分析和解决,培养学生用联系的、全面的、发展的观点看问题,正确对待人生发展中的顺境与逆境,处理好人生发展中的各种

矛盾，培养健康向上的人生态度。在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神。在实验实践教学中，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的工作作风。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	8.2 遵守：具有工程职业道德与规范，在工程实践中能自觉遵守。	毕业要求 8：职业规范
课程目标 3	11.1 管理决策：理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	EDA 技术及其发展	课程目标 1、2、3	讲授法、提问法	2
2	FPGA 与 CPLD 的结构原理	课程目标 1、2、3	讲授法、提问法	2
3	组合电路的 Verilog 设计	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	10
4	时序仿真与硬件实现	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	10
5	时序电路的 Verilog 设计	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	12
6	宏功能模块应用及相关语法	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	12
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 EDA 技术及其发展

【学习目标】

1. 了解 EDA 技术及其发展和应用情况，包括 FPGA 开发和 ASIC 设计的流程。
2. 熟悉相关的 EDA 工具软件。

【课程内容】

1. Quartus 概述；EDA 技术实现目标；硬件描述语言、HDL 综合。

2. 自顶向下的设计技术；EDA 技术的优势。

【重点、难点】

重点：硬件描述语言、HDL 综合。

难点：FPGA 开发和 ASIC 设计的流程。

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解 EDA 的相关基础知识。
2. 通过案例教学法，借助案例引导学生总结出电子设计方法的步骤，进而掌握电子设计自动化的相关知识，理解电子设计方法的流程。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇，陈桂. 电子设计自动化（EDA）技术. 西安：西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京：机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京：高等教育出版社. 2019

内容二 FPGA 与 CPLD 的结构原理

【学习目标】

1. 了解可编程逻辑器件 PLD（programmable logic devices）的概念
2. 了解简单 PLD、CPLD、FPGA 的结构原理
3. 熟悉常用的 PLD 产品
4. 学习 CPLD/FPGA 的编程与配置

【课程内容】

1. PLD 概述
2. 简单 PLD、CPLD、FPGA 的结构原理
3. 硬件测试
4. PLD 产品概述
5. CPLD/FPGA 的编程与配置

【重点、难点】

重点：简单 PLD、CPLD、FPGA 的结构原理

难点：CPLD/FPGA 的编程与配置

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解 PLD、CPLD、FPGA 相关的基础知识。
2. 通过提问法和案例教学法，让学生对相关知识有实际体会。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇，陈桂. 电子设计自动化（EDA）技术. 西安：西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京：机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京：高等教育出版社. 2019

内容三 组合电路的 Verilog 设计

【学习目标】

1. 能准确地描述与设计典型的组合电路
2. 能知道 RTL 概念

【课程内容】

1. 半加器电路的 Verilog 描述
2. 多路选择器的 Verilog 描述
3. 加法器的 Verilog 描述
4. 组合逻辑乘法器设计
5. RTL 概念

【重点、难点】

重点：半加器、多路选择器、加法器的 Verilog 描述与设计

难点：组合逻辑乘法器设计

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解典型的组合电路的 Verilog 描述与设计。
2. 通过提问法及课堂讨论，介绍 Verilog HD 的基本语法。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇，陈桂. 电子设计自动化（EDA）技术. 西安：西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京：机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京：高等教育出版社. 2019

内容四 时序仿真与硬件实现

【学习目标】

1. 基于 Quartus II 的 Verilog 代码文本输入设计流程
2. Signal Probe 使用方法

【课程内容】

1. Verilog 程序输入和编译、仿真测试、引脚锁定与硬件测试；电路原理图设计流程
2. HDL 版本设置及 Analysis & Synthesis 功能
3. 利用属性表述实现引脚锁定；keep 属性应用
4. Signal Probe 使用方法

【重点、难点】

重点：Verilog 程序输入和编译、仿真测试、引脚锁定与硬件测试

难点：Signal Probe 使用方法

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解基于 Quartus II 的 Verilog 代码文本输入设计流程的相关知识。
2. 通过案例教学法及课堂讨论，展示 Signal Probe 使用方法。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇，陈桂. 电子设计自动化（EDA）技术. 西安：西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京：机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京：高等教育出版社. 2019

内容五 时序电路的 Verilog 设计

【学习目标】

1. 能准确地描述与设计典型的时序电路
2. 学习 Signal Tap II 的使用方法

【课程内容】

1. 基本时序元件的 Verilog 表述
2. 二进制计数器的 Verilog 表述
3. 移位寄存器的 Verilog 表述与设计
4. 自动预置型计数器设计
5. 时序电路硬件设计与仿真示例
6. Signal Tap II 的使用方法

【重点、难点】

重点：基本时序元件、二进制计数器、移位寄存器的 Verilog 表述与设计

难点：Signal Tap II 的使用方法

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解基本时序元件、计数器、移位寄存器的 Verilog 表述与设计的相关知识。
2. 通过案例教学法及课堂讨论，结合具体实例，引导学生正确掌握 Signal Tap II 的使用方法。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。

2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇，陈桂. 电子设计自动化（EDA）技术. 西安：西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京：机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京：高等教育出版社. 2019

内容六 宏功能模块应用及相关语法

【学习目标】

1. 能熟练调用常用的宏功能模块来设计电路
2. 学习宏功能模块的相关语法

【课程内容】

1. 计数器 LPM 模块调用示例；
2. 利用属性控制乘法器的构建；
3. LPM 随机存储器的设置和调用；
4. LPM_ROM 的定制和使用示例；
5. 在系统存储器数据读写编译器应用；
6. In-System Sources and Probes Editor 使用方法

【重点、难点】

重点：LPM 随机存储器的设置和调用，LPM_ROM 的定制和使用示例

难点：In-System Sources and Probes Editor 使用方法

【教学方法】

1. 通过课堂讲授法讲解宏功能模块的相关知识。
2. 通过案例教学法及课堂讨论，结合具体实例，引导学生正确掌握各种宏功能模块的调用方法。

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 中国大学慕课《EDA 技术与实验》哈尔滨工业大学
2. 中国大学慕课《EDA 技术与 Verilog》杭州电子科技大学
3. 文献数据库
4. 葛红宇, 陈桂. 电子设计自动化 (EDA) 技术. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2017
5. 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京: 机械工业出版社. 2016
6. 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京: 高等教育出版社. 2019

五、实践教学安排

本课程为理论类课程,但也需要一定的实践操作。主要通过以下方式培养学生的实践能力。

1. 通过小组合作完成课本中的各种实践活动,提高学生搜集资料、整合资料的能力,培养学生团队合作的精神。
2. 学生完成平时作业等各项实践活动,鼓励学生利用课余时间学习 FPGA 开发板的相关知识。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	初步掌握常用 EDA 工具的使用方法、FPGA 的开发技术以及 Verilog 硬件描述语言的编程方法;通过学习能比较熟练地使用 Quartus II 等常用 EDA 软件对 FPGA 和 CPLD 作一些简单电路系统的设计,同时能较好地使用 Verilog 硬件描述语言设计简单的逻辑电路和逻辑系统。	平时作业 课堂笔记 课堂表现 期末考试
课程目标 2	学会行为仿真、时序仿真和硬件测试技术	平时作业 课堂笔记 课堂表现 期末考试
课程目标 3	结合知识点使学生了解世界先进技术,培养学生的责任感和使命感。教学过程中严格要求学生,培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风。	平时作业 课堂笔记 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	平时作业(小组合作完成课内实践、讲课、习题、单元测试、思维导图等)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、学习通互动)		70%	30%
结果性考核占比 (50%)	开卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 50%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 50%。总成绩=平时成绩（50%）+ 期末考试成绩（50%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对电子设计自动化基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、实验报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	熟练掌握常用 EDA 工具的使用方法、FPGA 的开发技术以及 Verilog 硬件描述语言的编程方法;会熟练地使用 Quartus II 等常用 EDA 软件作一些复杂电路系统的设计。	较好掌握常用 EDA 工具的使用方法、FPGA 的开发技术以及 Verilog 硬件描述语言的编程方法;会使用 Quartus II 等常用 EDA 软件作一些简单电路系统的设计。	在 EDA 工具的使用上有一定的掌握,能够使用 Quartus II 等软件进行基本电路设计。已经理解了硬件语言的基础编程概念,能够编写一些简单的逻辑电路代码。	在 EDA 工具的使用上已初步掌握了基本操作,能够编写简单的逻辑电路代码,整体表现达到了课程学习目标的基本要求。	在 EDA 工具的使用和硬件描述语言的学习上尚未达到课程的基本要求。
2	课程目标 2	完全掌握了行为仿真、时序仿真和硬件测试技术的核心概念和操作流程。	熟练掌握了行为仿真和时序仿真的基本技巧,能够高效地进行仿真测试。	对行为仿真和时序仿真有一定的理解,能够完成基本的仿真任务。	基本理解行为仿真和时序仿真的概念,能够完成一些简单的仿真任务。	无法独立完成仿真任务,对测试结果的分析 and 优化能力不足。
3	课程目标 3	学生展现出强烈的责任感和使命感,积极参与课程活动,对学习成果有高标准要求。	学生在教学过程中表现出良好的"工匠"精神,对待工作认真负责,追求质量。	学生能够将所学知识应用于一些实际情境,但创新和实践能力有待加强。	学生能够完成基本的课程任务,但可能在知识应用和创新能力上需要进一步培养。	学生缺乏责任感和使命感,对课程任务的完成态度消极,缺乏自我要求。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
EDA 技术实用教程	黄继业, 潘松	科学出版社	2009	否	

八、主要参考书目

- [1] 葛红宇, 陈桂. 电子设计自动化 (EDA) 技术. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2017
- [2] 钱金法. 电子设计自动化技术. 北京: 机械工业出版社. 2016

[3] 路而红. 电子设计自动化应用技术 FPGA 应用篇. 北京: 高等教育出版社. 2019

九、课程学习建议

首先要掌握电子设计和自动化的基础知识，包括电路理论、数字电子技术、模拟电子技术等。其次要重视实践操作：通过实际操作和项目实践来加深理解，可以使用仿真软件进行模拟实验，也可以尝试搭建简单的电路进行实际测试。熟练掌握常用的电子设计软件。要有持续学习的理念：电子设计和自动化领域技术更新快，要保持学习的状态，关注行业动态，不断提升自己的技能水平。

《MATLAB 程序设计基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	MATLAB 程序设计基础 (Foundation of MATLAB Programming Design)		
课程编码	232410219B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、线性代数、 信号与系统	修读学期	第四学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	王丽	审核人	韩建新

二、课程简介

MATLAB 程序设计基础是电子科学与技术专业的一门专业选修课。MATLAB 是目前国际上最流行、应用最广泛的科学与工程计算软件，广泛应用于自动控制、数学运算、信号分析、计算机技术、图像处理、汽车工业和航天工业等各行各业，是国内外高校和科研院所进行科学研究的重要工具。本课程以 MATLAB 语言的基本语法、数据类型、控制结构、函数定义和调用等基础知识为主要内容，通过实践操作，学生将掌握 MATLAB 编程的基本技能，能够编写简单的程序，进行科学计算、数值分析和系统仿真等任务。通过本课程的学习，培养学生在 MATLAB 软件的辅助下，结合专业课知识点对实际应用问题进行仿真求解，加深对所学专业知识的理解，提高创新实践能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：会使用向量和矩阵进行数据处理和分析，能够运用 MATLAB 进行大规模数据的处理；会编写并调试 MATLAB 数值计算代码，能够利用 MATLAB 进行图形绘制、数据可视化和模拟仿真；能够利用图像处理与动画制作的方法将电子科学与技术专业问题的细节可视化，并具备逻辑分析能力。

课程目标 2：利用 MATLAB 进行专业领域的电路仿真、数值分析、功能验证和工程设计；通过学习程序结构与流程的控制，培养学生计算机辅助分析的意

识,初步具备计算思维、理论结合实践的思维以及探索新方法新思路的科学素养,提高学生的实践能力和创新精神。

课程目标 3: 能够结合专业实际问题进行自主学习和拓展知识,能够时刻关注电子科学技术领域的发展前沿,具备终身学习的意识和自我更新的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2【分析】根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述,运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。	毕业要求 2:【问题分析】
课程目标 2	5.2【仿真】能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具,完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析,并能理解其局限性。	毕业要求 5:【使用现代工具】
课程目标 3	12.1【自主】能认识不断探索和学习的必要性,具有自主学习和掌握自主学习的方法,了解拓展知识和能力的途径。	毕业要求 12:【终身学习】

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	MATLAB 简介	课程目标 3	理论讲授、实践练习	2
2	数组与矩阵	课程目标 1、2	理论讲授、实践练习	4
3	数据分析与数值计算	课程目标 1、2	理论讲授、实践练习	6
4	程序设计与流程控制	课程目标 1、2	理论讲授、实践练习	6
5	图形绘制与可视化	课程目标 1、2	理论讲授、实践练习	6
6	MATLAB 在信号与系统中的应用	课程目标 1、2、3	理论讲授、实践练习	8
	合计			32

(二) 课程内容

内容一 MATLAB 简介

【学习目标】

1. 会安装和设置 MATLAB 软件，熟悉 MATLAB 的运行环境以及各工具栏的作用和使用方法。
2. 能准确说出 MATLAB 的功能、命令格式、基础语法、帮助功能。
3. 能理解并运用 MATLAB 的基本命令、常用函数、变量定义和命名规则、代码格式、常见错误的处理方法等。

【课程内容】

1. MATLAB 概述、历史和应用领域。
2. MATLAB 的安装、界面介绍和运行环境。
3. MATLAB 的基本操作方法、常用函数定义和调用、文件的读写操作。

【重点、难点】

重点：MATLAB 的运行环境、基本操作方法、基本命令和常用函数。

难点：MATLAB 的基本命令和常用函数。

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

课前根据学习通资料预习本节课内容，理解 MATLAB 的基本概念(包括变量、数组矩阵和函数等)，这些是编写 MATLAB 程序的基础，并通过反复练习编写简单程序来加深对 MATLAB 基础知识的理解，提高编程技能，MATLAB 还提供了丰富的文档和示例，对理解各种函数的用法和语法很有帮助，有意识地尝试阅读文档并运行示例代码。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中常用函数的用法拓展示例；
3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

内容二 数组与矩阵

【学习目标】

1. 能准确地说出变量、数组、矩阵和字符串的概念。
2. 会对矩阵进行建立和拆分，会使用特殊矩阵。
3. 会正确进行矩阵的运算和数据的输出。

【课程内容】

1. MATLAB 的数据类型、变量和数组、变量的定义和赋值。
2. MATLAB 矩阵、矩阵运算、数组的算术运算。

3. MATLAB 字符串处理和函数调用。

【重点、难点】

重点：变量的命名方法、数组和矩阵的联系与区别、矩阵的输入方法和矩阵运算。

难点：矩阵运算和数组运算

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

利用视频教程、论坛和慕课等资源，获取更多关于 MATLAB 程序设计的知识和技巧，深刻理解 MATLAB 中不同数据类型的区别，如数值型、字符型、逻辑型等，以及如何声明和操作变量，尤其是 MATLAB 中的矩阵和向量操作，包括矩阵乘法、转置、索引等。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中常用函数的用法拓展示例；
3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

内容三 数据分析与数值计算

【学习目标】

1. 会使用矩阵进行数据处理和分析。
2. 能利用 MATLAB 对实验数据进行拟合。
3. 会利用 MATLAB 进行基本数值计算和解（微分）方程。

【课程内容】

1. MATLAB 数据统计与处理。
2. 利用 MATLAB 求函数最值、多项式计算、求微分和积分等。
3. 利用 MATLAB 解代数方程、方程组和微分方程。

【重点、难点】

重点：数据处理和曲线拟合、多项式计算、求函数的微分和积分、解方程、解方程组、解微分方程。

难点：解微分方程。

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

定期复习课程内容，巩固所学知识，避免遗忘，深刻理解函数的输入输出参数，熟悉函数的调用和返回值，学会对实验数据进行处理和分析，如求和、平均值、多项式拟合、通过曲线计算相关参数等，参与一些课后数据分析和数值计算的小型项目，将所学知识应用到专业实际问题中，确保对 MATLAB 编程技能的持续掌握。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中数据分析和数值计算的拓展示例；
3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

内容四 程序设计与流程控制

【学习目标】

1. 能准确说出函数 M 文件和脚本 M 文件的不同。
2. 能准确说出 MATLAB 函数的调用机制。
3. 能利用 for 循环、while 循环、if 语句和 case 语句等常用的语言结构编制实现一些常用算法的程序。
4. 会利用 M 文件和函数的编程方法提高程序运行速度。

【课程内容】

1. 程序控制。
2. M 文件结构。
3. 函数的使用。

【重点、难点】

重点：掌握常用的语言结构；掌握 M 文件的编程方法；掌握使用 MATLAB 基本命令编制实现一些常用算法的程序和函数。

难点：掌握常用的语言结构；掌握 M 文件的编程方法。

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

与同学一起讨论问题、分享经验，互相帮助解决编程难题，可以加深对本章课程内容的理解，利用 if-else 语句根据不同条件执行不同的操作，利用 for 循环和 while 循环实现重复执行特定代码块的功能。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中程序设计的拓展示例；

3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

内容五 图形绘制与可视化

【学习目标】

1. 会利用 MATLAB 绘制二维曲线，并对其进行修饰。
2. 会利用 MATLAB 绘制三维曲线，并对其进行修饰。
3. 会利用 MATLAB 绘制三维曲面，并对其进行修饰。
4. 会利用 MATLAB 进行动画制作。

【课程内容】

1. 二维绘图和三维绘图。
2. 三维曲面的绘制。
3. 彗星轨迹图、程序动画与帧动画。

【重点、难点】

重点：MATLAB 二维曲线的绘制与修饰；MATLAB 三维曲线的绘制与修饰；
MATLAB 三维曲面的绘制与修饰。

难点：动画制作。

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

尝试各种绘制各种图表的方法，并设置图形属性。如果遇到困难或有疑问，可以向老师/同学请教，共同识别和解决代码中的错误，尝试使用 MATLAB 的调试工具，如设置断点、单步执行等，帮助定位和解决程序中的错误。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中 MATLAB 图形绘制的拓展示例；
3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

内容六 MATLAB 在信号与系统中的应用

【学习目标】

1. 能说出 MATLAB 产生常用离散时间信号的方法。
2. 能说出 MATLAB 实现信号时域运算和时域变换的方法。
3. 能说出 MATLAB 对循环卷积和线性卷积过程的仿真方法。
4. 能说出 MATLAB 分析自相关函数的方法。
5. 能说出 MATLAB 计算两个序列的相关性的方法。

6. 能说出 MATLAB 对周期信号进行频谱分析的方法。
7. 能说出 MATLAB 对信号进行傅里叶变换的方法。
8. 能说出 MATLAB 绘制拉普拉斯变换的曲面图的方法。

【课程内容】

1. 典型连续信号和典型离散信号的时域表示及可视化。
2. 信号的时域运算及其 MATLAB 实现。
3. 离散序列的卷积和及其 MATLAB 仿真。
4. 连续信号的卷积积分及其 MATLAB 实现。
5. 循环卷积和线性卷积及其 MATLAB 实现。
6. 用 MATLAB 计算随机序列的自相关函数和互相关函数。
7. 傅里叶级数和傅里叶变换。
8. 拉普拉斯变换。

【重点、难点】

重点：信号的时域运算；连续信号的卷积积分；周期信号的傅里叶级数；信号的傅里叶变换；拉普拉斯变换及其曲面图。

难点：信号的傅里叶变换；拉普拉斯变换及其曲面图。

【教学方法】

理论讲授、实践练习

【学习要求】

尝试 MATLAB 的高级功能和工具箱，如符号计算、最优化工具箱、图像处理工具箱、神经网络工具箱等，根据兴趣深入学习，学会各类异常情况的处理以及对错误消息的解读等。

【学习资源】

1. 学习通上 MATLAB 相关文档资料；
2. 学习通中 MATLAB 在信号与系统应用的拓展示例；
3. 中国大学 MOOC 上 MATLAB 的相关视频课程。

五、实践教学安排

1. 采用理论讲授和上机实践相结合的教学模式，两者在机房同步进行，理论讲授主要通过多媒体和计算机同步操作等教学手段讲解软件基本命令的使用方法和技巧，上机实践是通过具体实例编程练习，使学生在实际操练中将理论知识融会贯通，各教学环节的重点都是培养学生综合运用 MATLAB 解决实际问题的能力。

2. 基于“抛出问题-探究分析-仿真验证”的流程进行教学设计，以专业实际问

题为导向，以上机实践为主体，辅以程序设计方法的演示，将 MATLAB 用于对所学专业课程知识的模拟和数值计算，帮助学生初步具备算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算等实践能力，进一步提升科学素养。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. MATLAB 运行环境和在线帮助功能 2. MATLAB 基本运算、符号运算和数值计算 3. MATLAB 数据可视化 4. 程序的结构和程序设计 5. MATLAB 动画制作	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 利用 MATLAB 语言编程和调试的能力 2. 利用 MATLAB 解决专业实际问题的能力	平时作业 课堂表现 操作技能 期末考试
课程目标 3	1. 终身学习的意识、逻辑思维和科学素养 2. 使用计算机辅助设计工具，完成专业领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性，具备辩证唯物主义世界观。	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课后练习、单元测试)	40%	40%	40%
	操作技能	50%	50%	
	课堂表现 (参与小组讨论交流的频次)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	开卷考试	30%	45%	25%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记和课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 70%。
总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）。

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：考查学生针对具体问题，能否利用每节课MATLAB知识进行编程并计算数值或呈现可视化结果；考查学生是否具备良好的逻辑思维和编程技巧；考查学生在解决问题时是否有创新的思路和方法，能否提出新的想法和解决方案；考查学生在小组合作中是否能有效沟通、协作，共同完成任务；考查学生是否能合理安排时间，高效地完成编程任务。学生独立完成作业，发布和提交作业的形式由为信息化手段，作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

课堂表现：考查学生对MATLAB基本语法的理解程度，是否具有积极进取、不畏困难、勤于钻研的精神，以及是否具有终身学习和自主发展的意识。根据学生在课堂上的参与程度，例如提问和讨论等情况打分，满分 100 分。

期末考试成绩：根据课程的卷面考试成绩给出，考试采用开卷形式，学生通过上机实践限时完成试题，并将结果呈现在卷面上。考查学生综合运用MATLAB分析和解决问题的意识、学生的逻辑思维和科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确阐述 MATLAB 的数据类型、数组与矩阵的区别、基本语法结构；能熟练表述 MATLAB 的数据可视化方法；能利用熟练地进行数据处理、符号计算、数值计算和编写程序代码。	能比较流利地表达数组运算和矩阵运算的联系与区别；会比较熟练地进行矩阵的基本变换和分解、实验数据处理、数值计算和编写简单的程序代码。	能大概阐述 MATLAB 的可视化和数值计算的基本方法，能看懂部分程序报错，并会对其修改。	能在老师提示下阐述基本的 MATLAB 可视化和数值计算的基本方法，但不全面，不准确。	不能阐述 MATLAB 基本编程方法，对常见函数不熟悉，课堂实践作业有抄袭现象。
2	课程目标 2	能熟练运用 MATLAB 的工作环境和语法规则进行编程、调试和运行；具备数据分析、可视化、算法实现与仿真能力；能针对信号与系统的实际问题进行模拟和分析，能够提出新的解决方案和优化方法。具备创新思维和跨学科融合能力。	能比较熟练地用 MATLAB 进行数据分析、可视化和仿真模拟；对信号与系统实际问题的模拟及分析比较熟悉，具备一定的创新思维和工程应用能力。	基本能利用 MATLAB 进行简单的数据分析、可视化和仿真模拟；但对信号与系统实际问题的模拟及分析不太熟练，程序报错较多。	会用 MATLAB 进行基本的分析和可视化分析，对信号与系统实际问题的模拟仿真分析无思路。	不会利用 MATLAB 进行基本的分析和可视化分析。
3	课程目标 3	上机实践过程中的独立性和专注度高，能够主动发现和提出问题，调试能力强，能有效找出并修正程序中的错误，编写程序时遵循良好的编程风格、伦理规范和道德准则，并具备尊重他人的知识产权的意识。	上机实践过程中态度认真，编写的程序高效简洁，能灵活运用涉及的知识点，有一定的调试能力，关注软件技术发展动态和学科知识融合，具备科学探索和持续学习的精神。	上机实践过程中态度认真，能与小组其他成员有效协作和沟通，对涉及的知识点基本掌握，在教师指导或同学帮助下能有效找出并修正程序错误。	上机实践过程中与小组其他成员有效协作能力一般，实际操作能力和问题解决能力一般。	上机实践过程中效率低，不能有效解决问题，规定的时间内未完成任务。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
自编讲义	电子科学与技术教研室	未出版	无	否	

八、主要参考书目

[1]李明明.电子信息类专业 MATLAB 实验教程.北京大学出版社,2011.

全书共分 6 章。第 1 章是 MATLAB 基本知识的简要介绍；第 2-6 章分别介绍了 MATLAB 在信号与系统、通信原理、数字信号处理、数字图像处理等课程中的典型应用实例，每个仿真实例都从基本原理、仿真思路、程序代码、结果及其分析等方面进行介绍。同学们可以结合课堂所学基本理论学习 MATLAB 仿真的实现方法。通过仿真及仿真结果，可以进一步加深对基本知识的理解。

[2] 张志涌,杨祖樱.MATLAB 教程.北京航空航天大学出版社,2010.

本书系统详细讲解 MATLAB 基本环境和操作要旨，分章阐述符号计算、数值计算、计算结果可视化及编程精要；举例展现 MATLAB 精华工具 Simulink 的功能级和元器件级仿真能力，同学们可以将其作为开拓思路的补充书籍。

[3] Brian H.Hahn,Daniel T. Valentine.MATLAB 原理与应用（第 5 版）.清华大学出版社,2014.

本书对 MATLAB 的功能进行了简洁而全面的概述，同学们可以将其作为自学指南使用，利用本书自主学习基础知识和实践应用。

九、课程学习建议

课前查阅相关教材或参考书目，对 MATLAB 程序设计有初步认识；课上重视实践操作，通过动手实践巩固和运用所学知识；课后可以通过学习通提供的电子文档对课堂知识进行巩固；充分利用 MATLAB 的官方文档，它们提供了详细的代码解释、示例和练习，尝试使用 MATLAB 解决专业领域的实际问题；遇到问题时，不要急于求成，要耐心分析原因，查阅相关资料、向 MATLAB 的官方论坛或老师请教，逐步解决问题。

《MATLAB 仿真实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	MATLAB 仿真实验 (MATLAB Simulation Experiment)		
课程编码	232410220B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、线性代数、 信号与系统	修读学期	第四学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	1	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 0，实践学时 30）		
执笔人	王丽	审核人	韩建新

二、课程简介

《MATLAB 仿真实验》是电子科学与技术专业的选修课，是《MATLAB 程序设计基础》的应用实验课程。MATLAB 软件是电子信息科学与技术专业必备软件之一，本课程以 MATLAB 语言的基本语法、数据类型、控制结构、函数定义和调用等基础知识的应用为主要内容，通过实践操作，学生将掌握 MATLAB 编程的基本技能，能够编写简单的程序，进行科学计算、数值分析和系统仿真等任务，培养学生在 MATLAB 软件的辅助下，结合专业课程知识点对实际应用问题进行求解，培养学生对问题进行建模并对模型正确性进行验证的能力。学生根据专业需要具备更深入地学习和研发 MATLAB 的功能，更有效地解决专业实际问题，提高创新实践能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：会利用 MATLAB 进行文件的读写操作、数值和符号计算、工程与科学绘图以及程序设计；会编写并调试 MATLAB 代码进行图形绘制、数据可视化和模拟仿真；培养利用现代工程工具或软件分析和解决信号与系统等电子科学与技术专业问题的意识，初步具备在复杂工程中的系统建模与仿真分析的能力。

课程目标 2：利用 MATLAB 进行专业领域的系统仿真、数值分析、功能验

证和工程设计，培养结合专业实际问题进行自主学习和拓展知识的意识，帮助学生初步具备计算思维，提高学生的实践能力和创新精神。

课程目标 3: 具有团队协作精神，能够在小组中承担成员或者负责人的角色，完成所承担的仿真任务；能在多学科环境中具备工程管理意识、工程决策方法、理论结合实践的思维以及探索新方法新思路的科学素养。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2【设计】能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3: 【设计/开发解决方案】
课程目标 2	5.2【仿真】能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5: 【使用现代工具】
课程目标 3	9.1【团队】理解工程领域工作中个人与团队的关系，具有团队合作意识。	毕业要求 9: 【个人和团队】
	11.2【工具】理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11: 【项目管理】

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	连续信号和离散信号的时域表示及可视化	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	信号的时域运算及其 MATLAB 实现	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	离散系统卷积和及其 MATLAB 仿真	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	连续信号的卷积积分及其 MATLAB 实现	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	循环卷积和线性卷积及其 MATLAB 实现	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	用 MATLAB 计算自相关函数和互相关函数	3	验证性	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	周期信号的傅里叶级数分解和频谱分析	3	验证性	2人一组	选做	课程目标 1、2、3
8	用 MATLAB 验证傅里叶变换性质	3	验证性	2人一组	选做	课程目标 1、2、3
9	用 MATLAB 绘制拉普拉斯变换的曲面图	3	验证性	2人一组	选做	课程目标 1、2、3

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
10	离散时间系统的 MATLAB 仿真	3	验证性	2 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	IIR 带通滤波器设计	3	设计性	2 人一组	选做	课程目标 1、2、3
12	IIR 带阻滤波器设计	3	设计性	2 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 连续信号和离散信号的时域表示及可视化

【实验目的】掌握信号的 MATLAB 表示方法；利用 MATLAB 实现信号的时域运算与时域变换；掌握连续信号经过采样前后的频谱变化，加深采样定理的理解；掌握 MATLAB 产生常用离散时间信号的编程方法。

【实验原理】在 MATLAB 中通常用到两种方法来表示信号：一种是向量表示信号；另一种是用符号运算的方法来表示信号。用适当的 MATLAB 表示出信号后，就可以利用 MATLAB 的绘图命令绘出真正的信号波形。离散时间信号用 $f(k)$ 表示，其中变量 k 为整数，代表离散的采样时间点。在 MATLAB 中，用一个向量 f 即可表示一个有限长度序列。但是这样的向量并没有包含其对应的时间序列信息。所以，要完完整地表示离散信号需要用两个向量。

【实验仪器】安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】选择需要可视化的连续信号和离散信号，利用 MATLAB 使用对应的函数和命令绘制出连续信号和离散序列的时域波形，将绘制的信号波形保存为 .fig 文件，进行分析和总结。

【实验安排】教师讲解连续时间信号、单位阶跃信号、单位冲激信号、单位抽样序列、单位阶跃序列、正弦序列和指数序列的表示方法，演示相应函数的信号波形，然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】针对每个仿真任务写出绘制波形的代码并调试正确，并附上相应的波形图结果，每个仿真结果图需进行细节修饰和分析，回答思考题。

2. 信号的时域运算及其 MATLAB 实现

【实验目的】理解信号常用的时域运算；掌握信号的时域运算在 MATLAB

中的实现方法。

【实验原理】对于离散序列来说，序列的相加、相乘是将两序列时间信号的值相加或相乘，平移等变换与连续信号的定义完全相同。在 MATLAB 中，离散序列的相加、相乘需表示成两个序列的相加、相乘，因而参加运算的两序列必须有相同的维数。在序列求和的函数中，将要进行相加运算的两序列向量通过补零的方式成为同维数的两序列向量，因而在调用函数时，要进行相加运算的两序列向量维数可以不同。向量的反折可用 MATLAB 中 `fliplr` 函数来实现。

【实验仪器】安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】定义一个原始信号，通过改变时间间隔或乘以一个常数，实现信号的尺度变换；定义一个离散信号序列，使用索引操作实现信号的翻转，通过在序列的每个元素上添加或减去一个常数来实现信号的平移，使用 `stem` 或 `plot` 函数绘制原始信号和翻转后、平移后的信号；定义两个或多个信号，使用加法或乘法运算符进行信号的相加或相乘运算，使用 MATLAB 的绘图函数显示运算结果。

【实验安排】教师讲解连续信号的时域运算与变换，包括相加、相乘、移位、反折和尺度变换；离散序列的时域运算与变换，包括求和、相乘、反折和平移，并将结果可视化。然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】针对每个仿真任务写出绘制波形的代码并调试正确，并附上相应的波形图结果，每个仿真结果图需进行细节修饰和分析，回答思考题。

3. 离散系统卷积和及其 MATLAB 仿真

【实验目的】理解卷积和的概念；会用 `conv` 函数计算卷积和；通过 MATLAB 仿真加深卷积过程的理解。

【实验原理】 $f(k)=f_1(k)*f_2(k)=\sum f_1(i)*f_2(k-i)$ 。设序列 $f_1(k)$ 在区间 $n_1\sim n_2$ 非零， $f_2(k)$ 在区间 $m_1\sim m_2$ 非零，则 $f_1(k)$ 的时域宽度为 $L_1=n_2-n_1+1$ ， $f_2(k)$ 的时域宽度为 $L_2=m_2-m_1+1$ 。由卷积和的定义可得，序列 $f(k)=f_1(k)*f_2(k)$ 的时域宽度为 $L=L_1+L_2-1$ ，且只在区间 $(n_1+m_1)\sim n_1+m_1+(L_1+L_2)-2$ 非零。因此，对于 $f_1(k)$ 、 $f_2(k)$ 均为有限区间非零的情况，只需计算序列在区间 $(n_1+m_1)\sim n_1+m_1+(L_1+L_2)-2$ 的序列值，便可以表征整个序列 $f(k)$ 。将序列 $f_2(i)$ 的时间轴反相，并将其移位 k 个样本，然后将移位后的 $f_2(k-i)$ 乘以 $f_1(i)$ 并在 i 上将所得乘积序列相加。信号 $f_1(k)$ 由延时和加权脉冲

的线性叠加构成，因为一个 LTI 系统能够用它对单个脉冲的响应来表示，那么一个 LTI 系统的输出就应该相对于系统对构成 $f_1(k)$ 的每一个延时和加权脉冲的叠加，这个结果就是卷积和。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 定义输入信号和卷积核，将卷积核按照时间维度进行翻转，将翻转后的卷积核按照一定的步长在输入信号上进行移动，并将对应位置的元素相乘，然后将所有乘积相加，利用 `conv` 函数得到卷积和，使用如 `plot` 或 `stem` 函数将原始信号、卷积核和卷积结果进行可视化，通过改变输入信号或卷积核来观察不同的卷积结果。

【实验安排】 教师讲解卷积和原理，并利用 `conv` 函数计算两个离散序列的卷积和，重点讲解卷积和起止坐标的计算，绘出时域波形。然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 针对离散系统计算卷积和，绘制时域波形，回答思考题。

4. 连续信号的卷积积分及其 MATLAB 实现

【实验目的】 掌握常用信号运算的 MATLAB 实现方法。

【实验原理】 连续信号是指自变量的取值范围是连续的，且对于一切自变量的取值，除了有若干个不连续点之外，信号都有确定的值与之对应。严格来说，MATLAB 并不能处理连续信号，而是用等时间间隔点的样值来近似表示连续信号。当取样时间间隔足够小时，这些离散的样值就能较好地近似连续信号。

两个连续信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 的卷积 $f(t)=f_1(t)*f_2(t)$ ，先将连续信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 以时间间隔进行取样，得离散序列 $f_1(k)$ 和 $f_2(k)$ ，构造 $f_1(k)$ 和 $f_2(k)$ 与相对应的时间向量 k_1 和 k_2 ，然后调用 `conv()` 函数计算卷积积分 $f(t)$ 的近似向量 $f(k)$ ，最后构造 $f(k)$ 对应的时间向量 k 。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 定义两个连续时间函数，对其中一个信号进行翻转，使用 `integral` 函数计算两个信号的卷积积分，利用 `conv` 函数对连续信号计算卷积，使用如 `plot` 函数将原始信号和卷积积分的结果进行可视化，观察和分析卷积积分的结果，通过改变输入信号或调整积分参数，观察不同的卷积结果。

【实验安排】 教师讲解卷积积分的原理及及其 MATLAB 实现步骤，绘出信号波形和卷积波形，然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 计算连续信号的卷积，并绘出信号波形和卷积波形，注意连续信号卷积与离散信号卷积的联系和区别，回答思考题。

5. 循环卷积和线性卷积及其 MATLAB 实现

【实验目的】 了解循环卷积与线性卷积的实现过程；比较循环卷积与线性卷积的不同；掌握循环卷积及线性卷积在 MATLAB 中的实现方法。

【实验原理】 循环卷积是周期卷积的一种。循环移位是针对有限序列的 DFT 引入的一种特殊操作。它的位移规则不同于通常的线性位移，它对应于取模运算。可以把循环位移看成是以该序列为基本周期的周期序列的线性位移，首先将以 N 为周期作周期延拓得到周期序列 $x_1(n)=x((n))_N$ ，然后将周期序列 $x_1(n)$ 左移 m 位，得 $x_1(n)=x((n+m))_N$ ，最后取主值 $x((n+m))_{NR}$ ，完成循环移位。两个 N 点序列的 N 点循环卷积的结果仍然是 N 点序列，而其线性卷积的结果的长度是 $(2N-1)$ ；循环卷积对序列的移位采用循环移位，而线性卷积对序列移位采用线性移位。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 定义两个有限长度(长度相同)的离散信号序列，使用 MATLAB 的 `xcorr` 函数计算两个序列的互相关函数，并将结果除以序列长度 N 以得到归一化的循环卷积，使用 `stem` 或 `plot` 函数绘制原始信号以及循环卷积的结果；定义两个离散信号序列(有限长度或无限长度的近似)，使用 `conv` 函数直接计算两个序列的线性卷积，`conv` 函数会自动处理序列长度的扩展，以便计算完整的线性卷积，使用 `stem` 或 `plot` 函数绘制原始信号以及线性卷积的结果。

【实验安排】 教师讲解循环卷积、线性卷积、循环移位的概念以及循环卷积和线性卷积的关系，演示循环卷积、线性卷积的主程序和循环移位程序，然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 计算给定序列的循环卷积和线性卷积，根据可视化结果研究两者的关系，分析使用循环卷积的意义，回答思考题。

6. 用 MATLAB 计算自相关函数和互相关函数

【实验目的】 学会如何对信号中加有白噪声信号的自相关函数进行分析；学习互相关函数的基本理论。

【实验原理】 合理利用相关函数有利于检测和识别淹没在随机噪声中的周期

信号。自相关 $R(t_1, t_2) = E[\varepsilon(t_1)\varepsilon(t_2)] = \int_{-\infty}^{\infty} dx_1 \int_{-\infty}^{\infty} x_1 x_2 f_2(x_1, x_2; t_1, t_2) dx_2$ 表示同一个随机信号 $x(t)$ 在任意两个不同时刻 t_1, t_2 的取值之间的相关程度。当 $x(t)$ 为平稳随机过程时，自相关函数与时间起点无关，只与时间间隔有关；根据平稳随机过程的各态历经性，统计平均可由时间平均代替，它描述一个随机过程在相隔 τ 的两个不同的时刻取值的相关程度。对于两个长度相同、能量有限的信号 $x(n)$ 和 $y(n)$ ，则互相关函数为 $r_{xy}(m) = \sum x(n)y(n+m)$ ，在时刻 m 时的值等于将 $x(n)$ 保持不变、 $y(n)$ 左移 m 个抽样周期后，两个序列对应相乘再相加的结果。如果 $y(n) = x(n)$ ，则 $x(n)$ 的自相关函数为： $r_{xy}(m) = \sum x(n)x(n+m)$ ，自相关函数 $r_{xy}(m)$ 反映了信号 $x(n)$ 和其自身在经过了一段延迟后的 $x(n+m)$ 的相似程度。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 定义一个离散时间信号序列，使用 `xcorr` 函数计算信号的自相关函数，使用 `plot` 函数绘制原始信号和自相关函数的结果；定义两个离散时间信号序列，使用 `xcorr` 函数计算两个信号之间的互相关函数，使用 `plot` 函数绘制两个原始信号以及互相关函数的结果。

【实验安排】 教师讲解自相关和互相关函数的用途和特点，演示 `xcorr` 和 `xcov` 函数的使用方法，然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 利用 `xcorr` 函数计算随机序列的互相关函数和自相关函数，给出信号波形图、自相关函数波形图，根据可视化结果分析是否可分别出函数是否含有正余弦分量，回答思考题。

7. 周期信号的傅里叶级数分解和频谱分析

【实验目的】 学习周期信号傅里叶技术分解与综合方法；会对周期信号进行频谱分析。

【实验原理】 周期信号是定义在 $(-\infty, +\infty)$ 区间，按一定时间间隔(周期 T) 不断重复的信号。任何满足狄里赫利条件的周期信号，都可以表示成三角或指数形式的周期信号级数展开式。一般说来，傅里叶系数有无限个非零值，即任何具有有限个间断点的周期信号都一定有一个无限项非零系数的傅里叶级数表示。但对数值计算来说，这是无法实现的。在实际的应用中，可以用有限项的傅里叶级数求和来逼近，将三角形的傅里叶级数变换成复指数形式的傅里叶级数。MATLAB

的符号积分函数 `int()`可以帮助用户求出连续时间周期信号的截断傅里叶级数及傅里叶表示。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 定义一个周期信号，对周期信号进行傅里叶级数分解，基于傅里叶级数分解的结果，计算信号的频谱，将计算得到的频谱进行可视化，对可视化后的频谱进行分析。观察主频率是否与预期相符，分析频率分量的强度分布是否合理，以及是否存在其他有趣的特性或异常。

【实验安排】 教师讲解用符号表达式表示周期信号在第一个周期内的符号表达式的方法，求出该周期信号在绘图区间内的信号样值；编写求解傅里叶系统及绘制合成波形图的通用函数，演示求出信号的傅里叶系数和各次谐波的方法；绘制各次谐波叠加波形图；绘制原波形图。然后布置仿真任务。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 使用 MATLAB 绘出周期矩形脉冲信号的振幅频谱；用符号表达式表示出周期信号在第一个周期内的符号表达式，并赋值给返回变量；编写求解傅里叶信号指数系数，及绘制频谱图的通用函数，获得周期信号的符号表达式；求出信号的三角级数形式的傅里叶级数展开系数；求出信号的复指数形式的傅里叶级数展开系数；绘制振幅频谱图、信号波形图，回答思考题。

8.用 MATLAB 验证傅里叶变换性质

【实验目的】 了解连续信号的傅里叶变换的概念和原理；验证傅里叶变换性质。

【实验原理】 信号的傅里叶变换存在的充分条件是在无限区间内绝对可积，引入广义函数的概念后，一些不满足绝对可积的信号也能进行傅里叶变换。MATLAB 的 Symbolic Math toolbox 提供了能直接求解傅里叶变换及逆变换的函数。 $F=\text{fourier}(f)$ 是符号函数 f 的傅里叶变换，默认返回是关于 ω 的函数。 $F=\text{fourier}(f,v)$ 返回函数 F 是关于符号对象 v 的函数。而不是默认的 ω 。采用 `fourier` 及 `ifourier` 得到的返回函数，仍然是符号表达式。若需对返回函数作图，则采用 `ezplot` 绘图命令而不能用 `plot` 命令。如果返回函数中含有诸如狄拉克函数等的项，则用 `ezplot` 也无法作图。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】定义一个信号样本，使用 `fft` 函数对离散信号进行快速傅里叶变换，或者使用 `fftshift` 函数将零频率分量移动到频谱的中心，使用积分对连续信号进行近似傅里叶变换，使用 MATLAB 的绘图功能将原始信号、傅里叶变换的结果以及验证过程中产生的中间结果可视化。

【实验安排】教师讲解傅里叶变换性质--时移性质的原理，演示信号的傅里叶变换方法，画出幅度谱的过程。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】画出题目所给信号的波形，求出其频谱，并回答思考题。

