**《模拟电路》课程教学大纲**

|  |  |
| --- | --- |
| 课程名称：模拟电路 | 课程代码：TELE1004 |
| 英文名称：Analogue Circuits |
| 课程性质：大类基础课程 | 学分/学时：3.5/63 |
| 开课学期：第3学期 |  |
| 适用专业：电子信息工程、通信工程、电子科学与技术 |
| 先修课程：电路分析 |
| 后续课程：通信电子线路 |
| 开课单位：电子信息学院 | 课程负责人：周鸣籁 |
| 大纲执笔人：周鸣籁 | 大纲审核人：马强 |

**一、课程性质和课程目标**

**课程性质**：模拟电路是电子信息工程、通信工程、电子科学与技术专业一门重要的专业基础课。课程旨在让学生掌握复杂电子系统中模拟电路知识的运用能力。

**课程目标**：本课程以研究模拟电路的分析方法和设计方法为目标，具体课程目标如下：

1.掌握模拟电路的基本概念，掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点，掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点。

2.具备模拟电路读图分析能力，能识别复杂电子系统中的模拟电路，分析其功能和原理，估算其性能指标。具备模拟电路选型设计的能力，能根据复杂电子系统功能要求选择合适的模拟电路，并设计电路参数。

**二、课程目标与毕业要求指标点的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 |
| 1.工程知识：具有一定的工程知识，能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决电子科学与技术专业相关领域的复杂工程问题。 | 1．3掌握电子科学与技术相关工程基础知识，能用于分析工程问题中的电路、电磁场及信号问题。 | 课程目标1 |
| 2. 问题分析：具有分析问题的能力，能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电子科学与技术专业相关领域的复杂工程问题，以获得有效的结论。 | 2．1能运用数理和工程知识识别和判断电子科学与技术相关领域复杂工程问题中的关键环节和参数。 | 课程目标2 |

**三、课程教学内容及要求**

**1. 绪论（4学时）**

**教学内容：**

**第1章**

1.1 信号

1.2 信号的频谱

1.3 模拟信号和数字信号

1.4 放大电路模型

1.5 放大电路的主要性能指标

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述信号的分类

2） 能画出放大电路的四种模型。

3） 能复述放大电路主要性能指标的定义。**（重点）**

**能力目标：（支撑课程目标1）**

1） 能解释和分析信号的频谱组成。

2） 能区分模拟信号和数字信号。

**讨论内容：**

1） 模拟电路在复杂电子系统中的应用。

2） 运用电路分析课程中双口网络知识分析放大电路模型。

**自学拓展：**

1） 了解常用电路仿真设计软件。

2） 了解主要的模拟器件生产厂商。

3） 了解介绍电路设计和制作的专业网站和论坛。

4） 了解相关课外竞赛活动。

**2. 二极管及其基本电路（4学时）**

**教学内容：**

**第3章**

3.1 半导体的基本知识

3.2 PN结的形成及特性

3.3 二极管

3.4 二极管基本电路及其分析方法

3.5 特殊二极管

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述半导体的基本知识。

2） 能复述PN结的单向导电性、特性曲线和方程、反向击穿特性、结电容效应。**（重点、难点）**

3） 能复述二极管的种类和参数。

4） 能画出二极管的四种等效模型。**（重点）**

5） 能解释稳压管电路的原理。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能运用二极管的四种等效模型，计算二极管电路。**（重点）**

2） 能计算稳压管电路和设计限流电阻。

**讨论内容：**

1） 运用电路分析课程中非线性电路分析方法分析二极管电路。

**自学拓展：**

1）在半导体厂商官网查阅二极管产品目录，了解二极管的种类。阅读某一型号二极管英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

**3. 场效应管放大电路（8学时）**

**教学内容：**

**第4章**

4.1 金属氧化物半导体场效应管

4.2 MOSFET基本共源放大电路

4.3 图解分析法

4.4 小信号模型分析法

4.5 共漏和共栅放大电路

4.6 集成电路单级MOSFET放大电路

4.7 多级放大电路

4.8 结型场效应管

4.10 各种FET的特性及使用注意事项

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述场效应管的种类、参数。

2） 能复述MOS管的特性曲线和方程。

3） 能画出MOS管小信号模型。**（重点）**

4） 能复述饱和失真、截止失真概念。

5） 能说明多级放大电路的分析方法。**（难点）**

6） 能复述JFET管的特性曲线和方程。

7） 能比较各种FET的特性。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能运用图解法分析静态和动态工作情况。**（难点）**

