# 《模拟电子线路B》教学大纲

一、课程基本信息

|  |  |
| --- | --- |
| 课程编号 | 1020001047 |
| 课程中文名称 | 模拟电子线路B |
| 课程英文名称 | Analog Electronics B |
| 课程类别 | 学科专业基础 |
| 适用专业 | 2020级计算机科学与技术 |
| 开课学期 | 第三学期 |
| 总 学 时 | 48学时 |
| 总 学 分 | 3 |
| 开课模式 | 必修 |
| 先修课程 | 高等数学、大学物理、电路 |
| 课程简介 | 本课程是计算机科学与技术的专业基础课和必修课，通过对常用电子器件、模拟电路及其系统的分析和设计的学习，使学生获得模拟电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能，为后续课程和深入学习电子技术的内容打好基础。本课程的主要内容有常用半导体器件、基本放大电路、功率放大电路、集成运算放大电路、放大电路中的反馈、信号的运算与处理以及直流稳压电源等。除重点讲授放大电路的若干重要知识外，本课程还会介绍一些工程上的实用模拟电子电路模块。 |
| 建议教材 | 华成英，等. 模拟电子技术基础(第五版). 北京：高等教育出版社，2015. |
| 参考资料 | [1] 王成华，王友仁，等. 电子线路基础. 北京：清华大学出版社，2008.  [2] 康华光. 电子技术基础•模拟部分(第五版). 北京：高等教育出版社，2006.  [3] Paul Horowitz. 吴利民，余国文，等译. 电子学. 北京：电子工业出版社，2005.  [4] 中国大学MOOC: https://www.icourse163.org |

二、课程教学目标

|  |
| --- |
| 1.知道并理解半导体二极管、稳压管、晶体三极管、场效应管、集成运放等非线性有源器件的工作原理、特性、主要参数及其基本应用电路；知道放大电路中反馈的基本概念和判断方法；理解各种放大、滤波、比较、稳压等电路的组成原理、性能特点、基本分析方法、工程计算及应用技术。（支撑毕业要求1-2） |
| 2.能够选用合适的模型或方法对电路进行分析与计算；能够判断放大电路中反馈的类型，并解释不同反馈对放大电路性能的影响；初步具备查阅电子元器件手册的能力，具备一定综合电路读图能力和电路分析能力，能够识别典型模拟电路图。（支撑毕业要求2-1） |
| 3.能够利用调查、抽象等研究方法表征复杂的工程模拟电路问题，能够结合性能要求提出模拟电路设计的指标或方案，并能通过文献研究寻求工程模拟电路的解决方案及其可替代方案，初步具备合理选用元器件的能力。（支撑毕业要求4-3） |
| 4.认识常用的电子元器件，能够熟练连接电路，能够熟练使用常用电工测量仪表和仪器；能够根据给定技术要求设计、组装常用模拟电子电路，具备调试模拟电路的基本能力，学会检查和排除模拟电路故障的方法。（支撑毕业要求5-2） |

1. 课程教学目标与毕业要求的对应关系

| **毕业要求** | **指标点** | | **课程教学目标** |
| --- | --- | --- | --- |
| **内容** | **H/M/L** |
| **1 工程知识：**具有从事计算机行业所需的数学、自然科学、工程基础和专业知识，并能够将这些知识用于解决计算机领域复杂工程问题。 | 1-2能针对具体的对象建立数学模型并解。 | L | 教学目标1 |
| **2 问题分析：**能够应用数学、自然科学、工程科学的基本原理，对计算机领域的复杂工程问题进行识别、表达，并通过文献研究分析本领域复杂工程问题，以获得有效结论。 | 2-1能够运用数学、自然科学、工程科学的基本原理，识别和判断计算机领域复杂工程问题的关键环节、参数。 | L | 教学目标2 |
| **4 研究：**能够基于科学原理并采用科  学方法对计算机领域复杂工程问题  进行研究，包括设计实验、分析与解  释数据、并通过信息综合得到合理有  效的结论。 | 4-3 能够根据实验方案构建实验系统，开展实验，科学地采集实验数据；并能够对实验结果进行分析与解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | H | 教学目标3 |
| **5 使用现代工具：**能够针对计算机领  域复杂工程问题，开发、选择与使用  **恰当的技术、资源、现代工程工具和**  **软/硬件开发工具，包括对计算机领**  **域复杂问题的预测与模拟，并能够理**  **解开发技术与工具的局限性。** | 5-2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和模拟软件，对计算机领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。 | L | 教学目标4 |

表中“H”代表强支撑，“M”代表中支撑，“L”代表弱支撑。

四、基本要求

本课程是计算机科学与技术、物联网工程等电子信息类专业非常重要的一门技术基础课，具有较强技术性、工程性、实践性等特点，在构建学生电子技术基础理论、基本技能和创新能力方面起着非常重要的作用。在教学过程中，应将理论知识的深度和广度与实际相结合，突出工程性、实践性，强化应用能力，与工程环境或实际工作相结合，要特别注意进行近似计算和处理工程问题方法的训练，注重培养学生的工程意识和实践能力。