9. 用 MATLAB 绘制拉普拉斯变换的曲面图

【实验目的】用 MATLAB 绘制拉普拉斯变换的曲面图；理解拉普拉斯变换的原理和性质。

【实验原理】拉普拉斯变换定义为 $F(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-st} dt$ ， $F(s)$ 是复变量 s 的复函数,将 $F(s)$ 定义为 $F(s)=|F(s)|e^{j\varphi(s)}$ ，从三维几何空间角度来看， $F(s)$ 和 $\varphi(s)$ 对应着复平面上的两个曲面，如果绘出它们的三维曲面图，就可以直观地分析连续信号的拉普拉斯变换 $F(s)$ 随复变量 s 的变。

【实验仪器】安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】定义一个信号函数(例如单位阶跃信号)，确定 s 平面的横、纵坐标的范围，使用 `meshgrid` 函数生成 s 平面的矩阵，在 s 平面的每个点上计算信号的拉普拉斯变换，使用 `mesh` 或 `surf` 函数绘制拉普拉斯变换的曲面图。

【实验安排】教师讲解拉普拉斯变换的原理，演示单位阶跃信号拉氏变换曲面和单边正弦信号拉普拉斯变换曲面。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】求题目所给信号的拉普拉斯变换，并绘制拉普拉斯变换在 S 平面的三维曲面图，并回答思考题。

10. 离散时间系统的 MATLAB 仿真

【实验目的】通过 MATLAB 仿真简单的离散时间系统，研究其时域、频域特性；加深对离散系统的冲激响应、频率响应分析和零极点分布概念的理解。

【实验原理】一个线性时不变离散时间系统的输入和输出，其关系可用常系数差分方程描述。将输入信号分解为单位冲激响应的线性组合。任意 LTI 离散时

间系统都可以由系统单位冲激响应表示。相应地在频域用响应表示，系统的频率响应是以 2π 为周期的连续周期函数，可以表示成模和相位的形式。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 用一个输入信号驱动离散时间系统，用 filter 函数对输入信号进行滤波处理，或者使用 sim 函数对状态空间模型进行仿真，用绘图功能可视化输入信号、输出信号以及系统的状态变化等，分析仿真结果，验证你的离散时间系统的行为是否符合预期。

【实验安排】 教师讲解求系统的频率响应的程序，求系统的频率响应；演示绘制零极点的程序。

【教学方法与手段】 理论讲授和上机实验

【实验报告要求】 绘制离散时间系统的幅频特性与相频特性曲线以及离散时间系统的零极点分布图，并回答思考题。

11. IIR 带通滤波器设计

【实验目的】 掌握脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器的具体设计方法；熟悉脉冲响应不变法设计低通滤波器的仿真。

【实验原理】 脉冲响应不变法是从滤波器的脉冲响应出发，使数字滤波器的单位脉冲响应序列模仿模拟滤波器的冲击响应。采用脉冲响应不变法将模拟滤波器变换为数字滤波器时，它所完成的 S 平面到 Z 平面的变换，S 平面上每一条宽为 $2\pi/T$ 的横带部分，都将重叠地映射到 Z 平面的整个全部平面上。每一横带的左半部分映射到 Z 平面单位圆以内，每一横带的右半部分映射到 Z 平面单位圆以外， $j\Omega$ 轴映射在单位圆上，但 $j\Omega$ 轴上的每一段 $2\pi/T$ 都对应于绕单位圆一周。

【实验仪器】 安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】 根据滤波器的需求，选择适合的滤波器原型，根据滤波器的应用场景和信号特性，确定滤波器的通带范围、阻带范围和衰减要求，根据滤波器的规格和选定的滤波器原型，计算滤波器的传递函数，将滤波器的传递函数进行分解，得到 IIR 数字滤波器的差分方程。通过对差分方程进行相关计算，可以得到滤波器的系数，根据滤波器的差分方程，判断滤波器的稳定性。

【实验安排】 教师讲解利用 cheblord 确定低通原型和切比雪夫滤波器的阶数和截止频率的方法；演示利用impinvar 完成脉冲响应不变法的模拟滤波器到数字滤波器的转换。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】绘制切比雪夫I型数字低通滤波器的振幅特性曲线；设计切比雪夫II型滤波器，并回答思考题。

12. IIR 带阻滤波器设计

【实验目的】掌握用双线性变换法设计 IIR 数字滤波器的原理与方法和带阻数字滤波器设计方法。

【实验原理】带阻 IIR 数字滤波器实现过程首先按一定规格将数字滤波器器的技术指标转为模拟低通滤波器的技术指标；其次根据转换后的技术指标使使用滤波器阶数函数，确定最小阶数和截止频率；然后利用最小阶数产生模拟低通滤波器原型，利用截止频率把模拟低通原型转化为模拟带阻滤波器；最后利用冲激响应不变法或双线性不变法把模拟滤波器转换成数字滤波器。

【实验仪器】安装有 MATLABR2021a 软件的台式机。

【内容提要】根据所选的设计方法和确定的频率响应，计算滤波器的阶数和极点位置，根据计算得到的极点位置，设计滤波器的差分方程，利用所设计的差分方程，实现滤波器的数字滤波函数，将设计好的滤波器应用于实际信号，观察滤波效果。

【实验安排】教师讲解利用双线性变换法设计一个低通 IIR 数字滤波器和带阻 IIR 数字滤波器，并进行仿真滤波处理。

【教学方法与手段】理论讲授和上机实验

【实验报告要求】通过信号滤波前后图形对比分析滤波器除高频噪声的滤波效果，说明带阻滤波器适合滤除的噪声类型，总结带阻滤波器和带通滤波器的区别，并回答思考题。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、仿真操作、分析总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 仿真操作部分首先由教师讲授仿真思路和代码原理，学生观摩聆听后进行仿真操作；
3. 分析总结环节是对仿真结果进行分析并回答思考题，完成实验报告。

本课程共进行 10 个实验项目。其中包含 6 个必做项目和 4 个选做项目（从

6个选做项目中选4个)。采用启发式教学,培养学生的实际操作能力,提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、仿真思路和设计方法 2. MATLAB 中变量、矩阵、运算符、语句的基本知识	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 综合应用理论的能力。 2. 使用计算机辅助设计及仿真工具,完成专业领域复杂工程问题的仿真分析。 3. 针对仿真结果观察分析现象、解决仿真中问题的能力。	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 终身学习和团队合作的意识、逻辑思维和科学素养。 2. 能在仿真设计和分析过程中理解其局限性,具备辩证唯物主义世界观。	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式,“N”指平时成绩,包括考勤、实验报告、仿真操作,占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩,分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩(20%)+操作考试成绩(30%)+平时成绩(50%)

(1) 理论考试成绩:根据期末理论考试成绩给出,考试采用闭卷形式进行。

主要考察学生对实验原理、仿真思想以及仿真操作基本知识的理解与掌握情况，运用 MATLAB 相关知识分析、解决仿真中的常见问题的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性或设计性比较强的实验进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对 MATLAB 仿真实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在仿真操作过程中实事求是和严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+仿真操作(40%)+实验报告(50%)；每次仿真实验综合考勤、仿真操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩，其中，

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次仿真实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

仿真操作：考察学生对 MATLAB 仿真实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在 MATLAB 仿真实践操作过程中实事求是和严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和仿真结果两部分，预习满分 40 分，结果满分 60 分。预习考察学生对实验原理和仿真操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生编写代码、图像记录、实验结果分析的准确性、规范性和科学性。

2.评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能熟练阐述仿真建模的基本概念、原理和方法,包括连续系统与离散系统仿真的基本原理、仿真模型的建立分析和优化方法,以及对仿真实验数据进行处理、分析和可视化的方法。	能比较熟练地使用 MATLAB 基本数学运算、矩阵操作、绘图功能等;比较熟练地表述仿真建模原理和方法,以及仿真模型的建立、分析和优化过程。	能大概说出 MATLAB 建模和调试的方法、仿真分析与处理以及可视化的流程。	能在老师的提示下简单表述建模、仿真和可视化及分析的方法,但不够全面。	不能阐述 MATLAB 基本编程方法,对常见函数不熟悉,课堂实践作业有抄袭现象。
2	课程目标 2	能够熟练地根据实际问题建立仿真模型,通过仿真分析找到问题的根源,提出解决方案并进行验证;能够主动尝试新的建模方法提高仿真实验的效率和准确性;能够对仿真结果进行深入分析,提出改进意见,具备较高的算法设计、实现和调试能力以及创新思维。	能比较熟练地根据实际问题建立仿真模型,并通过仿真分析找到问题的根源;能对仿真结果进行深入分析,提取有用信息,具备一定的创新思维。	基本能够运用 MATLAB 编程语言编写简洁、高效的代码,根据实际问题建立仿真模型,但解读和深入分析仿真实验结果时需要求助。	能编写简单的 MATLAB 代码,但仿真建模与分析能力一般。	不会利用 MATLAB 进行系统建模、仿真分析和结果可视化。
3	课程目标 3	上机实践过程中的独立性和专注度高,能够主动发现和分析问题,调试能力强,能有效找出并修正程序中的错误,能将仿真实验与实际相结合,通过仿真分析解决工程和科学领域中的实际问题,具备理论结合实践的思维,持续关注新技术和新方法的发展动态,不断更新自己的知识体系。	上机实践过程中比较注重实验建模和仿真的规范性、数据处理准确性,以及结果分析的客观性,基本能够综合运用所学知识解决实际问题,基本具备工程管理意识和严谨求实的科学态度。	上机实践过程中态度基本具备一定的团队协作意识和能力,能在团队中发挥自己的优势,共同完成实验任务。	上机实践过程中与小组其他成员有效协作能力一般,实际操作能力和问题解决能力一般。	上机实践过程中效率低,不能有效解决问题,规定的时间内未完成任务。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1]尹霄丽. MATLAB 在信号与系统中的应用.清华大学出版社, 2015.

本书共 11 章，分为语言篇、信号与系统基础篇、信号与系统应用篇三部分，和本大纲要求的学习内容接近，同学们通过前 4 章学习编写简单的程序，第 5-10 章学习利用 MATLAB 进行数值运算和符号运算，通过信号与系统丰富的例题和习题设置可以对所学内容进行综合练习和巩固。

[2]唐向宏.计算机仿真技术-基于 MATLAB 的电子信息类课程.电子工业出版社.2019.

本书内容丰富，针对性强，仿真实例多，易于学习。全书共 8 章，前两章基础部分包含 MATLAB 语言的工作环境、基本语法和基本计算功能及图形功能等内容，第 4-6 章包含 MATLAB 在信号处理、自动控制及数字通信领域中的应用，其余章节和本大纲要求内容关联性不大，可以略看。

[3]徐利民.基于 MATLAB 的信号与系统实验教程.清华大学出版社.2010.

本书介绍了 MATLAB 的基本使用方法、信号与系统基本实验及实例建模与分析。全书共 16 章，其中 MATLAB 知识、基于计算机的信号表示与运算、系统表述与分析、信号的频谱分析基础、信号与系统的实例建模等内容和本大纲要求内容联系紧密，实例有一定趣味性和广泛性。

2.与实验课程相关主要网站

[1]https://www.icourse163.org/course/CSU-1002475002?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg_

[2]https://www.icourse163.org/course/BUPT-1003556005?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg_

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
自编讲义	电子科学与技术教研室	未出版	无	否	

九、课程学习建议

课前复习 MATLAB 仿真实验相关的专业课基础知识，确保对基本概念和原理有清晰的理解，预习实验原理及仿真操作步骤；在课堂上积极提问、参与讨论，与老师和同学交流想法和经验，按照实验要求，仔细进行实验设计和操作，注重实践操作，加深对 MATLAB 软件功能和仿真方法的理解；课后查阅仿真实验相关的文献资料和拓展视频，学习更多关于 MATLAB 的使用技巧和仿真方法，了解最新研究进展和应用案例，拓宽视野。

《PLC 原理及应用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	PLC 原理及应用 (PLC Principle and Application)		
课程编码	232410224B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	微机原理、数字电路、	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	杨丽	审核人	韩建新

二、课程简介

随着科学技术的不断发展,作为电子科学与技术专业的学生,从将来从事电子技术研究工作的需求出发,除必须具备专业核心知识外,同时还必须学习并掌握可编程控制器原理及在自动控制中的应用。PLC 技术是继传统继电器控制之后的一种新的控制技术,已经普遍应用到生产过程的自动化控制领域中。《PLC 原理及应用》是电气工程及其自动化等专业的学科基础课,也是电子信息科学与技术等专业的专业选修课程,具有较强的理论与实践相结合的特点。本课程包含了可编程控制器的工作原理、软硬件、编程指令、编程方法等内容,以“案例”为中心,使学生掌握可编程控制器的硬件组成以及编程指令和方法的运用;培养学生严谨的逻辑思维能力,为今后工作打下扎实的编程基础;使学生具有良好的科学素养、较强的思维灵活性和创造性、建立辩证唯物主义世界观。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 掌握可编程控制器的组成及工作原理;掌握可编程控制器的编

程原件及寻址；掌握可编程控制器的编程指令及编程规则；掌握可编程控制器的编程方法；掌握可编程控制器的 PID 控制应用。

课程目标 2：初步具备编程灵活的逻辑思维能力；掌握可编程控制器的编程方法；能用所学知识完成简单“案例”的设计；具有在工作、科学研究中敢于探索、勇于思考、创新的能力。

课程目标 3：具有良好的科学素养和辩证唯物主义世界观；形成科学的思维方式；具有用发展的、理论联系实际的观点看待问题；建立自我认识、自我反思、自我发展的意识。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.1 识别：针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	5.1 仪器使用：能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	8.2 遵守：具有工程职业道德与规范，在工程实践中能自觉遵守。	毕业要求 8：职业规范

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	继电器控制系统基础	课程目标 1、2	讲授法、提问法	4
2	PLC 的产生、组成、工作原理、特点	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	4
3	S7-200PLC 的硬件和编程软件	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	5
4	S7-200PLC 的编程指令	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	9
5	S7-200PLC 的编程方法	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	8
6	S7-200PLC 在模拟量闭环控制中的应用	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	2
合计				32

(二) 课程内容

内容一 继电器控制系统基础

【学习目标】

1. 能清楚地说出继电器控制系统的基本单元以及控制方式
2. 能准确画出各种控制方式的控制电路

【课程内容】

1. 继电器控制系统的基本单元
2. 继电器控制系统常用的一些概念及基本控制方式

【重点、难点】

重点：继电器控制系统的控制电路

难点：继电器控制系统的控制电路

【教学方法】

讲授法、读书指导法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《PLC 原理及应用》相关课程。

内容二 PLC 的产生、组成、工作原理及特点

【学习目标】

1. 能准确地说出可编程控制器的定义
2. 能准确地说出可编程控制器的组成单元
3. 能准确地说出可编程控制器工作原理及特点
4. 了解可编程控制器的应用领域

【课程内容】

1. 可编程控制器的产生及定义
2. PLC 的组成
3. PLC 的工作原理
4. PLC 的特点及应用领域

【重点、难点】

重点：PLC 的组成及工作原理

难点：PLC 的工作原理

【教学方法】

讲授法、提问法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC 《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC 《PLC 原理及应用》相关课程。

内容三 S7-200PLC 的硬件和编程软件

【学习目标】

1. 能准确地说出 PLC 硬件的组成部分
2. 能准确地说出可编程控制器 CPU 的型号及重要的性能指标
3. 能准确地说出 S7-200PLC 常用编程原件的字母表示及功能
4. 能准确说出梯形图程序的编程规则
5. 了解三种编程语言各自的特点

【课程内容】

1. S7-200 可编程控制器的组成
2. S7-200 PLC 的编程元件及数据表示方法
3. S7-200 PLC 寻址方式及程序结构
4. 梯形图程序的执行原理及编程规则

【重点、难点】

重点：PLC 的表示方法、寻址方式、编程语言和结构以及梯形图程序的原理
难点：梯形图程序的执行原理及编程

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC 《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC 《PLC 原理及应用》相关课程。

内容四 S7-200 PLC 的编程指令

【学习目标】

1. 能准确写出 S7-200PLC 编程指令中的基本指令的语句表格式和梯形图格式
2. 能准确写出运算指令的指令盒形式，并能简单运用
3. 能准确写出数据处理指令指令盒形式，并能简单运用
4. 能准确地说出程序控制类指令的工作原理，并能简单运用

【课程内容】

1. 基本逻辑指令
2. 运算指令
3. 数据处理指令
4. 程序控制类指令
5. S7-200 系列 PLC 仿真软件应用

【重点、难点】

重点：基本逻辑指令；运算指令；数据处理指令；程序控制指令

难点：指令的应用

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《PLC 原理及应用》相关课程

内容五 S7-200 PLC 的编程方法

【学习目标】

1. 能准确根据实现的功能利用经验法设计梯形图程序
2. 能准确根据实现的功能设计出顺序功能图
3. 能准确根据顺序功能图利用启-保-停电路设计程序
4. 能准确根据实现的功能利用置位复位指令的顺序控制法设计梯形图

【课程内容】

1. 梯形图的基本电路
2. 梯形图的经验设计法

3. 顺序控制设计法与顺序功能图
4. 使用启、保、停电路的顺序控制梯形图编程方法
5. 使用置位复位指令的顺序控制梯形图编程方法
6. 具有多种工作方式的系统的编程方法

【重点、难点】

重点：梯形图的基本电路、设计法；顺序控制设计法和功能图；不同指令的顺序控制梯形图编程方法

难点：使用位置指令的顺序控制梯形图编程方法

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《PLC 原理及应用》相关课程

内容六 S7-200 PLC 在模拟量闭环控制中的应用

【学习目标】

了解 S7-200PLC 在 PID 控制的应用

【课程内容】

1. 数字 PID 控制器
2. S7-200PLC 的 PID 控制及其应用

【重点、难点】

重点：S7-200PLC 的 PID 应用

难点：S7-200PLC 的 PID 应用

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《PLC 原理及应用》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；

3. 中国大学 MOOC 《PLC 原理及应用》 相关课程

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。

2. 通过参加电子科学与技术专业相关的大学生竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学原子物理知识解决实际问题的能力。

六、考核内容与成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 继电器控制系统基础 2. PLC 的工作原理、组成及特点 3. PLC 编程软件 4. PLC 编程指令 5. S7-200 在模拟量闭环中的应用	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 严谨的逻辑思维能力 2. 编程方法创新的能力 3. 发现问题、分析问题、解决问题、反思问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 科学素养和辩证唯物主义世界观 2. 自我认识、自我反思、自我发展的意识	平时作业 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(习题、知识点总结、思维导图、小组合作设计程序)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、考勤)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对原子物理基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频、小组合作任务等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
PLC 原理及工程应用（第2版）	刘星平	中国电力出版社	2015	否	

八、主要参考书目

- [1]李长久. PLC 原理及应用. 北京: 机械工业出版社. 2018
- [2]刘建春, 柯晓龙, 林晓辉. PLC 原理及应用(三菱 FX5U). 北京: 电子工业出版社. 2021
- [3]邓建平. PLC 原理及应用. 北京: 中国轻工业出版社. 2016

九、课程学习建议

课后认真阅读教材，遇到的疑难困惑可通过企业微信或者微信和老师交流，也可以课间休息时间谈论，除掌握教学目标中提出的基本要求外，感兴趣的同学可选学教师提供的课外拓展资料，挖掘和发现更多的物理美。

《PLC 原理实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	PLC 原理实验 (PLC Principle and Application Experiment)		
课程编码	232410224B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	PLC 原理及应用	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	杨丽	审核人	韩建新

二、课程简介

PLC 原理实验课程电子科学与技术专业的限定选修课程，它是将计算机技术、继电器控制技术融为一体的新型工业控制设备，具有控制功能强、可靠性高、使用方便、适用于不同控制要求的各种控制对象等优点。PLC 原理实验可以使学生更好地理解和巩固课堂上所讲的理论知识，提高学生的动手能力，为后续专业课和实践教学的学习打好基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握 STEP7-Micro 编程软件的使用和安装；掌握根据实现的功能设计梯形图程序的思路；掌握典型的编程方法与技能。

课程目标 2：具有理论与实际相结合，综合应用理论的能力；具有根据实验现象分析现象、设计程序的逻辑思维能力；具有编写程序的能力；具有查阅文献的能力。

课程目标 3：具有实事求是、严肃认真的科学态度；具有一丝不苟、克服困难的坚韧不拔的作风；具有团队合作精神；形成辩证唯物主义世界观。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通

四、实验项目设置与要求

（一）实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	与、或、非逻辑处理	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	定时器、计数器	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	跳转、分支	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	数据处理功能	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	微分边沿检测	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	中断程序	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	混合液体实验	3	综合性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	交通灯控制	3	设计性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
9	机械动作手的模拟	3	验证性	3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
10	电机控制实验	3	验证性	3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	电梯实验	3	验证性	3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

（二）实验项目

1. 与、或、非逻辑处理

【实验目的】根据实验实现的功能利用常开触点和常闭触点进行程序设计，加深对与、或、非逻辑的理解。

【实验原理】利用常开触点和常闭触点的串、并连，可以实现与或非逻辑处理功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点实现与、或、非逻辑功能。

【实验安排】教师讲解与、或、非逻辑处理实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出与、或、非逻辑处理实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

2. 定时器、计数器

【实验目的】通过设计和编写程序验证定时和计数的功能。

【实验原理】利用梯形图程序中的计数器和定时器实现计数和定时功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点和特殊功能寄存器 SM0.5 以及计数器 C0 和 C5 分别实现计数和定时的功能。

【实验安排】教师讲解定时器、计数器实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出定时器、计数器实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

3. 跳转、分支

【实验目的】通过设计和编写程序验证跳转和分支功能。

【实验原理】利用复位、置位指令实现程序分支执行和跳转执行。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点、定时器、置位和复位指令编程实现实验要求的相应功能。

【实验安排】教师讲解跳转、分支实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出跳转、分支实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

4. 数据处理功能

【实验目的】通过设计和编写程序验证数据处理功能。

【实验原理】利用数据比较指令实现数据处理功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用数据传送指令 MOV_B 和比较指令进行 0、16、32 这三个数大小情况的比较。

【实验安排】教师讲解数据处理实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出数据处理实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

5. 微分边沿检测

【实验目的】通过设计和编写程序验证正、负跳变边沿功能。

【实验原理】利用正、负跳变指令实现微分边沿检测功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用正、负跳变指令实现实验要求的相应功能。

【实验安排】教师讲解微分边沿检测实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出微分边沿检测实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

6. 中断程序

【实验目的】通过设计和编写程序验证中断功能。

【实验原理】利用调用中断子程序实现程序的中断。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】通过调用子程序实现时间中断。

【实验安排】教师讲解中断程序实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出中断程序实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

7. 混合液体实验

【实验目的】通过设计和编写程序验证两种液体混合。

【实验原理】利用复位、置位指令、定时器等实现两种液体混合。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开和常闭触点、定时器以及子程序模拟 A、B 两种液体的混合。

【实验安排】教师讲解中断程序实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出液体混合实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

8. 交通灯

【实验目的】通过设计和编写程序实现交通灯的功能。

【实验原理】利用复位、置位指令、定时器、以及步操作指令实现交通灯功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】通过顺序控制指令、定时器、复位和置位指令模拟实现交通灯四个方向的亮灭情况。

【实验安排】教师讲解交通灯实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】：详细写出交通灯实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

9. 机械动作手的模拟

【实验目的】通过设计和编写程序实现机械动作手的功能。

【实验原理】利用基本常用指令实现机械手的功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点以及复位和置位指令、定时器等模拟实现机械手的相应功能。

【实验安排】教师讲解机械动作手实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出机械动作手模拟实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

10. 电机控制实验

【实验目的】通过设计和编写程序实现电机控制的功能。

【实验原理】利用基本常用指令实现电机控制的功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点以及复位和置位指令、定时器等模拟电机正反转等功能。

【实验安排】教师讲解电机控制实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出机械动作手模拟实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

11. 电梯实验

【实验目的】通过设计和编写程序实现电梯的功能。

【实验原理】利用基本常用指令实现电梯的功能。

【实验仪器】可编程序控制器实验箱、计算机。

【内容提要】利用常开触点和常闭触点以及复位和置位指令、定时器等模拟电梯的相关功能。

【实验安排】教师讲解电梯实验原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行设计程序、实验操作。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细写出电梯实验原理及操作步骤、I/O 分配表、程序梯形图程序，并以时序图或者状态表的形式分析实验结果。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；

2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 10 个实验，9 个必做项目，1 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1.相关实验原理和编程方法 2.实验操作基本知识 3.相关编程软件的使用 4.相关指令的运用	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 综合应用理论的能力 2.实验操作能力 3.在实验中设计程序、解决实验中问题的能力 4.查阅文献的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 3	1.实事求是、严肃认真的科学态度 2.一丝不苟、坚韧不拔的作风 3.团队合作精神 4.辩证唯物主义世界观	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、编程方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对 PLC 原理实验程序编写的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤（10%）+实验操作（40%）+实验报告（50%）；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对 PLC 原理实验基本操作和程序编写的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和结果分析两部分，预习满分 40 分，结果分

析满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；结果分析考察学生程序设计和实验结果分析的准确性、科学性。

2.评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够根据控制要求准确设计梯形图程序并通过实验验证其结论；可以准确通过典型设计方法设计较为复杂的梯形图程序，实现其功能。	能够根据控制要求较准确设计梯形图程序并通过实验验证其结论；可以较准确通过典型设计方法设计较为复杂的梯形图程序，实现其功能。	能够根据控制要求能设计梯形图程序并通过实验验证其结论；可以通过典型设计方法设计较为复杂的梯形图程序，实现其功能。	基本能够根据控制要求能设计梯形图程序并通过实验验证其结论；基本可以通过典型设计方法设计较为复杂的梯形图程序，实现其功能。	不能能够根据控制要求能设计梯形图程序并通过实验验证其结论；不能通过典型设计方法设计较为复杂的梯形图程序，实现其功能。。
2	课程目标 2	能够独立使用常用实验仪器；能够正确连线；能够准确综合分析实验现象。	能够独立使用常用实验仪器；能够正确连线；能够较准确综合分析实验现象。	能够独立使用常用实验仪器；能够正确连线；基本能综合分析实验现象。	能够独立使用常用实验仪器；能够正确连线；通过提示能够综合分析实验现象。	不能独立使用常用实验仪器；不能够正确连线；不能综合分析实验现象。
3	课程目标 3	能认真地、真实地记录实验现象；能准确找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合默契，交流合作，能够高质量的完成实验。	能比较认真地记录实验现象；能比较准确地找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合默契，交流合作，实验完成质量较高。	能简单地记录实验现象；能大概找到实验失败原因并进行反思；组员之间配合比较默契，能够完成实验。	能记录实验现象，但有不严谨之处；能找到实验失败原因，但没有解决方案；组员之间配合不够默契，实验完成质量较低。	不能完整地记录实验现象；找不到实验失败原因；组员之间配合不默契，不能完成实验。

七、教学参考资料（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1] 宋晓晶, 杨海亮, 李正强. PLC-III 实验指导书(适配 S7-200 smart 系列). 西安: 西安电子科技大学出版社. 2020

[2] 程立英 PLC 教程——原理应用设计实验. 北京: 人民邮电出版社. 2009

[3] 李长久. PLC 原理及应用. 北京: 机械工业出版社. 2018

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的结果分析, 并思考实验程序优化问题。

《高频电路》课程大纲

一、课程信息

课程名称	高频电路 (High Frequency Circuit)		
课程编码	232410221B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、电路分析、模拟电子技术、信号与系统	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	李志秀	审核人	韩建新

二、课程简介

《高频电路》是本科电子信息类专业一门重要的专业选修课程，也是一门理论性、工程性与实践性都很强的课程。它主要研究无线电通信系统中信号的产生、发射、传输和接收，本课程包括：选频网络、高频小信号放大器、高频功率放大器、正弦波振荡器、振幅调制与解调、角度调制与解调、反馈控制电路等内容。本课程主要介绍基本概念、基本原理和基本分析方法，同时反映本学科国内外的先进科学技术水平，贯彻理论联系实际的原则，培养学生分析和解决问题的能力，为进一步学习相关专业课程和在通信、电子领域从事科学研究、教学、科技开发、产品设计等工作奠定理论基础。使学生具有良好的科学素养、建立辩证唯物主义世界观。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够深入理解高频电子线路中的抽象模型，运用所学的理论知识和分析方法，对抽象模型进行深入分析，能通过实验、仿真等手段，对抽象模型进行验证。

课程目标 2：能够深入理解高频电子线路的核心概念和工作原理，对实际应用案例进行分析和研究，提出合理的解决方案，提升创新意识和科研素养。

课程目标 3：掌握并运用经济决策方法与工具，培养跨学科合作与沟通的能力，以便在项目管理中更好地协调各方利益，解决冲突，推动项目的顺利进行。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	11.2 工具：理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	绪论	课程目标 1、2	讲授法、启发式教学法	2
2	选频网络	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式教学法	8
3	高频小信号调谐放大器	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式教学法	6
4	高频调谐功率放大器	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	8
5	正弦波振荡器	课程目标 1、3	讲授法、研讨式教学法	6
6	频谱线性变换电路	课程目标 1、2	讲授法、案例教学法	8
7	角度调制与解调	课程目标 1、2、3	讲授法、案例教学法	6
8	反馈控制电路	课程目标 2、3	讲授法、启发式教学法	4
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 绪论

【学习目标】

1. 能表述无线电高频发展简史，高频系统的基本组成及完成高频的基本过程，无线电波段的划分及无线电波的传播方式
2. 能描述无线电广播发送和接收设备的组成及信号变换过程
3. 能画出无线电广播发送和接收设备的构成框图及信号流程

【课程内容】

1. 通信系统的基本组成
2. 无线电信号传输原理及无线接收、发送设备的基本组成和简单原理
3. 通信的传输媒质

【重点、难点】

重点：无线电信号的发射与接收及其设备的组成

难点：无线电信号的发射与接收及其设备的组成

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC 《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容二 选频网络

【学习目标】

1. 能画出串联 LC 谐振回路的电路结构、会计算回路阻抗和回路的谐振特性
2. 能画出并联 LC 谐振回路的电路结构、会计算回路阻抗和回路的谐振特性
3. 会计算并联阻抗互换与回路抽头的阻抗变换

【课程内容】

1. 串联谐振回路的特点
2. 并联谐振回路的特点

3. 耦合回路的特点

【重点、难点】

重点：串联、并联谐振回路及耦合回路的工作特性、谐振曲线和通频带；相位特性曲线

难点：串联、并联谐振回路的区别

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如，耿苏燕. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容三 高频小信号调谐放大器

【学习目标】

1. 能画出高频小信号放大器的电路结构及其交流等效电路
2. 能准确地说出高频小信号放大器的主要性能指标及其含义
3. 会计算多级单调谐放大器的放大倍数、通频带、选择性
4. 能准确地说出提高单调谐放大器稳定性的措施

【课程内容】

1. 高频小信号放大器
2. 晶体管高频小信号等效电路与参数
3. 单调谐回路谐振放大器
4. 多级单调谐回路谐振放大器

【重点、难点】

重点：Y 参数等效电路；混合 π 等效电路；晶体管的高频参数；小信号谐振放大器的主要性能

难点：Y 参数等效电路；小信号谐振放大器的主要性能分析

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC 《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容四 高频调谐功率放大器

【学习目标】

1. 能区分高频小信号放大器与谐振功率放大器的异同点
2. 会计算高频功率放大器的输出功率与效率
3. 会分析高频功率放大器的动态特性
4. 会设计阻抗匹配网络

【课程内容】

1. 丙类谐振功率放大器的工作原理
2. 谐振功率放大器的特性分析
3. 谐振功率放大器电路

【重点、难点】

重点：谐振功率放大器基本工作原理；丙类谐振功率放大器的工作状态分析

难点：负载特性曲线

【教学方法】

讲授法、案例教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术

发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容五 正弦波振荡器

【学习目标】

1. 能准确地说出振荡器振荡的原理及其振荡条件
2. 能区分电容三点式振荡器、电感三点式振荡器和两种改进型的电容反馈振荡器的工作原理及其优缺点比较
3. 能区分串、并型晶体振荡器电路的工作原理及应用

【课程内容】

1. 反馈式振荡基本原理
2. 反馈式振荡器工作原理、起振和平衡条件
3. 三点式振荡器工作原理

【重点、难点】

重点: 反馈式振荡器工作原理、起振和平衡条件; 三点式振荡器工作原理

难点: 三点式振荡器工作原理

【教学方法】

讲授法、研讨式教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频, 对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解; 课堂上, 积极参与讨论, 加深对知识点的理解和记忆; 课后, 及时复习课堂上学习的内容, 完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式, 拓展高频电路的学习深度和广度, 了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容六 频谱线性变换电路

【学习目标】

1. 能简单说出振幅调制、解调和混频电路在高频设备中的应用
2. 能逻辑清晰地说出振幅调制及解调电路的工作原理
3. 会分析二极管平衡电路、二极管环形混频电路的结构、工作原理
4. 会分析检波器的惰性失真和负峰切割失真

【课程内容】

1. 调幅的基本原理和特性
2. 双边带和单边带调制
3. 基极调幅电路
4. 集电极调幅电路
5. 模拟乘法器调幅电路
6. 二极管平衡调幅电路
7. 大信号包络检波
8. 包络检波和同步检波的工作原理

【重点、难点】

重点：振幅调制信号分析；振幅调制方法；振幅调制电路

难点：惰性失真；负峰切割失真

【教学方法】

讲授法、案例教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如，耿苏燕. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容七 角度调制与解调

【学习目标】

1. 能写出调频信号与调相信号的数学表达式
2. 会计算最大频偏和最大相移
3. 能准确地说出变容二极管直接调频的电路结构和工作原理
4. 能准确地说出鉴频特性、相位鉴频、振幅鉴频、比例鉴频电路结构和工作原理

【课程内容】

1. 调频波与调相波的数学表达式和波形
2. 调频器与调频方法、调频电路
3. 鉴频器与鉴频方法、鉴频电路
4. 限幅电路

【重点、难点】

重点：角度调制信号分析；调相信号的产生方法；调频信号的产生方法；间接调频电路；调角信号的解调方法；斜率鉴频电路；相位鉴频器

难点：调角波的频谱和带宽；相位鉴频器

【教学方法】

讲授法、案例教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如，耿苏燕. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

内容八 反馈控制电路

【学习目标】

1. 能逻辑清晰地说出反馈控制电路的基本原理与分析方法
2. 会分析自动增益控制电路
3. 会分析自动频率控制电路
4. 能逻辑清晰地说出锁相环的工作原理

5. 能列举出锁相环的典型应用

【课程内容】

1. 自动增益控制电路的工作原理
2. 控制电路及 AGC 的性能指标
3. 自动频率控制电路工作原理
4. 锁相环的基本原理、工作过程的定性分析及应用

【重点、难点】

重点：自动增益控制电路的工作原理；控制电路及 AGC 的性能指标；自动频率控制电路工作原理；锁相环的基本原理

难点：锁相环的基本原理、工作过程的定性分析及应用

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前通过阅读教材、查阅相关资料或观看教学视频，对高频电子线路的基本概念和原理有一个初步的了解；课堂上，积极参与讨论，加深对知识点的理解和记忆；课后，及时复习课堂上学习的内容，完成课后作业。通过阅读相关书籍、论文或参加学术讲座等方式，拓展高频电路的学习深度和广度，了解最新的技术发展和应用前景。

【学习资源】

1. 张肃文. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
2. 胡宴如，耿苏燕. 高频电子线路. 北京：高等教育出版社. 2009
3. 中国大学 MOOC《高频电路》相关课程
4. 文献数据库

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 建立学习小组，通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等，培养学生团队协作、文献调研、探索创新的能力。

2. 通过参加山西省大学生电子设计竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学高频电路知识解决实际问题的能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 高频电子器件的工作原理和主要性能 2. 运用高频电路理论知识, 对实际问题进行建模和分析 3. 识别高频电路问题, 提出有效解决方案	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 研究高频电子线路的基本方法 2. 高频电子线路分析、设计能力 3. 文献调研能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 制定详细且实际可行的高频电子线路项目计划 2. 组织和协调跨学科、跨职能的团队	平时作业 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成小论文、课后习题)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式, “N”指平时成绩, 包括平时作业、课堂笔记、课堂表现等, 占比 30%; “1”指期末考试成绩, 期末考试采取闭卷形式, 占比 70%。
总成绩=平时成绩(30%) + 期末考试成绩(70%);

(1) 平时成绩: 平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业: 学生独立完成作业, 考察学生对高频电子线路基础理论和基本知识的掌握程度, 运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化, 可以是习题、调查报告, 讲解视频等, 发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合, 每次作业按要求完成, 每次作业满分 100 分。

课堂表现: 考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记: 考察笔记内容的准确度, 笔记内容及形式的创新度, 逻辑的条理

性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能准确地阐述高频电子器件的工作原理和主要性能,能灵活运用理论知识,对实际问题进行建模和分析,能快速识别高频电路问题,提出有效解决方案	能比较准确地阐述高频电子器件的工作原理和主要性能,能运用理论知识,对实际问题进行建模和分析,能识别高频电路问题,提出有效解决方案	能大概阐述高频电子器件的工作原理和主要性能,基本能运用理论知识,对实际问题进行建模和分析,基本能识别高频电路问题,提出有效解决方案	能大概阐述高频电子器件的工作原理和主要性能,不能运用理论知识,对实际问题进行建模和分析,不能识别高频电路问题,提出有效解决方案	不能阐述高频电子器件的工作原理和主要性能,不能运用理论知识,对实际问题进行建模和分析,不能识别高频电路问题,提出有效解决方案
2	课程目标 2	能够利用高频电子线路的基本方法,准确地对电路进行分析和设计,文献调研能力较强	能够利用高频电子线路的基本方法,比较准确地对电路进行分析和设计,文献调研能力比较强	基本能够利用高频电子线路的基本方法,对电路进行分析和设计,有一定的文献调研能力	基本能够利用高频电子线路的基本方法,对电路进行分析和设计,文献调研能力一般	不能利用高频电子线路的基本方法,对电路进行分析和设计,文献调研能力较差
3	课程目标 3	能够制定详细且实际可行的高频电子线路项目计划,能够有效组织和协调跨学科、跨职能的团队	能够制定比较详细且实际可行的高频电子线路项目计划,能够比较有效的组织和协调跨学科、跨职能的团队	基本能够制定详细且实际可行的高频电子线路项目计划,基本能够组织和协调跨学科、跨职能的团队	基本能够制定高频电子线路项目计划,基本能够组织和协调跨学科、跨职能的团队	不能制定详细且实际可行的高频电子线路项目计划,不能组织和协调跨学科、跨职能的团队

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
高频电子线路	张培玲	机械工业出版社	2018	否	

八、主要参考书目

- [1] 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [3] 曾兴雯. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社, 2004.