2） 能用图解法和计算法求取最大不失真输出电压。

3） 能计算共源放大电路静态工作点和交流性能指标。**（重点）**

4） 能计算共漏和共栅放大电路的静态工作点和交流性能指标。

5） 能计算JFET管放大电路的静态工作点和交流性能指标。

**讨论内容：**

1） 运用绪论中电压放大电路模型分析场效应管放大电路的交流性能指标。

2） 场效应管非线性放大区的应用。

**自学拓展：**

1）在半导体厂商官网查阅场效应管产品目录，了解场效应管的种类。阅读某一型号场效应管英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

2） 了解双栅场效应管的特性和应用。

**4.** **双极结型三极管及放大电路基础（8学时）**

**教学内容：**

第5章

5.1 BJT

5.2 基本共射极放大电路

5.3 放大电路的分析方法

5.4 放大电路静态工作点的稳定问题

5.5 共集电极放大电路和共基极放大电路

5.6 FET和BJT及其基本放大电路性能比较

5.7 多级放大电路

5.8 光电三极管

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述三极管的种类、参数。

2） 能复述三极管的特性曲线和方程。

3） 能画出H参数小信号模型。**（重点）**

4） 能解释温度对共射放大电路工作点的影响。

5） 能解释复合管的组成。

6） 能说明多级放大电路的分析方法。

7） 能比较FET、BJT及其放大电路的性能。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能计算共射电路静态工作点和交流性能指标。**（重点）**

2） 能运用图解法分析静态和动态工作情况。

3） 能计算射极偏置共射放大电路的静态工作点和交流性能指标。

4） 能计算共集、共基电路静态工作点和交流性能指标。

**讨论内容：**

1） 场效应管、三极管及其放大电路的比较。

**自学拓展：**

1）在半导体厂商官网查阅三极管产品目录，了解三极管的种类。阅读某一型号三极管英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

**5. 频率响应（4学时）**

**教学内容：**

第6章

6.1 放大电路的频率响应

6.2 单时间常数RC电路的频率响应

6.3 共源和共射放大电路的低频响应

6.4 共源和共射放大电路的高频响应

6.5 共栅和共基、共漏和共集放大电路的高频响应

6.6 扩展放大电路通频带的方法

6.7 多级放大电路的频率响应

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能解释影响放大电路高频和低频响应的主要因素。**（重点）**

2） 能画出FET和BJT高频小信号模型。

3） 能解释增益带宽积的概念。

4） 能写出放大电路增益一般表达式，画出幅频特性曲线。**（重点）**

5） 能说明共栅和共基、共漏和共集放大电路的高频响应特性。

6） 能说明多级放大电路的频率响应特性。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能计算共源、共射电路上限和下限截止频率。**（难点）**

**讨论内容：**

1） 场效应管、三极管3种组态放大电路的高频响应比较。

**自学拓展：**

1）场效应管、三极管的各种高频小信号等效模型。

6. **模拟集成电路（4学时）**

**教学内容：**

第7章

7.1 模拟集成电路中的直流偏置技术

7.2 差分式放大电路

7.3 差分式放大电路的传输特性

7.5 集成电路运算放大器

7.6 实际集成电路运算放大器的主要参数和对应用电路的影响

7.8 放大电路中的噪声和干扰

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述电流源的工作原理和应用。

2） 能复述差模和共模的概念。

3） 能复述差分放大电路的传输特性。

4） 能复述集成电路运算放大器的内部结构组成。

5） 能复述运放的主要参数和应用。

6） 能复述放大电路中噪声和干扰的来源及其抑制措施。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能计算差分放大电路的静态工作点和交流性能。**（重点、难点）**

**讨论内容：**

1） 实际运放参数对应用电路的影响。

2） 放大电路抑制干扰和减小噪声的措施。

**自学拓展：**

1）在半导体厂商官网查阅运放产品目录，了解运放的种类。阅读某一型号运放英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

2） 了解电流反馈型和电压反馈型运放的区别。

3） 平衡信号在信号传输中的应用。

7. **反馈放大电路（4学时）**

**教学内容：**

第8章

8.1 反馈的基本概念与分类

8.2 负反馈放大电路增益的一般表达式

8.3 负反馈对放大电路性能的影响

8.4 深度负反馈条件下的近似计算

8.5 负反馈放大电路设计

8.6 负反馈放大电路的稳定性

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述反馈的概念、分类。

2） 能解释负反馈放大电路四种组态。

3） 能画出负反馈放大电路的组成框图，能写出增益的一般表达式。**（重点）**

4） 能复述负反馈对放大电路性能的影响。

5） 能说明深度负反馈下闭环放大倍数的计算方法，能解释虚短和虚断的概念。

6） 能复述产生自激的条件和稳定性判断方法。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能识别反馈类型。**（重点、难点）**