九、课程学习建议

学习高频电子线路课程需要注重理论知识和实践应用的结合, 培养问题分析能力和项目管理能力。通过积极参与课堂讨论和互动、做好笔记和总结、利用在线资源和学习工具等方法, 可以更好地掌握课程内容, 提升综合素质和实践能力。

《高频电路实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	高频电路实验 (Experiment of High Frequency Circuit)		
课程编码	232410222B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电路分析、模拟电子技术、信号与系统、高频电路	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李志秀	审核人	韩建新

二、课程简介

《高频电路实验》是为先修课《高频电路》课程开设的实验课程。它是一门重要的专业选修课，该课程具有较强的实践性，是理论教学的深化和补充。高频电路是通信技术的理论基础，理工科大学生不仅需要掌握高频电路的基本理论知识，而且还需要掌握基本的实验技能，具备一定的科研能力。通过本课程的学习，使学生巩固和加深对高频电路理论知识的理解和掌握，通过实践进一步加强学生独立分析问题和解决问题的能力、综合设计及创新能力的培养，同时注意培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和良好的实验习惯，为今后的工作打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：具有分析、寻找和排除电子线路中常见故障的能力。能正确记录和分析处理实验数据，写出符合要求的实验报告。

课程目标 2：能够运用常用的高频电子线路单元电路，再加上辅助电路设计符合工程实际需求的通信电子系统，能够难易结合、循序渐进，由单元电路测试到系统测试，完成高频电子线路的电路搭建和系统实验。

课程目标 3：在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	9.2 协作：能够在多学科背景的团队中，根据工作需要，承担个体、团队成员以及负责人的角色，能够与其他团队成员协同工作。	毕业要求 9：个人和团队

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	小信号调谐放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	丙类高频谐振功率放大器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	LC 电容反馈式三点式振荡器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	石英晶体振荡器	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	低电平振幅调制器	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	高电平振幅调制器	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	调幅波信号的解调	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	集成电路构成的频率调制器	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
9	集成电路构成的频率解调器	3	综合性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
10	利用二极管函数电路实现波形转换	3	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 小信号调谐放大器

【实验目的】熟悉电子元件和高频电路实验箱；熟悉谐振回路的幅频特性分析—通频带与选择性；熟悉信号源内阻及负载对谐振回路的影响，从而了解频带扩展；熟悉和了解放大器的动态范围及其测试方法。

【实验原理】小信号调谐放大器是构成无线电通信设备的主要电路，其作用是有选择地对某一频率范围的高频小信号进行放大。所谓“小信号”，指输入信号电压一般在微伏毫伏数量级范围内，对于这种幅度范围的输入信号，放大器一般工作在线性范围内。所谓“调谐”，主要是指放大器的集电极负载为调谐回路（如 LC 调谐回路）。此时放大器对谐振频率 f_0 及附近频率的信号具有最大的增益，而对其它远离 f_0 频率的输入信号，增益很小。

【实验仪器】双踪示波器、扫频仪、高频信号发生器、毫伏表、万用表、实验板 G1。

【内容提要】连接电路，测量电路静态工作点，对电路进行动态研究（包括动态特性和频率特性）。

【实验安排】教师讲解相关仪器的的使用方法，并进行现场演示实验电路的连接和数据的测量；学生以 2-3 人一组，根据教师所讲内容进行实验操作，并记录实验数据和波形图。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】画出实验电路的直流和交流等效电路，计算直流工作点，与实验实测结果比较；整理实验数据，并画出幅频特性。

2. 丙类高频谐振功率放大器

【实验目的】通过实验，加深对于高频谐振功率放大器工作原理的理解；研究丙类高频谐振功率放大器的负载特性，观察三种状态的脉冲电流波形；了解基极偏置电压、集电极电压、激励电压的变化对于工作状态的影响；掌握丙类高频谐振功率放大器的计算与设计方法。

【实验原理】高频谐振功率放大器是一种能量转换器件，它可以将电源供给的直流能量转换为高频交流输出。高频谐振功率放大器是通信系统中发送装置的重要组件，其作用是放大信号，使之达到足够的功率输出，以满足天线发射和其它负载的要求。高频谐振功率放大器研究的主要问题是获得高效率、大功率的输出。放大器电流导通角 θ 愈小，放大器的效率 η 愈高。如甲类功放的 $\theta = 180^\circ$ ，效率 η 最高为 50%，而丙类功放的 $\theta < 90^\circ$ ，效率 η 可达到 80%。谐振功率放大器采用丙类功率放大器，采用选频网络作为负载回路的丙类功率放大器称为高频谐振功率放大器。

【实验仪器】双踪示波器、直流电压表、直流电流表、高频电路学习机、高

频功放及发射实验电路板 G2F。

【内容提要】连接电路，调整功放级静态工作点，调整载波振荡源，观察脉冲电流和放大特性。

【实验安排】教师讲解丙类高频谐振功率放大器的调试方法，讲解实验原理图，并演示电路图的连接，测量数据；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】由实验数据分析激励信号幅度 U_{bm} ，负载 R_L 、集电极电源电压 E_c 变化对高频丙类谐振放大器工作状态的影响，观察三种不同工作状态下的集电极电流波形。绘出 $U_{Cm}-U_{bm}$ ， $I_{C0}-U_{bm}$ 曲线；绘出 $U_{Cm}-R_L$ ， $I_{C0}-R_L$ 曲线；绘出 $U_{Cm}-E_c$ ， $I_{C0}-E_c$ 曲线；总结由本实验所获得的体会。

3. LC 电容反馈式三点式振荡器

【实验目的】掌握 LC 三点式振荡电路的基本原理，掌握 LC 电容反馈式三点振荡电路设计及电参数计算；掌握振荡回路 Q 值对频率稳定度的影响；掌握振荡器反馈系数不同时，静态工作电流 I_{EQ} 对振荡器起振及振幅的影响。

【实验原理】LC 振荡器实质上是满足振荡条件的正反馈放大器。LC 振荡器的振荡回路由 L 元件组成。从交流等效电路可知：由 LC 振荡回路引出三个端子，分别接晶体管的三个电极，而构成反馈式自激振荡器，因而又称为三点式振荡器。如果反馈电压取自分压电感，则称为电感反馈 LC 振荡器或电感三点式振荡器；如果反馈电压取自分压电容，则称为电容反馈 LC 振荡器或电容三点式振荡器。

【实验仪器】双踪示波器、频率计、万用表、实验板 G1。

【内容提要】连接电路，检查电路静态工作点，测量不同参数下电路的振荡频率和振荡幅度，测量电路 Q 值及工作电流对频率稳定度的影响。

【实验安排】教师讲解 LC 电容反馈式三点式振荡器的工作原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行实验操作，并将实验数据及结果以表格列出。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】画出实验电路的直流与交流等效电路，整理实验数据，分析实验结果；以 I_{EQ} 为横轴，输出电压峰峰值 V_{P-P} 为纵轴，将不同 C/C' 值下测得的三组数据，在同一坐标纸上绘制成曲线；说明本振荡电路有什么特点。

4. 石英晶体振荡器

【实验目的】了解晶体振荡器的工作原理及特点；掌握晶体振荡器的设计方法及参数计算方法。

【实验原理】石英晶体振荡器可以分为串联型的和并联型的石英晶体振荡电

路。并联型的石英晶体振荡电路就是以石英晶体谐振器取代 LC 振荡器中构成谐振回路的电感、电容元件所组成的正弦波振荡器，它的频率稳定度可达 10^{-10} 到 10^{-11} 数量级，所以得到极为广泛的应用。它之所以具有极高的频率稳定度，其关键是采用了石英晶体这种具有高 Q 值的谐振元件。由石英谐振器（石英晶体振子）构成的振荡电路通常叫“晶振电路”。从晶体在电路中的作用来看分两类：一类是工作在晶体并联谐振频率附近，晶体等效为电感的情况，叫做“并联晶振电路”。另一类是工作在晶体串联谐振频率附近，晶体近于短路的情况，叫做“串联晶振电路”。

【实验仪器】 双踪示波器、频率计、万用表、实验板 G1。

【内容提要】 连接电路，测量振荡器静态工作点，测量不同参数下电路的振荡频率和振荡幅度，测量电路 Q 值对频率稳定度的影响。

【实验安排】 教师讲解石英晶体振荡器的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】 画出实验电路的交流等效电路；整理实验数据；比较晶体振荡器与 LC 振荡器带负载能力的差异，并分析原因；根据电路给出的 LC 参数计算回路中心频率，阐述本电路的优点。

5. 低电平振幅调制器

【实验目的】 掌握用集成模拟乘法器实现全载波调幅和抑制载波双边带调幅的方法与过程，并研究已调波与二输入信号的关系；掌握测量调幅系数的方法；通过实验中波形的变换，学会分析实验现象。

【实验原理】 幅度调制就是载波的振幅受调制信号的控制作周期性的变化。变化的周期与调制信号周期相同。即振幅变化与调制信号的振幅成正比。通常称高频信号为载波信号，低频信号为调制信号，调幅器即为产生幅度调制的装置。本实验采用集成模拟乘法器 1496 来构成调幅器。

【实验仪器】 双踪示波器、高频信号发生器、万用表、实验板 G3。

【内容提要】 连接电路，测量电路的直流调制特性，实现全载波调幅，实现抑制载波调幅。

【实验安排】 教师讲解低电平振幅调制器的实验原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据；分析实验中出现的现象，并总结实验结果。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】画出调幅实验中 $m=30\%$ 、 $m=100\%$ 、 $m>100\%$ 的调幅波形，在图上标明峰—峰值电压；画出当改变 V_{AB} 时能得到几种调幅波形，分析其原因；画出 100% 调幅波形及抑制载波双边带调幅波形，比较二者的区别。

6. 高电平振幅调制器

【实验目的】通过实验加深对于高电平调幅器的了解；熟悉并掌握集电极调幅器的调整方法；掌握调幅系数的测量方法。

【实验原理】在无线电发送中，振幅调制的方法按功率电平的高低分为高电平调幅电路和低电平调幅电路两大类。而普通调幅波的产生多用高电平调幅电路。其优点是不需要采用效率低的线性放大器，有利于提高整机效率。但它必须兼顾输出功率、效率和调幅线性的要求。高电平调幅电路是以调谐功率放大器为基础构成的，实际上它是一个输出电压振幅受调制信号控制的调谐功率放大器。根据调制信号注入调幅器的方式不同，分为基极调幅、发射极调幅和集电极调幅三种，本实验是晶体管集电极调幅器。

【实验仪器】双踪示波器、高频电路学习机、万用表、高频功放及发射实验电路板 G2F。

【内容提要】连接电路，调节电路使其工作在过压状态，在集电极上加调制信号，观察调幅波信号并用包络法测量调幅度。

【实验安排】教师讲解高电平振幅调制器的结构特点和实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据，总结实验结果。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】简述高电平振幅调制电路工作原理，用包络法测量调幅度，记录实验数据，并与计算值进行比较；测量电参数变化对调幅度的影响。

7. 调幅波信号的解调

【实验目的】进一步了解调幅波的原理，掌握调幅波的解调方法；了解二极管包络检波的主要指标，检波效率及波形失真；掌握用集成电路实现同步检波的方法。

【实验原理】调幅波的解调即是从调幅信号中取出调制信号的过程，通常称之为检波。调幅波解调方法有二极管包络检波器和同步检波器。

【实验仪器】双踪示波器、高频信号发生器、万用表、实验板 G3。

【内容提要】连接电路，将全载波调幅信号和抑制载波的双边带调幅信号分别输入二极管包络检波器和同步检波器，比较检出波形。

【实验安排】教师讲解二极管包络检波器和同步检波器的工作原理，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行实验

操作，并将实验数据及结果以表格列出。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】通过一系列两种检波器实验，比较两种检波结果，并说明其原因；画出二极管包络检波器并联 C4 前后的检波输出波形，并进行比较，分析原因；在同一张坐标纸上画出同步检波解调全载波及抑制波时去掉低通滤波器中电容 C4、C5 前后各是什么波形，并分析二者为什么有区别。

8. 集成电路（压控振荡器）构成的频率调制器

【实验目的】了解压控振荡器和用它构成频率调制的原理；掌握集成电路频率调制器的工作原理。

【实验原理】实现锁相调频的条件是调制信号的频谱要处于低通滤波器通带之外。使压控振荡器的中心频率锁定在稳定度很高的晶振频率上，而随着输入调制信号的变化，振荡频率可以发生很大偏移。这种锁相环路称载波跟踪型 PLL。

【实验仪器】双踪示波器、频率计、万用表、电容表、实验板 G5。

【内容提要】连接电路，观察电阻和电容变化对频率的影响，观察直流电压变化对频率的影响，对电路施加交流电压从而实现频率调制。

【实验安排】教师讲解集成电路构成的频率调制器的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】整理实验结果，画出波形图，说明调频概念；根据实验，说明接在 566 管脚 6 上 R 的作用，计算当 R 最大、最小时 566 的频率，并与实验结果进行比较。

9. 集成电路（锁相环）构成的频率解调器

【实验目的】了解用锁相环构成调频波的解调原理；掌握集成电路频率调制器与解调器系统的工作原理。

【实验原理】用锁相环路可实现调频信号的解调。如果将环路的频带设计得足够宽，则压控振荡器的振荡频率跟随输入信号的频率而变。若压控振荡器的电压—频率变换特性是线性的，则加到压控振荡器的电压，即环路滤波器输出电压的变化规律必定与调制信号的规律相同。故从环路滤波器的输出端，可得到解调信号。用锁相环进行已调频波解调是利用锁相环的跟踪特性，这种电路称调制解调型 PLL。

【实验仪器】双踪示波器、频率计、万用表、实验板 G5。

【内容提要】连接电路，调节压控振荡器输出频率为 50 KHz，将调频信号输入频率解调器，对比解调信号与调制信号是否一样。

【实验安排】教师讲解锁相环构成的频率解调器的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】整理全部实验数据、波形及曲线；分析用集成电路（566、565）构成的调频器和解调器在联机过程中遇到的问题及解决办法。

10. 利用二极管函数电路实现波形转换

【实验目的】利用二极管函数电路实现三角波→正弦波的变换，从而掌握非线性器件二极管折线近似特性等进行非线性变换。

【实验原理】从三角波和正弦波的波形上看，二者主要的差别在波形的峰值附近，其余部分很相似，因此只要设法将三角波的幅度按照一定的规律逐段衰减，就能将其转换为近似正弦波。

【实验仪器】双踪示波器、万用表、TPE-GP3 高频电路实验箱主机箱。

【内容提要】连接电路，改变电路电阻，三角波转换为正弦波。

【实验安排】教师讲解二极管函数电路的实验原理图，并演示电路的连接和实验数据的测试；学生以 2-3 人一组，对照实验原理图，进行操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】整理所观测到的波形与数据，绘制相应的波形图；分析改变分压电阻对正弦波的影响。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 10 个实验，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力 3. 对实验结果的分析 and 理解能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 根据实验要求，设计出合理、可行的实验方案 2. 查阅文献、拟订实验方案的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 参与团队讨论、共享信息和资源，有效解决团队内部的问题 2. 团队合作精神	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

（1）理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

（2）操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对高频电路实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实

事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对高频电路实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够清晰地阐述实验的基本原理，准确理解实验目的，熟练使用实验仪器。能够准确观察实验现象，并详细记录实验数据。遇到问题时，能够独立分析问题，并找到合适的解决方法。	能够大致阐述实验的基本原理，能够理解实验目的，能够操作实验仪器。能够观察实验现象并记录实验数据。在遇到问题时，能够在指导下分析问题，并找到解决方法。	对实验的基本原理有一定的了解，能够理解实验目的，能够参与实验仪器的操作。能够分析实验数据。遇到问题时，需要较多帮助才能找到解决方法。	对实验的基本原理有基本的了解，能够在指导下理解实验目的，基本能够参与实验仪器的操作。能够分析实验数据，但分析不够深入或结论不够准确。遇到问题时，无法独立分析问题。	对实验的基本原理不了解或理解错误，无法理解实验目的，不能独立操作实验仪器。无法参与实验数据的分析，也无法得出结论。在遇到问题时，无法分析问题，也不能找到解决方法。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 2	能够全面、准确地理解实验要求, 根据要求设计出具有创新性和可行性的实验方案。能够查阅充分且相关的文献资料, 对实验方案的设计提供有力的理论支持。	能够正确理解实验要求, 并根据要求设计出合理可行的实验方案。能够查阅一定量的相关文献, 为实验方案的设计提供一定的理论依据。	能够基本理解实验要求, 并能够设计出一个初步的实验方案。能够查阅部分相关文献, 但可能不够全面或深入。	能够大致理解实验要求, 并尝试设计出一个实验方案。能够查阅少量相关文献, 但可能不够充分。	无法理解实验要求, 无法设计出合理的实验方案。没有查阅相关文献或查阅的文献与实验无关。
3	课程目标 3	能够积极参与团队讨论, 主动提出自己的见解和建议。能够主动共享自己的信息和资源, 推动团队的工作进程。	能够参与团队讨论, 表达自己的观点, 能够共享自己的信息和资源, 对团队的工作有所贡献。	基本能够参与团队讨论, 但可能表达不够积极或深入。能够分享一些信息和资源, 但对团队的贡献有限。	能够参与团队讨论, 但可能较少表达自己的观点。能够分享一些基本的信息和资源, 但可能不够充分。	几乎不参与团队讨论, 很少表达自己的观点。很少或几乎不分享信息和资源, 对团队没有贡献。

七、教学参考资源 (含课程思政资源)

1. 主要参考书目

- [1] 张肃文. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
- [2] 胡宴如, 耿苏燕. 高频电子线路. 北京: 高等教育出版社. 2009
- [3] 清华大学科教仪器厂. TPE-GP 型系列高频电路实验箱实验指导书. 北京: 清华大学. 2006

2. 与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
TPE-GP 型系列高频电路实验箱实验指导书	清华大学科教仪器厂	北京: 清华大学	2006	否	

九、课程学习建议

在实验课前，预习实验指导书和相关资料，在实验过程中，要培养独立思考和创新能力。尝试对实验方案进行改进和优化，探索新的实验方法和技术，提高自己的创新能力。实验结束后，要及时总结实验过程和结果，分析实验中遇到的问题 and 解决方法。

《嵌入式系统原理及应用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	嵌入式系统原理及应用 (Principles and Applications of Embedded System)		
课程编码	232410225B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	C 语言程序设计、电子技术、单片机原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	乔士柱	审核人	韩建新

二、课程简介

嵌入式系统原理和应用课程旨在向学生介绍嵌入式系统的基本理论、设计原则及其在各种实际应用中的实现。嵌入式系统作为一种专门应用的计算机系统，其设计与实现贯穿了现代电子设备的各个方面，从智能家居、可穿戴设备到汽车电子和工业自动化控制系统。通过本课程，学生将获得嵌入式系统硬件与软件设计的基础知识，掌握嵌入式系统开发的关键技术和方法，培养解决复杂工程问题的能力。课程内容涵盖嵌入式系统的基础概念、核心原理和开发流程，包括嵌入式硬件设计、嵌入式操作系统、软件开发和系统集成等方面。学生将学习如何选择合适的处理器、内存和存储组件，如何在嵌入式环境中利用操作系统，以及如何开发和调试嵌入式应用程序。课程还将介绍实时操作系统的基本概念、任务调度、中断处理以及如何管理资源和设备驱动程序。课程通过案例分析、小组讨论和项目驱动学习等方式，激发学生的创新思维，提高团队合作能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生将深入了解嵌入式系统技术的最新进展及其在微电子、光电子和集成电路等领域的应用趋势。通过本课程的学习，学生能够在设计复杂工程问题的解决方案时展现创新意识，并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化

以及环境等因素。

课程目标 2: 本课程旨在使学生能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确研究目标, 并根据目标确定技术路线, 设计实验方案。学生将学习如何选择适当的硬件和软件资源, 如何设计和实现嵌入式系统, 以及如何通过实验和测试验证系统性能。

课程目标 3: 学生将通过本课程的学习, 提升其国际视野和外语运用能力, 尤其是在专业技术领域内。本课程鼓励学生参与国际项目、研讨会和竞赛, 以增强他们在跨文化背景下进行技术沟通、交流、竞争与合作的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.1 影响: 了解相关领域技术发展的现状与趋势, 在设计复杂工程问题解决方案时, 体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素	毕业要求 3: 设计开发解决方案
课程目标 2	4.1 设计: 能够针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题明确其研究目标, 根据目标确定技术路线, 设计实验方案	毕业要求 4: 研究
课程目标 3	10.2 沟通: 具备一定的国际视野和外语运用能力, 能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作	毕业要求 10: 沟通

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	嵌入式系统概论	课程目标 1、2	讲授法、案例分析法	6
2	嵌入式处理器	课程目标 1、2	讲授法、优质提问教学法	8
3	嵌入式系统程序设计	课程目标 1、2	讲授法、项目式教学法	6
4	数字输入输出系统设计	课程目标 1、2、3	讲授法、项目式教学法	8
5	模拟输入输出系统设计	课程目标 1、2、3	讲授法、项目式教学法	6
6	互连通信接口设计	课程目标 1、2、3	讲授法、项目式教学法	8
7	嵌入式应用系统设计实例	课程目标 1、2、3、	讲授法、项目式教学法	6
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 嵌入式系统概论

【学习目标】

1. 理解嵌入式系统的定义、特点和应用领域。
2. 掌握嵌入式系统的基本组成和工作原理。
3. 了解嵌入式系统的发展历史和未来趋势。

【课程内容】

1. 嵌入式系统的基本概念和分类。
2. 嵌入式系统的应用领域和案例分析。
3. 嵌入式系统的发展趋势和技术挑战。

【重点、难点】

重点：嵌入式系统的定义、特点和应用领域。

难点：嵌入式系统的技术挑战和未来发展趋势。

【教学方法】

讲授法、案例分析法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容二 嵌入式处理器

【学习目标】

1. 了解嵌入式处理器的类型和特性。
2. 掌握嵌入式处理器的选型标准和评估方法。
3. 熟悉嵌入式处理器的架构和编程模型。

【课程内容】

1. 嵌入式处理器的分类和基本特性。
2. 处理器选型的考虑因素和评估技术。
3. 嵌入式处理器的架构和编程接口。

【重点、难点】

重点：嵌入式处理器的类型、选型和架构。

难点：处理器架构的深入理解和编程模型。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容三 嵌入式系统程序设计

【学习目标】

1. 掌握嵌入式系统软件开发的基本流程。
2. 理解嵌入式操作系统的作用和特性。
3. 学习嵌入式程序设计的基本方法和工具。

【课程内容】

1. 嵌入式软件开发流程和工具。
2. 嵌入式操作系统概述和选择标准。
3. 嵌入式编程语言和开发环境。

【重点、难点】

重点：嵌入式软件开发流程和嵌入式操作系统。

难点：嵌入式程序设计的优化和调试技巧。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容四 数字输入输出系统设计

【学习目标】

1. 理解数字输入输出系统的工作原理。
2. 掌握数字 I/O 接口设计和实现方法。
3. 学习数字输入输出系统的测试和调试技术。

【课程内容】

1. 数字输入输出系统的基本概念。

2. 数字 I/O 接口的设计和实现。
3. 数字输入输出系统的测试和调试。

【重点、难点】

重点：数字 I/O 接口的设计原理和实现方法。

难点：数字输入输出系统的调试和性能优化。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容五 模拟输入输出系统设计

【学习目标】

1. 了解模拟输入输出系统的基本原理。
2. 掌握模拟信号的采集和处理技术。
3. 学习模拟输入输出接口的设计和应用。

【课程内容】

1. 模拟输入输出系统的工作原理。
2. 模拟信号处理和模拟-数字转换。
3. 模拟输入输出接口的设计案例。

【重点、难点】

重点：模拟信号的处理技术和 A/D 转换。

难点：模拟输入输出接口的精确设计和实现。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容六 互连通信接口设计

【学习目标】

1. 理解嵌入式系统中通信接口的重要性。
2. 掌握常见的通信协议和接口设计方法。
3. 学习通信接口的集成和测试技巧。

【课程内容】

1. 嵌入式系统的通信需求和解决方案。
2. 常用通信协议和接口标准。
3. 通信接口设计的实践和案例分析。

【重点、难点】

重点：通信协议的选择和通信接口的设计。

难点：高效率 and 低成本的通信接口集成方案。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

内容七 嵌入式应用系统设计实例

【学习目标】

1. 理解嵌入式系统设计的综合过程。
2. 掌握通过实例学习设计和开发嵌入式应用。
3. 学习如何评估和优化嵌入式系统设计。

【课程内容】

1. 嵌入式系统设计的案例分析。
2. 设计流程、实现技术和评估方法。
3. 设计实例的问题解决和优化策略。

【重点、难点】

重点：嵌入式系统设计实例的分析和实现。

难点：综合应用设计知识解决实际问题。

【教学方法】

讲授法、项目式教学法

【学习要求】

课堂上积极参与讨论，理解理论并能将理论应用到实际问题中。课后完成作业和阅读指定的文献，以加深对嵌入式系统的理解。

【学习资源】

1. B 站课程视频；
2. 中国大学 MOOC《嵌入式系统》相关课程。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过项目式教学和案例分析法教学，使学生接触真实嵌入式系统应用实例。在项目式学习和混合学习过程中，激发学生主动性，锻炼学生实践能力。
2. 通过参加电子设计大赛、全国大学生物理实验竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学嵌入式系统知识解决实际问题的能力。

六、考核内容和成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 嵌入式系统的基本知识 2. 硬件选择、软件开发、系统集成和性能优化	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	设计项目的详细技术报告，描述项目背景、设计目标、技术路线、实验方案、实现过程、测试结果和项目评估	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	小组合作过程中的团队精神和沟通协作	课堂表现 平时作业

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业 (课后习题、课程作业)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现 (课堂提问)	30%	40%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	35%	40%	25%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

（1）平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对课程基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

（2）期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
嵌入式系统原理及应用（第3版）	马维华	北京邮电大学出版社	2017	否	

八、主要参考书目

- [1] 刘卫光. 嵌入式系统原理及应用. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2010
- [2] 孟祥莲. 嵌入式系统原理及应用教程. 北京: 清华大学出版社. 2017
- [3] 蒋建春. 嵌入式系统原理及应用实例. 北京: 北京航空航天大学出版社. 2015

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的学习资料对课堂知识进行巩固,每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通,学生除掌握教学目标中提出的基本要求外,可选学教师提供的课外拓展资料。

《嵌入式系统原理及应用实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	嵌入式系统原理及应用实验 (Experiment of Embedded System Principle and Applications)		
课程编码	232410226B	适用专业	电子科学与技术
先修课程	嵌入式系统原理及应用	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	1	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 0, 实践学时 30)		
执笔人	杨国全	审核人	韩建新

二、课程简介

嵌入式系统原理及应用实验是电子科学与技术专业的学生在完成了嵌入式系统原理及应用课程之后,开设的一门专业课,主要讲授嵌入式系统的基本概念、开发原理及原则、软件和硬件结构的设计、嵌入式操作系统的总体构架,以及嵌入式系统近来的重要发展和应用。通过本课程学习,使学生系统掌握嵌入式系统的原理和开发方法,能够参与嵌入式应用系统的硬件和软件开发工作,最终达到实现学生独立设计,具备独立解决问题的能力。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 在学完先修课基础上,掌握嵌入式系统的体系结构与编程后,通过实验,要求学生掌握嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤、工程设计的方法和解决技术问题的方法。

课程目标 2: 可以独立使用常用电子仪器;能够运用电子器件说明书获得器件相关参数,合理连接电子电路;能够综合运用所学专业对特种功能电路进行设计和实验验证。

课程目标 3: 通过合理分工和有效组织,培养学生团队合作和沟通能力;在实践教学中,要求学生能够归纳总结实验过程并规范撰写实验报告;具有实事求是、严肃认真的科学态度;具有一丝不苟、克服困难的坚韧不拔的作风;具有团队合作精神;形成辩证唯物主义世界观。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3: 设计/开发解决方案	3.2 设计
课程目标 2	毕业要求 5: 使用现代工具	5.1 仪器使用
课程目标 3	毕业要求 9: 个人和团队	9.2 协作

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	输入输出实验	4	验证	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	中断实验	4	综合	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	串口 UART 实验	4	综合	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	AD 转换实验	4	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	触摸屏驱动实验	4	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	RTC 定时器程序学习并设计	5	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	PWM 实验	5	设计	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3
8	DMA 实验	5	设计	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 输入输出实验

【实验目的】掌握 ARM 的通用输入输出接口工作原理，及 GPIO 的编程使用。

【实验原理】编写程序，当用户在实验箱上按下“INTKEY”键时，在中断服务子程序中将相关信息打印到串口中，并显示在超级终端上。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】 ARM 的通用输入输出接口工作原理，GPIO 的编程。

【实验安排】 根据所学编程知识，根据实验内容编写一个程序，并在实验仪上调试和验证。进行单片机汇编语言程序设计的基本编程训练。编写相应的程序，并在实验台上调试实现。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】 按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

2. 中断实验

【实验目的】 了解 ARM 的中断原理、能够对中断资源及相关中断寄存器进行合理配置，掌握 S3C2410 的中断编程方法。

【实验原理】 CPU 处理外部事件的方法，S3C2410 ARM 处理器的中断，S3C2410 的中断流程。

【实验仪器】 硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】ARM 的中断原理、中断资源及相关中断寄存器配置，S3C2410 的中断编程

【实验安排】 通过捕获外部中断(按键),执行中断服务子程序使 CPU 板上的 LED 指示灯 LED1、LED2 和 LED3 闪烁。通过定时器中断，使 LED1、LED2 和 LED3 轮流闪烁。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】 按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

3. 串口 UART 实验

【实验目的】 掌握 ARM 串行口工作原理，学习并实现 UART 通讯。

【实验原理】 异步串行 I/O，串行接口的物理层标准，与 UART 有关的寄存器。

【实验仪器】 硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】ARM 串行口工作原理，UART 通讯原理。

【实验安排】学习串行通讯原理，了解串行通讯控制器，阅读 ARM 芯片文档，掌握 ARM 的 UART 相关寄存器的功能，熟悉 ARM 系统硬件的 UART 相关接口。编程实现 ARM 和计算机实现串行通讯 ARM 监视串行口，将接收到的字符再发送给串口(计算机与实验板通过超级终端通讯)，即按 PC 键盘通过超级终端发送数据，开发板将接收到的数据再返送给 PC，在超级终端上显示。在 PC 端显示自己的学号和本班所有学生的学号。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

4. AD 转换实验

【实验目的】熟悉 ARM 本身自带的 8 路 10 位 A/D 控制器及相应寄存器。编程实现 ARM 系统的 A/D 功能。掌握带有 A/D 的 CPU 编程实现 A/D 功能的主要方法。

【实验原理】A/D 转换器，A/D 转换的重要指标，ARM 自带的十位 A/D 转换器。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】A/D 控制器及相应寄存器的编程。

【实验安排】学习 A/D 接口原理，了解实现 A/D 系统对于系统的软件和硬件要求。阅读 ARM 芯片文档，掌握 ARM 的 A/D 相关寄存器的功能，熟悉 ARM 系统硬件的 A/D 相关接口。利用外部模拟信号编程实现 ARM 循环采集前 3 路通道。记录分析 3 个通道的电压最小值和最大值。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

5. 触摸屏驱动实验

【实验目的】了解触摸屏基本概念与原理。理解触摸屏与 LCD 的密切配合。编程实现对触摸屏的控制。

【实验原理】触摸屏原理，触摸屏的控制，触摸屏相关电路图，触摸屏与显示器的配合。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】触摸屏的编程与控制。

【实验安排】学习触摸屏基本原理，理解对触摸屏进行输出标定与 LCD 显示器配合的过程。记录分析屏幕 4 个角的坐标值。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

6. RTC 定时器程序学习并设计

【实验目的】掌握几种常用的定时部件，并利用 RTC 定时器编程。

【实验原理】实时时钟(RTC)，S3C2410 实时时钟单元，读/写寄存器，后备电池，闹钟功能，时间片中断，置零计数功能，软件程序设计。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台，PC 机，JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7，EWARM 集成开发环境，仿真器驱动程序，超级终端通讯程序。

【内容提要】RTC 定时器编程。

【实验安排】学习和掌握实验平台中 RTC 模块的使用，进行以下操作:编写应用程序，修改时钟日期及时间的设置；使用嵌入式系统的串口，在超级终端显示当前系统时间。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告，包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

7. PWM 实验

【实验目的】熟悉 ARM 本身自带的 6 路 PWM,掌握相应寄存器的配置。编程实现 ARM 系统的 PWM 输出用于控制直流电机。了解直流电机的工作原理。掌握带有 PWM 的 CPU 编程实现方法。

【实验原理】直流电动机的 PWM 电路原理,开发平台中直流电机驱动的实现。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台, PC 机, JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7, EWARM 集成开发环境, 仿真器驱动程序, 超级终端通讯程序。

【内容提要】PWM 的 CPU 编程。

【实验安排】学习直流电机的工作原理,了解实现电机转动对于系统的软件和硬件要求。学习 ARM 知识,掌握 PWM 的生成方法。编程实现 ARM 芯片的一对 PWM 输出用于控制直流电机的转动,通过 A/D 旋钮控制其正反转及转速;通过超级终端来控制直流电机的转动。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告,包括实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

8. DMA 实验

【实验目的】了解 DMA 传输的意义。

【实验原理】DMA(Direct Memory Access)技术是一种代替微处理器完成存储器与外部设备或存储器之间大数据量传送的方法,也称直接存储器存取方法。

【实验仪器】硬件:ARM 嵌入式开发平台, PC 机, JTAG 仿真器。软件:操作系统 WindowsXP/7, EWARM 集成开发环境, 仿真器驱动程序, 超级终端通讯程序。

【内容提要】DMA 传输。

【实验安排】用 DMA 方式实现存储器到存储器的数据传送。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】按晋中学院物电系实验报告统一格式写出实验报告,包括

实验目的与要求、实验所用仪器、实验内容与步骤、结论、实验存在的问题与解决方法等项目。注重实验存在的问题与解决方法。

五、达成教学活动目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；
3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 8 个实验，6 个必做项目，2 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

(一) 考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3. 查阅文献、拟订实验方案	实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 相关实验仪器的性能和使用 2. 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告	出勤考核 实验操作 实验报告 操作考试 理论考试

(二) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分

100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对嵌入式系统原理及应用实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	实验操作	根据实验室规则进行实验，实验操作规范，熟练掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法，组员之间配合默契，能够很好高质量的完成实验。	根据实验室规则进行实验，实验操作基本规范，基本掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方法。组员之间配合默契，能够完成实验。	实验操作基本规范，熟悉相关实验仪器的操作方法，组员之间配合不默契。	实验操作不规范，后在教师指导下能够进行规范操作，组员之间配合不默契。	不能出勤实验。
2	实验报告	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，图表分析准确，有明确的实验分析，且分析恰当，能准确找到实验失败原因并进行反思，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，符合课程教学内容，实验现象记录清晰，图表分析准确，有明确的实验分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，有图表分析，有明确的实验分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确欠缺，实验现象记录不清晰，有图表分析，无明确的实验分析，字迹较潦草。	全文抄袭，或未按时提交，或与实验内容不相关。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1] 庄严主编. 嵌入式 C/C++系统工程师实训教程. 北京: 清华大学出版社, 2011.

[2] 刘彦文编著. 嵌入式系统原理及接口技术. 北京: 清华大学出版社, 2011.

[3] 杨延军主编. 嵌入式系统开发原理与实验, 北京: 北京大学出版社, 2011.

2.与实验课程相关主要网站

[1]https://www.icourse163.org/course/XMU-1001766012?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg_

[2]https://www.icourse163.org/course/UESTC-1206862805?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg_

[3]https://www.icourse163.org/course/SUDA-1001754273?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg_

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
嵌入式系统实验指导书	自编				

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

《半导体物理与器件》课程大纲

一、课程信息

课程名称	半导体物理与器件 (Semiconductor Physics and Devices)		
课程编码	232410201C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学物理、固体物理	修读学期	第五学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	白雪敏	审核人	韩建新

二、课程简介

半导体物理课程是一门深入探索半导体材料内部电子结构和物理性质的学科。半导体材料是一类介于导体和绝缘体之间的物质，它们的电子行为既不同于金属导体，也不同于绝缘体，这使得半导体材料在现代电子技术中占据了重要地位。半导体物理课程的目标是让学生理解半导体的基本物理性质，以及这些性质如何影响半导体器件的工作。通过半导体物理课程的学习，学生可以深入了解半导体材料的基本性质、原理和结构，以及它们在电子器件中的应用。这将为学生积累丰富的专业知识，为他们在相关领域的研究和工作提供坚实的理论基础。通过学习，学生可以培养自己的逻辑思维、批判性思维和创新能力，提高自己在科学研究和技术创新方面的能力。通过学习本课程，学生将培养良好的科学素养和团队合作精神，为未来的工程实践奠定坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够运用半导体物理与器件相关知识，根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。

课程目标 2：掌握半导体物理与器件的关键概念和理论，能够综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电

路系统的整体设计与开发。

课程目标 3：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	半导体中的电子状态	课程目标 1、2、3	翻转课堂	9
2	半导体中杂质和缺陷能级	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
3	半导体中载流子的统计分布	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
4	半导体的导电性	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	7
5	非平衡载流子	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
6	常见的半导体器件介绍	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	14
	合计			48

（二）课程内容

内容一 半导体中的电子状态

【学习目标】

深入理解半导体材料的电子行为，掌握其内部电子结构、能级分布和载流子运动等基本规律，能够分析半导体器件的工作原理和性能特性，为未来的科学研究和技术应用奠定基础。

【课程内容】

1. 半导体的晶格结构和结合性质

2. 半导体中的电子状态及能带
3. 半导体中电子的运动及有效质量
4. 半导体的导电机构
5. 回旋共振
6. 常见半导体材料的能带结构

【重点、难点】

重点：半导体中的电子状态及能带、常见半导体材料的能带结构

难点：半导体中的电子状态及能带

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生能够掌握半导体中电子的基本状态和能带理论；能够解释不同半导体材料的能带结构差异。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频
内容二 半导体中杂质和缺陷能级

【学习目标】

能够掌握杂质和缺陷对半导体电子结构和性质的影响，了解杂质和缺陷能级的形成和特性，以及它们对半导体器件性能和稳定性的影响为优化半导体材料和器件设计提供理论支持。

【课程内容】

1. 常见半导体材料的杂质能级
2. 缺陷、位错

【重点、难点】

重点：常见半导体材料的杂质能级、缺陷、位错

难点：常见半导体材料的杂质能级

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生能够理解杂质和缺陷如何影响半导体的能级结构；能够分析杂质类型对半导体性能的影响。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频
内容三 半导体中载流子的统计分布

【学习目标】

能够理解载流子在不同温度、浓度和电场下的统计行为，掌握载流子浓度、迁移率等关键参数的变化规律，以及它们对半导体器件性能的影响，为半导体器件的模拟、优化和设计提供理论基础。

【课程内容】

1. 状态密度
2. 费米能级和载流子的统计分布
3. 本征半导体的载流子浓度
4. 杂质半导体的载流子浓度
5. 简并半导体

【重点、难点】

重点：费米能级和载流子的统计分布、杂质半导体的载流子浓度

难点：费米能级和载流子的统计分布

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生掌握载流子在不同条件下的统计分布规律；能够计算不同半导体材料的载流子浓度。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频

内容四 半导体的导电性

【学习目标】

能够掌握半导体材料导电的基本原理能够了解载流子的运动规律、电阻率等关键参数，以及温度、电场等因素对半导体导电性能的影响，为半导体器件的性能分析和设计提供重要依据。

【课程内容】

1. 载流子的漂移运动和迁移率
2. 载流子的散射
3. 迁移率与杂质浓度和温度的关系
4. 电阻率与杂质浓度和温度的关系

【重点、难点】

重点：迁移率与杂质浓度和温度的关系、电阻率与杂质浓度和温度的关系

难点：迁移率与杂质浓度和温度的关系、电阻率与杂质浓度和温度的关系

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生理解半导体导电的基本原理，能够分析温度、电场等因素对导电性的影响。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频

内容五 非平衡载流子

【学习目标】

能够理解在外界作用下半导体内部载流子浓度偏离平衡态的现象，掌握非平衡载流子的产生、复合以及运动规律，为分析半导体器件在动态过程中的性能变化提供理论基础。

【课程内容】

1. 非平衡载流子的注入和复合
2. 非平衡载流子的寿命
3. 准费米能级
4. 复合理论
5. 陷阱效应
6. 载流子的扩散运动
7. 爱因斯坦关系式
8. 连续性方程

【重点、难点】

重点：准费米能级、复合理论、爱因斯坦关系式

难点：准费米能级、复合理论

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生理解非平衡载流子的概念和产生机制，能够分析非平衡载流子对半导体器件性能的影响。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频

内容六 常见的半导体器件介绍

【学习目标】

能够了解各种半导体器件的基本结构、工作原理和性能特点，为实际应用和进一步学习半导体技术打下坚实基础。

【课程内容】

1. 电荷转移器件
2. 光电二极管
3. 发光二极管

【重点、难点】

重点：电荷转移器件、光电二极管、发光二极管

难点：电荷转移器件、光电二极管、发光二极管

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

要求学生了解常见半导体器件的基本结构和工作原理，能够分析不同器件的性能特点和适用范围。

【学习资源】

B 站中柴长春、刘诺、蒋玉龙三位老师的相关教学视频

五、达成教学活动的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信息化平台主要有雨课堂、学习通等。课堂开始用 5 分钟时间与学生交流互动，内容包括：科技前沿、时事、新闻、热点等的分享和交流。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 半导体物理与器件相关知识 2. 运用数学、自然科学和工程科学原理对工程问题进行分析建模的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 半导体物理与器件的关键概念和理论 2. 发现问题、分析问题、解决问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 国际视野和外语运用能力 2. 跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作的能力	课堂表现 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成小论文、课后习题)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对半导体物理与器件基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100

分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能够熟练运用半导体物理与器件的相关知识,对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题进行准确的需求分析,并运用数学、自然科学和工程科学原理进行精确的分析。	学生能够较好地运用半导体物理与器件的相关知识,对复杂工程问题进行较为准确的需求分析,并运用相关原理进行较为合理的分析。	学生能够运用半导体物理与器件的相关知识,但在复杂工程问题的需求分析和分析方面尚需提高。	学生对半导体物理与器件的相关知识有一定了解,但在运用这些知识进行复杂工程问题的需求分析和分析时存在明显不足。	学生缺乏运用半导体物理与器件相关知识进行复杂工程问题需求分析的能力。
2	课程目标 2	学生熟练掌握半导体物理与器件的关键概念和理论,能够综合考虑各种工程因素,给出创新且可行的整体方案。	学生较好地掌握了半导体物理与器件的关键概念和理论,能够考虑多种工程因素,给出较为合理的整体方案。	学生对半导体物理与器件的关键概念和理论有一定掌握,但在综合考虑工程因素和给出整体方案方面尚需加强。	学生对半导体物理与器件的关键概念和理论有基本了解,但在综合考虑工程因素、给出整体方案以及进行系统的设计思路存在明显不足。	学生缺乏半导体物理与器件的关键概念和理论,无法综合考虑工程因素,也无法给出整体方案进行系统的设计思路。
3	课程目标 3	学生具备广泛的国际视野和出色的外语运用能力,能够在跨文化背景下进行专业技术领域的深入沟通和交流,以及有效的竞争与合作。	学生具有较好的国际视野和一定的外语运用能力,能够在跨文化背景下进行专业技术领域的沟通和交流,以及一定的竞争与合作。	学生具有一定的国际视野和外语基础,但在跨文化背景下的专业技术领域沟通和交流以及竞争与合作方面尚需加强。	学生对国际视野和外语运用有基本认识,但在跨文化背景下的专业技术领域沟通和交流以及竞争与合作方面存在明显不足。	学生缺乏国际视野和外语运用能力,无法在跨文化背景下进行专业技术领域的沟通和交流以及竞争与合作。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
半导体物理学	刘恩科, 朱秉升, 罗晋生 著	电子工业出版社	2017	否	

八、主要参考书目

- [1] 黄昆, 谢希德著. 半导体物理学, 北京: 高等教育出版社. 1958
- [2] 叶良修编著. 半导体物理学, 北京: 高等教育出版社. 1983
- [3] [日]白藤纯嗣著. 半导体物理基础, 北京: 高等教育出版社. 1982
- [4] 刘文明编著. 半导体物理学, 吉林: 吉林人民出版社. 1982
- [5] D.A.Neamen. 半导体物理与器件——基本原理. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [6] 田敬民编. 半导体物理问题和习题详解, 北京: 国防工业出版社. 2008

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解, 录制讲解视频提交学习通, 学生除掌握教学目标中提出的基本要求外, 可选学教师提供的课外拓展资料。

《集成电路原理与设计》课程大纲

一、课程信息

课程名称	集成电路原理与设计 (Principle and Design of Integrated Circuit)		
课程编码	232410202C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学物理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	杨国全	审核人	韩建新

二、课程简介

《集成电路原理与设计》是电子信息科学与技术、电子信息工程等专业的职业教育必修课程之一，它全面系统地讲解了 MOS 和双极型数字集成电路的原理与设计等。通过学习半导体集成电路的基本组成单元及构成、设计思想、导线布局、电路结构设计等，使学生基本掌握半导体集成电路的分析和设计方法，为日后的相关学习和工作奠定基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习半导体集成电路的概念，使学生了解并掌握集成电路的发展历史、现状和未来；通过学习集成电路制造工艺及工艺流程，使学生能够了解各道工序的意义和作用，能够根据平面版图画出器件断面图。通过学习双极、MOS、Bi-CMOS 集成电路制造工艺及工艺流程；了解双极晶体管的无源寄生效应；要求学生熟悉 MOS、Bi-CMOS 集成电路的工艺流程，不同实现方案的优缺点；帮助学生掌握 MOS 集成电路的典型制造工艺，要求学生熟悉 MOS 集成电路的工艺流程及 CMOS 反相器的版图。通过学习，在给定工艺的情况下，会选择电阻、电容实现方案，并可以设计电阻、电容的版图；让学生熟练掌握半导体 MOS 集成电路的基础知识，学会分析 MOS 集成电路基本单元的静态特性及瞬时特性，掌握器件参数对电路性能的影响。

课程目标 2：让学生掌握 CMOS 静态逻辑门的设计，会分析多输入逻辑门的

静态特性，设计符合逻辑门的尺寸；掌握 CMOS 静态逻辑门的延迟时间估算方法；能够分析 CMOS 逻辑电路的功耗，清楚降低功耗的方法；掌握传输门逻辑的工作原理及特点，初步掌握传输门逻辑电路的设计方法。让学生熟悉掌握半导体 MOS 时序电路中的基本部件：锁存器和触发器，熟悉锁存器和触发器之间的区别，掌握几种基本的锁存器和触发器电路工作原理。让学生熟悉掌握半导体存储器的分类，容量的计算，工作原理和版图；熟悉掌握半导体 MOS 模拟集成电路的基础知识。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。教学过程中严格要求学生，培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风。在解题过程中，通过对难点的分析和解决，培养学生用联系的、全面的、发展的观点看问题，正确对待人生发展中的顺境与逆境，处理好人生发展中的各种矛盾，培养健康向上的人生态度。在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	6.2 责任：理解实施微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程解决方案可能产生的后果及应承担的责任。	毕业要求 6：工程与社会

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	绪论	课程目标 1、2、3	翻转课堂	4
2	双极集成电路中的元件形成及其寄生效应	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
3	MOS 集成电路中的元件形成及其寄生效应	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
4	集成电路中的无源元件	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
5	MOS 晶体管基本原理与 MOS 反相器电路	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
6	CMOS 静态门电路	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
7	传输门逻辑和动态逻辑电路	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
8	时序逻辑电路	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
	合计			48

(二) 课程内容

内容一 绪论

【学习目标】

1. 能够掌握集成电路相关的基本概念
2. 掌握集成电路的分类方法
3. 了解集成电路的历史发展
4. 关注集成电路产业的最新进展，拓宽自己的学术视野，激发创新思维

【课程内容】

1. 介绍什么是集成电路
2. 集成电路的相关基本概念，集成电路的分类方法，集成电路的历史、现状及发展
3. 集成电路在我国的发展现状

【重点、难点】

重点：什么是集成电路，集成电路是如何分类的

难点：有关半导体集成电路集成度的定义方法，集成电路的宏观发展与微观发展的关联

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容二 双极集成电路中的元件形成及其寄生效应

【学习目标】

1. 能深入了解如何消除寄生晶体管的影响
2. 熟悉重点工序的工艺方法和工艺特点
3. 掌握 E-M 模型
4. 学会消除有源寄生的方法，提升综合素质和创新能力。

【课程内容】

1. 如何消除寄生晶体管的影响，流程中重点工序的工艺方法和工艺特点。
2. 单结和双结结构的直流 E-M 模型，四层三结结构的 E-M 模型
3. 如何消除该模型中有源寄生的方法

【重点、难点】

重点：PN 结隔离方法是如何使半导体集成电路中各元器件在电性能上达到绝缘隔离的

难点：如何消除寄生晶体管的影响

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容三 MOS 集成电路中的元件形成及其寄生效应

【学习目标】

1. 了 NMOS 制作工艺、CMOS 制作工艺
2. 掌握场氧形成的方法
3. 学习闩锁效应产生的机理及减小其作用的方法

【课程内容】

1. NMOS 制作工艺

2. CMOS 制作工艺
3. 各工艺加工流程中版图的作用
4. 场氧形成的方法
5. 闩锁效应产生的机理及减小其作用的方法

【重点、难点】

重点：CMOS 集成电路的基本结构，闩锁效应对电路的影响

难点：如何消除寄生场氧晶体管的作用

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容四 集成电路中的无源元件

【学习目标】

集成电路中电阻、电容的实现方法。在给定工艺条件下，会选择电阻、电容实现方案，并可以设计电阻、电容的版图。

【课程内容】

1. 集成电路中电阻、电容的实现方法
2. 在给定工艺条件下，如何选择电阻、电容实现方案，以及如何设计电阻、电容的版图

【重点、难点】

重点：各类电阻、电容的实现机理及设计方法。

难点：在集成电路中如何实现大电容。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容五 MOS 晶体管基本原理与 MOS 反相器电路

【学习目标】

1. 了解 MOS 晶体管工作在截止、线性及饱和工作状态时的判断条件
2. 熟悉不同工作状态下 MOS 晶体管的电流方程
3. 掌握 MOS 晶体管的小尺寸效应
4. 培养科研探索能力

【课程内容】

1. MOS 晶体管工作在截止、线性及饱和工作状态时的判断条件
2. 不同工作状态下 MOS 晶体管的电流方程
3. MOS 晶体管的小尺寸效应
4. 各类反相器的电路结构及性能特点

【重点、难点】

重点：计算 CMOS 反相器的逻辑阈值和噪声容限

难点：推导 CMOS 反相器的延迟时间、上升时间和下降时间

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容六 CMOS 静态门电路

【学习目标】

1. 会对逻辑关系式变形
2. 熟悉基本逻辑门结构电路的设计方法
3. 掌握晶体管的串并联特性
4. 培养科研探索能力

【课程内容】

1. 对逻辑关系式进行变形，画出对应得组合逻辑门电路结构图
2. 设计 CMOS 与非门、或非门、异或门、同或门等基本逻辑门电路
3. 清楚 MOS 晶体管的串并联特性
4. 会设计复合 CMOS 逻辑电路中晶体管得尺寸，静态逻辑电路中缓冲电路的设计原则

【重点、难点】

重点：计算 CMOS 反相器的逻辑阈值和噪声容限

难点：推导 CMOS 反相器的延迟时间、上升时间和下降时间

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容七 传输门逻辑和动态逻辑电路

【学习目标】

1. 理解传输门逻辑电路的特点
2. 熟悉传输门逻辑的设计方法
3. 掌握动态逻辑电路的工作原理
4. 培养科研探索能力

【课程内容】

1. 传输门逻辑电路的特点
2. 通过 BBD 方法设计传输门逻辑
3. 动态逻辑电路的工作原理，分析动态逻辑电路的工作状态
4. 清楚动态逻辑的工作条件、多米诺动态逻辑电路的应用

【重点、难点】

重点：NMOS 和 PMOS 作为传输门应用时存在的问题及使用的局限性

难点：传输门逻辑电路的设计方法

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

内容八 时序逻辑电路

【学习目标】

1. 理解时序逻辑电路的基本概念
2. 熟悉各种不同触发器的结构
3. 掌握主从结构寄存器的设计及分析方法
4. 培养科研探索能力

【课程内容】

1. 时序逻辑电路的概念，锁存器和寄存器的工作原理及电路结构
2. 动态锁存器和静态锁存器工作机理的差异，各种不同触发器的结构
3. 主从结构寄存器的设计及分析方法
4. 寄存器的应用及时序约束

【重点、难点】

重点：基于正反馈原理和动态存储原理构成的锁存器及触发器的电路结构

难点：触发器的建立时间、维持时间、延迟时间的概念，不同类型触发器的这几个参数的计算；边沿触发器的实现

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

1. 学生课前要仔细阅读教材对应章节。
2. 结合自身学习经历，课堂积极互动交流。
3. 课后认真研读学习资源。

【学习资源】

1. 相关文献数据库；
2. 学堂在线《数字超大规模集成电路设计》相关课程；
3. 中国大学 MOOC《集成电路原理与设计》相关课程。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信息化平台主要有雨课堂、学习通等。课堂开始用 5 分钟时间与 学生交流互动，内容包括：科技前沿、时事、新闻、热点等的分享和交流。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 集成电路制造工艺及工艺流程 2. 半导体 MOS 集成电路的基础知识 3. MOS 集成电路基本单元的静态特性及瞬时特性	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. CMOS 静态逻辑门的设计 2. 发现问题、分析问题、解决问题的能力 3. 分析多输入逻辑门的静态特性，半导体 MOS 模拟集成电路的基础知识	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感， 2. 用联系的、全面的、发展的观点看问题	课堂表现 平时作业 期末考试

（二）课程目标评级方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成小论文、讲课、习题、单元测试、思维导图)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、雨课堂互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

（1）平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对集成电路基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

（2）期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	完全理解集成电路的制造工艺，包括但不限于光刻、蚀刻、扩散、离子注入等关键步骤。对 MOS 集成电路的工作原理和特性有深入的理解，包括其基本结构、工作原理、制造工艺。对 MOS 基本单元的静态特性（如阈值电压、饱和区特性等）和瞬时特性（如开关速度、延迟时间等）有深入的掌握。	熟练掌握集成电路的制造工艺，能够理解和分析工艺流程中的关键步骤。对 MOS 集成电路的工作原理和特性有较好的理解，能够应用理论知识解决一些基本问题。在更复杂的电路设计和优化上可能需要进一步的学习。	对集成电路的制造工艺有一定的了解，能够完成基本的工艺流程分析。对 MOS 集成电路的工作原理和特性有一定的理解，但可能在应用上存在一些困难。对 MOS 基本单元的特性有一定的了解，但可能在设计和分析上不够熟练。	基本理解集成电路的制造工艺，但可能在某些关键步骤的理解上存在不足。对 MOS 集成电路的工作原理和特性有初步的理解，但可能在应用上存在一些困难。对 MOS 基本单元的特性有初步的了解，但可能在设计和分析上不够熟练。	在工艺流程的分析和问题解决上严重依赖指导和帮助。对 MOS 集成电路的工作原理和特性理解非常有限，难以应用理论知识解决基本问题。对 MOS 基本单元的特性理解非常有限，难以进行基本的设计和分析。
2	课程目标 2	完全掌握 CMOS 逻辑门的设计原理和方法。对多输入逻辑门的静态特性有深入的理解，能够准确分析其工作状态和性能。对半导体 MOS 模拟集成电路的工作原理和应用有深入的掌握。	熟练掌握 CMOS 逻辑门的设计原理和方法，对多输入逻辑门的静态特性有较好的理解，能够进行基本的分析和设计。对半导体 MOS 模拟集成电路的工作原理和应用有一定的掌握。	对 CMOS 逻辑门的设计原理和方法有一定的理解，能够设计基本的逻辑门。对多输入逻辑门的静态特性有一定的理解，对半导体 MOS 模拟集成电路的工作原理和应用有基本的了解。	基本理解 CMOS 逻辑门的设计原理和方法，但设计能力有限。对多输入逻辑门的静态特性有初步的理解，但分析的准确性和深度不足。	对 CMOS 逻辑门的设计原理和方法理解非常有限，难以完成基本的设计任务。难以识别和发现问题，分析问题的能力非常有限。
3	课程目标 3	学生对世界先进技术有深入的了解和认识，能够主动获取和掌握相关领域的最新动态。学生能够从多角度、多维度分析问题，具备全局观念和前瞻性思维。	学生对世界先进技术有较好的了解，能够跟上课程进度并掌握关键知识点。学生能够从多个角度分析问题，具备一定的全局观念和前瞻性思维。	学生对世界先进技术有一定的了解，能够完成课程学习的基本要求。能够在团队合作中参与，但可能在团队精神和协作能力上需要进一步提升。	学生对世界先进技术有基本的了解，但在深入理解和掌握上存在不足。学生能够从一些角度分析问题，但在全局观念和前瞻性思维上需要进一步培养。	学生对世界先进技术的理解非常有限，难以跟上课程进度或掌握关键知识点。学生缺乏责任感和使命感，对课程任务和社会实践的完成态度消极，缺乏积极性和主动性。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
半导体集成电路 (第二版)	余宁梅等著	科学出版社	2011	否	

八、主要参考书目

- [1] 朱正涌等著. 半导体集成电路, 北京: 清华大学出版社. 2009
- [2] 贾嵩等著. 集成电路原理与设计(第二版), 北京: 北京大学出版社. 2022
- [3] 甘学温著. 集成电路原理与设计, 北京: 北京大学出版社. 2006

十、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解, 学生除掌握教学目标中提出的基本要求外, 可选学教师提供的课外拓展资料。

《现代材料分析技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	现代材料分析技术 (Modern Methods of Materials Analysis)		
课程编码	232410203C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学物理、固体物理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	王晓波	审核人	韩建新

二、课程简介

现代材料分析技术是电子科学与技术专业学生选修的一门职业能力教育课程。本课程主要介绍应用现代分析仪器分析材料的微观组织结构与显微成分的基本方法。包括光学显微分析、X 射线衍射、电子显微分析三大部分内容,着重讲授 X 射线衍射、扫描电镜、透射电镜、电子探针等各种分析方法在材料科学中的应用,阐明各种现象的物理本质、基本理论及其应用。通过本课程的学习,旨在使学生初步掌握常用材料分析仪器的组成、原理及应用,能够根据样品的特点和分析任务的要求应用分析仪器手段进行样品的分析,能够读懂有关分析测试结果,初步具备设计、选择试验方法的能力,并能开展初步的科学研究工作。使学生具有良好的科学素养、建立辩证唯物主义世界观、正确认知人类认识自然界的過程。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过学习材料结构和研究方法的基本理论知识学习,会运用 XRD, TEM 等原理,对所测量的材料做基本物相组成定性定量分析;通过学习光学显微分析方法及金相样品的制备及扫描电镜与透射电镜的主要性能、工作原理及应用,能够对一般材料的结构形貌及成分进行分析,掌握基本的理论分析和制样技术。

课程目标 2：通过对该课程的学习让学生熟悉各种分析仪器的特点，能够建立起现代材料分析技术的“逻辑思维”方法；通过学习各类测试仪器的结构、工作原理和应用特点，能够对各类仪器进行功能分析和测试结果数据计算，进而为现代材料分析测试的选型校核打下基础。学生能通过网络或手册资料，快速查找到所需信息，具有一定的获取信息、拓展知识领域、继续学习的能力；能针对实际问题恰当的样品处理及测量仪器的选择，具有一等的分析问题解决问题的能力。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。教学过程中鼓励学生在材料设计及分析测试过程精益求精，不断进取，培养学生严谨治学的科学态度和大国“工匠精神”。通过现代材料分析技术的学习，让学生理解个人与集体的关系，培养学生团队合作能力。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	6.2 责任：理解实施微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程解决方案可能产生的后果及应承担的责任。	毕业要求 6：工程与社会
课程目标 3	12.1 自主：能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和掌握自主学习的方法，了解拓展知识和能力的途径。	毕业要求 12：终身学习

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	X 射线衍射分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	10
2	光学显微分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
3	电子显微分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	10
4	热分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
5	光电子能谱分析	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
	合计			32

(二) 课程内容

内容一 X 射线衍射分析

【学习目标】

能够分析 X 射线衍射分析的测试结果

【课程内容】

X 射线的物理基础；X 射线衍射原理；X 射线衍射束的衍射强度；实验方法及样品制备；X 射线粉末衍射物相定性分析；X 射线物相定量分析。

【重点、难点】

重点：X 射线衍射的原理及定性分析。

难点：多晶体的物相分析原理及物相定性分析方法。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《材料分析测试技术》相关课程。

内容二 光学显微分析

【学习目标】

光学显微分析的样品制备及结果分析

【课程内容】

晶体光学基础；金相显微镜。

【重点、难点】

重点：金相组织分析。

难点：光学显微分析及金相样品的制备。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《材料分析测试技术》相关课程。

内容三 电子显微分析

【学习目标】

扫描电子显微镜及透射电子显微镜的结果分析

【课程内容】

电子显微分析基础；扫描电子显微镜；透射电子显微镜。

【重点、难点】

重点：扫描电镜与透射电镜的主要性能、工作原理及应用。

难点：扫描电镜与透射电镜的构造及分析技术。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《材料分析测试技术》相关课程。

内容四 热分析

【学习目标】

热分析测试结果分析

【课程内容】

热分析；差热分析法；示差扫描量热分析法；热重分析法。

【重点、难点】

重点：差热分析与示差扫描量热分析法的基本原理；差热分析物质的稳定性；示差扫描量热分析法分析物质的热性能。

难点：热分析仪器的构造及分析过程。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《材料分析测试技术》相关课程。

内容五 光电子能谱分析

【学习目标】

光电子能谱分析结果分析

【课程内容】

表面分析技术；光电子能谱分析基本原理；光电子能谱仪；光电子能谱测定技术；光电子能谱应用。

【重点、难点】

重点：光电子能谱分析基本原理。

难点：光电子能谱应用。

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《材料分析测试技术》相关课程。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。

2. 通过参加高校大学生金相大赛、高校大学生材料综合技能大赛、山西省大学生物理学术竞赛、全国大学生物理实验竞赛、大学生创新创业项目等活动，

提高应用所学分析测试知识解决实际问题的能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 光学显微分析 2. X 射线衍射分析 3. 电子显微分析 4. 热分析 5. 光电子能谱分析	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 研究微观结构问题的基本方法 2. 发现问题、分析问题、解决问题的能力 3. 晶体结构的关键概念和理论	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 终身学习的知识基础和意识 2. 自主学习的方式及能力	课堂表现 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价方法

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 50%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取开卷形式，占比 50%。总成绩=平时成绩（50%）+ 期末考试成绩（50%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：部分作业学生独立完成，部分作业学生小组合作完成，考察学生对材料分析测试方法的基本原理，仪器设备，样品制备及应用掌握程度，具备运用有关理论合理分析材料微观组织结构分析测试及应用的能力，培养学生团队合作的精神和组织协调的能力。作业形式多样化，包括课前作业和课后作业，含习题、案例分析题、话题讨论等，通过在学习通或雨课堂发布作业的形式完成，由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(3) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用开卷形式进行。主要考察学生对各种分析测试方法的基础理论的理解与掌握情况，为学生能够具备独立的材料分析和研究工作奠定基础。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
现代测试技术原理及应用	何广军	国防工业出版社	2012	否	

八、主要参考书目

- [1] 祁景玉. 现代分析测试技术. 上海: 同济大学出版社. 2006
 [2] 王晓春. 材料现代分析与测试技术. 北京: 国防工业出版社. 2010

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固,每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通,学生除掌握教学目标中提出的基本要求外,可选学教师提供的课外拓展资料。

《集成电路工艺基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	集成电路工艺基础（Fundamentals of Integrated Circuit Technology）		
课程编码	232410204C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	集成电路原理与设计	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	梁成功	审核人	韩建新

二、课程简介

集成电路工艺基础课程是一门专注于集成电路制造技术的课程，是电子科学与技术、微电子学一级其他相关专业的理论基础，是半导体制造工艺的基础，在理论性基础上讲究实用性，注重工艺实践操作的介绍即半导体制造相关的全部基础信息，以及制造厂中的每一道制造工艺，包括氧化，沉淀，金属氧化，光刻，刻蚀等内容。该课程的目的使学生了解产业变化中的所有工艺设备，以及每道具体工艺技术发展的现状及发展趋势掌握集成以及 CMOS 工艺的基础理论，培养他们的实践能力和创新意识，为他们在集成电路领域的职业发展打下坚实的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能熟练掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器，具体涵盖芯片制造的关键环节，如薄膜制备、光刻、刻蚀和掺杂工艺流程及关键技术点，以及组装工艺的工艺流程。能够针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。

课程目标 2：能够利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。能够了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续

发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。

课程目标 3：能熟练掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法，不断学习和实践这些方法，提高自己的管理水平和决策能力。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	6.1 背景：具有在电子科学与技术相关企业生实习和社会实践的经历，了必要的工程背知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案等可能对社会、健康、安全、法律以及文化带来的影响。	毕业要求 6：工程与社会
	7.1 法规：了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。	毕业要求 7：环境和可持续发展
课程目标 3	11.1 管理决策：理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	绪论	课程目标 1、2、3	翻转课堂	4
2	硅衬底	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
3	氧化和掺杂	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
4	薄膜制备	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
5	光刻	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	8
合计				32

（二）课程内容

内容一 绪论

【学习目标】

能逻辑清晰地复述出集成电路的历史、工艺及工艺特点。

【课程内容】

1. 何为集成电路工艺
2. 集成电路制造技术发展历程
3. 集成电路制造技术特点

【重点、难点】

重点：半导体集成电路制造工艺流程。

难点：各工序工艺原理发展现状及趋势，工艺参数检测和工艺质量分析方法。

【教学方法】

翻转课堂

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、单元测试；
3. B 站《集成电路工艺基础》相关课程。

内容二 硅衬底

【学习目标】

1. 能够理解硅晶体结构的特点、硅晶体缺陷、硅中杂质以及会计算杂质在硅晶体中的溶解度
2. 能够掌握单晶硅锭的三种重要拉制方法以及硅片的制备及检测方法
3. 能够掌握外延硅工艺的原理、方法，以及气相外延、分子束外延等工艺

【课程内容】

1. 单晶硅的特性
2. 硅片的制备
3. 外延

【重点、难点】

重点：硅单晶的制备方法；衬底的制备工艺

难点：外延硅工艺的原理、方法

【教学方法】

翻转课堂

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固,可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频;
2. 学习通题库、单元测试;
3. B 站《集成电路工艺基础》相关课程。

内容三 氧化与掺杂

【学习目标】

1. 掌握氧化反应的基本概念,了解硅片表面氧化层的形成机制和条件
2. 熟悉影响氧化过程的关键因素,以及它们如何影响氧化层的性质
3. 能准确说出氧化层在集成电路中的作用
4. 掌握掺杂的定义、目的和基本原理,了解掺杂对半导体材料性质的影响
5. 能准确说出不同类型的掺杂工艺,如热扩散、离子注入等,以及它们的优缺点

【课程内容】

1. 热氧化
2. 扩散
3. 离子注入

【重点、难点】

重点: 氧化工艺和技术; 热氧化以及相关设备理论基础

难点: 热氧化过程引起的杂质再分布; 分凝效应及界面问题

【教学方法】

翻转课堂

【学习要求】

课上积极参与互动,课下在规定时间内完成作业,并及时复习学过的知识,课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固,可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频;
2. 学习通题库、单元测试;
3. B 站《集成电路工艺基础》相关课程。

内容四 薄膜的制备

【学习目标】

1. 熟悉并掌握薄膜的定义、分类、结构以及基本物理和化学特性

2. 熟悉并掌握各种薄膜制备技术，如物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD），以及它们的优缺点和适用范围

3. 理解薄膜生长的动力学过程和热力学原理

【课程内容】

1. 化学气相沉积

2. 物理气相沉积

【重点、难点】

重点：CVD 和 PVD 的工艺原理及沉积质量的控制

难点：CVD 和 PVD 的工艺方法

【教学方法】

翻转课堂

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；2. 学习通题库、单元测试；3. B 站《集成电路工艺基础》相关课程。

内容五 光刻

【学习目标】

1. 掌握光刻技术的基本概念和工作原理，详细了解光刻工艺的各个步骤
2. 学会使用光刻机、曝光机、显影机等光刻相关设备，了解设备的结构、原理，了解不同类型的光刻技术，关注光刻技术的最新发展趋势和前沿研究动态
3. 掌握刻蚀过程中的物理和化学原理，了解不同类型的刻蚀技术
4. 学会使用各种刻蚀设备，关注刻蚀技术的最新研究和发展趋势，了解新型刻蚀技术

【课程内容】

1. 光刻工艺

2. 光刻技术

3. 刻蚀技术

【重点、难点】

重点：光刻掩模板的制造；光刻胶；光学分辨率增强技术和曝光技术；湿法腐蚀和干法刻蚀的原理；刻蚀技术的新进展。

难点：Si、SiO₂ 等不同材料的湿法腐蚀应用；Si、SiO₂ 等不同材料的干法刻

蚀应用。

【教学方法】

翻转课堂

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；2. 学习通题库、单元测试；3. B 站《集成电路工艺基础》相关课程。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程是一门工程学科，不是理论基础课程，所以在授课时应借助多媒体教学，利用动画模拟演示每一道工艺流程，模拟真实的工作过程，增加学生的感性认识，提高教学效率。

2. 采用案例式教学，结合集成电路工艺实际问题，通过总结当前集成电路当前的研究进展，结合对学生身心发展特点的认识，我们把自主探究作为培养学生创新能力的着眼点，以课堂为主阵地，提出构建自主探究型课堂教学模式的研究，希望通过分组完成开放性课题学习，来探讨通过自主探究，提高课堂学习效益，优化教学进程，培养学生创新和实践能力的途径和方法。

3. 本课程由好奇到探究，由探究逐步走向创新，在整个教学过程中充分体现了学生的自主精神和能力。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途 2. 主要工艺设备及检测仪器，具体涵盖芯片制造的关键环节 3. 解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 掌握半导体材料的基本性质 2. 在理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方 案时，需要考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响 3. 电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策 与法律法规	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 3	1. 集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法 2. 提高学生的管理水平和决策能力	课堂表现 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(讲课、习题、单元测试)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、学习互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩评定：平时成绩=平时作业（50%）+课堂笔记（20%）+课堂表现（30%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对集成电路工艺基础和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(3) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1	能熟练掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器。能够熟练针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。	能比较熟练掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器。能够比较熟练针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。	能大概掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器。能够大概针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。	能掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器。但不全面。能针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。但有不准确之处	不能熟练掌握集成电路制造关键工艺的基本原理、方法、用途，以及熟悉主要工艺设备及检测仪器。不能针对集成电路领域复杂工程问题的需求描述，进行合理分析与工艺设计，有效解决集成电路领域复杂工程问题，提高集成电路的性能和可靠性，同时降低制造成本，推动集成电路技术的持续发展和创新。
2	课程目标2	能够熟练利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。能够熟练了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。	能够比较熟练利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。能够比较熟练了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。	能够大概利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。能够大概了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。	能够利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。能够了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。但不全面	不能够利用半导体材料的基本性质，准确理解和评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案，能合理考虑它们对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。不能够了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展的方针、政策与法律法规也是必要的。这有助于在从事集成电路设计、制造和封装测试等工作时，遵守相关的环保和可持续发展要求，推动产业的绿色发展和可持续发展。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
3	课程目标3	能熟练掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法,不断学习和实践这些方法,提高自己的管理水平和决策能力。	能比较熟练掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法,不断学习和实践这些方法,提高自己的管理水平和决策能力。	能大概掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法,不断学习和实践这些方法,提高自己的管理水平和决策能力。	能熟练掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法,不断学习和实践这些方法,提高自己的管理水平和决策能力。但还有不足之处	不能掌握在集成电路工艺基础工程活动中的相关管理与经济决策方法,不断学习和实践这些方法,提高自己的管理水平和决策能力。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
集成电路制造技术（第二版）	王蔚，田丽，任明远	电子工业出版社	2018	否	

八、主要参考书目

- [1] 王志功、陈莹梅. 集成电路设计. 北京: 电子工业出版社. 2013
- [2] 孙萍. 集成电路制造工艺. 北京: 电子工业出版社. 2014
- [3] 施敏, 李明逵. 半导体器件物理与工艺. 苏州: 苏州大学出版社. 2014

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固,每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通,学生除掌握教学目标中提出的基本要求外,建议通过实验、课程设计或项目实践等方式,将所学知识应用于实际中,随时关注行业动态,了解最新的工艺技术和发展方向。

。

《微电子器件基础实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	微电子器件基础实验 (Basic Experiment of Microelectronic Device)		
课程编码	232410205C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	半导体物理、模拟电子技术	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	韩建新	审核人	白雪敏

二、课程简介

微电子器件实验课程是一门深入研究微小型电子器件设计、制造和应用的学科。通过学习,学生将掌握基本理论、制造工艺、性能测试等方面的知识,并具备微电子器件的设计、研发和应用能力。同时,课程还将关注最新发展趋势和前沿技术,以拓展学生的职业视野。微电子器件课程对于未来从事电子工程、集成电路等领域的学生和从业者来说是非常重要的基础课程。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 学生将深入了解微电子器件的基本原理与实验技术,掌握微电子器件的测试、表征和性能分析方法。这将为他们今后从事微电子领域的研究或工作打下坚实的基础。

课程目标 2: 学生将掌握微电子器件的基本原理与设计方法,培养实验操作技能,提高分析问题和解决问题的能力,为今后从事微电子领域的研究和开发奠定基础。

课程目标 3: 掌握微电子器件的基本原理与实验技能,学会使用计算机辅助设计工具进行仿真分析,培养解决复杂工程问题的能力,为今后在微电子/光电子和集成电路领域的研究与开发奠定基础。

课程目标 4: 学生将掌握微电子领域的基本知识和实验技能,培养解决复杂工程问题的能力。同时,实验中注重环境保护和可持续发展,帮助学生理解工程实践对环境的影响,培养其社会责任感和可持续发展意识。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.1 【影响】了解相关领域技术发展的现状与趋势，在设计复杂工程问题解决方案时，体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	5.1 【仪器使用】能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	5.2 【仿真】能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 4	7.2 【局限】理解电子科学与技术相关产业与环境的关系，理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，理解用技术手段降低其负面影响的作用与局限性。	毕业要求 7：环境和可持续发展

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	二极管特性分析	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
2	MOSFET 特性分析	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
3	BJT 特性分析	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
4	二极管整流器研究	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
5	MOSFET 放大器研究	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
6	BJT 放大器研究	3	验证性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
7	比较器的应用	3	综合性	3人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
8	信号放大的应用	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
9	信号的和与差应用	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
10	频率相关的信号放大	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
11	温度传感器	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
12	音频放大器	3	综合性	3人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 二极管特性分析

【实验目的】测量绘制各种二极管伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比；测量 LED 发光二极管发光时的电压及电流。

【实验原理】二极管阳极上的电压超过阴极上的电压，则二极管将“正向偏置”，并且理想情况下将在无电阻的情况下传导电流。相反，如果阴极电压比阳极电压高，则二极管“反向偏置”，理想情况下二极管应具有无限大的电阻，不允许电流通过。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】教师讲解观测 NI ELVIS III 模拟电路实验板卡结构和二极管特性的原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行实验操作，按照实验指导书对要求进行仿真、实测和分析，获得所有二极管和仿真二极管的 I-V 曲线，记录实验数据。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】详细写出二极管的工作原理及实验操作步骤，实验中的数据附于实验报告后并进行数据处理，详细分析误差产生的原因，总结实验中遇到的问题及实验结果。

2. MOSFET 特性分析

【实验目的】测量绘制 MOSFET 的伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比。

【实验原理】当 MOSFET 的栅极电压改变时，绝缘体上的电荷分布会发生变化，从而改变电场强度和方向。这个变化的电场进一步影响半导体中的电子和空穴的运动，改变了 MOSFET 的导电性。通过这种方式，MOSFET 可以用作开关或放大器，其工作原理是利用电场对电子和空穴运动的控制来实现的。

在特性分析实验中，通常会测量 MOSFET 的转移特性曲线和输出特性曲线。转移特性曲线描述了 MOSFET 在不同栅极电压下的导电性变化，而输出特性曲线则描述了 MOSFET 在不同漏极电压下的电流-电压关系。这些实验结果可以帮助我们深入理解 MOSFET 的工作原理，并优化其性能。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】教师讲解观测 NI ELVIS III 模拟电路实验板卡结构和 MOSFET 特性的原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行实验操作，按照实验指导书对要求进行仿真、实测和分析，获得所有 MOSFET 和仿真二极管的 I-V 曲线，记录实验数据。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应

用于简单的应用程序。

【实验报告要求】详细写出 MOSFET 的工作原理及实验操作步骤，实验中的数据附于实验报告后并进行数据处理，详细分析误差产生的原因，总结实验中遇到的问题及实验结果。

3. BJT 特性分析

【实验目的】测量绘制各种 BJT 的伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比。

【实验原理】BJT，是一种“两结三端”的电流控制器件。从原理上来看，BJT 可分为 NPN 和 PNP 两种类型。其基本功能包括电流放大和流控开关两大作用。BJT 借助杂质半导体中带负电荷的电子和带正电荷的空穴的流动来实现其功能，具有两个极性相反的 PN 结。

BJT 的原理图符号中，中间部分称为基区，与之相连的电极称为基极，用 B 或 b 表示；一侧称为发射区，与之相连的电极称为发射极，用 E 或 e 表示；另一侧称为集电区，与之相连的电极称为集电极，用 C 或 c 表示。射极的箭头代表发射极电流的实际方向。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】测量绘制各种 BJT 的伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比；观察基极电流的大小对 BJT 传输特性的影响。在各种基极电流下 BJT 的 I_C 曲线；观察基极电流的大小对 BJT 传输特性的影响。

【教学方法与手段】教师讲解观测 NI ELVIS III 模拟电路实验板卡结构和 BJT 特性的原理及操作步骤，学生以 3 人一组进行实验操作，按照实验指导书对要求进行仿真、实测和分析，获得所有 BJT 和仿真二极管的 I-V 曲线，记录实验数据。

【实验报告要求】详细写出 BJT 的工作原理及实验操作步骤，实验中的数据附于实验报告后并进行数据处理，详细分析误差产生的原因，总结实验中遇到的问题及实验结果。

4. 二极管整流器研究

【实验目的】测量绘制各种二极管伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比；测量 LED 发光二极管发光时的电压及电流。

【实验原理】二极管整流器实验原理主要基于二极管的单向导电性。二极管由 N 型和 P 型半导体结合而成，形成 PN 结。当外部直流电源电压施加到整流二极管时，就会发生偏置。在正向偏置状态下，电子从 N 型半导体流向 P 型半导体，形成电流。与此相反，在反向偏置状态下，电流极小，近似于无电流。

在整流电路中，根据交流电的正负半周，利用二极管的单向导电性，可以将

交流电信号转化为直流电信号。半波整流电路只利用交流信号的正半周或负半周，通过一个二极管将其转化为单向的直流信号。全波整流电路则利用了交流信号的全部波形，通过两个二极管交替导通将其转化为单向的直流信号。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】理解整流电路的原理和电路设计，测量绘制各种二极管伏安特性曲线，并与仿真数据进行对比，测量 LED 发光二极管发光时的电压及电流

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】完成二极管仿真曲线的绘制

5. MOSFET 放大器研究

【实验目的】了解 MOSFET 的三种放大器原理，并将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验原理】MOSFET 的放大原理可以通过三个关键的工作区间来解释，即截止区、线性区和饱和区。当金属门极上的电压较低时，MOSFET 处于截止区，此时电子无法通过半导体通道流动。当金属门极上的电压逐渐增加时，MOSFET 进入线性区，此时电子开始在半导体通道中流动，且其流动的大小与金属门极上的电压成正比。当金属门极上的电压继续增加，超过一定阈值时，MOSFET 进入饱和区，此时电子流动已经达到最大值，不再随着金属门极上电压的增加而增加。

基于 MOSFET 的放大原理，可以实现对电子信号的放大和控制。通过调节金属门极上的电压，可以控制半导体通道中电子的流动，从而实现对电子信号的放大。这种信号放大的原理被广泛应用于集成电路和电子设备中，例如放大器、运算放大器和数字电路等。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成共源、共栅和共漏极放大器的仿真和实测，分析数据并收集可交付成果。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集 CS 和 CG 放大器的电压传输特性、各种 FET 放大器配置的偏置电压等数据，并进行分析。

6. BJT 放大器研究

【实验目的】了解 BJT 的三种放大器原理，并将理论知识应用于简单的应

用程序。

【实验原理】基于 BJT 放大器的工作原理、性能指标、偏置电路、频率响应和稳定性。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成共射共基和共极放大器的仿真和实测，分析数据并收集可交付成果。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集 共射共基和共极放大器的电压传输特性、各种 BJT 放大器配置的偏置电压等数据，并进行分析。

7. 比较器的应用

【实验目的】了解比较器的原理，并使用仿真和实测进行验证。

【实验原理】比较器是一种将模拟信号转换为数字信号的电路，其输出状态取决于输入信号的大小。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成比较器的仿真和实测，分析数据并收集可交付成果。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集比较器的传输特性图，并进行分析。

8. 信号放大的应用

【实验目的】了解信号放大器的工作原理。

【实验原理】使用模拟电路实验板卡进行信号放大。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成信号放大器的仿真和实测。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集信号放大器的电压传输特性和偏置电压等数据，并进行分析。

9. 信号的和与差应用

【实验目的】了解求和放大器和差分放大器的原理

【实验原理】使用模拟电路实验板卡进行信号放大

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成本实验后，能够完成包括关联并比较仿真和实测实验结果

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集求和放大器和差分放大器的相关输出波形、模拟电路输入输出波形、放大器电路中使用的电阻的计算值。

10. 频率相关的信号放大

【实验目的】了解开环增益、频率响应的概念，熟悉反向积分电路。

【实验原理】使用反向积分电路进行信号放大，通过仿真和实测实验结果进行关联和比较。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】您应该能够完成包括关联并比较仿真和实测实验结果。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】收集计算出的理论放大器电路输出

11. 温度传感器

【实验目的】了解温度对二极管或 BJT 的影响，预测电路在不同环境条件下的行为，解释模数转换器的操作，找出数字采样的缺点。

【实验原理】使用温度传感器测量温度，通过模数转换器将模拟信号转换为数字信号，并使用数字采样技术进行数据采集。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】完成包括描述温度对二极管或 BJT 的影响，预测电路在不同环境条件下的行为，解释模数转换器的操作，找出数字采样的缺点。

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】描述温度对二极管或 BJT 的影响。预测电路在不同环境条件下的行为。解释模数转换器的操作。找出数字采样的缺点。

12. 音频放大器

【实验目的】描述多级放大器的结构，确定限制放大器的配置和组合。

【实验原理】通过使用运算放大器实现音频放大器，了解多级放大器的结构和限制放大器的配置和组合。

【实验仪器】NI ELVIS III 工作站、NI ELVIS III 模拟电路实验板卡、AC/DC 电源适配器、USB 2.0 连接线、计算机、NI Multisim 14.2

【实验安排】使用 NI ELVIS III 套件进行多级放大器的实验

【教学方法与手段】通过理论讲解、仿真和实测，使学生能够将理论知识应用于简单的应用程序。

【实验报告要求】包括多级放大器的 FET 输入级的输入和输出波形、输入级的偏置电压和电阻、输入阶段的增益分析、多级放大器的 BJT 输出级的输入和输出波形、输出级的偏置电压和电流、完整的多级放大器的增益和稳定性分析。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

课前预习由学生自主完成；

实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 12 个实验，7 个必做项目，5 个选做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核方式

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 通过微电子器件基础实验，学生将掌握微电子与光电子技术基础和集成电路系统设计与开发。 2. 学生能设计、编程、调试单片机系统，实现精确的电子电路控制。 3. 培养学生根据项目需求进行系统集成与优化，以及独立设计和研发复杂电子系统的能力。	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试
课程目标 2	1. 理解微电子器件的工作原理。 2. 掌握微电子电路的设计方法。 3. 熟练进行实验操作和设备使用。 4. 具备分析实验数据和识别问题的能力。 5. 能够提出并执行解决方案以纠正问题。	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 理解微电子器件的工作原理并掌握实验操作技能。 2. 熟练使用计算机辅助工具进行电路设计与仿真分析。 3. 培养分析复杂工程问题并提出解决方案的能力。	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

课程目标 4	1. 学生将通过微电子器件基础实验理解电子科学与技术产业的环境影响。 2. 评价工程实践在社会可持续发展的作用和局限性。 3. 培养学生利用技术减少负面影响的能力，认识相关挑战。	实验报告 实验操作 操作考试 理论考试
---------------	---	------------------------------

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%	
	实验操作	20%	20%	30%	30%
	实验报告	40%	60%		20%
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	25%	20%	25%
	操作考试	30%	30%	20%	20%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
 总成绩=理论考试成绩 (20%) + 操作考试成绩 (30%) + 平时成绩 (50%)

(1) 理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤 (10%)+实验操作 (40%)+实验报告 (50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事

求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学生能够深入理解微电子器件的所有基本原理，熟练进行相关实验操作，并能独立进行测试、表征和性能分析，展现出高度的创新思维和问题解决能力。	学生对微电子器件的基本原理有较好的理解，能够较为熟练地进行实验操作和性能分析，但在创新和独立解决问题方面表现一般。	学生对微电子器件的基本原理有一定的理解，能进行基本的实验操作和性能分析，但需要进一步指导以增强理解和技能。	学生对微电子器件的基本原理有基本的了解，能够完成一些基础的实验操作，但缺乏深入分析和独立解决问题的能力。	学生对微电子器件的基本原理理解不足，难以进行有效的实验操作和性能分析，需要显著提高理解和技能。
2	课程目标 2	学生不仅掌握了微电子器件的设计原理和方法，还能灵活运用这些知识解决复杂的设计问题，展现出优秀的创新能力和实践能力。	学生较好地掌握了微电子器件的设计原理和方法，能够解决大部分设计问题，但在处理特别复杂情况时可能需要帮助。	学生掌握了一些微电子器件设计的基本知识和技能，但在应用上还不够熟练，需要进一步加强理论学习和实践操作。	学生对微电子器件设计的基本原理和方法有初步了解和尝试，但应用能力较弱，需要更多练习来提高。	学生对微电子器件设计的理解和技能明显不足，难以有效进行设计工作，需要从基础知识重新学起。
3	课程目标 3	学生能熟练使用多种计算机辅助设计工具进行复杂的仿真分析，并能有效解决工程问题，展现出高水平的技术能力和创新思维。	学生能较为熟练使用一些计算机辅助设计工具进行仿真分析，解决大多数工程问题，但仍有提升空间。	学生可以基本使用计算机辅助设计工具进行简单的仿真分析，但在解决复杂问题时遇到困难，需要进一步学习提高。	学生对使用计算机辅助设计工具进行仿真分析仅有基本了解，能完成简单任务，但面对复杂问题时显得力不从心。	学生对计算机辅助设计工具的使用不熟悉，难以进行有效的仿真分析，亟需加强学习和实践。
4	课程目标 4	学生不仅能熟练解决复杂的工程问题，还展现出强烈的环境保护和可持续发展意识，能在工程实践中主动考虑环境影响。	学生能较好地解决大部分工程问题，并在一定程度上考虑到环境保护和可持续发展，但在某些情况下仍需提醒和指导。	学生能解决一些工程问题，对环境保护和可持续发展有一定认识，但在实际工程中应用不够主动和深入。	学生对解决工程问题和环境保护有一定的基本认识，但在实践中很难将这些理念转化为行动，需要更多的指导和支持。	学生在解决工程问题时很少考虑环境保护和可持续发展，对这些概念缺乏足够的理解和重视，需要全面加强教育和培训。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1] 曾益慧创, IECUBE, Nurturing Industry-Ready Talent, 2020.

[2] National Instruments, NI ELVIS III User Guide, 2020.