**讨论内容：**

1） 根据性能指标要求设计负反馈放大电路。

**自学拓展：**

1）用仿真软件判断放大电路的稳定性。

2） 用信号与系统课程中连续时间系统的理论分析负反馈放大电路稳定性。

8. **功率放大电路（4学时）**

**教学内容：**

第9章

9.1 功率放大电路的一般问题

9.2 射极输出器——甲类放大的实例

9.3 乙类双电源互补对称功率放大电路

9.4 甲乙类互补对称功率放大电路

9.5 功率管

9.6 集成功率放大器

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述功率放大电路的分类和特点。

2） 能解释乙类双电源互补对称功放电路的原理。

3） 能复述交越失真的概念。

4） 能解释甲乙类双电源互补对称功放电路的原理。

5） 能说明集成功放的应用。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能计算乙类双电源互补对称功放电路的性能。**（重点）**

2） 能计算甲乙类双电源互补对称功放电路的性能。

**讨论内容：**

1） 甲类小信号放大电路和乙类功放中共集电极电路的特性差异。

2） 非正弦周期信号输入时功放电路的功率和效率计算。

**自学拓展：**

1）了解功放的分类及其各类功放的应用场合。

2） 在半导体厂商官网查阅集成功放产品目录，阅读某一型号集成功放英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

3）了解功放电路中的自举电路和保护电路。

4） 了解功率器件的特性和应用。

**9. 运算放大器（4学时）**

**教学内容：**

第2章

2.1 集成电路运算放大器

2.2 理想运算放大器

2.3 基本线性运放电路

2.4 同相输入和反相输入放大器的其他应用

第7章

7.7 变跨导式模拟乘法器

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能画出理想运放的电路模型。

2） 能复述理想运放工作在线性区的特点。

3） 能画出同相和反相放大电路。

4） 能画出求和、求差和积分、微分电路。

5） 能复述模拟乘法器的原理及应用。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能运用虚短、虚断概念分析线性运放电路。**（重点）**

2） 能计算同相和反相放大电路的性能。**（重点）**

3） 能分析求和、求差和积分、微分电路。

**讨论内容：**

1） 叠加定理在运放电路分析中的运用。

**自学拓展：**

1）了解集成运放的单电源应用。

2） 了解对数和指数电路的工作原理。

3） 了解精密整流电路的工作原理。

4） 了解峰值检测电路的工作原理。

5） 了解模拟乘法器的各种应用。

10. **信号处理与信号产生电路（12学时）**

**教学内容：**

第10章

10.1 滤波电路的基本概念与分类

10.2 一阶有源滤波电路

10.3 高阶有源滤波电路

10.5 正弦波振荡电路的振荡条件

10.6 RC正弦波振荡电路

10.7 LC正弦波振荡电路

10.8 非正弦信号产生电路

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能画出高通、低通、带通、带阻四种滤波器幅频特性。**（重点）**

2） 能画出无源和一阶有源滤波器的电路形式。

3） 能写出二阶滤波电路传递函数的一般表达式。

4） 能复述正弦波振荡的幅度和相位条件。**（重点）**

5） 能说明RC串并联式正弦波振荡电路的工作原理。

6） 能复述石英晶体振荡电路的类型和原理。

7） 能比较各种正弦波振荡电路的特点。

8） 能说明单限比较器和迟滞比较器的原理。

9） 能说明方波振荡电路的工作原理。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能推导滤波器电路传递函数。**（重点、难点）**

2） 能分析LC正弦波电路能否振荡。**（重点、难点）**

3） 能分析单限比较器和迟滞比较器的传输特性。**（重点）**

**讨论内容：**

1） 数字滤波器和模拟滤波器的不同应用场合。

2） 正反馈在模拟电路中的应用。

**自学拓展：**

1）用滤波器设计软件设计滤波器。

2） 在半导体厂商官网查阅集成滤波器产品目录，阅读某一型号集成滤波器英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