[3] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础, 北京: 高等教育出版社. 2015

2.与实验课程相关主要网站

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤, 课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题, 每个实验课后用 2-4 个课时进行综合性研究, 可以作为毕业论文的选题。

《激光原理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	激光原理 (Laser Principle)		
课程编码	232410210C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	力学、热学、电磁学	修读学期	第五学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 48, 实践学时 0)		
执笔人	杨丽	审核人	韩建新

二、课程简介

激光原理是高等院校电子科学与技术专业的一门具有核心地位的、极其重要的专业核心课程。在国外这门课程是多数理工科专业的必修课程。激光原理在相关专业的教学活动中起到承上启下的作用,该课程的发展与激光物理及激光技术的发展密切相关。本课程向学生教授激光器的基本原理,培养学生分析解决激光物理问题的能力,特别强调物理概念的深入理解以及逻辑公式的严格推导,为今后从事电子方面科研和开发工作打下良好的专业基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过学习激光的基本原理,主要讨论光的模式及等价概念,光受激辐射以及光放大和振荡的基本概念,为后面的学习打下基础。通过电磁场和物质的共振相互作用、谱线加宽、线型函数、速率方程组等知识的学习,能进行增益系数、谱线宽度的计算,具备根据激光器的不同层次的特性要求来近似的选择描述激光器的理论。

课程目标 2: 通过学习谐振腔的光场运动方程及高斯光束特性,等价共焦腔理论,腔的稳定条件,腔的衍射理论对共焦腔解析解的结果——高斯光束的性质,能够判断一般腔的稳定性和计算高斯光束的 q 值、光斑半径等,培养学生严谨的推导能力。掌握激光阈值条件,连续激光器稳定状态的建立,模式竞

争，根据激光工作物质的增益特性分析激光器的振荡条件、模式竞争效应、输出功率，具备计算能力和严格的理论分析能力。

课程目标 3：通过激光特性控制的学习，具备提高控制激光器输出特性的各种单元技术的能力。教学过程中鼓励学生在电路设计过程精益求精，不断进取，培养学生严谨治学的科学态度和大国“工匠精神”。在翻转课堂教学中，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神，以及正确对待理想和现实。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通交流

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	激光的基本原理	课程目标 1、2、3	讲授法、课堂反转	4
2	开放式光谐振腔与高斯光束	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	23
3	电磁场和物质的共振相互作用	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	10
4	激光振荡特性	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	6
5	激光特性的控制	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	5
合计				48

(二) 课程内容

内容一 激光的基本原理

【学习目标】

能逻辑清晰地复述出激光产生的思想。

【课程内容】

- 1.光相干性的描述方法和光子简并度的概念
- 2.激光产生的基本思想和集居数反转的概念
- 3.光和物质的三个共振相互作用的特点和激光的特性

【重点、难点】

重点：光子简并度、集居数反转的概念；光和物质的三个共振相互作用的特点

难点：光相干性的描述方法

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光原理》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光原理》相关课程。

内容二 开放式光学谐振腔与高斯光束

【学习目标】

1. 能准确地说出衍射积分理论
2. 会计算 q 值
3. 能逻辑清晰地阐述高斯光束自再现变换的意义
4. 会判断稳定腔和非稳腔
5. 能准确地描述稳定腔和非稳腔处理方法的异同

【课程内容】

1. 光腔的损耗的种类和描述
2. 开放式光腔自再现模的形成与衍射积分理论
3. 对称共焦腔与一般稳定球面腔的等价关系及模式特点
4. 高斯光束的自再现变换与稳定球面腔的关系
5. 高斯光束的基本性质、 q 参数变换、聚焦和准直
6. 非稳腔基模的几何光学处理方法和几何自再现波型

【重点、难点】

重点：光腔的损耗的种类和描述；横模、纵模的概念；对称共焦腔与一般稳定球面腔的等价关系及模式特点；高斯光束的基本性质和参数概念；非稳腔基模的几何光学处理方法和几何自再现波型。

难点：稳定腔模式的衍射积分理论分析法。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光原理》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光原理》相关课程。

内容三 电磁场和物质的共振相互作用

【学习目标】

1. 能准确地说出烧孔效应的概念
2. 能准确地计算谱线均匀加宽的线宽度
3. 能准确理解饱和增益
4. 能准确计算增益系数

【课程内容】

1. 谱线均匀加宽和非均匀加宽的物理含义、种类以及相应的线型函数
2. 单模情况下典型激光器的速率方程组
3. 均匀加宽和非均匀加宽工作物质的增益系数及增益饱和特点
4. 增益烧孔效应的概念

【重点、难点】

重点：谱线均匀加宽和非均匀加宽的物理含义、种类以及相应的线型函数；单模情况下典型激光器的速率方程组

难点：光学多普勒效应及多普勒加宽；增益饱和的实质、表现及数学处理；烧孔效应的形成过程。

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光原理》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、课后习题；

3. 中国大学 MOOC《激光原理》相关课程。

内容四 激光振荡特性

【学习目标】

1. 能准确说出影响阈值的条件
2. 了解兰姆凹陷、弛豫振荡
3. 了解单模激光器线宽极限产生的原因

【课程内容】

1. 激光器阈值的概念、种类以及影响阈值的因素
2. 均匀加宽和非均匀加宽激光器的模式竞争特点
3. 兰姆凹陷、弛豫振荡、频率牵引的概念
4. 单模激光器线宽极限产生的原因

【重点、难点】

重点：激光器阈值、模式竞争、兰姆凹陷的基本概念

难点：单模激光器线宽极限产生的原因

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光原理》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光原理》相关课程。

内容五 激光特性的控制

【学习目标】

1. 了解激光模式的选择
2. 了解锁模的原理

【课程内容】

1. 激光模式选择、调 Q、稳频
2. 锁模的目的、原理和典型的实现方

【重点、难点】

重点：激光模式选择、调 Q、稳频以及锁模的目的、原理

难点：锁模技术

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光原理》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光原理》相关课程。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。
2. 通过参加电科专业相关竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学原子物理知识解决实际问题的能力。

六、考核内容与成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1.对称共焦腔与一般稳定球面腔的等价关系 2.阈值计算 3.增益系数 4.均匀加宽和非均匀加宽	平时作业 期末考试
课程目标 2	1.严谨的逻辑思维能力 2.编程的基本方法 3.发现问题、分析问题、解决问题、反思问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1.科学素养和辩证唯物主义世界观 2.自我认识、自我反思、自我发展	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成小论文、讲课、习题、单元测试、思维导图)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、考勤)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1)平时成绩：平时成绩=平时作业(30%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对原子物理基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式以习题为主，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2)期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
激光原理（第7版）	周炳琨，高以智，陈倜嵘，陈家骅，霍力	国防工业出版社	2014	否	

八、主要参考书目

- [1]陈家壁，彭润玲. 激光原理及应用. 北京：电子工业出版社. 2010
- [2]俞宽新. 激光原理与激光技术. 北京：北京工业大学出版社. 2008
- [3]范安辅，徐天华. 激光技术物理. 成都：四川大学出版社. 1992
- [4]沈 柯. 激光原理教程. 北京：北京工业出版社. 2005

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通，学生除掌握教学目标中提出的基本要求外，可选学教师提供的课外拓展资料。

《光电子技术基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	光电子技术基础 (Fundamentals Of Photoelectronic Technology)		
课程编码	232410211C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	大学物理、高等数学、 固体物理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	4	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 64, 实践学时 0)		
执笔人	王晓波	审核人	韩建新

二、课程简介

光电子技术基础是电子科学与技术的光电模块课程，光电子技术是由电子技术和光子技术互相渗透、优势结合而产生的，是一门新兴的综合性交叉学科，已经成为现代信息科学的一个极为重要的组成部分，以光电子学为基础的光电信息技术是当前最为活跃的高新技术之一。该课程介绍光电子技术的理论和应用基础，介绍光电子系统中关键器件的原理、结构、应用技术和新的发展。该课程在阐明基本原理的同时，突出应用技术，使学生能够把握光电子技术的总体框架，有兴趣、有信心投入实践和创新活动，对培养学生的科学思维能力，树立理论联系实际工程观点和提高学生分析和解决问题的能力，都有极其重要的作用。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过辐射度学和光度学的基础知识学习，掌握辐射度学和光度学的基础知识；了解辐射度学和光度学之间的关系与联系。掌握常用的光源及光度学的基本知识；了解发光二极管的新进展。通过热辐射光源的基本原理学习，了解黑体辐射器、白炽灯和卤钨灯的原理。通过掌握气体放电光源，了解气体放电光源的特点以及各种不同类型的气体放电光源。掌握激光器的基本原理以及半导体激光器的结构；了解各种不同的激光器的发光机理；掌握发光二极管的基本原理，了解发光二极管的工作特性。

课程目标 2：通过对该课程的学习让学生熟悉光电辐射探测器件的特点，能够建立起光电子技术的“逻辑思维”方法；使学生能够正确使用常用光电子器件；学生能通过网络或手册，快速查找到所需信息，具有一定的获取信息、拓展知识领域、继续学习的能力；能把实际问题抽象成真值表或状态装换图，并设计出相应的逻辑电路具有一等的分析解决问题的能力；初步具有分析、寻找和排除电子线路中常见故障的能力。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。教学过程中鼓励学生在光电子理论学习及设计过程精益求精，不断进取，培养学生严谨治学的科学态度和大国“工匠精神”。通过门电路与集成电路的学习，让学生理解个人与集体的关系，培养学生团队合作能力。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2 【设计】 能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3: 设计/开发解决方案
课程目标 2	4.2 【综合分析】 能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4: 研究
课程目标 3	6.2 【责任】 理解实施微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程解决方案可能产生的后果及应承担的责任。	毕业要求 6: 问题分析

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	光电系统的常用光源	课程目标 1、2	讲授法、优质提问教学法	8
2	光辐射的调制	课程目标 1、3	讲授法、优质提问教学法	8
3	光辐射探测器	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	6
4	光电成像器件	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
5	光存储器	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	4
6	平板显示器件	课程目标 1、2、3	讲授法、优质提问教学法	2
	合计			32

(二) 课程内容

内容一 光电系统的常用光源

【学习目标】

了解光度学的基础知识、常用光源

【课程内容】

辐射度学和光度学的基础知识，热辐射光源，气体放电光源，激光器，发光二极管

【重点、难点】

重点：光度学的基础知识、常用光源

难点：激光器

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC 《光电子技术基础》相关课程。

内容二 光辐射的调制

【学习目标】

熟悉机械调制，电光调制，声光调制，磁光调制原理及过程

【课程内容】

机械调制，电光调制，声光调制，磁光调制。

【重点、难点】

重点：电光调制的基本过程

难点：声光调制

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频;
2. 学习通题库、单元测试;
3. 中国大学 MOOC 《光电子技术基础》相关课程。

内容三 光辐射探测器

【学习目标】

1. 能准确地说出光辐射探测器的理论基础
2. 能准确地说出光热探测器、光电探测器的原理及应用

【课程内容】

光辐射探测器的理论基础，光热探测器，光电探测器

【重点、难点】

重点：光热探测器、光电探测器

难点：光电探测器

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频;
2. 学习通题库、单元测试;
3. 中国大学 MOOC 《光电子技术基础》相关课程。

内容四 光电成像器件

【学习目标】

1. 能准确说出光电成像器件各个器件的作用及工作原理
2. 【课程内容】

摄像管，摄像器件的性能参数，电荷耦合器件，CMOS 图像传感器，图像增强器

【重点、难点】

重点：电荷耦合器件、CMOS 图像传感器

难点：电荷耦合器件

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《光电子技术基础》相关课程。

内容五 光存储器

【学习目标】

5. 能准确地解释不同光存储器的工作原理

【课程内容】

存储器概述，光盘存储器的工作原理，CD、VCD、DVD、可擦写光盘，光盘存储技术的发展。

【重点、难点】

重点：CD、VCD、DVD、可擦写光盘、光盘存储器的工作原理

难点：光盘存储原理

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《光电子技术基础》相关课程。

内容六 平板显示器件

【学习目标】

了解平板显示器件的工作原理及应用

【课程内容】

液晶显示器，LED 显示器，等离子体显示器，DLP 投影显示

【重点、难点】

重点：液晶显示器（LCD）、LED 显示器

难点：液晶显示器

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、单元测试；
3. 中国大学 MOOC《光电子技术基础》相关课程。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。

2. 通过参加山西省大学生电子设计竞赛、全国大学生物理实验竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学光电子技术基础知识解决实际问题的能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1.光辐射探测器工作原理及应用 2.光电成像器件 3.光存储器	平时作业 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1.具有一定的获取信息、拓展知识领域、继续学习的能力； 2 能把实际问题抽象成真值表或状态装换图，并设计出相应的逻辑电路具有一等的分析问题解决问题的能力； 3. 初步具有分析、寻找和排除电子线路中常见故障的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1.科学素养和辩证唯物主义世界观 2.自我认识、自我反思、自我发展	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成课内实践、讲课、习题、单元测试、思维导图等)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、学习通互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对光电子技术基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对光电子技术基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整,独立或合作完成全部作业要求。书写端正,对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整,独立或合作完成作业要求。书写端正,但对问题分析较全面。	作业内容完整,独立或全部完成作业要求,书写端正,没有对问题进行分析。	作业内容完整,独立或合作完成作业要求。书写较凌乱,没有对问题进行分析。	作业内容不完整,没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课,积极互动,主动讨论,发言积极。	上课较认真,互动较积极,发言次数较多。	上课能作一点笔记,互动有一定自主性,能够发言。	上课不太认真,有互动但不多,很少发言。	听课很不认真,不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整,逻辑条理,内容准确,内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整,逻辑条理性一般,内容比较准确。	字迹不太工整,逻辑条理性一般,内容不太全面。	字迹不工整,内容不条理,内容不全面。	字迹了草,内容混乱,内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
光电子技术基础(第一版)	安毓英	电子工业出版社	2002	否	

八、主要参考书目

- [1] 朱京平. 光电子技术基础(第一版). 北京: 科学出版社. 2003
 [2] 石顺祥. 光电子技术与应用. 成都: 电子科技大学出版社. 2000

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固,每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解,录制讲解视频提交学习通,学生除掌握教学目标中提出的基本要求外,可选学教师提供的课外拓展资料。

《光电系统与信号处理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	光电系统与信号处理 Photoelectric System and Signal Processing		
课程编码	232410208C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	光电系统与信号处理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 32 ， 实践学时 0 ）		
执笔人	王亮	审核人	韩建新

二、课程简介

本课程将介绍光电系统的基本原理和信号处理的基本方法。学生将了解光电系统的基本组成部分、光电传感器的工作原理、特性和应用，以及光学成像系统的基本原理和应用。此外，课程还将涵盖信号处理的基本概念、数字信号处理的基本原理和方法，以及滤波器的设计原理等内容。通过学习本课程，学生将能够掌握光电系统的设计流程和实现方法，以及信号处理系统的设计和实现。课程的教学方法将采用讲授、实验、讨论等多种方式相结合，以培养学生的理论基础和实践能力为主要目标。课堂上将通过案例分析、探究式学习等方式，激发学生的学习兴趣 and 创造性思维，提高他们的学习效果和能。本课程旨在培养学生的光电系统设计和信号处理能力，为学生今后从事相关领域的工作和研究提供基础知识和技能。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握光电系统的基本组成和光学成像的基本原理；掌握数字信号处理的原理和方法及滤波器的设计原理；掌握光电系统的设计流程和方法；掌握信号系统的设计流程和方法。

课程目标 2：通过本课程的学习，学生将培养光电系统设计和信号处理的能

力；学生将学会光电系统设计的流程和实现方法，以及信号处理系统的设计和实现；此外，学生将通过实验和课程设计提高实践能力，包括设计、测试、调试和应用案例分析等方面的能力。

课程目标 3：形成一定的科学素养及思维方式；具备自我探索和自我提升的意识。

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1: 工程知识
课程目标 2	2.3 论证：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。	毕业要求 2: 问题分析
课程目标 3	12.1 自主：能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和掌握自主学习的方法，了解拓展知识和能力的途径。	毕业要求 12: 终身学习

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

章序	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
内容一	光电系统的基本原理	课程目标 1、2、3	讲授法	4
内容二	信号处理的基本原理	课程目标 1、2、3	讲授法	8
内容三	光电系统的设计和实现	课程目标 1、2、3	讲授法	8
内容四	信号处理系统的设计和实现	课程目标 1、2、3	讲授法	8
内容五	实验	课程目标 1、2、3	讲授法	4
	合计			32

（二）课程内容

内容一 光电系统的基本原理

【学习目标】

- 1.能准确说出光电系统的组成部分
- 2.能准确说出光电传感器的分类和特性
- 3.能简要介绍出光电传感器的应用

4.能准确说出光学系统成像的基本规律

5.能简要介绍光学系统成像的应用

【课程内容】

1.光电系统的基本组成部分

2.光电传感器的分类和特性

3.光电传感器的应用

4.光学成像系统的基本规律

5.光学系统成像的应用

【重点、难点】

1.重点：光电传感器的特性、光学系统成像的规律

2.难点：光电传感器的特性、光学系统成像的规律

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1.学习通课程视频；

2.学习通试题库、单元测试；

3.中国大学 MOOC《光电系统与信号处理》相关课程。

内容二 信号处理的基本原理

【学习目标】

1.能准确说出不同的信号的特点

2.可以准确说出信号的采样方法及要求

3.掌握时域频域的分析计算方法

4.能够准确说出滤波器的设计原理和步骤

5.能准确说出数字信号处理过程中的基本原理和方法

【课程内容】

1.信号的基本分类和概念

2.信号的采样和量化

3.时域和频域分析

4.滤波器的基本原理和设计

5.数字信号处理的基本原理和方法

【重点、难点】

- 1.重点：信号的采样、时域和频域的分析计算、滤波器的设计
- 2.难点：时域和频域的分析计算、滤波器的设计

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC《光电系统与信号处理》相关课程。

内容三 光电系统的设计和实现

【学习目标】

- 1.能准确说出光电系统的设计流程
- 2.能准确说出光电系统的设计方法
- 3.可以简要说出光电系统的测试和调试策略
- 4.能简要举出几个光电系统的应用例子

【课程内容】

- 1.光电系统的设计流程
- 2.光电系统的设计方法
- 3.光电系统的测试和调试
- 4.光电系统的应用案例

【重点、难点】

- 1.重点：光电系统的设计流程、光电系统的设计方法
- 2.难点：光电系统的设计流程、光电系统的设计方法

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一

个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《光电系统与信号处理》相关课程。

内容四 信号处理系统的设计和实现

【学习目标】

- 1.能准确说出信号处理系统的设计流程
- 2.能准确说出信号处理系统的设计方法
- 3.可以简要说出信号处理系统的测试和调试策略
- 4.能简要举出几个信号处理系统的应用例子

【课程内容】

- 1.信号处理系统的设计流程
- 2.信号处理系统的设计方法
- 3.信号处理系统的测试和调试
- 4.信号处理系统的应用案例

【重点、难点】

- 1.重点：信号处理系统的设计流程、信号处理系统的设计方法
- 2.难点：信号处理系统的设计流程、信号处理系统的设计方法

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频；
- 2.学习通试题库、单元测试；
- 3.中国大学 MOOC 《光电系统与信号处理》相关课程。

内容五 实验

【学习目标】

- 1.能够掌握光电系统的实验原理和方案

2.能够掌握信号处理系统的实验原理和方案

3.能够规范撰写相应的实验报告

【课程内容】

1.光电系统的实验

2.信号处理系统的实验

3.实验报告的撰写和展示

【重点、难点】

1.重点：光电系统的实验、信号处理系统的实验

2.难点：光电系统的实验、信号处理系统的实验

【教学方法】

讲授法、优质提问教学法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1.学习通课程视频；

2.学习通试题库、单元测试；

3.中国大学 MOOC《光电系统与信号处理》相关课程。

五、达成教学活动中目标的途径和措施

1. 本课程采用传统教学手段和信息化教学手段相结合的课堂讲授模式，信息化平台主要有雨课堂、学习通等。课程开始前 5-10 分钟主要是学生相互探讨交流，对上节课知识的回忆以及在现实中应用的举例。教学内容采用优质提问教学法进行，具体分为五个阶段，分别是：准备问题、陈述问题、激发学生思考并回答问题、对学生的回答进行加工、对提问进行反思。通过以上五个步骤，将传统的以教师为中心、以知识的传授为中心的课堂转变为以学生为中心、以学生能力的训练和提高为中心的课堂。

2. 在教学安排上，做到教师课内精讲和学生课外自主学习相结合，课堂讨论和讨论后的讲评相结合，使学生掌握重点、化解难点，提高学生分析问题和解决问题的能力；通过习题课、课后答疑、学习通上传学习资源等多种途径，引导学生课前预习、课后复习，加深对基础知识的掌握和对前沿领域的了解。

六、考核方式

（一）考核方式

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	评价依据
课程目标 1	1.光电系统的组成和光学成像的基本原理 2.数字信号处理的原理和滤波器的设计原理 3.光电系统的设计流程和方法 4.信号系统的设计流程和方法	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 2	1. 初步具备光电系统设计和信号处理的能力 2. 完成光电系统和信号处理系统的设计步骤和方案 3. 对一些案例进行分析	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 科学素养及科学意识 2. 自我反思及自我提升	出勤考核 平时作业 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成课内实践、讲课、习题、单元测试、思维导图等)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、学习通互动)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩 (30%) + 期末考试成绩 (70%)；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业 (50%) + 课堂表现 (30%) + 课堂笔记 (20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对本课程基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中在优质提问教学法的五个环节中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分。

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分。

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
光电系统与信号处理	叶嘉雄	科学出版社	1997	否	

八、主要参考书目

[3] 吴晗平 光电系统设计. 北京: 清华大学出版社. 2019

[4] 高西全、丁玉美 数字信号处理. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2022

九、课程学习建议

由于课程总体难度较大, 所涉及数学计算较多, 需要学生利用课外时间通过相关书本和学习通视频等资料加深巩固。

《激光技术与器件》课程大纲

一、课程信息

课程名称	激光技术与器件 (Laser Technology and Devices)		
课程编码	232410213C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	激光原理、半导体物理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	杨丽	审核人	韩建新

二、课程简介

激光技术与器件是电子科学与技术专业的一门专业选修课,通过本课程的学习,使学生了解和掌握激光形成基础物理知识,掌握激光器中各部件的工作原理,掌握基础激光技术的原理和实施方法,熟悉一些典型的激光器的工作原理和主要激光器件和技术的进展,同时将介绍目前激光技术领域中一些比较先进的技术,教会学生自己不断获取新知识的方法,培养学生利用专业知识分析问题和解决实际问题的能力,为学生将来从事激光技术等相关领域的工作打下坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过学习气体高压放电的基本过程(激发、电离、复合),原子在电场作用下的运动过程(碰撞、能量转移)以及带电粒子在离子气体中的运动和能级结构,掌握不同激光器的机构、工作原理以及工作特性。

课程目标 2: 通过对该课程的学习让学生熟悉不同激光器的结构和工作特性,使学生能够正确认识常用器件;学生能通过网络或手册,快速查找到所需信息,具有一定的获取信息、拓展知识领域、继续学习的能力。

课程目标 3: 结合知识点使学生了解世界先进技术,培养学生的责任感和使命感。教学过程中鼓励学生在激光器的设计过程精益求精,不断进取,培养

学生严谨治学的科学态度和大国“工匠精神”。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.2 分析：根据微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的需求描述，运用数学、自然科学和工程科学原理进行分析建模。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	6.1 背景：具有在电子科学与技术相关企业生产实习和社会实践的经历，了解必要的工程背景知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案等可能对社会、健康、安全、法律以及文化带来的影响。	毕业要求 6：工程与社会
	7.1 法规：了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。	毕业要求 7：环境和可持续发展持续发展
课程目标 3	11.1【管理决策】理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	气体放电的基本原理	课程目标 1、2	讲授法、讨论法	4
2	He-Ne 激光器	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	6
3	CO ₂ 激光器	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	8
4	固体激光器的工作原理及特性	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	8
5	固体激光器的设计	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论法	6
	合计			32

(二) 课程内容

内容一 气体放电的基本原理

【学习目标】

能逻辑清晰地复述出原子在电场中碰撞中能量转移过程

【课程内容】

1. 气体高压放电的基本过程(激发、电离、复合)
2. 原子在电场作用下的运动过程(碰撞、能量转移)以及带电粒子在离子气体中的运动

【重点、难点】

重点：带电粒子运动

难点：原子电离及碰撞

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光技术与器件》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光技术与器件》相关课程。

内容二 He-Ne 激光器

【学习目标】

1. 能准确地说出 He-Ne 激光器的工作原理
2. 能逻辑清晰地阐述跃迁能级结构
3. 会计算工作特性温度和功率

【课程内容】

1. He-Ne 激光器的工作原理
2. 辐射跃迁的能级结构
3. 温度及其工作输出特性(温度、功率、光谱等)
4. He-Ne 激光器的结构特点及设计要求

【重点、难点】

重点：He-Ne 激光器的结构和工作原理

难点：He-Ne 激光器的设计

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光技术与器件》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光技术与器件》相关课程。

内容三 CO₂激光器

【学习目标】

1. 能准确地说出 CO₂ 激光器的工作原理
2. 能准确地说出 TEACO₂ 激光器的特性
3. 能准确理解普通及高功率 CO₂ 激光器设计内涵

【课程内容】

1. CO₂ 激光器的工作原理
2. 工作特性、能级结构、激发过程
3. 普通及高功率 CO₂ 激光器结构及设计
4. TEACO₂ 激光器的特性

【重点、难点】

重点：CO₂ 激光器的分子能级及结构

难点：CO₂ 激光器弛豫过程及解决办法

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光技术与器件》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光技术与器件》相关课程。

内容四 固体激光器的工作原理及特性

【学习目标】

1. 能准确说出固体激光器的分类
2. 了解工作物质的热效应

【课程内容】

1. 固体激光器的特性、分类
2. 工作物质的热效应

【重点、难点】

重点：固体激光器的性能参数、输出特性

难点：根据不同的应用背景选不同的工作物质

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光技术与器件》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光技术与器件》相关课程。

内容五 固体激光器的设计

【学习目标】

1. 了解固体和光学腔
2. 了解系统设计的结构及原理

【课程内容】

1. 固体聚光腔
2. 光学谐振腔
3. 泵浦系统及冷却系统的结构及设计

【重点、难点】

重点：光学谐振器的设计

难点：设计合理的冷却和滤光系统

【教学方法】

讲授法、讨论法

【学习要求】

课上积极参与互动，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过 MOOC《激光技术与器件》相关视频对课堂知识进行巩固。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 学习通试题库、课后习题；
3. 中国大学 MOOC《激光技术与器件》相关课程。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时，主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。
2. 通过参加电科专业相关竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学原子物理知识解决实际问题的能力。

六、考核内容与成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1.原子在电场中的作用 2.He-Ne 激光器的特点 3.CO ₂ 激光器的工作原理 4 工作物质的热效应 5.系统设计的原则	平时作业 期末考试
课程目标 2	1.严谨的逻辑思维能力 2.编程的基本方法 3.发现问题、分析问题、解决问题、反思问题的能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1.科学素养和辩证唯物主义世界观 2.自我认识、自我反思、自我发展	平时作业 课堂表现 期末考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (30%)	平时作业(小组合作完成小论文、讲课、习题、单元测试、思维导图)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问、考勤)		70%	30%
结果性考核占比 (70%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、平时作业、课堂笔记、课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩(30%)+ 期末考试成绩(70%)；

(1) 平时成绩：平时成绩=平时作业(50%)+课堂表现(30%)+课堂笔记(20%)。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对原子物理基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式以习题为主，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(2) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课堂笔记	字迹工整，逻辑条理，内容准确，内容及形式有一定创新性。	字迹比较工整，逻辑条理性一般，内容比较准确。	字迹不太工整，逻辑条理性一般，内容不太全面。	字迹不工整，内容不条理，内容不全面。	字迹了草，内容混乱，内容严重不全。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
激光器件与技术	刘敬海，徐荣甫	北京理工大学出版社	2004	否	

八、主要参考书目

- [1]蓝信钜. 激光技术. 北京: 科学出版社. 2018
- [2]李适明. 激光器件原理与设计. 北京: 国防工业出版社. 2005
- [3]余学才, 刘志军, 李琨. 激光原理与技术. 北京: 科学出版社. 2020

九、课程学习建议

课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，每一章可以选择一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通，学生除掌握教学目标中提出的基本要求外，可选学教师提供的课外拓展资料。

《光电探测技术实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	光电探测技术实验 (Photoelectric Detection Technology Experiment)		
课程编码	232410214C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	光电技术、激光原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	王晓波	审核人	韩建新

二、课程简介

《光电探测技术实验》课程是电子科学与技术专业教学计划中的一门专业拓展课程。光电探测技术与国民经济和国防工业中有着十分广泛的应用。由于光电探测技术有很强的实践性只有掌握了光的基本实验方法才能真正掌握光电探测技术及其在实践中的应用。因此测控技术与仪器专业光电探测技术实验设置的目的是使学生熟悉光电技术领域里一些基本的仪器及使用方法。光电探测技术实验技能和动手能力,培养学生具有严谨的实事求是的科学地工作作风,要求学生掌握所做实验的原理、实验仪器的使用以及实验步骤并能运用所学理论对实验现象进行解释和分析,使学生具有良好的科学实验素质,为后续课程和工作打下良好的实验基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过实验项目的学习,掌握光敏电阻的基本原理及使用方法,了解光电器件的应用、光敏三极管在使用方法、光源的电路设计等知识点,掌握 PSD 光电特性。

课程目标 2: 通过本课程的学习,培养学生能够运用光电技术的基本知识解决实际问题的能力,培养学生查阅资料的能力,并能够综合运用所学专业对日常生活控制装置进行改进的发散思维。

课程目标 3: 在实验原理的教学过程中,结合本课程前沿,使学生了解光电

探测技术在环境监测和治理、可再生能源中的应用,培养学生的责任感和使命感。在分组实践教学中,通过合理分工和有效组织,培养学生团队合作精神;在实践教学中,要求学生严格执行实验室的操作规范,培养良好的设备安全操作习惯,以及一丝不苟的工作作风。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.1【影响】了解相关领域技术发展的现状与趋势,在设计复杂工程问题解决方案时,体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素。考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素。	毕业要求 3: 设计/开发, 解决方案
课程目标 2	5.1【仪器使用】能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能,能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。5.2【仿真】能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具,完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析,并能理解其局限性。	毕业要求 5: 使用现代工具
课程目标 3	7.2【局限】理解电子科学与技术相关产业与环境的关系,理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响,理解用技术手段降低其负面影响的作用与局限性。	毕业要求 7: 环境和可持续发展

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	光敏电阻特性及应用	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	光敏管的应用—光控电路	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	光敏三极管对不同光谱的响应	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	光电池的特性应用—光强计	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	光纤位移传感器-位移测试实验	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	光电位置敏感器件-PSD	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	红外光传感器-热释电红外传感器性人体探测	3	验证性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	光栅衍射实验--光栅距的测定	3	设计性	2 或 3 人一组	必做	课程目标 1、2、3

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
9	光电探测器及弱信号检测	3	验证性	2或3人一组	选做	课程目标 1、2、3
10	光学调制器及信号解调方法	3	验证性	2或3人一组	选做	课程目标 1、2、3
11	CCD 摄像法物体轮廓尺寸测量实验	3	设计性	2或3人一组	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

（二）实验项目

1. 光敏电阻特性及应用

【实验目的】通过实际操作，深入了解光敏电阻的基本特性，包括光敏电阻的光敏特性、电阻变化规律等，并通过实验结果验证光敏电阻的工作原理。

【实验原理】

1.光线的作用下，电子吸收光子的能量从键合状态过渡到自由状态，引起电导率的变更，这种现象称为光电导效应。

2.光电导效应是半导体资料的一种体效应。光照愈强，器件自身的电阻愈小。基于这种效应的光电器件称光敏电阻。

3.光敏电阻无极性，其工作特性与入射光光强、波长和外加电压有关。

【实验仪器】主机箱、装置架、普通光源、各种滤光镜、光电器件实验（一）模板、光敏电阻探头、照度计模板、光照度探头。

【内容提要】测绘光敏电阻的五种特性曲线；

【实验安排】教师讲解光敏电阻的基本特性和实验注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光敏电阻五种特性原理及操作步骤，将实验数据及计算结果以表格列出，在表格之后详细写出数据处理过程，写出实验结果分析并回答思考题。

2. 光敏管的应用—光控电路

【实验目的】

- 1.掌握光敏管的基本原理
- 2.掌握光敏管的使用方法

3.设计并验证光控电路

4.根据暗通电路原理,设计亮通电路。

【实验原理】是指利用光敏元件对光信号进行检测和转换,控制电路的工作状态

【实验仪器】光敏二极管或光敏三极管、光控电路、光源、电压表、电阻器、三极管

【内容提要】设计基于光敏管的光控电路,在不同光照条件下验证光强对电路影响。

【实验安排】教师讲解光敏管组成的光控电路,接线时注意光敏管极性和注意事项,并进行现场演示测量数据;学生以2或3人一组,根据教师所讲方法进行实验操作,并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光敏管在控制电路中的具体应用原理及操作步骤,将实验数据及计算结果以表格列出,在表格之后详细写出数据处理过程,写出实验结果分析并回答思考题。

3. 光敏三极管对不同光谱的响应

【实验目的】

了解光敏三极管结构与工作原理

掌握光敏三极管性能、特性的测试方法

【实验原理】在光敏二极管的基础上,为了获得内增益,就利用晶体三极管的电流放大作用,用 Ge 或 Si 单晶体制造 NPN 或 PNP 型光敏三极管

【实验仪器】CSY2000G 光电传感器实验台 光电器件实验(一)模板、光敏三极管、光源、滤色镜、照度计模板、光照度计探头

【内容提要】测出给定光敏三极管对不同光谱的响应曲线,总结使用光敏三极管时对光源的选择规律

【实验安排】教师讲解光敏三极管对不同光谱的响应影响因素和注意事项,并进行现场演示测量数据;学生以2或3人一组,根据教师所讲方法进行实验操作,并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光敏三极管对不同光谱的响应原理,总结使用光敏三极管时对光源的选择规律

4. 光电池的特性应用—光强计

【实验目的】

- 1.根据检测原理，设计并连接电路
- 2.选择可控强度的光源，验证电路的正确性
- 3.设计精度更高的光强计

【实验原理】光强计是通过测量光照射到光电池上产生的电流大小来确定光的强度。光照射到光电池上，光子的能量激发光电池中的电子，形成电流。

【实验仪器】两种光电池、各类光源、测试电路、电压表（41/2 位）自备、微安表、激光器、照度计。

【内容提要】设计基于光电池的光强测试电路，在不同光照条件下验证光强对电路影响。

【实验安排】教师讲解光强计的工作原理及注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光强计的工作原理的测量原理，进行实验数据记录 and 数据处理，对结果进行分析并回答思考题。

5. 光纤位移传感器-位移测试实验

【实验目的】

光纤位移传感器的结构与工作原理
光纤传感器的输出特性曲线

【实验原理】反射式光纤传感器工作原理如图所示，光纤采用 Y 型结构，两束多模光纤合并于一端组成光纤探头，一束作为接收，另一束为光源发射，近红外二级管发出近红外光经光源光纤照射至被测物，由被测物反射的光信号经接收光纤传输至光电转换器件转换为电信号，反射光的强弱与反射物与光纤探头的距离成一定的比例关系，通过对光强的检测就可得知位置量的变化。

【实验仪器】光纤（光电转换器）、光纤光电传感器实验模块、电压表、示波器、螺旋微仪、反射镜片

【内容提要】研究光纤位移传感器发射部分与接收部分的结构，测试位移-电压输出曲线

【实验安排】教师讲解光纤位移传感器发射部分与接收部分的结构和位移-电压影响因素及注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光纤位移传感器发射部分与接收部分的结构及作用，测试位移-电压输出曲线进行实验数据记录 and 数据处理，对结果进行分析并回答思考题

6. 光电位置敏感器件—PSD

【实验目的】

1. 掌握 PSD 的光电特性。
2. 掌握光学三角测量法的基本原理
3. 测试位移检测系统的输出曲线
4. 分析系统精度 PSD 的灵敏度

【实验原理】 PSD (position sensitive detector) 是一种新型的横向光电效应器件，当入射光点照在器件光敏面上时，激发光生载流子而产生电流 I ，光生电流的大小与光点的大小无关，只和光点在器件上的位置有关系。当光点位于器件中点（原点）时，光生电流 $I_1=I_2$ ，根据这一原理◇将 PSD 器件两极电流 I_1 、 I_2 转换成电压信号后再进行运算即可知道光点的位置。

【实验仪器】 PSD 器件（已装在基座上）、固体激光器、反射体、 PSD 处理电路单元、电压表

【内容提要】验证 PSD 的原理，找出光斑大小与输出电流之间的关系。测试给定系统位移-电压曲线，求出其灵敏度。

【实验安排】教师讲解 PSD 的光电特性基本原理和注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出 PSD 的原理，找出光斑大小与输出电流之间的关系。测试给定系统位移-电压曲线，求出其灵敏度，进行实验数据记录 and 数据处理，对结果进行分析并回答思考题

7. 红外光传感器-热释电红外传感器性人体探测

【实验目的】

- 1.掌握菲涅尔透镜的原理
- 2.分析热释电红外传感器的结构
- 3.使用调速电机 观察电机转速对测试结果的影响
- 4.总结实验现象的原因

【实验原理】人体红外传感器是一种基于热释电效应的传感器，能够检测周

围环境中的人体热量变化，从而判断是否有人经过。原理如下：当有人经过时，人体会向周围散发出热量，这被物体所收和反射。当这些反射热量进入到红外传感器所在的区域时，红外传感器就会产生微弱的电信号。该电信号经过放大、滤波等处理后，就可以被单片机识别并进行相应的处理。通常情况下，在检测到有人经过时，系统会下一篇出警报或者控制其他设备进行响应。

【实验仪器】热释电红外传感器、慢速电机、热释电处理电路、电加热器、电压表

【内容提要】熟悉热释电红外传感器的结构，分析其对测试信号的特性的要求

【实验安排】教师讲解热释电红外传感器的结构和操作注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出热释电红外传感器的结构及工作原理，进行实验数据记录和数据处理，对结果进行分析并回答思考题，找出电机转速对测试结果的影响

8. 光栅衍射实验--光栅距的测定

【实验目的】了解光栅的结构及光栅距的测量方法

【实验原理】光栅测长是一种利用光栅的干涉原理来测量物体长度的方法。光栅是一种具有规则的周期性结构的光学元件，其表面平整且具有许多平行的刻痕。当入射光线照射到光栅上时，会发生衍射现象，形成一系列亮暗相间的衍射条纹。利用这些衍射条纹，可以测量出物体的长度。

光栅测长的原理是基于干涉现象。当入射光线照射到光栅上时，光栅上的刻痕会将光线分为多个相干光束，这些光束会发生衍射现象。在远离光栅的位置，可以观察到一系列亮暗相间的条纹，称为干涉条纹。这些干涉条纹的间距与光栅的刻痕间距有关，而光栅的刻痕间距是已知的。

【实验仪器】光栅、激光器、直尺与投射屏（自备）

【内容提要】了解光栅的结构及光栅距的测量方法

【实验安排】教师讲解光栅的结构及光栅距的测量注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出光栅结构及测距方法；尝试用激光器照射用做莫

尔条纹的光栅，并测定光栅距，记录测试结果并回答思考题。

9. 光电探测器及弱信号检测

【实验目的】

- 1.熟悉真空电管、硅光二极管、三极管、光电池、热电堆的使用
- 2.加深对光谱响应概念的理解
- 3.掌握光电检测电路的特性

【实验原理】光电探测器是一种能够将光信号转换为电信号的器件，其基本原理是利用光电效应。当光照射到光电探测器的光敏面时，光子的能量会使光敏物质中的电子获得足够的能量而逸出，形成电子空穴对。通过施加电场，将电子和空穴分离，形成电流，即光电流。光电探测器的输出信号主要有光电流和光电压两种形式。

【实验仪器】光电探测器、光源、测量设备（电流表，电压表，电阻箱）

【内容提要】用比较法测量硅光电二极管、硒光电池的光谱响应曲线；装调 LM 565 锁相环电路，掌握锁定范围和有关参数之间的范围。

【实验安排】教师讲解光电探测器的使用方法和注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】：详细写出光电探测器的工作原理；记录实验数据、比较测量硅光电二极管、硒光电池的光谱响应曲线并回答思考题。

10. 光学调制器及信号解调方法

【实验目的】

1. 通过本实验熟悉信号的幅值调制与解调原理。
2. 了解信号调制与解调过程中波形和频谱的变化，加深对调制与解调的理解。

【实验原理】光学调制解调技术基本原理就是将一个光信号调制成数字信号，在传输后再将数字信号解调还原成光信号。光电调制器的基础原理是利用调制技术，改变光波的振幅、相位或频率，从而将数字信号传递给光控组件。光电调制器可以按照工作方式，分为直接调制和间接调制两种。直接调制是指输入电信号的变化直接地改变光强或频率，间接调制是指通过改变光路或其他物理参数来实现调制。

【实验仪器】光源：激光管、实验桌、PCS2814 型电光调制器、准直器、直

流电源、光电探测器、示波器

【内容提要】学会使用频谱分析仪，对调制盘输出信号进行频谱分析；观察声光衍射现象，测出声光调制结果。

【实验安排】教师讲解光学调制器的使用方法和注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】详细写出信号的幅值调制与解调原理；记录实验数据并分析并回答思考题，了解信号调制与解调过程中波形和频谱的变化，加深对调制与解调的理解。

11. CCD 摄像法物体轮廓尺寸测量实验

【实验目的】通过本实验掌握利用线阵 CCD 进行非接触测量物体尺寸的基本原理和方法，用实例探讨影响测量范围、测量精度的主要因素，为今后设计提供重要依据。

【实验原理】电荷耦合器件（CCD）的重要应用是作为摄像器件，它将二维光学图像信号通过驱动电路转变成一维的视频信号输出。当光学镜头将被摄物体成像在 CCD 的光敏面上，每一个光敏单元（MOS 电容）的电子势阱就会收集根据光照强度而产生的光生电子，每个势阱中收集的电子数与光照强度成正比。在 CCD 电路时钟脉冲的作用下，势阱中的电荷信号会依次向相邻的单元转移，从而有序地完成载流子的运输——输出，成为视频信号。用图像采集卡将模拟的视频信号转换成数字信号，在计算机上实时显示，用实验件对图像进行计算处理，就可获得被测物体的轮廓信息

【实验仪器】CCD 摄像头、被测目标（圆形测标）、视视频线、图像采集卡、实验软件

【内容提要】CCD 轮廓测量系统的调试；CCD 轮廓测量系统参数设置

【实验安排】教师讲解游标卡尺和螺旋测微计的使用方法和注意事项，并进行现场演示测量数据；学生以 2 或 3 人一组，根据教师所讲方法进行实验操作，并记录实验数据。

【教学方法与手段】

【实验报告要求】熟悉 CCD 轮廓测量系统的构成原理，了解 CCD 轮廓测量系统中参数设置的意义，自行设置系统参数，回答思考问题。

五、教学方法与手段

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

课前预习由学生自主完成；

实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 11 个实验，9 个必做项目，2 个选做项目，各专业根据具体需求选做合适的实验项目。采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1.相关实验原理、实验思想和实验方法 2.实验操作基本知识 3.相关实验仪器的性能和使用	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	1.综合应用理论的能力 2.实验操作能力 3.在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力 4.查阅文献、拟订实验方案的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1.实事求是、严肃认真的科学态度 2. 一丝不苟、坚韧不拔的作风 3. 团队合作精神 4. 辩证唯物主义世界观	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比（50%）	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比（50%）	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

（1）理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、编程方法以及实验操作基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的的能力。满分 100 分。

（2）操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对光电探测技术实验原理实验程序编写的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

（3）平时成绩：平时成绩=考勤（10%）+实验操作（40%）+实验报告（50%）；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对光电探测技术实验原理实验基本操作和程序编写的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和结果分析两部分，预习满分 40 分，结果分析满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；结果分析考察学生程序设计和实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	实验操作	根据实验室规则进行实验，实验操作规范，熟练掌握实验基本操作技能，熟悉相关实验仪器的操作方	根据实验室规则进行实验，实验操作基本规范，基本掌握实验基本操作技能，熟	实验操作基本规范，熟悉相关实验仪器的操作方法，组员之间配合不默契。	实验操作不规范，后在教师指导下能够进行规范操作，组员之间配合不默契。	不能出勤实验。

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
		法，组员之间配合默契，能够很好高质量的完成实验。	悉相关实验仪器的操作方法。组员之间配合默契，能够完成实验。			
2	实验报告	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，程序设计准确，有明确的实验分析，且分析恰当，能准确给出结果分析图，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，符合课程内容，实验现象记录清晰，程序设计准确，有明确的实验分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确，实验现象记录清晰，有程序设计，有明确的实验结果分析，字迹较工整，态度认真。	格式规范，符合实验报告写作要求；实验报告各要素明确欠缺，实验现象记录不清晰，无程序设计，有图表分析，无明确的实验结果分析，字迹较潦草。	全文抄袭，或未按时提交，或与实验内容不相关。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

[1] 刘吉. 光电探测技术实验指导书, 2002

[2] 浦昭邦. 光电测试技术. 北京: 机械工业出版社. 2005

2. 与实验课程相关主要网站

[1]https://www.icourse163.org/course/ECNU-1206508809?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcjsjg

[2]https://www.icourse163.org/course/QZSFX-1206672828?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsg

[3]https://www.icourse163.org/course/HIT-1464062167?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsg

[4]https://www.icourse163.org/course/NENU-1206700811?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsg

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
光电探测技术实验	自编			否	

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤，课后查阅相关文献资料和拓展视频认真完成每个实验的思考题，可选学教师提供的课外拓展资料。

《光纤技术应用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	光纤技术应用 (Application of Optical Fiber Technology)		
课程编码	232410216C	适用专业	电子科学与技术
先修课程	高等数学、电磁学、电磁场与微波技术	修读学期	第七学期
课程类别	专业模块课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	李志秀	审核人	韩建新

二、课程简介

《光纤技术应用》是电子科学与技术专业的职业能力拓展课程，是现代光通信、光传感以及分析测量领域的关键基础课程之一。光纤技术应用主要以光的电磁理论为基础，系统地讲解介质波导的基本知识，包括波导中的射线光学理论、模式及模式耦合。光纤的基本原理及传输特性、光纤系统中光源、光探测器、光隔离器和光定向耦合器等光纤元器件的基本原理和它们的特征参量,并在此基础上介绍了光纤通信技术的基础知识。结合知识点使学生了解世界先进的光纤技术，培养学生的对技术革新和国家发展的社会使命感，培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够深入理解光纤通信系统的基本组成和工作原理以及光纤通信中的关键技术，能够完成光纤通信系统的设计工作。

课程目标 2：具备对光纤技术领域的实际问题进行综合分析的能力，能够运用所学知识对问题进行深入剖析，识别问题的关键所在，并提出有效的解决方案。

课程目标 3：能够撰写结构清晰、逻辑严密的光纤技术报告，准确记录实验

结果、分析数据和提出改进建议。能够积极参与光纤技术领域的学术会议和技术交流活动，分享自己的研究成果，并与他人进行深入讨论和交流。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.2 设计：能够针对特定需求，对微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题进行分解和细化，进行软硬件模块的设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 3	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	光传输的理论基础	课程目标 1、2	讲授法、启发式教学法	4
2	平板介质波导	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式教学法	4
3	光纤	课程目标 1、3	讲授法、启发式教学法	6
4	光纤的传输特性	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式教学法	6
5	光纤器件	课程目标 1、2、3	讲授法、研讨式教学法	6
6	光纤通信技术	课程目标 2、3	讲授法、启发式教学法	6
	合计			32

(二) 课程内容

内容一 光传输的理论基础

【学习目标】

1. 能表述光纤技术的起源和发展及应用，以及光的电磁理论
2. 能写出麦克斯韦方程和其边界条件及光波的波动方程

3. 能描述处理光传输问题的两种理论方法：射线光学方法和几何光学方法
4. 能描述平面光干涉及其在介质界面上的反射和折射定律，尤其是全反射，及全反射时的相移

【课程内容】

1. 麦克斯韦方程和波动方程
2. 平面光波及其在介质界面上的反射和折射
3. 程函方程与光线方程

【重点、难点】

重点：麦克斯韦方程组

难点：平面光波在介质面上的反射

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材，完成预习。课上积极参与互动，能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业，并且能够复习学过的知识，通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式，拓展自己的知识面，了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007年;
3. 中国大学 MOOC 《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

内容二 平板介质波导

【学习目标】

1. 会分析理想平板波导中的导模、辐射模、泄漏模、消失模模式
2. 会计算均匀平面波在平板波导中的导模和辐射模及导模的传输和截止条件
3. 会利用波动光学的方法求解阶跃平板波导中的各种模式、周期性平板波导中的同向耦合和逆向耦合

【课程内容】

1. 阶跃平板波导的射线光学理论分析
2. 阶跃平板波导的波动光学理论分析
3. 渐变折射率平板波导

4. 模式的正交性和完备性
5. 非理想波导中的模式耦合

【重点、难点】

重点：射线光学理论；波动光学分析；模式的正交性和完备性的基本概念

难点：波动光学分析

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材，完成预习。课上积极参与互动，能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业，并且能够复习学过的知识，通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式，拓展自己的知识面，了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007 年;
3. 中国大学 MOOC 《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

内容三 光纤

【学习目标】

1. 能说出阶跃光纤、梯度光纤、光纤光栅，光子晶体光纤及几种特殊材料光纤的概念及其应用
2. 会计算弱导光纤中场的标量近似解即 LP 模的本征解及截止条件，梯度光纤中的导模场解等。

【课程内容】

1. 光纤的射线光学理论
2. 光纤的波动光学理论
3. 非均匀光纤
4. 特殊材料光纤

【重点、难点】

重点：阶跃光纤；梯度光纤

难点：光纤波动光学理论

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材，完成预习。课上积极参与互动，能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业，并且能够复习学过的知识，通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式，拓展自己的知识面，了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007年;
3. 中国大学 MOOC 《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

内容四 光纤的传输特性

【学习目标】

1. 能说出光纤损耗、色散、偏振的概念，光纤色散的种类
2. 能准确的表述单模光纤的偏振波色散及保偏光纤特性，光纤中的各种非线性效应：自相位调制、交叉相位调制、四波混频、受激散射等
3. 会分析光纤损耗的机制，光信号在色散光纤中传输的频域及时域分析，光脉冲的色散展宽

4. 【课程内容】

1. 光纤损耗
2. 光纤色散
3. 光纤偏振
4. 光纤中的非线性效应

【重点、难点】

重点：光纤损耗的机制；波导色散；模间色散

难点：光纤色散

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材，完成预习。课上积极参与互动，能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业，并且能够复习学过的知识，通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式，拓展自己的知识面，了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007 年;
3. 中国大学 MOOC 《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

内容五 光纤器件

【学习目标】

1. 能表述光纤无源器件的主要性能参数, 各种无源和有源器件的种类、开展及在光纤通信和传感中的重要
2. 能准确的说出各种光纤无源和有源器件的工作原理

【课程内容】

1. 光纤无源器件
2. 光纤有源器件
3. 光纤器件的研究

【重点、难点】

重点: 光波分复用器; 光纤激光器和光纤放大器

难点: 光纤隔离器的工作原理; 光纤激光器的使用

【教学方法】

讲授法、研讨式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材, 完成预习。课上积极参与互动, 能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业, 并且能够复习学过的知识, 通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式, 拓展自己的知识面, 了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007 年;
3. 中国大学 MOOC 《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

内容六 光纤通信技术

【学习目标】

1. 能说出光纤通信系统中光源、光放大器及光检测器的种类及特性, 光通信系统对光电检测器的性能要求, 复用技术的基本概念, 光孤子通信系统,

几种分布式光纤网络

2. 能准确的说出光通信中的调制, LED 的工作原理, PN、PIN、APD 的工作原理, 相干检测的基本原理及想干通信的调制技术

3. 能准确的说出光纤通信系统的基本组成, 光纤通信的原理: 模拟通信系统、数字通信系统, 各种光复用技术

【课程内容】

1. 光纤通信系统的基本组成
2. 光纤通信原理基础
3. 光通信系统的光源和调制特性
4. 光纤通信系统中的光放大和光放大器
5. 光检测和光检测器
6. 光纤通信系统中的复用技术
7. 相干光纤通信系统
8. 光孤子通信简介
9. 光纤通信分布式网络

【重点、难点】

重点: 光检测原理和光放大原理

难点: 光纤通信系统的调制

【教学方法】

讲授法、启发式教学法

【学习要求】

课前要仔细阅读教材, 完成预习。课上积极参与互动, 能够回答相应的问题。课下在规定时间内完成作业, 并且能够复习学过的知识, 通过查阅相关书籍、文献或参加学术讲座等方式, 拓展自己的知识面, 了解光纤技术的最新发展和应用。

【学习资源】

1. 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995;
2. 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007 年;
3. 中国大学 MOOC《光纤技术应用》相关课程;
4. 文献数据库。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程, 无专门的实践教学学时, 主要通过以下方法培养学生的实践能力。

1. 建立学习小组，通过小组讨论完成各项学习实践活动，包括平时的小组学习任务、任务成果展示、课后实践探究等。

2. 通过参加山西省大学生物理学术竞赛、山西省大学生电子设计竞赛、大学生创新创业项目等活动，提高应用所学光纤技术知识解决实际问题的能力。

六、考核内容及成绩评定

(一) 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 光纤通信系统的基本组成和工作原理 2. 光纤通信中的关键技术 3. 运用理论知识，进行光纤通信系统的设计	平时作业 期末考试
课程目标 2	1. 对光纤通信系统进行综合分析和解决问题的能力 2. 文献调研能力	平时作业 课堂表现 课堂笔记 期末考试
课程目标 3	1. 撰写光纤技术报告 2. 参加学术会议和技术交流活动	平时作业 课堂表现 期末考试

(二) 课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (40%)	平时作业(小组合作完成小论文、习题、单元测试)	40%	40%	20%
	课堂笔记	50%	50%	
	课堂表现(课堂提问)		70%	30%
结果性考核占比 (60%)	闭卷考试	30%	45%	25%

(二) 成绩评定

1. 评定方式

成绩评定采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括平时作业、课堂笔记、

课堂表现等，占比 30%；“1”指期末考试成绩，期末考试采取闭卷形式，占比 70%。总成绩=平时成绩（30%）+ 期末考试成绩（70%）；

平时成绩：平时成绩=平时作业（50%）+课堂表现（30%）+课堂笔记（20%）。

平时作业：学生独立完成作业，考察学生对光纤技术应用基础理论和基本知识的掌握程度，运用有关理论解决问题的能力以及学生的逻辑思维、自我管理等基本素养。作业形式多样化，可以是习题、调查报告，讲解视频等，发布和提交作业的形式由传统手段和信息化手段相结合，每次作业按要求完成，每次作业满分 100 分。

课堂表现：考察学生参与课堂提问、课堂练习、讨论等的积极性及参与的质量。课堂提问中重点考察学生的逻辑思维、分析问题等方面的能力。课堂互动方式由传统手段和信息化手段相结合。满分 100 分

课堂笔记：考察笔记内容的准确度，笔记内容及形式的创新度，逻辑的条理性，字迹的工整程度。满分 100 分

(1) 期末成绩：根据课程的考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对基础理论和基本知识的理解与掌握情况，运用相关知识分析问题、解决问题的能力，以及学生的逻辑思维、科学素养等。满分 100 分。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够全面、准确地描述光纤通信系统的基本组成和工作原理，对关键技术有深入的理解。能够独立完成光纤通信系统的设计，设计方案合理、完整。	能够较好地描述光纤通信系统的基本组成和工作原理，对关键技术有一定的了解。能够完成光纤通信系统的设计，设计方案基本合理。	能够大致描述光纤通信系统的基本组成和工作原理，对关键技术有基本的了解。能够完成光纤通信系统的基本设计。	能够简单描述光纤通信系统的基本组成和工作原理，对关键技术有基本的认识。能够完成光纤通信系统的基本框架设计。	无法描述光纤通信系统的基本组成和工作原理，对关键技术缺乏基本认识。无法完成光纤通信系统的设计任务。
2	课程目标 2	能够全面、深入地分析光纤通信系统的各个组成部分和工作原理，准确识别并解决系统中的关键问题。能够高效检索相关文献，准确理解文献内容，并有效地将文献知识与实际问题相结合。	能够较好地分析光纤通信系统的组成和工作原理，基本识别并解决系统中的问题。能够独立完成文献检索和阅读，理解文献内容，并将其应用于实际问题中。	能够简单分析光纤通信系统的基本组成和工作原理，但对系统深入理解和解决问题的能力有限。能够完成文献检索和阅读任务，但对文献内容的理解和应用能力有待提高。	能够初步了解光纤通信系统的基本组成和工作原理，但分析和解决问题的能力有限。能够完成简单的文献检索和阅读任务，但对文献内容的理解和应用不够深入。	无法理解光纤通信系统的基本组成和工作原理，缺乏分析和解决问题的能力。无法独立完成文献检索和阅读任务，对文献内容的理解严重不足。
3	课程目标 3	能够撰写光纤技术报告，报告结构清晰，逻辑严密，语言流畅，表达准确。积极参与学术会议和技术交流活动，能够有效地进行技术交流和讨论。	能够撰写光纤技术报告，报告结构基本清晰，语言通顺，表达基本准确。能够参加学术会议和技术交流活动，并发表自己的观点。	能够撰写光纤技术报告，报告结构尚可，但在语言表达和逻辑性方面存在不足。能够参加学术会议和技术交流活动，但在发言和交流中可能表现得较为被动。	能够撰写光纤技术报告，报告在结构、语言表达和逻辑性方面存在明显不足。能够参加学术会议和技术交流活动，但较少发言或交流。	不能完成光纤技术报告的撰写，参加学术会议和技术交流活动时，无法进行有效的技术交流和讨论。

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
光纤技术及应用	石顺祥	科学出版社	2016	否	

八、主要参考书目

- [1] 彭吉虎、吴伯瑜. 光纤技术及应用. 北京理工大学出版社, 1995
- [2] 赵勇. 光纤传感原理与应用. 清华大学出版社, 2007 年

九、课程学习建议

光纤技术在通信、医疗、工业等领域有着广泛的应用。在学习过程中，关注这些应用案例，了解光纤技术如何解决实际问题。同时光纤技术是一个不断发展的领域，新的技术、材料和设备不断涌现。在学习过程中，要关注行业动态，了解最新的技术进展和应用趋势。

《PCB 版图综合实践》课程大纲

一、课程信息

课程名称	PCB 版图综合实践 (Synthesis Practice of PCB Layout)		
课程编码	232410201D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	模拟电路、电路分析	修读学期	第三学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	赵岩	审核人	韩建新

二、课程简介

PCB 版图综合实践是为学生提高工程素质和实际操作能力而设置的集中性实践教学环节,旨在培养学生专业的电子线路计算机辅助设计能力,是学生掌握虚拟仿真和 PCB 设计专业技能的关键环节。通过实践教学,使学生学会应用设计软件工具设计简单的电子电路板,熟悉电路原理图的绘制、电路仿真和印制电路板设计的方法及基本操作,并初步具备根据电子信息领域实际工程问题应用软件工具设计电路板的能力,为学生解决电路与系统的复杂工程问题打下理论基础。

三、实习目的

课程目标 1: 掌握全流程全周期的电子电路板设计开发流程和设计基本原则,掌握 PCB 板图的布线规则设置,合理布局、布线,掌握 PCB 板相关输出文件的生成方法,掌握元器件库封装,综合考虑各种工程因素,进行电子电路板的整体设计与开发。

课程目标 2: 通过学习 PCB 版图设计软件,熟练掌握电路原理图设计基本步骤,学会运用该软件进行电路原理图设计及绘制,学会使用元器件库编辑器制作元器件符号,掌握电路进行仿真的过程。

课程目标 3: 熟悉 PCB 版图设计的技术发展及 PCB 制板的工艺流程,具有在电子科学与技术相关企业生产实习和社会实践的经历,了解必要的工程背景知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案等可能对社会、健康、安全、法律以及文化带来的影响。

课程目标 4: 通过电路实验板制板及焊接调试,正确理解和评价 PCB 版

图设计领域的复杂工程问题，在解决复杂工程问题时，具有环境保护和可持续发展的意识与责任；在进行复杂工程实践过程中，具有对社会、环境和经济等方面可持续发展的评价。

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 2	5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 3	6.1 背景：具有在电子科学与技术相关企业生产实习和社会实践的经历，了解必要的工程背景知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂工程问题解决方案等可能对社会、健康、安全、法律以及文化带来的影响。	毕业要求 6：工程与社会
课程目标 4	7.2 局限：理解电子科学与技术相关产业与环境的关系，理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，理解用技术手段降低其负面影响的作用与局限性。	毕业要求 7：环境和可持续发展

四、实习内容

(一) 实习内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	电子元器件与常用材料的辨别与分析	课程目标 1、2、3、4	讲授法、讨论法	0.5 天
2	PCB 版图设计软件概述	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	0.5 天
3	PCB 版图设计	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	2 天
4	电子电路板的制作与调试	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	2 天
合计				1 周

(二) 实习内容

内容一 电子元器件与常用材料的辨别与分析

【学习目标】

1. 掌握常用电子器件的基本性能

2. 学会用电子仪器仪表等测量工具测量常用的基本电子元器件的基本参数
3. 正确识别与检测常用电子元器件，正确使用电子元器件

【课程内容】

1. 常用电子元件 1（电阻类）
2. 电常用电子元件 2（电容类）
3. 常用电子元件 3（电感类、接插件类）

【重点、难点】

重点：常用电子元器件的正确识别与检测方法。

难点：测量常用的基本电子元器件的基本参数

内容二 PCB 版图设计软件概述

【学习目标】

1. 掌握 PCB 版图设计的流程
2. 掌握 PCB 版图设计软件的安装与基本操作

【课程内容】

1. PCB 简介和发展历史
2. PCB 版图设计流程概述
3. PCB 版图设计软件介绍、软件安装和基本操作

【重点、难点】

重点：PCB 版图设计流程

难点：PCB 版图设计软件的基本操作

内容三 PCB 版图设计

【学习目标】

1. 掌握电路原理图设计的方法
2. 掌握 PCB 的绘制方法
3. 掌握 PCB 封装库编辑方法，应用 PCB 软件进行电路图的绘制

【课程内容】

1. 电路原理图的绘制
2. PCB 版图的绘制
3. 元件库操作

【重点、难点】

重点：元件和元件库的操作方法

难点：PCB 设计环境参数设置及基本规则

内容四 电子电路板的制作与调试

【学习目标】

1. 掌握 PCB 制板原理和 PCB 制板流程
2. 设计一个有一定功能的电路，并进行 PCB 板的制作和焊接

【课程内容】

1. PCB 板的加工与制作
2. PCB 板的焊接与调试

【重点、难点】

重点：PCB 板的焊接与调试

难点：PCB 板的焊接与调试

五、考核方式

(一) 考核内容

课程考核方式分为实训报告、综合评价以及答辩相结合的考核。

实训项目的成绩实行量化计分，由以下三项构成系统完成的整体情况（满分为 60 分），实训报告（满分为 30 分），平时成绩（满分为 10 分），根据学生三项成绩评定出课程设计的综合成绩（满分为 100 分）。分别给予、良好、中等、及格、不及格五级成绩评定。

在实训项目中，整体评价涵盖参与设计、作品完成和课堂仿真作业三个方面。在实物作品的设计制作过程中，通过审查学生的工作日志、设计文件以及仿真实例，对每位学生进行过程考核。过程考核成绩将纳入设计作品的整体评价成绩之中，本项目采用单人考核方式。

实训报告要求学生撰写一份描述设计方案、制作与调试过程、测试情况、作品使用方法、成本分析、人员分工与合作情况，以及工作心得与体会等内容的设计报告。针对设计报告内容的科学性与合理性、文字表达的准确性和规范性等方面的因素，给予评价。

课程总评成绩					
课程整体评价 (满分 60 分)	参与设计 (10 分)	10 分	60 分	100 分	
	作品完成 (20 分)	20 分			
	课堂仿真作业 (30 分)	30 分			
实训报告 (满分 30 分)	设计报告 (30 分)	30 分			
平时成绩 (满分 10 分)	出勤与表现 (10 分)	10 分			

(二) 考核方式与课程目标的关系

1. 课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	课程整体评价	设计报告	平时成绩	目标分值

课程目标 1	20	10		30
课程目标 2	10			10
课程目标 3	20	10	5	35
课程目标 4	10	10	5	25
合计总分	60	30		100

2. 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 能识别电路设计中的难题。 2. 能分析问题原因。 3. 清楚项目目标。	整体评价 实训报告 课程答辩
课程目标 2	1. 能将电路分析原理应用于电路设计。 2. 能设计出可行的技术解决方案。	整体评价 课程答辩
课程目标 3	1. 评估在个人任务中扮演的角色和表现。 2. 考察在团队合作中的贡献和协作。 3. 评价的沟通能力及其在团队中的应用。	整体评价 课程答辩
课程目标 4	1. 能制定明确的项目流程计划。 2. 能有效分配项目资源。 3. 能跟踪并管理项目进度。 4. 能识别潜在风险并进行评估。 5. 能实施风险应对策略。	整体评价 实训报告

(三) 成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	评价依据
整体评价 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效果和制作工艺质量等因素给予评价。	课程目标 1、2、3、4	出勤、提交仿真实例、检查成品
	参与设计	项目实施过程中，积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期 PCB 电路设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计（绘制系统结构框图）、设计方案的评估、比较与选择，元器件及电路的参数的计算，电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	评价依据
设计报告 20%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性，以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、4	设计报告
	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据，以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
平时成绩 10%	出勤及表现	考查学生在本次设计工作中实际承担的工作内容及完成情况	课程目标 3、4	出勤

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	全面掌握设计流程，独立完成复杂设计，考虑全面，输出准确。	较好掌握设计流程，完成一般设计，考虑较为全面，输出基本准确。	基本掌握设计流程，完成简单设计，考虑一般，输出基本准确。	部分掌握设计流程，完成基本设计，考虑有限，输出基本准确。	未掌握设计流程，设计能力差，输出不准确。
2	课程目标 2	熟练使用软件，独立完成复杂设计，仿真能力强。	较好使用软件，完成一般设计，仿真能力较好。	基本使用软件，完成简单设计，仿真能力一般。	部分使用软件，完成基本设计，仿真能力有限。	未掌握软件使用，设计和仿真能力差。
3	课程目标 3	深入理解技术发展，全面掌握工艺流程，评价能力强。	较好理解技术发展，掌握工艺流程，评价能力较好。	基本理解技术发展，掌握工艺流程，评价能力一般。	部分理解技术发展，部分掌握工艺流程，评价能力有限。	未理解技术发展，未掌握工艺流程，评价能力差。
4	课程目标 4	全面理解复杂问题，具有环保意识，评价全面。	较好理解复杂问题，具有一定环保意识，评价较好。	基本理解复杂问题，具有有一些环保意识，评价一般。	部分理解复杂问题，环保意识有限，评价能力有限。	未理解复杂问题，缺乏环保意识，评价能力差。

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次，按下述标准评定成绩。

(1)优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标):能灵活,正确,综合地运用所学的专业理论知识;观点明确,能深入进行分析,有很强的分析问题和解决问题的能力,并有独到见解系统设计合理,有创新性;使用体验好,实用功能强,且在设计中能综合考虑社会环境因素,对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值,能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅,表述规范,突出,格式规范,结论正确答辩展路清晰描述清楚,有较强的表达能力。

(2)良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标):方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识,理论联系实际,观点明确,分析比较深入,有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素,对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点较鲜明,结论正确答辩思路比较清晰,描述比较清楚,有较好的表达能力。

(3)中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标):能运用所学知识完成设计:方案论证分析基本正确、合理:能够理论联系实际,观点较明确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中未充分考虑社会环境因素,对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点基本正确,结论基本正确;答辩思路基本清晰,描述基本清楚,有一定的表达能力。

(4)及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标):能将所学的知识完成简单应用:方案论证分析基本正确,但内容尚欠充实。观点基本正确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中对社会环境因素考虑不周,对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚,表达不够规范,论点基本正确,结论欠合理答辩思路较混乱,描述基本清楚,表达能力欠佳。

(5)不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者,应判为不及格:

1)未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识,技能差。设计报告杂乱无章,表达不规范,论点不清,无明确结论或结论错误。

2)抄袭他人成果,完全仿制者。

3)设计的作品(研究结论)无价值可言,也不能正常展示。

4)设计工作量严重不足。

5)不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上具有原则性错误。

注：对于由学校本科生院或学院组织及认定支持的电子信息类专业学科竞赛，由课程组对竞赛内容进行审核，如竞赛内容能够完全涵盖本课程的教学目标，经对参赛学生的获奖证明进行审核，课程组可决定对在该竞赛中获得一定等级以上奖项的学生授予本课程实物作品制作免修资格，课程成绩可根据竞赛获奖等级酌情予以认定。

六、实习方式与组织

为确保每位同学能够充分做好准备，指导老师在课程教学周（16周）结束前一周向学生发出通知，提醒他们安装好所需的软件。同时，老师还将组织学生按照实习安排。在这个实施计划中，我们将分为以下几个步骤：

1. 指导老师通知学生安装相关软件：

在实习开始之前，指导老师会向学生们提供一份详尽的软件安装指南。该指南将包含所需软件的下载链接、安装步骤以及必要的配置说明。老师会确保所有学生都能够独立完成软件的安装，并在必要时提供远程协助。

2. 组织学生按照实习安排：

实习安排将被设计成确保学生能够充分理解并参与到整个项目流程中。指导老师会创建一个详细的时间表，包括关键的里程碑和期望的学习成果。学生们将被分配到不同的小组，每个小组都有特定的任务和目标。

3. 实习过程中的辅导与支持：

在实习期间，指导老师将提供持续的辅导和支持。定期的会议将被安排来讨论进展、解决问题和分享最佳实践。老师还会提供额外的学习材料和资源，以帮助學生更好地理解复杂的概念和工具。

4. 实习总结与反馈：

实习结束时，学生们将被要求提交一份综合报告，总结他们的学习经历和项目成果。指导老师将对学生的表现进行评估，并提供详细的反馈。最后，将举行一个展示会，学生们有机会展示他们的工作，并从同学和评审那里获得反馈。

实习要求

对学生的要求：

学生在进行单片机项目设计实训时，需要掌握单片机和嵌入式系统的基础理论知识，能够按照项目流程进行需求分析、系统设计、编码、测试和调试。同时应具备一定的编程技巧，使用 PCB 绘制软件，并拥有良好的逻辑思维及独立解决问题的能力。此外，团队合作精神和遵守实习单位规章制度也是对学生的基本要求。

对指导教师的要求：

指导教师应具有丰富的专业知识和实际项目经验，能够为学生提供有效的技术指导和项目设计建议。教师负责制定和执行实训计划，监督学生的项目进度，并对学生的工作成果进行评价和反馈。教师还需要具备良好的沟通能力，激励学生学习并解决学习过程中的疑难问题。

对实习单位和场所的要求：

实习单位需要提供符合单片机项目设计要求的工作环境，包括必要的硬件设施、软件工具以及实验材料。确保实验室环境安全，以保障学生在操作中的安全。单位应有专业的技术支持团队，以便在学生遇到技术难题时提供帮助。同时，单位应具备一套完善的管理系统，以协调各类实习活动，保证实训目标的实现。若实习包含企业合作部分，单位应确保合作企业和项目内容适合学生的学习水平和目标

七、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为马工程教材
无					

2. 主要参考书目

无

3. 其他学习资源

无

《电子工艺实训》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电子工艺实训 (Training of Electronic Technology)		
课程编码	232410202D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	集成电路工艺基础	修读学期	第六学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	梁成功	审核人	韩建新

二、课程简介

电子工艺实训是一门针对电子工程专业或相关领域学生的实践环节。它旨在通过实际操作和实验,使学生掌握电子工艺的基本技能,熟悉电子产品的生产工艺流程,并培养学生的动手能力和创新意识。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 能条理清晰地说出工程实践的基础知识,能熟练通过使用仪器仪表和测量,具备分析问题和解决问题的能力,能条理清晰地说出电路的相关术语及基本概念,常用的电路元器件及基本特征,能熟练掌握电路元器件的识别与选用,能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。

课程目标 2: 在电子工艺实训中,参与实际项目,通过实践能够熟练应用这些管理和经济决策方法。能够熟练理解这些方法的实际应用,提高自我综合能力和职业素养。

课程目标 3: 电子工艺实训中,通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术,能够更新意识和社会适应能力等方面,提高自我终身学习的知识基础和学习意识。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
	5.1 仪器使用：能熟练使用电子仪器仪表观察分析系统性能，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	毕业要求 5：使用现代工具
课程目标 2	11.2 工具：理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理
课程目标 3	12.2 适应：具有终身学习的知识基础和意识，能够针对个人或职业发展需要，采用合适的方法自主学习，适应社会发展。	毕业要求 12：终身学习

四、实习内容

（一）实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	电子器件的认识与检测	6	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	安装与焊接工艺	6	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	声控开关装配	6	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	双波段收音机装配	6	验证性	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

（二）实验项目

1. 电子器件的认识与检测

【实验目的】电阻、电容、电感、二极管、三极管等常用元器件的识别与性能参数，掌握元器件的选用原则与测试方法

【实验原理】不同类型的电子器件的基本结构、功能、参数以及在电路中的应用。

【实验仪器】万用表、双踪示波器、电阻箱、电容器、电感器

【内容提要】识别常用的不同元器件，了解其结构、功能参数等。

【实验安排】教师讲解万用表和示波器的使用方法，并进行现场演示测量数据；学生以 2-3 人一组，根据教师所给数据使用万用表、示波器等仪器对电子器件进行测量，并记录实验数据。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】掌握万用表和示波器的使用方法；记录实验步骤，明确实验的目的和意义，阐述实验的重要性和实际应用价值；记录实验过程中测量的数据，并进行详细的分析和解释，对于不符合预期的数据，要提出可能的原因和改进措施。

2. 安装与焊接工艺

【实验目的】掌握基本的焊接技术和安装方法，包括选择合适的焊接材料、调整焊接参数、控制焊接质量等，了解焊接过程中可能出现的问题和缺陷，学习如何预防和解决这些问题，了解焊接组装环节能源消耗和环境污染因素。

【实验原理】焊接是一种通过熔化两个或多个金属接头，然后冷却固化，使它们连接在一起的工艺。在焊接过程中，需要控制焊接速度、电流、电压等参数，以确保焊接质量和强度。同时，还需要考虑材料的热膨胀、收缩等因素，以避免焊接过程中产生的应力和变形。

【实验仪器】焊接设备：如电弧焊机、TIG 焊机、MIG 焊机等，用于产生焊接所需的热源。焊接材料：如焊丝、焊条等，用于填充接头并形成焊缝。夹具和定位器：用于固定和定位待焊接的工件，确保焊接过程中的稳定性和精度。检测工具：如焊缝检测尺、X 光机等，用于检测焊缝的质量和缺陷。

【内容提要】了解焊接的基本原理和分类，熟悉不同焊接方法的特点和应用范围，学习使用电烙铁进行焊点的制作和焊接，掌握焊接温度和时间的控制方法，熟悉焊锡丝和焊锡膏的选择和使用方法，了解焊接过程中的注意事项，如焊接前的清洁、焊接后的检查等。

【实验安排】教师讲解实验原理和设备操作方法，准备所需的焊接材料和工具；学生以 2 人一组，按照实验要求进行焊接操作，包括选择合适的焊接方法、调整焊接参数、控制焊接速度等。同时，注意观察和记录焊接过程中出现的问题和缺陷。对焊接完成的工件进行质量检查和处理，如去除焊渣、打磨焊缝等。然

后进行性能测试和评估，如拉伸试验、冲击试验等。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】详细记录实验过程和结果，包括实验目的、原理、设备、操作方法、实验结果等。对实验结果的分析 and 讨论，同时，应对实验过程中出现的问题和缺陷进行反思和总结，提出改进措施和建议。

3. 声控开关装配

【实验目的】明确声控开关的基本工作原理、掌握声控开关的装配方法和技巧、培养动手能力和实践操作能力。

【实验原理】声控开关是一种利用声音控制电路通断的开关。其工作原理是通过声音传感器将声音信号转换成电信号，经过放大和处理后，控制开关的通断。当环境声音达到一定分贝时，声控开关会自动闭合，使电路通电；当环境声音低于一定分贝时，声控开关会自动断开，使电路断电。

【实验仪器】声控开关套件（包括声控开关、电路板、元器件等）；焊接工具（电烙铁、焊锡丝、助焊剂等）；螺丝刀、剥线钳等装配工具；万用表等测试工具。

【内容提要】理解声控开关的工作原理及其在电路中的应用。对声控开关进行安装、装配合调试

【实验安排】教师讲解声控开关的工作原理和装配方法，准备所需的实验仪器和材料；学生以 2 人一组，对照实验原理图，将电路板上的元器件按照要求焊接好，注意焊接质量和焊接顺序；将焊接好的电路板安装到声控开关的外壳中，固定好螺丝和连接线；使用万用表等测试工具对装配好的声控开关进行测试和调试，确保其正常工作；整理实验现场。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】明确实验目的、原理、仪器、步骤、结果与分析等部分；实验步骤应详细记录装配过程中的关键步骤和操作要点；实验结果应包括测试数据和声控开关的工作状态描述；分析与讨论部分应对实验结果进行分析和讨论，提出可能的改进意见和建议；实验报告应结构清晰、语言准确、图表规范，符合学术写作的基本要求。

4. 双波段收音机装配

【实验目的】学习和了解双波段收音机的基本工作原理；掌握双波段收音机的装配方法和技巧。

【实验原理】双波段收音机是一种能够接收两个不同频段无线电信号的收音机。其工作原理基于超外差式收音机的基本原理，通过接收天线接收到无线电信号后，经过变频、中放、检波等电路处理，最终将音频信号输出到扬声器中。双波段收音机通常包括短波（SW）和中波（MW）两个频段，通过切换不同的频段可以接收到不同地区的广播信号。

【实验仪器】双波段收音机套件（包括收音机主板、扬声器、天线等）；焊接工具（电烙铁、焊锡丝、助焊剂等）；螺丝刀、剥线钳等装配工具；万用表等测试工具。

【内容提要】按照焊接图将各个元件正确地焊接在电路板上，对双波段收音机进行安装及调试，对收音机进行性能测试，记录测试结果。

【实验安排】教师讲解双波段收音机的工作原理和装配方法，准备所需的实验仪器和材料；学生以2人一组，对照实验原理图，将收音机主板上的元器件按照要求焊接好，注意焊接质量和焊接顺序。特别是要注意四联可变电容的引脚方向和电位器轴上的塑料拨盘安装位置；将焊接好的收音机主板、扬声器、天线等部件按照要求组装在一起，固定好螺丝和连接线；使用万用表等测试工具对装配好的收音机进行测试和调试。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

【实验报告要求】应详细记录装配过程中的关键步骤和操作要点，特别是焊接和调试过程，分析与讨论部分应对实验结果进行分析和讨论，提出可能的改进意见和建议。同时，也可以分析收音机在实际使用中可能遇到的问题和解决方案总结实验中遇到的问题及实验结果。

五、教学方法

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；
2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实验报告。

本课程共进行 4 个实验，4 个必做项目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 相关实验原理、实验思想和实验方法 2. 实验操作基本知识 3 查阅文献、拟订实验方案 4 相关实验仪器的性能和使用 5 在实验中观察分析现象、解决实验中问题的能力	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 2	参与实际项目，通过实践来应用这些管理和经济决策方法	实验操作 实验报告 操作考试 理论考试
课程目标 3	1. 团队合作和沟通 2. 撰写实验报告 3. 构建基础知识、培养问题解决能力	出勤考核 实验操作 操作考试 理论考试

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
过程性考核占比 (50%)	考勤			100%
	实验操作	20%	50%	30%
	实验报告	40%	60%	
结果性考核占比 (50%)	理论考试	30%	45%	25%
	操作考试	20%	50%	30%

（三）成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+2”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、实验报告、实验操作，占比 50%，“2”指期末理论考试成绩和操作考试成绩，分别占比 20%、30%。
总成绩=理论考试成绩（20%）+操作考试成绩（30%）+平时成绩（50%）

（1）理论考试成绩：根据期末理论考试成绩给出，考试采用闭卷形式进行。主要考察学生对实验原理、实验思想、实验方法以及实验操作基本知识的理解与

掌握情况，运用相关知识分析、解决实验中的常见问题与现象等的能力。满分 100 分。

(2) 操作考试成绩：选择一个综合性比较强的实验分组进行操作考试，给出操作考试成绩。考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

(3) 平时成绩：平时成绩=考勤(10%)+实验操作(40%)+实验报告(50%)；每次实验综合考勤、实验操作、实验报告三部分给出该次实验成绩，所有实验成绩的平均值为学生的平时成绩。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实验操作：考察学生对近代物理实验基本操作的掌握程度，在实验过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养。满分 100 分。

实验报告：实验报告分为预习和数据两部分，预习满分 40 分，数据满分 60 分。预习考察学生对实验原理、实验仪器、实验操作步骤的了解程度，报告内容的准确程度；数据考察学生数据记录、数据处理、实验结果分析的准确性、科学性。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能条理清晰地说出工程实践的基础知识，能熟练通过使用仪器仪表和测量，具备分析问题和解决问题的能力，能条理清晰地说出电路的相关术语及基本概念，常用的电路元器件及基本特征，能熟练掌握电路元器件的识别与选用，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	能比较条理清晰地说出工程实践的基础知识，能比较熟练通过使用仪器仪表和测量，具备分析问题和解决问题的能力，能比较条理清晰地说出电路的相关术语及基本概念，常用的电路元器件及基本特征，能熟练掌握电路元器件的识别与选用，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。	能大概说出工程实践的基础知识，能大概通过使用仪器仪表和测量，具备分析问题和解决问题的能力，能大概说出电路的相关术语及基本概念，常用的电路元器件及基本特征，能熟练掌握电路元器件的识别与选用，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题	能说出工程实践的基础知识，能通过使用仪器仪表和测量，具备分析问题和解决问题的能力，能说出电路的相关术语及基本概念，常用的电路元器件及基本特征，能熟练掌握电路元器件的识别与选用，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题，但不全面和有不当之处。	不能说出工程实践的基础知识，不能通过使用仪器仪表和测量，具备分析问题和解决问题的能力，不能说出电路的相关术语及基本概念，常用的电路元器件及基本特征，能熟练掌握电路元器件的识别与选用，能运用图表公式等手段表达和解决系统的设计问题。
2	课程目标 2	在电子工艺实训中，参与实际项目，通过实践能够熟练应用这些管理和经济决策方法。能够熟练理解这些方法的实际应用，提高自我综合能力和职业素养。	在电子工艺实训中，参与实际项目，通过实践能够比较熟练应用这些管理和经济决策方法。能够比较熟练理解这些方法的实际应用，提高自我综合能力和职业素养。	在电子工艺实训中，参与实际项目，通过实践能大概应用这些管理和经济决策方法。能大概理解这些方法的实际应用，提高自我综合能力和职业素养。	在电子工艺实训中，参与实际项目，通过实践能应用这些管理和经济决策方法。能理解这些方法的实际应用，提高自我综合能力和职业素养。但不全面	在电子工艺实训中，参与实际项目，通过实践不能应用这些管理和经济决策方法。不能理解这些方法的实际应用，提高自我综合能力和职业素养。
3	课程目标 3	电子工艺实训中，通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术，能够及时更新意识和社会适应能力等方面，有效提高自我终身学习的知识基础和学习意识。	电子工艺实训中，通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术，能够比较及时更新意识和社会适应能力等方面，比较有效提高自我终身学习的知识基础和学习意识。	电子工艺实训中，通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术，能够更新意识和社会适应能力等方面，提高自我终身学习的知识基础和学习意识。	电子工艺实训中，通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术，能够及时更新意识和社会适应能力等方面，有效提高自我终身学习的知识基础和学习意识。但不够及时和全面	电子工艺实训中，通过构建基础知识、培养问题解决能力、自主学习能力、技术，不能及时更新意识和社会适应能力等方面，不能有效提高自我终身学习的知识基础和学习意识。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1.主要参考书目

- [1] 马文烈，程荣龙.电工电子技术， 武汉:华中科技大学出版社. 2012
- [2] 李喜武， 电工电子技术， 北京:航空航天大学出版社. 2011
- [3] 秦曾煌， 电工学（第七版）， 北京:高等教育出版社. 2009
- [4] 王卫平等， 电子工艺基础， 北京： 电子工业出版社， 2001
- [5] 廖先芸， 电子技术实践与训练， 北京： 高等教育出版社， 2000

2.与实验课程相关主要网站

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/220418125>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无					

九、课程学习建议

课前要学习实验原理及实验操作步骤，课后查阅相关文献资料认真完成每个实验的思考题。

。

《电子工程综合实践》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电子工程综合实践 (Integrated Practice of Electronic Engineering)		
课程编码	232410204D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	单片机原理	修读学期	第五学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	赵岩	审核人	韩建新

二、课程简介

电子工程综合实践环节是电子科学与技术专业的专业实践环节,使学生初步掌握的电子元件、基本电路原理和电子制作技能,自行制作一辆能够自行行走的智能小车系统,小车同时还具有循迹、防碰撞、行进控制等功能。教学中将智能小车设计的元器件和对应的功能逐个分解为不同的单元实验,最后整合为一个完整功能的智能小车平台,并可以基于该平台开展各种拓展活动。本环节不仅涉及电子部分,同时还涉及到机械涉及、车辆建模、控制算法,从而锻炼学生对实际系统的理解。通过分组联调、项目展示等方式,锻炼学生的演讲、交流沟通、团队协作等综合素质。

三、实习目的

课程目标 1: 了解电子工程领域相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规,包括电子元件的生产、使用和处理的环保法律法规,减少能源消耗、降低碳排放、优化生产流程、提高产品循环利用率的可持续发展政策。

课程目标 2: 在解决复杂电子工程问题的过程中,能体现具有人文社会科学素养、社会责任感,深刻理解应承担的社会责任,确保产品能够满足实际需求。同时,处理复杂的技术问题时,具有积极的心态,学会有效地管理压力和应对困难,保持良好的工作状态和心理健康,能够适应电子职业发展的需求。

课程目标 3: 在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动,具有初步的团队合作、组织协调能力,初步的表达、呈现和交流能力,初步的分析、总结的能力,培养学生团队合作和沟通能力,养成严谨认真的科学

态度和学术精神。

课程目标 4：在解决电子工程复杂问题时，能够根据项目需求和预算限制，合理评估和控制项目成本，评估和规划项目所需的各种资源，包括人力资源、设备和材料等，识别和评估潜在的风险，采取适当的措施进行管理和减轻风险的影响。

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	7.1 法规：了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。	毕业要求 7：环境和可持续发展
课程目标 2	8.1 服务：具备哲学、历史、法律文化等人文社会科学素养，深刻理解应承担的社会责任，并愿意为社会服务。同时，具备健康的身体和良好的心理素质，能够适应职业发展的需求。	毕业要求 8：职业规范
课程目标 3	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通
课程目标 4	11.2 工具：理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理

四、实习内容

（一）实习内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	课程导论	课程目标 1、2、3、4	讲授法、讨论法	0.5 天
2	模块基础实验	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	1 天
3	智能小车平台制作	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	2 天
4	智能小车平台功能测试与调试	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	1 天
合计				1 周

（二）实习内容

内容一 课程导论

【学习目标】

1. 熟悉各元器件的基本参数与功能
2. 掌握循迹、防碰撞、行进控制原理，并设计控制方案

【课程内容】

1. 智能小车平台的发展
2. 智能小车平台演示和各元器件介绍
3. 循迹、防碰撞、行进控制原理

【重点、难点】

重点：各元器件的基本参数与功能

难点：循迹、防碰撞、行进控制原理

内容二 模块基础实验

【学习目标】

1. 掌握红外传感器的工作原理
2. 掌握电机的工作原理
3. 掌握测速传感器的工作原理，并编写代码进行控制

【课程内容】

1. 红外传感器性能实验
2. 电机基础实验
3. 测速传感器性能实验

【重点、难点】

重点：单片机控制红外传感器

难点：PWM 控制电机

内容三 智能小车平台制作

【学习目标】

1. 掌握智能小车平台各个模块的连接
2. 应用开发软件进行智能小车平台基本功能的软件设计

【课程内容】

1. 智能小车平台硬件模块连接
2. 智能小车平台软件设计

【重点、难点】

重点：基本功能的软件设计

难点：基本功能的软件设计

内容四 智能小车平台功能测试与调试

【学习目标】

1. 掌握智能小车平台基本功能的测试流程
2. 调试智能小车平台基本功能

【课程内容】

1. 循迹功能测试与调试
2. 防碰撞功能测试与调试
3. 行进控制功能测试与调试

【重点、难点】

重点：循迹功能测试与调试

难点：循迹功能测试与调试

五、考核方式

（一）考核内容

课程考核方式分为实训报告、综合评价以及答辩相结合的考核。

实训项目的成绩实行量化计分，由以下三项构成系统完成的整体情况（满分为 60 分），实训报告（满分为 30 分），平时成绩（满分为 10 分），根据学生三项成绩评定出课程设计的综合成绩（满分为 100 分）。分别给予、良好、中等、及格、不及格五级成绩评定。

在实训项目中，整体评价涵盖参与设计、作品完成和课堂仿真作业三个方面。在实物作品的设计制作过程中，通过审查学生的工作日志、设计文件以及仿真实例，对每位学生进行过程考核。过程考核成绩将纳入设计作品的整体评价成绩之中，本项目采用单人考核方式。

实训报告要求学生撰写一份描述设计方案、制作与调试过程、测试情况、作品使用方法、成本分析、人员分工与合作情况，以及工作心得与体会等内容的设计报告。针对设计报告内容的科学性与合理性、文字表达的准确性和规范性等方面的因素，给予评价。

（二）考核方式与课程目标的关系

1. 课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	课程整体评价	设计报告	平时成绩	目标分值
课程目标 1	20	10		30
课程目标 2	10			10
课程目标 3	20	10	5	35
课程目标 4	10	10	5	25
合计总分	60	30		100

2. 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 能识别智能小车系统中功能设计难题。 2. 能分析问题原因。 3. 清楚项目目标。	整体评价 实训报告 课程答辩
课程目标 2	1. 能将控制原理用于智能小车系统设计。 2. 能设计出可行的技术解决方案。	整体评价 课程答辩
课程目标 3	1. 评估在个人任务中扮演的角色和表现。 2. 考察在团队合作中的贡献和协作。 3. 评价的沟通能力及其在团队中的应用。	整体评价 课程答辩
课程目标 4	1. 能制定明确的项目流程计划。 2. 能有效分配项目资源。 3. 能跟踪并管理项目进度。 4. 能识别潜在风险并进行评估。 5. 能实施风险应对策略。	整体评价 实训报告

(三) 成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	评价依据
整体评价 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效果和制作工艺质量等因素给予评价。	课程目标 1、2、3、4	出勤、提交仿真实例、检查成品
	参与设计	项目实施过程中，积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期智能小车系统设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计（绘制系统结构框图）、设计方案的评估、比较与选择，元器件及电路的参数计算，电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		
设计报告 20%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性，以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、4	设计报告

	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据，以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
平时成绩 10%	出勤及表现	考查学生在本次设计工作中实际承担的工作内容及完成情况	课程目标 3、4	出勤

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	深入理解相关法律法规，能主动应用环保和可持续发展政策，提出创新解决方案。	较好理解相关法律法规，能应用环保和可持续发展政策，提出有效解决方案。	基本理解相关法律法规，能遵循环保和可持续发展政策，但解决方案一般。	部分理解相关法律法规，能基本遵循环保和可持续发展政策，解决方案有限。	对相关法律法规理解不足，无法有效遵循环保和可持续发展政策。
2	课程目标 2	深刻理解社会责任，积极面对技术挑战，有效管理压力，适应职业发展需求。	较好理解社会责任，能积极面对技术挑战，基本管理压力，适应职业发展。	基本理解社会责任，面对技术挑战时态度一般，压力管理能力有限。	部分理解社会责任，面对技术挑战时态度消极，压力管理能力差。	未理解社会责任，无法面对技术挑战，压力管理能力极差。
3	课程目标 3	展现出色的团队合作和沟通能力，能有效分工合作，撰写高质量的实训报告。	展现良好的团队合作和沟通能力，能较好分工合作，撰写较好的实训报告。	展现一般的团队合作和沟通能力，能基本分工合作，撰写一般的实训报告。	展现有限的团队合作和沟通能力，分工合作能力有限，实训报告质量一般。	缺乏团队合作和沟通能力，无法有效分工合作，实训报告质量差。
4	课程目标 4	全面评估和控制项目成本，有效规划资源，识别和评估风险，采取有效管理措施。	较好评估和控制项目成本，基本规划资源，识别风险，采取基本管理措施。	基本评估和控制项目成本，资源规划一般，风险识别和评估能力有限。	部分评估和控制项目成本，资源规划能力有限，风险管理措施不足。	无法评估和控制项目成本，资源规划和风险管理能力极差。