**11. 直流稳压电源（4学时）**

**教学内容：**

第11章

11.1 小功率整流滤波电路

11.2 线性稳压电路

11.3 开关式稳压电源

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 能复述直流电源的组成。

2） 能解释桥式整流滤波电路的工作原理。**（重点）**

3） 能复述串联反馈式稳压电路的组成环节、原理。

4） 能说明三端稳压器的使用方法。

5） 能复述开关稳压电源的工作原理。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 能计算串联反馈式稳压电路的性能。**（重点）**

**讨论内容：**

1） 大功率二极管、三极管、场效应管在线性和开关稳压电源中的应用。

**自学拓展：**

1） 了解隔离式和非隔离式DC/DC变换器的各种拓扑结构。

2） 了解开关电源中的各种技术。

3） 了解低压差线性稳压电源芯片。

4） 在半导体厂商官网查阅集成稳压器产品目录，阅读某一型号集成稳压器英文器件手册，了解其主要参数、特性曲线和应用。

**12.** **模拟电路学习讨论和总结（3学时）**

**教学内容：**

12.1 讨论模拟电路与其他课程相关知识的关系。

12.2 讨论模拟电路中的工程估算。

**知识目标：（支撑课程目标1）**

1） 了解器件离散性和模型准确性对计算和仿真结果的影响。

**能力目标：（支撑课程目标2）**

1） 提高使用其他课程已知知识来分析模拟电路未知问题的能力。

**四、教学方法**

1） 强化用数学、电路分析等基础课程的已知知识，来分析和解决模拟电路中的未知问题，以降低模拟电路的学习难度。

2） 突出各章节的讲述主线，以及每种基本单元电路的分析流程，便于学生记忆。

3） 强调模拟电路与信号系统、数字电路、传感器原理、单片机原理、自动控制原理等相关课程的联系，加强专业知识的融会贯通，以综合应用各课程知识解决复杂电子系统问题。

4） 强调模拟电路在复杂电子系统结构中的地位和作用，并列举应用实例，提高学生的学习兴趣。

5） 通过仿真软件加强学生对电路功能的感性认识，并理解仿真软件的局限性。

6） 通过阅读器件手册，拓展和加深对课程知识的理解。

**五、考核及成绩评定方式**

1. 考核环节

通过平时作业、过程化考核（单元考核、课程研究报告、期中考试、期末考试）进行考核。

2. 课程目标达成与各考核环节成绩比例

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | 平时作业 | 过程化考核1(单元考核) | 过程化考核2(课程研究报告) | 过程化考核3(期中考试) | 过程化考核4(期末考试) |
| 课程目标1满分 | 20 | 20 | 50 | 20 | 20 |
| 课程目标2满分 | 80 | 20 | 50 | 80 | 80 |
| 总成绩占比% | 20 | 10 | 20 | 10 | 40 |



3.评价标准

（1）平时作业

|  |  |
| --- | --- |
| 课程目标 | 各成绩等级评分标准 |
| 优[90-100] | 良[80-90) | 中[70-80) | 及格[60-70) | 不及格<60 |
| 1.掌握模拟电路的基本概念，掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点，掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点 | 独立按时全部完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>90% | 独立按时部分完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>80% | 独立按时部分完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>70% | 独立按时部分完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>60% | 未独立或未按时完成，或基本概念表达、问题分析结论正确率<60% |
| 2.具备模拟电路读图分析能力，能识别复杂电子系统中的模拟电路，分析其功能和原理，估算其性能指标。具备模拟电路选型设计的能力，能根据复杂电子系统功能要求选择合适的模拟电路，并设计电路参数 | 独立按时全部完成，单元电路分析计算结果、参数设计正确率>90% | 独立按时部分完成，单元电路分析计算结果、参数设计正确率>80% | 独立按时部分完成，单元电路分析计算结果、参数设计正确率>70% | 独立按时部分完成，单元电路分析计算结果、参数设计正确率>60% | 未独立或未按时完成，或单元电路分析计算结果、参数设计正确率<60% |

（2）过程化考核1(单元考核)、过程化考核3(期中考试)、过程化考核4(期末考试)

|  |  |
| --- | --- |
| 课程目标 | 各成绩等级评分标准 |
| 优[90-100] | 良[80-90) | 中[70-80) | 及格[60-70) | 不及格<60 |
| 1.掌握模拟电路的基本概念，掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点，掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点 | 基本概念表达、问题分析结论正确率>90% | 基本概念表达、问题分析结论正确率>80% | 基本概念表达、问题分析结论正确率>70% | 基本概念表达、问题分析结论正确率>60% | 基本概念表达、问题分析结论正确率<60% |
| 2.具备模拟电路读图分析能力，能识别复杂电子系统中的模拟电路，分析其功能和原理，估算其性能指标。具备模拟电路选型设计的能力，能根据复杂电子系统功能要求选择合适的模拟电路，并设计电路参数 | 单元电路分析计算结果、参数设计正确率>90% | 单元电路分析计算结果、参数设计正确率>80% | 单元电路分析计算结果、参数设计正确率>70% | 单元电路分析计算结果、参数设计正确率>60% | 单元电路分析计算结果、参数设计正确率<60% |