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次，按下述标准评定成绩。

(1)优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标):能灵活,正确,综合地运用所学的专业理论知识;观点明确,能深入进行分析,有很强的分析问题和解决问题的能力,并有独到见解系统设计合理,有创新性;使用体验好,实用功能强,且在设计中能综合考虑社会环境因素,对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值,能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅,表述规范,突出,格式规范,结论正确答辩展路清晰描述清楚,有较强的表达能力。

(2)良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标):方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识,理论联系实际,观点明确,分析比较深入,有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素,对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点较鲜明,结论正确答辩思路比较清晰,描述比较清楚,有较好的表达能力。

(3)中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标):能运用所学知识完成设计:方案论证分析基本正确、合理:能够理论联系实际,观点较明确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中未充分考虑社会环境因素,对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点基本正确,结论基本正确;答辩思路基本清晰,描述基本清楚,有一定的表达能力。

(4)及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标):能将所学的知识完成简单应用:方案论证分析基本正确,但内容尚欠充实。观点基本正确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中对社会环境因素考虑不周,对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚,表达不够规范,论点基本正确,结论欠合理答辩思路较混乱,描述基本清楚,表达能力欠佳。

(5)不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者,应判为不及格:

1)未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识,技能差。设计报告杂乱无章,表达不规范,论点不清,无明确结论或结论错误。

2)抄袭他人成果,完全仿制者。

3)设计的作品(研究结论)无价值可言,也不能正常展示。

4)设计工作量严重不足。

5)不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上有关原则性错误。

注：对于由学校本科生院或学院组织及认定支持的电子信息类专业学科竞赛，由课程组对竞赛内容进行审核，如竞赛内容能够完全涵盖本课程的教学目标，经对参赛学生的获奖证明进行审核，课程组可决定对在该竞赛中获得一定等级以上奖项的学生授予本课程实物作品制作免修资格，课程成绩可根据竞赛获奖等级酌情予以认定。

六、实习方式与组织

为确保每位同学能够充分做好准备，指导老师在课程教学周（16周）结束前一周向学生发出通知，提醒他们安装好所需的软件。同时，老师还将组织学生按照实习安排。在这个实施计划中，我们将分为以下几个步骤：

1. 指导老师通知学生安装相关软件：

在实习开始之前，指导老师会向学生们提供一份详尽的软件安装指南。该指南将包含所需软件的下载链接、安装步骤以及必要的配置说明。老师会确保所有学生都能够独立完成软件的安装，并在必要时提供远程协助。

2. 组织学生按照实习安排：

实习安排将被设计成确保学生能够充分理解并参与到整个项目流程中。指导老师会创建一个详细的时间表，包括关键的里程碑和期望的学习成果。学生们将被分配到不同的小组，每个小组都有特定的任务和目标。

3. 实习过程中的辅导与支持：

在实习期间，指导老师将提供持续的辅导和支持。定期的会议将被安排来讨论进展、解决问题和分享最佳实践。老师还会提供额外的学习材料和资源，以帮助學生更好地理解复杂的概念和工具。

4. 实习总结与反馈：

实习结束时，学生们将被要求提交一份综合报告，总结他们的学习经历和项目成果。指导老师将对学生的表现进行评估，并提供详细的反馈。最后，将举行一个展示会，学生们有机会展示他们的工作，并从同学和评审那里获得反馈。

实习要求

对学生的要求：

学生在进行单片机项目设计实训时，需要掌握单片机和嵌入式系统的基础理论知识，能够按照项目流程进行需求分析、系统设计、编码、测试和调试。同时应具备一定的编程技巧，使用 PCB 绘制软件，并拥有良好的逻辑思维及独立解决问题的能力。此外，团队合作精神和遵守实习单位规章制度也是对学生的基本要求。

对指导教师的要求：

指导教师应具有丰富的专业知识和实际项目经验，能够为学生提供有效的技术指导和项目设计建议。教师负责制定和执行实训计划，监督学生的项目进度，并对学生的工作成果进行评价和反馈。教师还需要具备良好的沟通能力，激励学生学习并解决学习过程中的疑难问题。

对实习单位和场所的要求：

实习单位需要提供符合单片机项目设计要求的工作环境，包括必要的硬件设施、软件工具以及实验材料。确保实验室环境安全，以保障学生在操作中的安全。单位应有专业的技术支持团队，以便在学生遇到技术难题时提供帮助。同时，单位应具备一套完善的管理系统，以协调各类实习活动，保证实训目标的实现。若实习包含企业合作部分，单位应确保合作企业和项目内容适合学生的学习水平和目标

七、教材、参考书目及其他学习资源

1.选用教材

无

2.主要参考书目

[1]:陈小桥、张从新、胡明宇、陶琴. 电子系统综合设计. 北京: 清华大学出版社. 2019

[2] 周立青. 电子系统综合设计. 北京: 电子工业出版社. 2017

3.其他学习资源

无

《单片机项目设计实训》课程大纲

一、课程信息

课程名称	单片机项目设计实训(Microcontroller Unit ProjectDesign Training)		
课程编码	232410205D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	单片机原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	韩建新	审核人	白雪敏

二、课程简介

单片机项目设计实训在电子科学与技术专业培养中扮演着核心角色，是连接理论学习与实际应用的桥梁。通过这一实训，学生能够将课堂上学到的电路设计、编程技能和系统分析等知识应用于实际项目中，从而深化对专业知识的理解。同时，实训也锻炼了学生的工程实践能力、创新思维和团队合作精神。在就业市场上，具备实际操作经验和项目开发能力的毕业生更具优势，因此单片机项目设计实训对于提升学生的综合职业素质和竞争力具有不可替代的作用。

三、实习目的

1. 培养分析问题的能力：学生通过实训学会如何识别和分析与单片机相关的技术难题，提高对项目需求和目标的理解。
2. 增强设计解决方案的技能：通过实际操作单片机，学生能够学习和应用电子科学的原理，设计出切实可行的技术方案。
3. 提升个人及团队合作能力：实训过程中，学生将在个人任务和团队项目中扮演不同角色，以培养其领导力、协作精神和沟通技巧。
4. 发展项目管理能力：学生将学习如何规划项目流程、分配资源、监控进度，并进行风险评估和管理，以实现有效的项目交付。

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.1【识别】针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.3【整体】综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	9.1【团队】理解工程领域工作中个人与团队的关系，具有团队合作意识。	毕业要求 9：个人和团队
课程目标 4	11.2【工具】理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理

四、实习内容及进度安排

在一周的设计实训中，按照以下步骤推进整个项目进程：

第一天：系统硬件设计。对整个硬件系统进行了详尽的设计，涵盖各个模块的布局、连接方式及工作原理。根据项目需求，指导学生选择了适当的硬件组件，并进行合理搭配，以确保硬件系统的稳定性和性能。

第二天：硬件调试。在硬件设计完成后，进行调试。通过检测各个模块的工作状态，确保硬件系统的正常运行。检查硬件系统的安全性，防止潜在隐患导致意外事故。

第三天：软件仿真调试。为确保软件与硬件系统的良好配合，利用仿真软件对软件进行调试。通过模拟实际工作环境，验证软件的各项功能，确保其在各种工况下的稳定性和准确性。

第四天：软硬件联调与系统集成测试。将硬件系统与软件系统进行联调，并对整个系统进行集成测试。通过检查各个模块的协同工作状况，确保软硬件之间的无缝对接。此外，我们还对整个系统的性能进行了测试，包括响应速度、数据处理能力等方面，以确保其满足项目需求。

第五天：实习日志、报告上交，课程设计答辩。整理了实习日志，总结实践经验与收获。同时完成课程设计报告，全面阐述了整个项目。最后，集体进行课程设计答辩，向导师和同学们展示成果，并听取了他们的宝贵意见。

五、考核方式

(一) 考核内容

课程考核方式分为实训报告、综合评价以及答辩相结合的考核。

实训项目的成绩实行量化计分，由以下三项构成系统完成的整体情况（满分为 60 分），实训报告（满分为 30 分），平时成绩（满分为 10 分），根据学生三项成绩评定出课程设计的综合成绩（满分为 100 分）。分别给予、良好、中等、及格、不及格五级成绩评定。

在实训项目中，整体评价涵盖参与设计、作品完成和课堂仿真作业三个方面。在实物作品的设计制作过程中，通过审查学生的工作日志、设计文件以及仿真实例，对每位学生进行过程考核。过程考核成绩将纳入设计作品的整体评价成绩之中，本项目采用单人考核方式。

实训报告要求学生撰写一份描述设计方案、制作与调试过程、测试情况、作品使用方法、成本分析、人员分工与合作情况，以及工作心得与体会等内容的设计报告。针对设计报告内容的科学性与合理性、文字表达的准确性和规范性等方面的因素，给予评价。

（二）考核方式与课程目标的关系

1. 课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	课程整体评价	设计报告	平时成绩	目标分值
课程目标 1	20	10		30
课程目标 2	10			10
课程目标 3	20	10	5	35
课程目标 4	10	10	5	25
合计总分	60	30		100

2. 考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 能识别单片机技术难题。 2. 能分析问题原因。 3. 清楚项目目标。	整体评价 实训报告 课程答辩
课程目标 2	1. 能将电子科学原理应用于单片机操作。 2. 能设计出可行的技术解决方案。	整体评价 课程答辩
课程目标 3	1. 评估在个人任务中扮演的角色和表现。 2. 考察在团队合作中的贡献和协作。 3. 评价的沟通能力及其在团队中的应用。	整体评价 课程答辩
课程目标 4	1. 能制定明确的项目流程计划。 2. 能有效分配项目资源。 3. 能跟踪并管理项目进度。 4. 能识别潜在风险并进行评估。	整体评价 实训报告

课程目标	考核内容	评价依据
	5. 能实施风险应对策略。	

(三) 成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	评价依据
整体评价 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效果和制作工艺质量等因素给予评价。	课程目标 1、2、3、4	出勤、提交仿真实例、检查成品
	参与设计	项目实施过程中，积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期电子系统设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计（绘制系统结构框图）、设计方案的评估、比较与选择，元器件及电路的参数的计算，电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		
设计报告 20%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性，以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、4	设计报告
	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据，以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
平时成绩 10%	出勤及表现	考查学生在本次设计工作中实际承担的工作内容及完成情况	课程目标 3、4	出勤

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	准确识别问题的本质和关键特征，全面分析制约条件，需求描述清晰、详细且与项目目标高度匹配。	较好地识别问题和分析特征，制约条件的分析较为全面，需求描述明确且与项目目标匹配。	识别问题和特征分析一般，制约条件分析存在遗漏，需求描述基本清晰但需改进。	能够识别问题和进行一定的特征分析，制约条件分析不够全面，需求描述尚可但需要进一步完善。	未能有效识别问题和进行分析，制约条件和需求描述缺乏清晰度和准确性。
2	课程目标 2	提出创新且高效的整体方案，完美整合软硬件模块，设计优化出色，性能超出预期。	整体方案合理有效，软硬件模块整合良好，设计优化满足要求，性能达到预期。	整体方案一般，软硬件模块整合存在小瑕疵，设计优化有待提高，性能基本达标。	整体方案尚可接受，软硬件模块整合及设计优化存在不足，性能勉强达标。	整体方案缺乏创新性和有效性，软硬件模块整合差，设计优化不足，性能未达标。
3	课程目标 3	展现卓越的团队合作精神和领导力，沟通流畅，协作高效，团队成员之间互补性强。	团队合作良好，沟通顺畅，协作效率较高，团队成员间互补性较好。	团队合作一般，沟通和协作存在一定障碍，团队成员间的互补性有待加强。	团队合作存在但效果一般，沟通和协作需要进一步改善，团队成员间的互补性不明显。	缺乏团队合作精神，沟通和协作困难，团队成员间缺乏互补性。
4	课程目标 4	精通并正确应用经济与管理工具，项目控制精准，成本效益高，风险最小化。	熟练应用经济与管理工具，项目控制有效，成本效益良好，风险管理得当。	应用经济与管理工具一般，项目控制和成本效益有待提高，风险管理尚可。	使用经济与管理工具不够熟练，项目控制和成本效益存在不足，风险管理需要加强。	缺乏应用经济与管理工具的能力，项目控制差，成本高，风险管理不当。

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次，按下述标准评定成绩。

(1)优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标):能灵活,正确,综合地运用所学的专业理论知识;观点明确,能深入进行分析,有很强的分析问题和解决问题的能力,并有独到见解系统设计合理,有创新性;使用体验好,实用功能强,且在设计中能综合考虑社会环境因素,对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值,能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅,表述规范,突出,格式规范,结论正确答辩展路清晰描述清楚,有较强的表达能力。

(2)良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标):方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识,理论联系实际,观点明确,分析比较深入,有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素,对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点较鲜明,结论正确答辩思路比较清晰,描述比较清楚,有较好的表达能力。

(3)中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标):能运用所学知识完成设计:方案论证分析基本正确、合理:能够理论联系实际,观点较明确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中未充分考虑社会环境因素,对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范,较突出,论点基本正确,结论基本正确;答辩思路基本清晰,描述基本清楚,有一定的表达能力。

(4)及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标):能将所学的知识完成简单应用:方案论证分析基本正确,但内容尚欠充实。观点基本正确,有一定的分析问题和解决问题的能力:在设计中对社会环境因素考虑不周,对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚,表达不够规范,论点基本正确,结论欠合理答辩思路较混乱,描述基本清楚,表达能力欠佳。

(5)不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者,应判为不及格:

1)未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识,技能差。设计报告杂乱无章,表达不规范,论点不清,无明确结论或结论错误。

2)抄袭他人成果,完全仿制者。

3)设计的作品(研究结论)无价值可言,也不能正常展示。

4)设计工作量严重不足。

5)不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上有关原则性错误。

注：对于由学校本科生院或学院组织及认定支持的电子信息类专业学科竞赛，由课程组对竞赛内容进行审核，如竞赛内容能够完全涵盖本课程的教学目标，经对参赛学生的获奖证明进行审核，课程组可决定对在该竞赛中获得一定等级以上奖项的学生授予本课程实物作品制作免修资格，课程成绩可根据竞赛获奖等级酌情予以认定。

六、实习方式与组织

为确保每位同学能够充分做好准备，指导老师在课程教学周（16周）结束前一周向学生发出通知，提醒他们安装好所需的软件。同时，老师还将组织学生按照实习安排。在这个实施计划中，我们将分为以下几个步骤：

1. 指导老师通知学生安装相关软件：

在实习开始之前，指导老师会向学生们提供一份详尽的软件安装指南。该指南将包含所需软件的下载链接、安装步骤以及必要的配置说明。老师会确保所有学生都能够独立完成软件的安装，并在必要时提供远程协助。

2. 组织学生按照实习安排：

实习安排将被设计成确保学生能够充分理解并参与到整个项目流程中。指导老师会创建一个详细的时间表，包括关键的里程碑和期望的学习成果。学生们将被分配到不同的小组，每个小组都有特定的任务和目标。

3. 实习过程中的辅导与支持：

在实习期间，指导老师将提供持续的辅导和支持。定期的会议将被安排来讨论进展、解决问题和分享最佳实践。老师还会提供额外的学习材料和资源，以帮助学生更好地理解复杂的概念和工具。

4. 实习总结与反馈：

实习结束时，学生们将被要求提交一份综合报告，总结他们的学习经历和项目成果。指导老师将对学生的表现进行评估，并提供详细的反馈。最后，将举行一个展示会，学生们有机会展示他们的工作，并从同学和评审那里获得反馈。

实习要求

对学生的要求：

学生在进行单片机项目设计实训时，需要掌握单片机和嵌入式系统的基础理论知识，能够按照项目流程进行需求分析、系统设计、编码、测试和调试。同时应具备一定的编程技巧，使用 C 语言或汇编语言对单片机编程，并拥有良好的逻辑思维及独立解决问题的能力。此外，团队合作精神和遵守实习单位规章制度

也是对学生的基本要求。

对指导教师的要求：

指导教师应具有丰富的专业知识和实际项目经验，能够为学生提供有效的技术指导和项目设计建议。教师负责制定和执行实训计划，监督学生的项目进度，并对学生的工作成果进行评价和反馈。教师还需要具备良好的沟通能力，激励学生学习并解决学习过程中的疑难问题。

对实习单位和场所的要求：

实习单位需要提供符合单片机项目设计要求的工作环境，包括必要的硬件设施、软件工具以及实验材料。确保实验室环境安全，以保障学生在操作中的安全。单位应有专业的技术支持团队，以便在学生遇到技术难题时提供帮助。同时，单位应具备一套完善的管理系统，以协调各类实习活动，保证实训目标的实现。若实习包含企业合作部分，单位应确保合作企业和项目内容适合学生的学习水平和目标。

七、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为马工程教材
无					

2. 主要参考书目

无

3. 其它学习资源

无

《EDA 项目设计实训》课程大纲

一、课程信息

课程名称	EDA 项目设计实训 (EDA Project Design Training)		
课程编码	232410206D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电子设计自动化	修读学期	第五学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 0, 实践学时 1 周)		
执笔人	杨国全	审核人	韩建新

二、课程简介

本环节是电子科学与技术专业的一门专业实践环节。电子设计自动化课程设计是一门充分结合其他各电子相关课程的应用型综合性课程，其主要任务不是“学技术”，而是学着“用技术”，是为培养善于运用电子相关知识处理实际问题的应用型人才服务的。

电子设计自动化课程设计是一种全新的教学形式，不是编程上机课，而是要求学生从实际问题出发，自己动手设计系统和逻辑、功能和时序仿真、硬件测试、结果分析，在实际探索中激发学生学习兴趣，强化动手应用能力，培养创新意识。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过本课程的实践，使学生真正地掌握如何运用所学知识，利用硬件开发平台与开发工具设计电路系统解决实际问题，培养学生联想、洞察能力、综合分析能力、应用所学知识解决实际问题的能力。

课程目标 2：通过指导培养学生的电子设计思想、了解电子系统设计的一般性步骤，使学生能够充分利用所学的理论知识对要设计的电子系统进行功能模块

划分，逻辑仿真，功能仿真，硬件测试，培养学生分析归纳、演绎推理的能力，培养学生抽象概括问题的能力，用自顶向下设计方法进行电路设计的能力，培养学生辩证唯物主义的世界观。

课程目标 3：结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神。在实验实践教学中，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的工作作风。

课程目标 4：通过实践演练，培养学生文献资料的查询能力，计算机的应用能力，项目和论文的撰写能力等科学研究技能。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	2.1 识别：针对微电子/光电子和集成电路领域的工程问题进行问题识别和特征分析，识别其制约条件，对任务目标给出需求描述。	毕业要求 2：问题分析
课程目标 2	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	9.1 团队：理解工程领域工作中个人与团队的关系，具有团队合作意识。	毕业要求 9：个人和团队
课程目标 4	11.2 工具：理解工程活动中涉及的重要经济与管理因素，能在多学科环境中应用工程管理原理或经济决策方法与工具。	毕业要求 11：项目管理

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

实训设计题目，可由教师根据学生情况进行选定。但为了保证课程设计的基本内容，以及一定程度的综合性和完整性，实训设计内容建议如下：

序号	实训项目	实训学时	实训类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	数字频率计的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
2	多功能数字钟的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
3	数字秒表的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
4	出租车计费器的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

序号	实训项目	实训学时	实训类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
5	基于 Verilog 的温度测量的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
6	IIC 存储模块的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
7	基于 Verilog 的 SDRAM 测试的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4
8	基于 Qsys 的 SDRAM 测试的设计	1 周	设计	6-7 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

(二) 实训项目

1. 数字频率计的设计

【实验目的】了解等精度测频的方法和原理；掌握如何在 FPGA 内部设计多种功能模块；掌握 Verilog 在测量模块设计方面的技巧。

【实验原理】所谓等精度是指该频率计在所测量的整个频段内部，均可实现相同精度的测量，即测量精度与频率无关。图中预置门信号通常为 1s。其内部包括一个同步门电路，用来实现被测频标与被测频率的同步，提高测量精度，减少基本误差。

【实验仪器】VEEK-SOC-II 实验开发系统。

【内容提要】FPGA 内部设计多种功能模块。

【实验安排】根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

2. 多功能数字钟的设计

【实验目的】了解数字钟的工作原理；进一步熟悉用 Verilog 语言编写驱动七段码管显示的代码；掌握 Verilog 编写中的一些小技巧。

【实验原理】多功能数字钟应该具有的功能有：显示时一分一秒、整点报时、小时和分钟可调等基本功能。首先要知道钟表的工作机理，整个钟表的工作应该是在 1Hz 信号的作用下进行，这样每来一个时钟信号，秒增加 1 秒，当秒从 59 秒跳转到 00 秒时，分钟增加 1 分，同时当分钟从 59 分跳转到 00 分时，小时增加 1 小时，但是需要注意的是，小时的范围是从 0~23 时。

在实验中为了显示的方便，由于分钟和秒钟显示的范围都是从 0~59，所以可以用两个数码管分别显示十位和个位，对于小时因为它的范围是从 0~23，同样用两个数码管分别显示十位和个位。

对于整点报时功能，用户可以根据系统的硬件结构和自身的具体要求来设计。本实验设计的是当进行整点的倒计时 5 秒时，让 LED 来闪烁和喇叭发声进行整点报时的提示。

【实验仪器】 VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】 数字钟的工作原理。

【实验安排】 根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

3. 数字秒表的设计

【实验目的】 了解数字秒表的工作原理；进一步熟悉用 Verilog 语言编写驱动七段码管显示的代码；掌握 Verilog 编写中的一些小技巧

【实验原理】 秒表由于其计时精确，分辨率高（0.01 秒），在各种竞技场所得到了广泛的应用。秒表的工作原理与实验十五的多功能时钟基本相同，唯一不同的是，由于秒表的计时时钟信号，由于其分辨率为 0.01 秒，所以整个秒表的工作时钟是在 100Hz 的时钟信号下完成。当秒表的计时小于 1 个小时时，显示的格式是 mm-ss-xx（mm 表示分钟：0~59；ss 表示秒：0~59；xx 表示百分之一秒：0~99），当秒表的计时大于或等于一个小时时，显示的和多功能时钟是一样的，就是 hh-mm-ss（hh 表示小时：0~99），由于秒表的功能和钟表有所不同，所以秒表的 hh 表示的范围不是 0~23，而是 0~99，这也是和多功能时钟不一样的地方。在设计秒表的时候，时钟的选择为 100Hz。变量的选择：因为 xx（0.01 秒）和 hh（小时）表示的范围都是 0~99，所以用两个 4 为二进制码（BCD 码）表示；而 ss（秒钟）和 mm（分钟）表示的范围是 0~59，所以用一个 3 位的二进制码和一个 4 位的二进制码（BCD）码表示。显示的时候要注意的问题就是小时的判断，如果小时是 00，则显示格式为 mm-ss-xx，如果小时不为 00，则显示 hh-mm-ss。

【实验仪器】 VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】 数字秒表的工作原理。

【实验安排】 根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

4. 出租车计费器的设计

【实验目的】了解出租车计费器的工作原理；掌握用 Verilog 编写复杂功能模块。

【实验原理】出租车计费器一般都是按公里计费，通常是起步价 xx 元（xx 元可以行走 x 公里），然后再是 xx 元/公里。所以要完成一个出租车计费器，就要有两个计数单位，一个用来计公里，另外一个用来计费用。通常在出租车的轮子上都有传感器，用来记录车轮转动的圈数，而车轮子的周长是固定的，所以知道了圈数自然也就知道了里程。在这个实验中，就要模拟出租车计费器的工作过程，用直流电机模拟出租车轮子，通过传感器，可以得到电机每转一周输出一个脉冲波形。结果的显示用 8 个七段码管，前四个显示里程，后四个显示费用。在设计 Verilog 程序时，首先在复位信号的作用下将所有用到的寄存器进行清零，然后开始设定到起步价记录状态，在此状态时，在起步价规定的里程里都一直显示起步价，直到路程超过起步价规定的里程时，系统转移到每公里计费状态，此时每增加一公里，计费器增加相应的费用。另外讲一讲编写过程中的一些小技巧。为了便于显示，在编写过程中的数据用 BCD 码来显示，这样就不存在数据格式转换的问题。比如表示一个三位数，那么就分别用四位二进制码来表示，当个位数字累加大于 9 时，将其清零，同时十位数字加 1，依此类推。

【实验仪器】VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】出租车计费器的工作原理。

【实验安排】根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

5. 基于 Verilog 的温度测量的设计

【实验目的】了解 1-wire 总线的工作原理；学会用 Verilog 语言编写正确的多层次嵌套的状态机程序；掌握用 Verilog 编写复杂功能模块；进一步学习状态机在系统设计中的应用。

【实验原理】在传统的模拟信号温度测量系统中,存在引线误差补偿、多点测量切换误差和放大电路零点漂移 误差等技术问题,设计好的电路在更换传感器时,需对系统重新调试,一致性差.为了克服这些问题,引入了美国 Dallas 半导体公司.1-Wire 系列的高精度数字式温度传感器 DS18B20, DS18B20 具有以 下

特点:提供 9~12 位精度的温度测量;电源供电范围为 3.0 V~5.5 V 温度测量范围为- 55°C~ + 125°C,在- 10°C~+ 85°C范围内,测量精度是 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;增量值最小可为 0.0625°C;将测量温度转换为 12 位的数字量最大需要 750 ms; DS18B20 可采用信号线寄生供电,不需额外的外部供电;每个 DS18B20 有唯一的 64 位的序列码,这使得可以有多个 DS18B20 在一条单总线上工作。FPGA 的特点是直接面向用户,具有极大的灵活性和通用性,使用方便,硬件测试和实现快捷,开发效率高,技术维护简单,工作可靠性高。基于上述特点,在此提出了采用 DS18B20 与可编程逻辑器件 FPGA 来实现测温系统的新方法,并且给出了提高 DS18B20 测量精度的方法,使 DS18B20 的 9 位分辨率时的测量精度由 0.5°C 提高到 0.1°C,实际测试证明该系统具有良好的一致性,兼容性和较高的准确性。

【实验仪器】 VEEK-SOC-II 实验开发系统。

【内容提要】 状态机程序。

【实验安排】 根据所学编程知识,根据实验内容编写程序,并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

6. IIC 存储模块的设计

【实验目的】 了解 IIC 总线的工作原理;学会用 Verilog 语言编写正确的读写 AT24C01 存储芯片的程序;掌握用 Verilog 编写复杂功能模块;进一步学习状态机在系统设计中的应用。

【实验原理】 IIC 总线是一种由 PHILIPS 公司开发的两线式串行总线,用于连接微控制器及其外围设备。IIC 总线是由数据线 SDA 和时钟 SCL 构成的串行总线,可发送和接收数据。在 CPU 与被控 IC 之间、IC 与 IC 之间进行双向传送,最高传送速率 400kbps。IIC 总线在传送数据过程中共有三种类型信号,它们分别是:开始信号、结束信号和应答信号。

1) 开始信号: SCL 为高电平时, SDA 由高电平向低电平跳变,开始传送数据;

2) 结束信号: SCL 为高电平时, SDA 由低电平向高电平跳变,结束传送数据;

3) 应答信号: 接收数据的 IC 在接收到 8bit 数据后,向发送数据的 IC 发出

特定的低电平脉冲，表示已收到数据。CPU 向受控单元发出一个信号后，等待受控单元发出一个应答信号，CPU 接收到应答信号后，根据实际情况作出是否继续传递信号的判断。若未收到应答信号，由判断为受控单元出现故障。

【实验仪器】 VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】 IIC 总线的工作原理。

【实验安排】 根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

7. 基于 Verilog 的 SDRAM 测试的设计

【实验目的】 进一步了解 SDRAM 的工作原理；掌握 SDRAM 读写时序；进一步掌握状态机的使用。

【实验原理】 驱动 SDRAM，简单可以分为以下四项操作：

(一) 初始化

(二) 刷新操作

(三) 读操作

(四) 写操作

【实验仪器】 VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】 SDRAM 的工作原理，SDRAM 读写时序。

【实验安排】 根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】 启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

8. 基于 Qsys 的 SDRAM 测试的设计

【实验目的】 了解 SDRAM 的工作原理；掌握 Nios II 的基本开发流程；掌握使用 SDRAM 控制器 IP 访问 SDRAM。

【实验原理】 提到内存，相信大家都不陌生，几乎所有的计算机系统中都有它的身影，按照内存的工作原理划分，可将内存分为 RAM 和 ROM 两大类。RAM (Random Access Memory) 存储器又称随机存取存储器，存储的内容可通过指令随机读写访问，RAM 中的数据在掉电时会丢失；ROM (Read Only Memory) 存储器又称只读存储器，只能从中读取信息而不能任意写信息。ROM 具有掉电后数据可保持不变的优点。

【实验仪器】VEEK—SOC—II 实验开发系统。

【内容提要】Nios II 的基本开发流程。

【实验安排】根据所学编程知识，根据实验内容编写程序，并在实验仪上调试和验证。

【教学方法与手段】启发式、示范式、探究式、团队合作式教学法。

五、达成教学活动的途径和措施

本课程是一门实践性课程，分为课前预习、实验操作和实验总结三部分。

1. 课前预习由学生自主完成；

2. 实验操作部分首先由教师讲授实验原理，示范实验操作，学生观摩聆听；学生分小组进行实验并记录实验数据；

3. 实验总结环节按照小组进行无领导小组讨论，完成实训报告。

本课程除了上边 8 个题目之外，也可学生自选题目，采用启发式教学，培养学生的实际操作能力，提高学生创新和工程实践能力。

六、考核方式及成绩评定

（一）考核方式

课程考核方式分为实训总结报告、综合评价相结合的考核。

实训项目的成绩实行量化计分，由以下三项构成：课程整体评价（满分为 60 分），实训总结报告（满分为 30 分），平时成绩（满分为 10 分），根据学生三项成绩评定出课程设计的综合成绩（满分为 100 分）。分别给予、良好、中等、及格、不及格五级成绩评定。

在实训项目中，课程整体评价涵盖所承担的工作量（20 分），基本理论知识扎实（满分 10 分），能综合运用知识（满分 10 分），设计和实践能力较强（满分 10 分），有一定的创新能力满分（10 分），对每位学生进行过程考核。过程考核成绩将纳入设计作品的整体评价成绩之中。

实训总结报告要求学生撰写一份描述设计方案、制作与调试过程、测试情况、人员分工与合作情况，以及工作心得与体会等内容的设计报告。针对设计报告内容的小组及任务分配、实训题目理解、方案设计、过程及结果、结论分析等方面的因素，给予评价。

（二）考核方式与课程目标的关系

1. 课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	课程整体评价	实训总结报告	平时成绩	目标分值
课程目标 1	15	10		25
课程目标 2	15		5	20
课程目标 3	15	10	5	30
课程目标 4	15	10		25
合计总分	60	30	10	100

2. 考核内容与考核占比

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 能识别技术难题。 2. 能分析问题原因。 3. 清楚项目目标。	课程整体评价 实训总结报告
课程目标 2	1. 能将电子科学原理应用于实际操作。 2. 能设计出可行的技术解决方案。	课程整体评价 平时成绩
课程目标 3	1. 评估在个人任务中扮演的角色和表现。 2. 考察在团队合作中的贡献和协作。 3. 评价的沟通能力及其在团队中的应用。	课程整体评价 实训总结报告 平时成绩
课程目标 4	1. 能制定明确的项目流程计划。 2. 能有效分配项目资源。 3. 能跟踪并管理项目进度。 4. 能识别潜在风险并进行评估。 5. 能实施风险应对策略。	课程整体评价 实训总结报告

七、成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	实施方式
课程整体评价 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效果和制作工艺质量等因素给予评价。	课程目标 1、2、3、4	出勤、提交仿真实例、检查成品
	参与设计	项目实施过程中，积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期电子系统设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计（绘制系统结构框图）、设计方案的评估、比较与选择，元器件及电路的参数计算，电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	实施方式
实训总结报告 30%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性，以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、3、4	设计报告
	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据，以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
平时成绩 10%	出勤及表现	考查学生在本次设计工作中实际承担的工作量以及对小组完成本次设计任务所做贡献的比重。	课程目标 2、3	出勤、提问

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	准确识别问题的本质和关键特征，全面分析制约条件，需求描述清晰、详细且与项目目标高度匹配。	较好地识别问题和分析特征，制约条件的分析较为全面，需求描述明确且与项目目标匹配。	识别问题和特征分析一般，制约条件分析存在遗漏，需求描述基本清晰但需改进。	能够识别问题和进行一定的特征分析，制约条件分析不够全面，需求描述尚可但需要进一步完善。	未能有效识别问题和进行分析，制约条件和需求描述缺乏清晰度和准确性。
2	课程目标 2	提出创新且高效的整体方案，完美整合软硬件模块，设计优化出色，性能超出预期。	整体方案合理有效，软硬件模块整合良好，设计优化满足要求，性能达到预期。	整体方案一般，软硬件模块整合存在小瑕疵，设计优化有待提高，性能基本达标。	整体方案尚可接受，软硬件模块整合及设计优化存在不足，性能勉强达标。	整体方案缺乏创新性和有效性，软硬件模块整合差，设计优化不足，性能未达标。
3	课程目标 3	展现卓越的团队合作精神和领导力，沟通流畅，协作高效，团队成员之间互补性强。	团队合作良好，沟通顺畅，协作效率较高，团队成员间互补性较好。	团队合作一般，沟通和协作存在一定障碍，团队成员间的互补性有待加强。	团队合作存在但效果一般，沟通和协作需要进一步改善，团队成员间的互补性不明显。	缺乏团队合作精神，沟通和协作困难，团队成员间缺乏互补性。
4	课程目标 4	精通并正确应用经济与管理工具，项目控制精准，成本效益高，风险最小化。	熟练应用经济与管理工具，项目控制有效，成本效益良好，风险管理得当。	应用经济与管理工具一般，项目控制和成本效益有待提高，风险管理尚可。	使用经济与管理工具不够熟练，项目控制和成本效益存在不足，风险管理需要加强。	缺乏应用经济与管理工具的能力，项目控制差，成本高，风险管理不当。

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次，按下述标准评定成绩。

(1)优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标): 能灵活, 正确, 综合地运用所学的专业理论知识; 观点明确, 能深入进行分析, 有很强的分析问题和解决问题的能力, 并有独到见解系统设计合理, 有创新性; 使用体验好, 实用功能强, 且在设计中能综合考虑社会环境因素, 对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值, 能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅, 表述规范, 突出, 格式规范, 结论正确答辩展路清晰描述清楚, 有较强的表达能力。

(2)良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标): 方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识, 理论联系实际, 观点明确, 分析比较深入, 有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素, 对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范, 较突出, 论点较鲜明, 结论正确答辩思路比较清晰, 描述比较清楚, 有较好的表达能力。

(3)中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标): 能运用所学知识完成设计: 方案论证分析基本正确、合理: 能够理论联系实际, 观点较明确, 有一定的分析问题和解决问题的能力: 在设计中未充分考虑社会环境因素, 对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范, 较突出, 论点基本正确, 结论基本正确; 答辩思路基本清晰, 描述基本清楚, 有一定的表达能力。

(4)及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标): 能将所学的知识完成简单应用: 方案论证分析基本正确, 但内容尚欠充实。观点基本正确, 有一定的分析问题和解决问题的能力: 在设计中对社会环境因素考虑不周, 对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚, 表达不够规范, 论点基本正确, 结论欠合理答辩思路较混乱, 描述基本清楚, 表达能力欠佳。

(5)不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者，应判为不及格：

1)未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识，技能差。设计报告杂乱无章，表达不规范，论点不清，无明确结论或结论错误。

2)抄袭他人成果，完全仿制者。

3)设计的作品(研究结论)无价值可言，也不能正常展示。

4)设计工作量严重不足。

5)不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上原则性错误。

注：对于由学校本科生院或学院组织及认定支持的电子信息类专业学科竞赛，由课程组对竞赛内容进行审核，如竞赛内容能够完全涵盖本课程的教学目标，经对参赛学生的获奖证明进行审核，课程组可决定对在该竞赛中获得一定等级以上奖项的学生授予本课程实物作品制作免修资格，课程成绩可根据竞赛获奖等级酌情予以认定。

八、实习方式与组织

为确保每位同学能够充分做好准备，指导老师在课程教学周（16周）结束前一周向学生发出通知，提醒他们安装好所需的软件。同时，老师还将组织学生按照实习安排。在这个实施计划中，我们将分为以下几个步骤：

1. 指导老师通知学生安装相关软件：

在实习开始之前，指导老师会向学生们提供一份详尽的软件安装指南。该指南将包含所需软件的下载链接、安装步骤以及必要的配置说明。老师会确保所有学生都能够独立完成软件的安装，并在必要时提供远程协助。

2. 组织学生按照实习安排：

实习安排将被设计成确保学生能够充分理解并参与到整个项目流程中。指导老师会创建一个详细的时间表，包括关键的里程碑和期望的学习成果。学生们将被分配到不同的小组，每个小组都有特定的任务和目标。

3. 实习过程中的辅导与支持：

在实习期间，指导老师将提供持续的辅导和支持。定期的会议将被安排来讨论进展、解决问题和分享最佳实践。老师还会提供额外的学习材料和资源，以帮助学生更好地理解复杂的概念和工具。

4. 实习总结与反馈：

实习结束时，学生们将被要求提交一份综合报告，总结他们的学习经历和项目成果。指导老师将对学生的表现进行评估，并提供详细的反馈。最后，将举行一个展示会，学生们有机会展示他们的工作，并从同学和评审那里获得反馈。

九、实习要求

1. 对学生的要求：

学生在进行项目设计实训时，需要掌握电子系统的基础理论知识，能够按照项目流程进行需求分析、系统设计、编码、测试和调试。同时应具备一定的编程技巧，并拥有良好的逻辑思维及独立解决问题的能力。此外，团队合作精神和遵守实习单位规章制度也是对学生的基本要求。

2. 对指导教师的要求：

指导教师应具有丰富的专业知识和实际项目经验，能够为学生提供有效的技术指导和项目设计建议。教师负责制定和执行实训计划，监督学生的项目进度，并对学生的工作成果进行评价和反馈。教师还需要具备良好的沟通能力，激励学生学习并解决学习过程中的疑难问题。

3. 对实习单位和场所的要求：

实习单位需要提供符合项目设计要求的工作环境，包括必要的硬件设施、软件工具以及实验材料。确保实验室环境安全，以保障学生在操作中的安全。单位应有专业的技术支持团队，以便在学生遇到技术难题时提供帮助。同时，单位应具备一套完善的管理系统，以协调各类实习活动，保证实训目标的实现。若实习包含企业合作部分，单位应确保合作企业和项目内容适合学生的学习水平和目标。

十、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为马工程教材
无					

2. 主要参考书目

无

3. 其它学习资源

无

《集成电路版图设计训练》课程大纲

一、课程信息

课程名称	集成电路版图设计训练 (Training of Integrated Circuit Layout Design)		
课程编码	232410207D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	集成电路原理与设计	修读学期	第六学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	侯丽鹏	审核人	韩建新

二、课程简介

集成电路版图设计训练是电子科学与技术专业的专业实践环节，系统全面地培养学生集成电路版图的设计能力。本环节的主要任务是通过集成电路版图设计实验项目的训练，使学生加深对集成电路工艺、器件和版图设计关键问题的理解，系统地了解集成电路版图设计流程，培养学生集成电路版图设计的基本工程素养。目标是在教学实验过程中提高学生集成电路版图设计能力，为今后的专业深造和职业发展奠定坚实的基础，培养学生严谨认真的科学态度和学术精神，有效地将专业知识与思政元素相融合，引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观。

三、实习目的

课程目标 1：熟练使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，通过研究能够初步解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等特殊需要考虑的工程问题。

课程目标 2：在版图设计中能够正确选择和优化元件；能够分析集成电路元件版图结构及元件参数的具体实现方法并建立合适的模型，避免产生不良后果和责任。

课程目标 3：熟习版图设计的基本规则，能够进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，培养基本的职业素养。

课程目标 4：在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，培养学生团队合作和沟通能力，养成严谨认真的科学态度。

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	4.2 综合分析：能够正确观察、记录实验数据，并选择合适的技术手段进行整理，对实验结果进行解释和综合分析，从而得出合理有效的结论。	毕业要求 4：研究
课程目标 2	6.2 责任：理解实施微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程解决方案可能产生的后果及应承担的责任。	毕业要求 6：工程与社会
课程目标 3	8.1 服务：具备哲学、历史、法律文化等人文社会科学素养，深刻理解应承担的社会责任，并愿意为社会服务。同时，具备健康的身体和良好的心理素质，能够适应职业发展的需求。	毕业要求 8：职业规范
课程目标 4	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

序号	课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1	计算机基础	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	0.5 天
2	常见逻辑门原理及棍棒图	课程目标 1、2、3	实践法、讲授法、讨论法	0.5 天
3	门电路版图实现	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	2 天
4	门电路版图验证	课程目标 1、2、3、4	实践法、讲授法、讨论法	2 天
合计				1 周

（二）课程内容

内容一 计算机基础

【学习目标】

1. 熟练完成常见 linux 系统的操作；
2. 熟练完成 EDA 系统的操作；
3. 熟练使用 Virtuoso 版图设计热键。

【课程内容】

1. Linux 操作系统基础；

2. EDA 工具操作基础;
3. Virtuoso 版图设计热键。

【重点、难点】

1. 重点: EDA 系统的操作。
2. 难点: 熟练使用 Virtuoso 版图设计热键。

【教学方法】

演示法、实践法

【学习要求】

课上积极参与互动和实操, 课下在规定时间内完成作业, 并及时复习学过的知识, 课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解, 录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频;
2. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容二 常见逻辑门原理及棍棒图

【学习目标】

1. 能描述常见逻辑门的原理;
2. 能画出门电路的符号;
3. 理解棍棒图的含义。

【课程内容】

1. 常见逻辑门符号、示意图及真值表;
2. 棍棒图介绍。

【重点、难点】

1. 重点: 门电路的符号。
2. 难点: 棍棒图的含义。

【教学方法】

演示法、实践法

【学习要求】

课上积极参与互动和实操, 课下在规定时间内完成作业, 并及时复习学过的知识, 课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解, 录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容三 门电路版图实现

【学习目标】

1. 能解释常见关键词的含义;
2. 能描述版图设计的基本规则;
3. 能完成门电路的版图设计。

【课程内容】

1. DesignRule 的概念;
2. 常见关键字;
3. DesignRule 实例。

【重点、难点】

1. 重点: 门电路的版图设计。
2. 难点: 掌握版图设计的基本规则。

【教学方法】

演示法、实践法

【学习要求】

课上积极参与互动和实操, 课下在规定时间内完成作业, 并及时复习学过的知识, 课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固, 可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解, 录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

- 1.学习通课程视频;
- 2.中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

内容四 门电路版图验证

【学习目标】

- 1.完成门电路版图的 DRC 验证;
- 2.完成门电路版图的 LVS 验证;

【课程内容】

1. 版图 DRC 验证流程;
2. 常见 DRC 错误解析;
3. 版图 LVS 验证流程;
4. 常见 LVS 错误解析。

【重点、难点】

1. 重点：版图 DRC 和 LVS 验证。
2. 难点：DRC 错误的判断修改。

【教学方法】

演示法、实践法

【学习要求】

课上积极参与互动和实操，课下在规定时间内完成作业，并及时复习学过的知识，课后可以通过学习通提供的讲解视频对课堂知识进行巩固，可自由选择本章一个或多个知识点进行讲解，录制讲解视频提交学习通。

【学习资源】

1. 学习通课程视频；
2. 中国大学 MOOC《固体物理》相关课程。

五、实践教学安排

（一）课堂讲授

1. 在教学方法上，结合多媒体教学与操作演示，针对版图设计中涉及的理论问题进行讲解和设计实践演示，理论与实践相结合，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

2. 在教学内容上，包括与集成电路版图相关的工艺原理、元件版图结构分析、版图参数优化、版图设计规则、foundry PDK、版图设计流程、元件匹配设计原则、ESD、Latchup 和 EM 等版图设计需要掌握的理论知识。

3. 版图案例分析，版图案例分析是学习和掌握集成电路版图设计的重要教学内容，尤其是在学生只进行了简单的理论学习后，结合一些教学案例，可以有效地帮助学生理解课堂学习的理论知识，建立感性认识，并为后续的课程实验打下基础。

（二）版图专项训练

1. 版图专项训练的作用，集成电路版图设计专项训练是培养和提高集成电路版图设计能力的重要环节，学生在初步了解集成电路版图原理的基础上，需要使用 EDA 软件进行一些版图设计的专项训练，这样不仅可以做到循序渐进，而且还有助于提高学生对版图设计的理解，建立成就感，激发学习兴趣。

2. 专项训练的内容，包括基本 P-cell 元件的调用及参数设置方法、版图单层显示、剖析版图层结构、基本图形对齐、移动、翻转、拷贝、组合、打散、切割、图形全局显示、局部放大、跨层划线、改变属性和图形拉伸等等，熟练掌握这些专项训练技巧，就可以在版图设计操作过程中得心应手，游刃有余。

（三）案例设计

集成电路版图案例设计是本实验课程的核心内容，前面课堂教学和专项训练都是为版图案例设计实验做准备，只有通过案例设计实践才能提高集成电路版图设计技术，掌握完整的设计流程，熟练运用 EDA 工具，不断在实验中发现问题和解决问题。

设计案例以基本的模拟电路模块为主，包括差分运算放大器、电流源电路、比较器和简单的 ADC 电路等。这些单元电路是很多复杂电路的基本电路单元模块，对这些电路进行版图设计实验，可以帮助学生尽早接触实际电路模块，为专业深造和职业发展打下一定的基础。

（四）课程思政

集成电路产业是信息技术产业的核心，是支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业。加快推进集成电路产业发展，对转变经济发展方式、保障国家安全、提升综合国力具有重大战略意义。发展集成电路产业已上升为国家战略，拥有强大的集成电路产业和领先的技术，已成为实现科技强国、产业强国的关键标志。所有这些思政元素将会融合在课堂教学环节的每个步骤中，培养学生的家国情怀，为我国的科技创新贡献力量。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 根据设计规则查找问题的能力 2. 资源整合与利用能力	作业 实训操作 实训报告
课程目标 2	1. 掌握专业基础知识和专业知识的情况 2. 问题分析与解决能力	考勤 实训操作 实训报告
课程目标 3	1. 根据设计规则查找问题的能力 2. 资源整合与利用能力	考勤 作业 实训操作 实训报告
课程目标 4	1. 指令理解能力与团队合作 2. 陈述发言能力 3. 报告撰写能力	实训操作 实训报告

（二）课程目标评价方法

评价环节	评价方式	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
过程性考核占比 (50%)	考勤		50%	50%	
	实训操作	40%	20%	20%	20%
	作业	50%		50%	
结果性考核占比 (50%)	实训报告	30%	20%	20%	30%

(三) 成绩评定

1. 评定方式

成绩考核采取“N+1”的模式，“N”指平时成绩，包括考勤、作业、实训操作，分别占比 20%、40%和 40%，“1”指实训报告成绩，占比 50%。总成绩=考勤(10%) +实训操作 (20%) +作业 (20%) +实训报告成绩 (50%)。

考勤：按时出勤，满分 100 分，如实验缺勤，当次实验平时成绩记为零分，迟到早退酌情扣分。

实训操作：考察学生对集成电路版图设计基本操作的掌握程度，在实践过程中分析问题、解决问题的能力，以及在实践操作过程中的团队合作、沟通交流、实事求是、严肃认真等基本素养，满分 100 分。

实训报告：全面地反映学生对版图设计课程的掌握程度。能灵活，正确，综合地运用所学的专业理论知识；观点明确，能深入进行分析，有很强的分析问题和解决问题的能力，并有独到见解系统设计合理，有创新性；使用体验好，实用功能强，且在设计中能综合考虑社会环境因素，对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值，能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅,表述规范,突出,格式规范,结论正确答辩展路清晰描述清楚,有较强的表达能力。成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次。

2. 评分标准

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能够正确使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，通过研究能够初步解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等特殊需要考虑的工程问题。	能够较正确使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，通过研究能够初步解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等特殊需要考虑的工程问题。	基本能够使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，通过研究能够初步解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等特殊需要考虑的工程问题。	能够通过使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，通过研究能够初步解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等工程问题。	不能通过使用 EDA 工具设计简单的集成电路版图，不能解决版图结构、元件匹配、ESD、PAD 和 Latchup 等工程问题。
2	课程目标 2	在版图设计中能够正确选择和优化元件；能够分析集成电路元件版图结构及元件参数的具体实现方法并建立合适的模型，避免产生不良后果和责任。	在版图设计中能够较正确选择和优化元件；能够分析集成电路元件版图结构及元件参数的具体实现方法并建立合适的模型，避免产生不良后果和责任。	能够选择合适元件；能够分析集成电路元件版图结构及元件参数的具体实现方法并建立合适的模型，避免产生不良后果和责任。	能够选择合适元件；能够分析集成电路元件版图结构及元件参数的具体实现方法并建立合适的模型，不产生不良后果和责任。	不能选择合适元件建立合适的模型，或者会产生不良后果和责任。
3	课程目标 3	熟习版图设计的基本规则，能够正确进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，培养基本的职业素养。	熟习版图设计的基本规则，能够较正确进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，培养基本的职业素养。	熟习版图设计的基本规则，能够进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，培养基本的职业素养。	熟习版图设计的基本规则，基本能够进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，培养基本的职业素养。	不熟习版图设计的基本规则，或者不能够进行门电路版图的 DRC 验证和 LVS 验证，缺乏基本的职业素养。
4	课程目标 4	在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，能够很好与团队沟通，一起完成设计内容。	在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，能够较好与团队沟通，一起完成设计内容。	在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，能够与团队沟通，一起完成设计内容。	在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，基本能够好与团队沟通，一起完成设计内容。	在设计实践过程中通过查阅资料、分工合作和撰写实训报告等活动，不能够与团队沟通合作，一起完成设计内容。

七、选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为 马工程教材
无					

八、主要参考书目

- [1] 陆学斌. 集成电路版图设计 (第 2 版). 北京: 北京大学出版社. 2018
- [2] 余华, 师建英. 集成电路版图设计. 北京: 清华大学出版社. 2016

《电子设计综合训练》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电子设计综合训练 (EDA Project Design Training)		
课程编码	232410203D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电子设计自动化	修读学期	第四学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时 (理论学时 0, 实践学时 2 周)		
执笔人	白雪敏	审核人	韩建新

二、课程简介

《电子设计综合训练》是电子科学与技术专业的重要专业实践环节,是实践、理论紧密结合的实践环节,也是理工科专业的综合能力培养的课程。为了使学生在进行实践时,能很好地理解和掌握有关理论概念以及软硬件的综合设计方法,特开设这门实验课。实验实施、安排与理论课密切相关,同步进行。通过本综合训练课程使学生能够将专业理论应用到实践设计过程中。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过本课程的实践,使学生真正地掌握如何运用所学知识,利用硬件开发平台与开发工具设计电路系统解决实际问题,培养学生联想、洞察能力、综合分析能力、应用所学知识解决实际问题的能力。

课程目标 2: 通过指导培养学生的电子设计思想、了解电子系统设计的一般性步骤,使学生能够充分利用所学的理论知识对要设计的电子系统进行功能模块划分,逻辑仿真,功能仿真,硬件测试,培养学生分析归纳、演绎推理的能力,培养学生抽象概括问题的能力,用自顶向下设计方法进行电路设计的能力,培养学生辩证唯物主义的世界观。

课程目标 3: 结合知识点使学生了解世界先进技术,培养学生的责任感和使命感。在分组讨论教学时,通过合理分工和有效组织,培养学生团队合作精神。

在实验实践教学教学中，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的工作作风。

课程目标 4：通过实践演练，培养学生文献资料的查询能力，能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1：工程知识
课程目标 2	3.3 整体：综合考虑各种工程因素，给出整体方案，能够利用软硬件模块，进行微电子/光电子和集成电路系统的整体设计与开发。	毕业要求 3：设计/开发解决方案
课程目标 3	8.2 遵守：具有工程职业道德与规范，在工程实践中能自觉遵守。	毕业要求 8：职业规范
课程目标 4	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	主要内容	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	项目准备	2 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
2	项目分析	3 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
3	制定实验方案	3 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
4	仿真验证	3 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
5	实验优化	1 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
6	数据处理	1 天	设计	2-3 人一组	必做	课程目标 1、2、3、4
7	撰写设计报告	1 天	设计	2-3 人一组	选做	课程目标 1、2、3、4

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组

(二) 实验项目

课程设计题目，可由教师根据学生情况进行选定。但为了保证课程设计的基本内容，以及一定程度的综合性和完整性，课程设计内容建议如下：

1. 常用仪器的使用和元件的识别；

2. 仿真软件的使用练习；
3. 声光控制开关电路的设计与制作；
4. 红外遥控开关电路的设计与制作；
5. 红外遥控定时开关电路的设计与制作等。

电子设计综合训练课程设计是综合运用电子电路的相关知识进行项目实践，大体上按以下步骤进行：

1. 项目准备（2天）

了解问题的实际背景，明确设计目的，搜集必要的信息等，尽量弄清对象的主要特征，形成一个比较清晰的“问题”。

2. 项目分析（2天）

根据对象的特征和目的，抓住问题的本质，忽略次要因素，作出必要的、合理的简化假设。

3. 制定实验方案（3天）

4. 仿真验证（3天）

5. 实验优化（1天）

6. 数据处理（1天）

7. 撰写实验报告（1天）

五、教学方法

1. 本课程是一门学科涉及广，具有一定实践性的课程，在授课时应使用问题驱动式教学，并借助多媒体提高教学效率。

2. 从实际问题出发，自己动手设计、探索、建模、求解、检验、分析结果，在实际探索中激发学生学习兴趣，强化动手应用能力，培养创新意识。

3. 指导学生自己对所给问题进行分析、简化、抽象为合理的教学结构，充分利用所学的数学理论知识进行数据处理，理论计算，检验直至得到具有实际意义的结果。

六、考核内容及成绩评定

（一）考核内容

课程考核方式分为实训总结报告、综合评价相结合的考核。

实训项目的成绩实行量化计分，由以下三项构成：课程整体评价（满分为60分），实训总结报告（满分为30分），平时成绩（满分为10分），根据学生三项成绩评定出课程设计的综合成绩（满分为100分）。分别给予、良好、中等、及格、不及格五级成绩评定。

在实训项目中，课程整体评价涵盖所承担的工作量（20分），基本理论知识扎实（满分10分），能综合运用知识（满分10分），设计和实践能力较强（满分10分），有一定的创新能力满分（10分），对每位学生进行过程考核。过程考核成绩将纳入设计作品的整体评价成绩之中。

实训总结报告要求学生撰写一份描述设计方案、制作与调试过程、测试情况、人员分工与合作情况，以及工作心得与体会等内容的设计报告。针对设计报告内容的小组及任务分配、实训题目理解、方案设计、过程及结果、结论分析等方面的因素，给予评价。

平时成绩包括出勤与完成作业情况。

（二）考核方式与课程目标的关系

1. 课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	课程整体评价	实训总结报告	平时成绩	目标分值
课程目标 1	15	10	2	27
课程目标 2	15		3	18
课程目标 3	15	10	5	30
课程目标 4	15	10		25
合计总分	60	30	10	100

2. 考核内容与考核占比

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 能识别技术难题。 2. 能分析问题原因。 3. 清楚项目目标。	课程整体评价 实训总结报告 平时成绩
课程目标 2	1. 能将电子科学原理应用于实际操作。 2. 能设计出可行的技术解决方案。	课程整体评价 平时成绩
课程目标 3	1. 评估在个人任务中扮演的角色和表现。 2. 考察在团队合作中的贡献和协作。 3. 评价的沟通能力及其在团队中的应用。	课程整体评价 实训总结报告 平时成绩
课程目标 4	1. 能制定明确的项目流程计划。 2. 能有效分配项目资源。 3. 能跟踪并管理项目进度。 4. 能识别潜在风险并进行评估。 5. 能实施风险应对策略。	课程整体评价 实训总结报告

七、成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	实施方式
课程整体评价 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效	课程目标 1、2、3、4	出勤、提交仿真实例、检查成品

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	实施方式
		果和制作工艺质量等因素给予评价。		
	参与设计	项目实施过程中,积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期电子系统设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计(绘制系统结构框图)、设计方案的评估、比较与选择,元器件及电路的参数的计算,电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		
实训总结报告 30%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性,以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、3、4	设计报告
	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据,以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
平时成绩 10%	小组贡献	考查学生在本次设计工作中实际承担的工作量以及对小组完成本次设计任务所做贡献的比重。	课程目标 1、2、3	作业、提问
	原理解释	考查学生本人对作品设计方案和工作原理的理解情况。		
	口头表达	考查学生的口头沟通与表达能力。		

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次,按下述标准评定成绩。

(1) 优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标):能灵活,正确,综合地运用所学的专业理论知识;观点明确,能深入进行分析,有很强的分析问题和解决问题的能力,并有独到见解系统设计合理,有创新性;使用体验好,实用功能强,且在设计中能综合考虑社会环境因素,对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的

实用价值，能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅,表述规范,突出,格式规范,结论正确答辩展路清晰描述清楚，有较强的表达能力。

(2) 良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标)：方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识，理论联系实际，观点明确，分析比较深入，有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素，对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范，较突出，论点较鲜明，结论正确答辩思路比较清晰，描述比较清楚，有较好的表达能力。

(3) 中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标)：能运用所学知识完成设计：方案论证分析基本正确、合理：能够理论联系实际，观点较明确，有一定的分析问题和解决问题的能力：在设计中未充分考虑社会环境因素，对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范，较突出，论点基本正确，结论基本正确；答辩思路基本清晰，描述基本清楚，有一定的表达能力。

(4) 及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标)：能将所学的知识完成简单应用：方案论证分析基本正确，但内容尚欠充实。观点基本正确，有一定的分析问题和解决问题的能力：在设计中对社会环境因素考虑不周，对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚，表达不够规范，论点基本正确，结论欠合理答辩思路较混乱，描述基本清楚，表达能力欠佳。

(5) 不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者，应判为不及格：

1) 未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识，技能差。设计报告杂乱无章，表达不规范，论点不清，无明确结论或结论错误。

2) 抄袭他人成果，完全仿制者。

3) 设计的作品(研究结论)无价值可言，也不能正常展示。

4) 设计工作量严重不足。

5) 不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上原则性错误。

注：对于由学校本科生院或学院组织及认定支持的电子信息类专业学科竞赛，由课程组对竞赛内容进行审核，如竞赛内容能够完全涵盖本课程的教学目标，经对参赛学生的获奖证明进行审核，课程组可决定对在该竞赛中获得一定等级以上奖项的学生授予本课程实物作品制作免修资格，课程成绩可根据竞赛获奖等级酌情予以认定。

八、实习方式与组织

为确保每位同学能够充分做好准备，指导老师在课程教学周（16周）结束前一周向学生发出通知，提醒他们安装好所需的软件。同时，老师还将组织学生按照实习安排。在这个实施计划中，我们将分为以下几个步骤：

1. 指导老师通知学生安装相关软件：

在实习开始之前，指导老师会向学生们提供一份详尽的软件安装指南。该指南将包含所需软件的下载链接、安装步骤以及必要的配置说明。老师会确保所有学生都能够独立完成软件的安装，并在必要时提供远程协助。

2. 组织学生按照实习安排：

实习安排将被设计成确保学生能够充分理解并参与到整个项目流程中。指导老师会创建一个详细的时间表，包括关键的里程碑和期望的学习成果。学生们将被分配到不同的小组，每个小组都有特定的任务和目标。

3. 实习过程中的辅导与支持：

在实习期间，指导老师将提供持续的辅导和支持。定期的会议将被安排来讨论进展、解决问题和分享最佳实践。老师还会提供额外的学习材料和资源，以帮助学生更好地理解复杂的概念和工具。

4. 实习总结与反馈：

实习结束时，学生们将被要求提交一份综合报告，总结他们的学习经历和项目成果。指导老师将对学生的表现进行评估，并提供详细的反馈。最后，将举行一个展示会，学生们有机会展示他们的工作，并从同学和评审那里获得反馈。

九、实习要求

1. 对学生的要求：

学生在进行项目设计实训时，需要掌握电子系统的基础理论知识，能够按照项目流程进行需求分析、系统设计、编码、测试和调试。同时应具备一定的编程技巧，并拥有良好的逻辑思维及独立解决问题的能力。此外，团队合作精神和遵守实习单位规章制度也是对学生的基本要求。

2. 对指导教师的要求：

指导教师应具有丰富的专业知识和实际项目经验，能够为学生提供有效的技术指导 and 项目设计建议。教师负责制定和执行实训计划，监督学生的项目进度，并对学生的工作成果进行评价和反馈。教师还需要具备良好的沟通能力，激励学生学习并解决学习过程中的疑难问题。

3. 对实习单位和场所的要求：

实习单位需要提供符合项目设计要求的工作环境，包括必要的硬件设施、软件工具以及实验材料。确保实验室环境安全，以保障学生在操作中的安全。单位

应有专业的技术支持团队，以便在学生遇到技术难题时提供帮助。同时，单位应具备一套完善的管理系统，以协调各类实习活动，保证实训目标的实现。若实习包含企业合作部分，单位应确保合作企业和项目内容适合学生的学习水平和目标。

十、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为马工程教材
无					

2. 主要参考书目

无

3. 其它学习资源

无

《毕业实习》课程大纲

一、课程信息

课程名称	毕业实习(Graduation Internship)		
课程编码	232410208D	适用专业	电子科学与技术
先修课程		修读学期	第七学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	9	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	18 周		
执笔人	韩建新	审核人	韩建新

二、课程简介

电子科学与技术专业实习是一门综合性实践环节，旨在将学生所学的电子科学与技术理论知识与实际操作相结合，提高学生的实践能力和创新思维。通过实习，学生将深入了解电子元件、电路设计、制作和调试等方面的知识，掌握电子科学与技术的基本概念和原理。同时，学生将学习使用电子设计自动化（EDA）软件进行电路设计，熟悉电子电路制作和调试的全过程，并培养团队协作和实践能力。实习将注重培养学生的独立思考和动手能力，鼓励学生发挥创新思维，解决实际问题。最终，学生将分组完成实际项目，包括电路设计、制作、调试及报告撰写等环节，全面提高实践能力和综合素质。

三、实习目的

作为电子科学与技术专业课程关键的实习环节，其实习目的包括：

1. 强化仿真技术应用：通过实习，学生将深化对计算机辅助设计和各类仿真工具的使用，从而针对微电子/光电子和集成电路领域的复杂工程问题进行高效分析，并实践理论知识。

2. 整合理论与工程实践：学生将学习生产一线体验实际工作流程，将学术理念与现实工程挑战相结合。这不仅增强了对工程背景的认识，还培养了学生评估工程项目对环境和社会影响的能力。

3. 加深对环保法规的理解：实习过程中，学生将接触和学习电子科学与技术行业相关的环境保护和可持续发展的法律法规，从而提升他们的环境责任感和

可持续思维。

4. 培养跨文化交流与合作技巧：在多元文化的工作环境中，学生将有机会提高自己的外语水平和跨文化交流能力，这对于今后在全球化的电子科学与技术领域中发展至关重要。

5. 磨练管理与决策技能：学生将通过参与实际的管理决策过程，学习如何在工程活动中运用经济和管理知识。这不仅锻炼了决策能力，也为他们将来在技术和管理岗位上的职业生涯打下坚实基础。

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	5.2 仿真：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。	毕业要求 5：使用现代仪器
课程目标 2	6.1 背景：具有在电子科学与技术相关企业生产实习和社会实践的经历，了解必要的工程背景知识。能够理解、评价本专业相关的工程实践和复杂	毕业要求 6：工程与社会
课程目标 3	7.1 法规：了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。	毕业要求 7：环境与可持续发展
课程目标 4	10.2 沟通：具备一定的国际视野和外语运用能力，能够在跨文化背景下进行专业技术领域沟通和交流、竞争与合作。	毕业要求 10：沟通
课程目标 5	11.1 管理决策：理解并掌握工程活动中相关管理与经济决策方法。	毕业要求 11：项目管理

四、实习内容及进度安排

专业实习的进度安排如下

序号	主要内容	实习内容	学时分配
1	参观生产线	了解实习单位的组织机构和生产组织管理情况，观摩研发设计、测试技术、技术支持等相关部门在企业中的应用，了解专业技术人员的工作性质、内容及工作方法。	2 周
2	产品开发与设计	掌握实习产品的电路结构、生产工艺流程、组装过程和调试方法；学习电路设计软件的使用；学习探讨在研发、生产中怎样分析与处理工程技术问题的程序和方法。	12 周
3	社会调查	结合毕业实习的实际，收集同毕业设计课题有关的技术资料和数据、酝酿设计方案，培养从实践中学习的能力。	2 周
4	实习总结	根据实习过程和内容，分析实习过程中所解决的复杂工程问题，撰写实习报告	2 周

五、考核方式

（一）考核方式

实习结束后,由实习单位指导教师和校内指导教师根据学生在实习期间的表现、完成实习任务情况、实习报告撰写情况进行综合评判,给出实习成绩。具体为:

实习成绩=出勤(10%)+实习表现(30%)+实习报告(60%)

（二）考核方式与课程目标的关系

1.课程教学目标的考核与考核方式对应表

课程目标	出勤	实习表现	实习报告	目标分值
课程目标 1		5	20	25
课程目标 2	5	10	10	25
课程目标 3			10	10
课程目标 4	5	10	10	25
课程目标 5		5	10	15
合计总分	10	30	60	100

2.考核内容与考核占比

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 评估学生对仿真软件界面和功能的熟悉度。 2. 检验学生使用仿真工具进行电路或系统级分析的能力。 3. 通过设计项目,考察学生运用仿真工具解决实际问题的效率和创新性。	实习表现 实习报告
课程目标 2	1. 通过案例分析考核学生在微电子/光电子和集成电路领域识别工程问题及提出解决方案的能力。 2. 通过小组讨论或个人报告了解学生对行业内前沿技术的理解程度。 3. 通过模拟或现场实习考察学生对生产流程的把握和操作技能。 4. 评价学生在模拟工作环境中遵循标准操作程序(SOP)的能力。 5. 观察学生在实际工作中发现并优化流程的能力。	出勤 实习表现 实习报告
课程目标 3	1. 通过书面考试或报告,评估学生对相关法律法规的知识掌握情况。 2. 考核学生在案例研究中应用环保法规进行分析和决策的能力。 3. 观察学生在讨论和项目中主动考虑环境影响和可持续性的意识。	实习报告
课程目标 4	1. 通过语言测试,评价学生的外语听、说、读、写能力。 2. 在模拟跨文化交流环境中,考察学生的沟通技巧和文化适应性。 3. 检验学生在多语言环境下的专业术语运用和理解能力。	出勤 实习表现 实习报告
课程目标 5	1. 通过参与模拟的商业案例,考核学生分析财务数据和市场信息的能力。 2. 评估学生制定管理策略和解决问题的综合能力。 3. 观察学生在团队项目中展现的领导能力和合作精神。	实习表现 实习报告

六、成绩评定标准与方式

评价方式及所占比例	评价内容	评价标准	对课程目标的支撑	实施方式
实习报告 60%	作品完成	针对设计任务中要求的功能和性能指标对实物作品进行测试，同时考虑作品的稳定性、外观效果和制作工艺质量等因素给予评价。	课程目标 1、2、3、4、 5	设计报告
	参与设计	项目实施过程中，积极参与设计方案的规划和评价。		
	仿真实例	着重考查学生在前期电子系统设计方法学习中对设计案例的设计任务分析、顶层方案设计（绘制系统结构框图）、设计方案的评估、比较与选择，元器件及电路的参数的计算，电路设计方案的测试验证等工作的完成情况。		
实习表现 30%	设计方案	考查学生设计方案的科学性、合理性，以及设计方案评估、比较与选择的方法与过程。	课程目标 1、2、4、5	小组讨论、作业、 视频
	系统测试	考查学生是否能够正确使用实验仪器对作品的功能和性能进行测试并记录测试数据，以及是否能够对测试数据进行分析以确定系统中存在的问题。		
	书写规范	考查学生的书面表达能力。		
出勤 10%	签到	熟悉社会工程应用，完善管理能力	课程目标 2、4	出勤、签到

序号	评价项目	评分标准				
		90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
		优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	能独立完成复杂项目的仿真，展示出高效的问题解决能力和创新性。	能有效使用仿真工具进行电路或系统级分析，能解决常见问题。	对仿真软件界面和功能有基本了解，能完成简单任务。	在指导下能使用仿真工具，但缺乏独立解决问题的能力。	对仿真软件的使用存在明显困难，无法完成任务。
2	课程目标 2	能独立识别并提出创新解决方案，对前沿技术有深入理解。	能识别大部分工程问题，提出合理解决方案，对新技术有一定了解。	能在指导下识别问题，提出基本解决方案，对新技术有一定认识。	在较大帮助下才能识别问题和解决方案，对新技术了解有限。	难以识别问题和提出解决方案，对新技术几乎没有了解。
3	课程目标 3	主动考虑环境影响，能熟练应用环保法规进行分析和决策。	能正确应用环保法规，有意识地考虑环境影响。	了解基本的环保法规，偶尔考虑环境影响。	知道一些环保法规，但应用不够准确或不常考虑环境影响。	对环保法规几乎不了解，很少考虑环境影响。
4	课程目标 4	流利使用外语进行专业交流，展现出优秀的跨文化沟通能力。	能有效地使用外语进行日常和专业交流，有一定的跨文化理解。	能用外语进行基本交流，但在专业术语和文化适应性上有局限。	外语基础较弱，需要借助翻译工具进行基本交流。	几乎不能使用外语进行有效交流，缺乏跨文化理解。
5	课程目标 5	能独立分析复杂的商业案例，制定并实施有效的管理策略。	能分析常见商业案例，提出合理的管理策略。	在指导下能分析简单商业案例，提出基本管理策略。	需要大量指导才能分析商业案例，管理策略制定能力有限。	几乎无法分析商业案例或制定管理策略。

成绩评定等级分为优秀、良好、中等、及格和不及格共五个档次，按下述标准评定成绩。

(1)优秀(相当于 90 分及以上)

全面地完成设计任务(研究目标): 能灵活, 正确, 综合地运用所学的专业理论知识; 观点明确, 能深入进行分析, 有很强的分析问题和解决问题的能力, 并有独到见解系统设计合理, 有创新性; 使用体验好, 实用功能强, 且在设计中能综合考虑社会环境因素, 对资源与竞争进行合理的取舍。设计的系统具有较好的实用价值, 能用于解决实际工程(学术研究)问题。设计报告简练流畅, 表述规范, 突出, 格式规范, 结论正确答辩展路清晰描述清楚, 有较强的表达能力。

(2)良好(相当于 80-89 分)

较好地完成设计任务(研究目标): 方案论证分析正确、合理。能够运用所学知识, 理论联系实际, 观点明确, 分析比较深入, 有较强的分析问题和解决问题的能力在设计中充分考虑了社会环境因素, 对资源与竞争进行合理的分析与评价。设计的系统具有一定的实用价值。设计报告表达较规范, 较突出, 论点较鲜明, 结论正确答辩思路比较清晰, 描述比较清楚, 有较好的表达能力。

(3)中等(相当于 70-79 分)

能完成规定设计任务(研究目标): 能运用所学知识完成设计: 方案论证分析基本正确、合理: 能够理论联系实际, 观点较明确, 有一定的分析问题和解决问题的能力: 在设计中未充分考虑社会环境因素, 对资源与竞争作了一定的分析与评价。设计的系统具有潜在的使用价值。设计报告表达较规范, 较突出, 论点基本正确, 结论基本正确; 答辩思路基本清晰, 描述基本清楚, 有一定的表达能力。

(4)及格(相当于 60-69 分)

基本完成规定的设计任务(研究目标): 能将所学的知识完成简单应用: 方案论证分析基本正确, 但内容尚欠充实。观点基本正确, 有一定的分析问题和解决问题的能力: 在设计中对社会环境因素考虑不周, 对资源与竞争关系认识不足。设计的系统缺乏使用价值。设计报告叙述稍欠清楚, 表达不够规范, 论点基本正确, 结论欠合理答辩思路较混乱, 描述基本清楚, 表达能力欠佳。

(5)不及格(相当于 59 分以下)

具有下列情况之一者, 应判为不及格:

1)未能完成规定的设计任务(研究目标);未掌握必要的有关专业知识, 技能差。设计报告杂乱无章, 表达不规范, 论点不清, 无明确结论或结论错误。

2)抄袭他人成果, 完全仿制者。

3)设计的作品(研究结论)无价值可言, 也不能正常展示。

4)设计工作量严重不足。

5)不符合党和国家的有关方针和政策，或在经济理论上有关原则性错误。

七、实习方式与组织

成立由系领导班子、专业负责人、教研室负责人和骨干教师组成的“毕业实习领导小组”。

确定毕业实习单位，制定毕业实习工作计划，选聘实习带队教师和指导教师，做好实习动员和准备工作。实习流程由学校带队教师和实习企业指导教师共同商量安排完成，及时跟进实习进度，解决实习过程中学生的思想、业务和生活等方面的相关问题。审定实习成绩，做好实习总结工作。

八、实习要求

1.认识实习的组织、要求：

1)由电子工程学院负责制订实习计划以及协调组织整个实习工作；

2)每个班配一名指导教师具体指导学生的实习，要求各指导教师认真督促、指导学生的实习。

2.实习准备及要求：

学生在实习前，带队教师要按教学大纲和实习计划要求提前两周以上联系好实习地点，提前一周以上召开实习动员、要求会，布置实习准备及预习指导、实习操作指导、实习报告和论文指导及批改等要求，让学生了解实习地点、单位，要先熟悉实习单位的背景资料，并准备好所需实习用具。

3.实习纪律及安全要求：

1)专业认识实习是本科学生在学习和能力培养过程中不可缺少的一个重要环节，要求每位学生必须参加，无特殊情况不得缺席。

2)实习期间学生应遵守实习单位的规章制度，注意安全保密，服从实习单位统一安排。

3)尊重实习单位同志，尊重老师，团结互助，克服困难，顺利圆满完成实习内容。

4)在学生实习前必须对学生进行实习安全教育，并采取相应的安全保护措施。

4.实习报告：实习结束一周内，要求每位同学完成不少于 3000 字的实习报告。

九、教材、参考书目及其他学习资源

1.选用教材

教材名称	ISBN 号	编者	出版社	出版时间	是否为马工程教材
无					

2.主要参考书目

无

3.其它学习资源

无

《毕业论文（设计）》课程大纲

一、课程信息

课程名称	毕业论文（设计）(Graduation Thesis (Design))		
课程编码	232410209D	适用专业	电子科学与技术
先修课程	电科专业课	修读学期	第七-八学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	6	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 答辩 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	12 周		
执笔人	白雪敏	审核人	韩建新

二、课程简介

电子科学与技术专业毕业论文（设计）课程是一门重要的综合性课程，旨在培养学生的科学研究或工程设计能力，为其未来的职业发展奠定坚实基础。电子科学与技术专业毕业论文（设计）课程是本专业教学计划中的重要组成部分，旨在培养学生综合运用所学知识和技能，解决实际问题的能力。通过毕业论文（设计）的撰写和实施，学生应能够展现出对电子科学与技术领域内某一专题的深入理解和独特见解，锻炼科学研究或工程设计的实践能力，并为将来的职业发展奠定坚实基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握专业基础知识和专业知识，并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。

课程目标 2：针对已建立的复杂工程问题的抽象模型，通过文献检索与资料查询获取相关知识，论证模型的合理性，并得出有效结论。

课程目标 3：深入理解电子科学与技术专业相关领域的技术发展现状与趋势，以便在设计复杂工程问题解决方案时能够体现创新意识，并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

课程目标 4：能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具，完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析，并能理解其局限性。

课程目标 5: 了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。

课程目标 6: 具有表达能力和人际交往能力, 能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。

课程目标 7: 具有终身学习的知识基础和意识, 能够针对个人或职业发展需要, 采用合适的方法自主学习, 适应社会发展。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑的毕业要求
课程目标 1	1.2 运用: 掌握专业基础知识和专业知识, 并能将其运用于解决电子科学领域复杂工程问题。	毕业要求 1: 工程知识
课程目标 2	2.3 论证: 针对已建立的复杂工程问题的抽象模型, 通过文献检索与资料查询获取相关知识, 论证模型的合理性, 并得出有效结论	毕业要求 2: 问题分析
课程目标 3	3.1 影响: 了解相关领域技术发展的现状与趋势, 在设计复杂工程问题解决时, 体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素。	毕业要求 3: 设计/开发解决方案
课程目标 4	5.2 仿真: 能恰当使用计算机辅助设计及仿真工具, 完成微电子/光电子和集成电路领域复杂工程问题的仿真分析, 并能理解其局限性。	毕业要求 5: 使用现代工具
课程目标 5	7.1 法规: 了解电子科学与技术相关产业有关环保和可持续发展等的方针、政策与法律法规。	毕业要求 7: 环境和可持续发展
课程目标 6	10.1 表达: 具有表达能力和人际交往能力, 能够就电子科学与技术领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。	毕业要求 10: 沟通
课程目标 7	12.2 适应: 具有终身学习的知识基础和意识, 能够针对个人或职业发展需要, 采用合适的方法自主学习, 适应社会发展。	毕业要求 12: 终身学习

四、毕业论文(设计)的选题

电子科学与技术专业毕业论文(设计)的选题需满足以下要求:

1. 毕业设计(论文)的选题应符合专业培养目标, 保证基本的工程训练和综合能力训练, 满足教学基本要求。

2. 在满足教学基本要求前提下, 应尽量结合电子科学专业生产、科研、工程项目的实际任务, 以进一步促进教学、科研和实践相结合。

3. 鼓励学生根据自己的兴趣提出设计题目, 并由指导教师认定。

4. 选题应注意有理论深度和实际价值。要求具有运用知识和培养能力的综合性,又要符合学生的实际,题目不宜过大,难度要适中,其任务量要保证中等水平的学生按教学计划中规定的毕业设计(论文)时间和基本要求,经过努力可以完成为宜。

5. 鼓励学生一人一个题目,如题目工作量过大,可多人同作一个题目,必须明确每名学生应独立完成任务,给出具体的子题目,保证不同学生之间相近内容工作量<10%,防止设计内容雷同或抄袭。

五、毕业论文(设计)的指导

电子科学与技术专业本科生毕业论文(设计)的指导教师一般应由中级职称以上有经验的教师担任。

指导毕业设计的教师应具有良好的科学素质、明确的工程概念、熟练的工程方法和丰富的技术知识。可以聘请理论水平高、实际经验丰富的生产科研部门的专家或技术人员参加毕业设计指导工作,促进设计和研究工作与设计生产科研更紧密的结合,但必须是联合指导,以便掌握教学要求和设计进度,保证毕业设计质量。

指导教师的具体任务为:

1. 选择课题,填写设计任务书,推荐参考文献,引导学生进入课题并拟定进度计划。

在毕业设计开始之前,应做好各个方面的准备工作,并制订出严格的、切实可行的总体方案和工作计划。指导教师要抓好关键环节的指导,对学生毕业设计工作提出量化要求,制订出具体指导工作计划。

注意学生毕业设计的选题最好与专业、教师在研项目有关,新颖,避免过多重复。把握论文的内容符合要求,保证学生必须的工作量要求。

2. 坚持全过程指导,审批实验(设计)方案,检查工作进度和设计质量,指导学生正确使用实验仪器和设备,及时解决学生在设计中反映和发生的问题,杜绝学生在设计过程中设计思路、设计方法、实验方案等方面出现的原则性错误和弄虚作假的现象。

在指导过程中,指导教师要注意培养学生的独立工作能力和创新精神,善于启发学生运用所学理论知识和技能,分析和解决实际问题,同时还要具体指导学生做好调查研究、查阅文献、阅读中外文资料、使用工具书、绘图、计算、整理资料、编写说明书或论文等工作。

在毕业设计工作期间,指导教师要对学生进行答疑、指导、检查工作情况,并对学生进行考勤。要检查学生毕业设计进度、质量,并及时解决学生在毕业设计中出现的问题。

3. 指导学生设计说明书(论文)写作, 审阅批改设计说明书, 写出评语, 给出指导教师评分。

4. 指导学生准备毕业论文(设计)答辩。

5. 教书育人, 对学生进行思想及职业道德教育、安全教育。

六、毕业论文(设计)撰写

学生应独立撰写毕业论文(设计), 应按工程设计或科技论文的写作格式撰写, 一般要求有以下几方面的内容:

1. 200~300 字的中文摘要, 3~5 个关键词, 并将设计题目、摘要和关键词翻译成英文;

2. 引言(说明研究背景、意义、创新点等);

3. 设计方案, 理论推导, 数学模型等;

4. 设计过程、实验或仿真结果及分析;

5. 总结或结论;

6. 参考文献;

七、教学方法

1. 明确教学目标与要求

为了确保毕业论文(设计)课程达成其教学目标, 我们需要明确并细化教学目标和要求。这包括对学生在选题、文献综述、研究(设计)内容、论文(设计)撰写以及答辩与评审等各个环节的具体期望。

2. 导师指导制度

选题指导: 每位学生都将分配一位专业导师, 负责指导学生的选题过程。导师应根据学生的兴趣和专业方向, 结合电子科学与技术领域的前沿动态, 协助学生确定具有创新性和实用性的题目。

研究(设计)方案审核: 导师应定期审核学生的研究(设计)方案, 确保其合理性、可行性和科学性。对于存在的问题和不足, 导师应及时给予指导和建议。

论文(设计)修改: 在学生完成初稿后, 导师应对其进行详细的审阅和修改, 确保论文(设计)的质量、逻辑性和规范性。导师还应与学生保持密切沟通, 随时解答学生在撰写过程中遇到的问题。

3. 资源保障与支持

学院应提供充足的实验设备、图书资料等资源, 以支持学生的研究(设计)工作。此外, 学院还可以定期组织学术讲座、研讨会等活动, 为学生提供更多的学术交流和机会。

4. 中期检查与反馈

在课程进行过程中, 学院应组织中期检查, 对学生的研究(设计)进展进行

评估。对于进展缓慢或存在问题的学生，应及时给予反馈和指导，帮助他们调整研究（设计）方向或方法。

5. 答辩与评审环节

答辩与评审环节是检验学生研究成果的重要环节。学院应制定严格的答辩和评审流程，确保评价的公正性和客观性。同时，答辩委员会成员应具备丰富的学术背景和实践经验，能够对学生的研究（设计）成果进行深入的分析评价。

6. 学生自主学习与实践

鼓励学生进行自主学习和实践是达成教学目标的关键。学生应积极参与各种学术活动和实践项目，提高自己的综合素质和实践能力。同时，学生还应加强与导师和其他同学的交流与合作，共同推动研究（设计）工作的深入进行。

八、毕业论文（设计）答辩与成绩评定

（一）答辩

设立若干个专业答辩小组，答辩小组由 3-5 人组成，设组长 1 人，秘书 1 人。各答辩小组具体负责学生的毕业论文（设计）答辩工作。

考核内容：是否独立、按时完成规定任务；是否较好的掌握了本门学科的基础理论，专业知识；进行毕业论文的工作态度，遵守纪律情况；完成毕业设计（论文）的质量，有无创新性或应用价值。

（二）成绩评定及标准

毕业论文成绩的评价：指导批阅成绩，评阅教师评阅成绩，答辩小组的答辩成绩三部分，其中指导教师评分占 30%，评阅教师评分占 20%，答辩小组评分占 50%。

总成绩采用五级制：优秀（90~100 分）、良好（80~89 分）、中等（70~79 分）、及格（60~69 分）、不及格（60 分以下）。

指导教师、评阅教师、答辩小组侧重评价内容、对应课程目标和目标能力点、占分值等见表 1 至表 3，各方将评价成绩填入成绩评定表。

表 1 指导教师评分表

课程目标	评价要素	分值	得分
课程目标 1	能够将电子科学与技术专业知识用于解决实际问题，能将理想模型法、等效替代法、实验推理法、控制变量法等研究方法用于解决毕业设计所涉及的问题。	10	
课程目标 2	认识到所需解决的问题存在多种选择方案，能独立查阅文献，正确翻译外文资料；具备收集、分析处理各种信息，并得到合理有效的结论的能力。	10	

课程目标 3	理解课题所涉及的方法、技术问题，提高归纳总结能力和提出问题的能力等；能够充分利用时间，制定合理计划，并按计划高质量地完成毕业设计任务。基本掌握自主学习和拓展知识的途径。	20	
课程目标 4	能够独立钻研重点、难点等技术问题，培养独立工作能力、自主学习能力、开拓创新意识。	20	
课程目标 5	具有综合分析评价能力；能从发展的角度，评价毕业设计涉及到的专业问题可能对人类生活及社会发展带来的影响。	20	
课程目标 6	在设计实践中具有较强的交流沟通能力，善于与导师和其他老师以及同学进行交流；毕业设计文稿、公式、图表、工程图等表达准确。	10	
课程目标 7	根据课题需要，能利用相关计算和仿真工具模拟或分析课题所涉及到的问题。能够使用基本的办公软件处理数据、制作图表和编撰论文等。	10	
指导教师评分（满分 100 分），占总分的 30%			

表 2 评阅教师评分表

序号	课程目标	评价要素	分值	得分
1	课程目标 1	选题符合专业要求，能够反映实际问题，具有一定创新性。	20	
2	课程目标 2	研究方案合理，方法正确。	20	
3	课程目标 3	具有综合分析评价能力。	20	
4	课程目标 4	毕业设计文稿、公式、图表、工程图等表达准确。	20	
5	课程目标 5	根据课题需要，能利用相关计算和仿真工具模拟或分析课题所涉及到的专业问题。	20	
评阅教师评分（满分 100 分），占总分的 20%				

表 3 答辩小组评分表

序号	课程目标	评价要素	分值	得分
1	课程目标 1	论文选题	10	

序号	课程目标	评价要素	分值	得分
2	课程目标 2	资料收集	5	
3	课程目标 3	综合分析	15	
4	课程目标 4	知识应用	10	
5	课程目标 5	论文创新	10	
6	课程目标 6	论文结构	10	
7	课程目标 7	文字表述	5	
8	课程目标 5	格式规范	10	
9	课程目标 6	英文翻译	5	
10	课程目标 7	答辩表现	20	
答辩小组评分（满分 100 分），占总分的 50%				

九、课程学习建议

1. 课后提前规划：在毕业论文（设计）课程开始之前，建议学生提前规划自己的学习和研究计划。明确自己的兴趣和专业方向，选择适合的题目，并提前了解相关的文献和资料，为后续的研究工作打下坚实的基础。

2. 积极参与学术交流：鼓励学生积极参与各种学术讲座、研讨会和学术会议，与同行进行深入的交流和讨论。这不仅可以拓宽学生的学术视野，还可以帮助学生更好地把握研究方向和方法。

3. 加强实践训练：电子科学与技术专业是一个实践性很强的专业，因此建议学生在毕业论文（设计）课程中加强实践训练。可以通过参与实验室项目、实习或与企业合作等方式，提高自己的实践能力和解决问题的能力。

4. 与导师保持密切沟通：导师是学生在毕业论文（设计）课程中的重要指导者和支持者。建议学生定期与导师进行沟通，汇报研究进展和遇到的问题，听取导师的建议和指导，及时调整研究方向和方法。

5. 注重论文质量：毕业论文（设计）是学生学习成果的重要体现，因此建议学生注重论文的质量。在撰写论文时，要遵循学术论文的规范和要求，注重论文的逻辑性和条理性，提高论文的可读性和说服力。

6. 充分利用资源：学院提供了丰富的实验设备、图书资料等资源，建议学生充分利用这些资源。可以通过查阅相关文献、参加学术讲座等方式，获取更多的学术信息和灵感，为自己的研究工作提供更多的支持和帮助。

7. 培养团队合作精神：在毕业论文（设计）课程中，学生可能需要与其他同学或团队成员进行合作。建议学生培养团队合作精神，积极参与团队讨论和协作，共同推动研究工作的进展。