（3）过程化考核2(课程研究报告)

课程研究报告以模拟电路的一个知识点为主题，查阅课外资料，结合课程知识，归纳总结，做全面深入的专题论述。选题自选，可参照课程大纲的课外拓展内容。

课程报告需提交电子文档和和纸质文档。word电子文档命名规则：学号-姓名-题目，以邮件形式发送。报告提交时间以**邮件收件时间**为准。课程报告不需要单独封面、目录。顺序为：题名、作者（班级、姓名、学号）、中文摘要、关键词、正文。双面打印，打印页码。

| **评分项目** | **满分分值** | **撰写要求** | **得分计算** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.独立完成 | 基本要求 | 直接复制自文献的字数≦全文字数**25%**。若不同学生的报告相似，则认定最早提交的报告为原创，其余视为复制。 | 未满足本要求，报告计**0分**，不进行下列各项评分。 |
| 2.字数 | 10 | 3000字左右，围绕报告主题。 | 字数/3000×10。报告内容非模拟**电路**知识点，报告计**0分**，不进行下列各项评分。 |
| 3.参考文献 | 20 | 至少5篇，需提交参考文献原文引用章节的复印件（与报告正文分开装订），并在正文相应内容处标注引用，在参考文献原文中做标记，否则不予计入。文献主要为书籍、论文、厂商的官方文章（注明原出处），网络其它资料（如来自百度文库、论坛）视其质量决定是否计入。至少有一篇英文文献。应尽可能包括近期文献。 | 篇数×4。无英文文献扣除**5分**。参考文文献可包括课本。 |
| 4.规范性 | 10 | 文字规范：正文宋体5号，英文字体为Times New Roman；单倍行距，首行缩进；标点符号正确；无错别字；章节标题编号采用1、2…..，下一级编号采用1.1、1.2。 | 不符合要求，扣除相应得分 |
| 10 | 图表、公式编号；使用公式编辑器；图表清晰，电路图用软件绘制，不能直接复制他人图片；符号书写规范；正文后参考文献著录格式规范。相关规范见国家标准GB7713、GB 3101、 GB7714。 | 不符合要求，扣除相应得分。 |
| 5.表达 | 10 | 逻辑性强，论述层次清晰，表达流畅。不应是某些内容的拼凑。 | 不符合要求，扣除相应得分。 |
| 6.知识点广度 | 20 | **全面**描述知识点。如场效应管种类，如果只按课本列出，有很多遗漏。应描述一种类型的电路，而非特定参数的一个电路。 | 有遗漏项、表达错误、无课外内容，扣除相应得分。 |
| 7.知识点深度 | 20 | **深入**描述知识点。有深入的理论分析，运用计算公式、图表分析、软件仿真，而非仅文字综述；报告内容应解决某类工程问题，如用于器件选型、电路分析、电路设计、电路测试等。 | 理论分析10分，不符合要求或表达错误，扣除相应得分。应有作者自己的分析和仿真结果。解决工程问题10分，不符合要求，扣除相应得分。需说明解决哪类工程问题。 |
| 8.创新 | 附加分 | 对书籍、论文、厂商的官方文章提出质疑并纠正错误（非简单错误或笔误），或提出未见诸文献的新的分析、设计方法。 | 视创新点内容加分，最高50分。加分以平时成绩满分为限。 |

**六、教材及参考书目**

**教材：**

康华光. 电子技术基础模拟部分第6版. 北京：高等教育出版社，2013年

**参考书目：**

1. 童诗白，华成英. 模拟电子技术基础第5版. 北京:高等教育出版社，2015年

2. 托马斯·L.弗洛伊德（Thomas L.Floyd）等. 模拟电子技术基础：系统方法. 北京:机械工业出版社，2015

3. Bob Dobkin，Jim Williams. 模拟电路设计手册. 北京:人民邮电出版社，2016

4. 何宾. 模拟电子系统设计指南（基础篇）. 北京:电子工业出版社，2017