常用半导体器件授课中，注重学生对半导体相关定义、概念及半导体器件工作原理的理解，了解工程应用中器件的选用原则。基本放大电路授课中，要求学生能够正确估算放大电路的静态和动态参数，能够根据需求选择电路的类型，并且让学生知道实际工程在满足性能指标的前提下，总是容许存在一定的误差。另外也需让学生知道电子电路归根结底是电路，是形成实用电子产品的蓝本，对电子信息领域相关问题进行抽象、描述、建模至关重要。

放大电路反馈授课中，注重学生针对各类反馈“会判”、“会算”、“会引”，能够正确判断反馈类型，能够估算深度负反馈条件下的放大倍数，能够根据需要引入合适的交流负反馈。信号的运算和处理授课中，注重培养学生“会看”、“会算”、“会选”的能力，能够识别典型运算和处理电路，掌握基本运算电路的分析方法，能够根据需求选择合理的电路和参数。

波形的发生和信号的转换授课中，注重RC正弦波振荡电路组成、工作原理的讲解，理解振荡频率与电路参数的关系，理解典型电压比较器的电路组成、工作原理和性能特点。功率放大电路章节中注重讲述功率放大电路的组成原则，掌握OCL的工作原理和相关计算及器件选择，并且让学生知道为了处理电路中的基本问题，往往需抓住矛盾和矛盾的主要方面，以掌握其基础规律。直流电源章节中，注重学生对直流稳压电源的组成及各部分作用的理解，能够分析整流、滤波、稳压电路的工作原理以及相关参数估计和器件选型。

教学中建议采用多媒体等信息化手段与板书相结合的方式，针对各部分理论知识的特点，采用讲授法、探究式案例教学法、讨论法等多种教学方法，以拓展学生思维、提高学生综合能力。课程内容以规定教材为主，可以附加一些必备的知识和课堂例题，使学生能够对所学知识牢固掌握。建议引入典型工程应用电子电路模块的虚拟仿真或硬件电路分析，强化学生电子电路分析和设计能力；利用泛雅、雨课堂等信息化手段，加强教与学的沟通和反馈。

实验教学以实际硬件实验为主，可以结合具体实验内容和特点适当利用Multisim平台开展仿真实验。建议每个实验安排应考虑相应理论知识讲授进度，在理论知识讲授完成后尽快开展相应实验，以促进学生对理论知识的理解，实现理论和实践的相辅相成。

五、理论教学内容与要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识模块** | **知识点** | **教学要求** | **计划学时** | **支撑教学目标** |
| **1 常用半导体器件（10学时）** | (1)半导体二极管 | **知识点：**   * 学习本征半导体、杂质半导体、本征激发、载流子等基本概念，知道P型半导体与N型半导体的结构和特点； * 理解PN结的形成过程、工作原理、单向导电性等基本知识； * 学习半导体二极管的特性、参数及其应用等效电路； * 理解稳压二极管的工作原理、特性和主要参数； * 知道特殊二极管的特点和应用场合。 * 学习双极型晶体管的结构、工作原理、共射输出特性、输入特性及主要参数； * 知道场效应管的特点、分类以及与双极型晶体管的性能参数比较； * 学习结型场效应管和绝缘栅场效应管的输出特性、转移特性及主要参数。   **重点难点：**   * ＰＮ结是重点内容，要求用物理概念讲清ＰＮ结的单向导电性，三极管的电流分配及放大原理。重点掌握二极管与三极管的特性和主要参数。 * 二极管、稳压管、三极管、场效应管工作状态的判断。   **能力：**   * 能够根据电路结构和激励判断二极管所处的工作区，能够分析计算基本的二极管应用电路； * 能够判断稳压二极管的工作区，能够根据参数正确选用稳压二极管，能够确定限流电阻的取值范围； * 能够根据电路结构和激励判断三极管所处的工作区； * 能够区分各类场效应管的符号和特性曲线； * 知道集成电路中的元件以及选用器件的原则。 | 5 | 教学目标1 |
| (2)晶体三极管 | 2 |
| (3)场效应管 | 3 |
| **2基本放大电路（14学时）** | (1)基本共射放大电路的工作原理 | **知识点：**   * 知道放大电路的基本组成原则和主要性能指标； * 理解双极型晶体管基本共射放大电路的工作原理、主要特点； * 理解放大电路图解分析法的原理； * 理解三极管低频交流小信号模型及主要参数； * 知道静态工作点稳定的必要性及稳定方法； * 理解典型静态工作点稳定电路的工作原理、主要特点，能够对其性能指标进行分析计算； * 理解双极型晶体管基本共集、共基放大电路工作原理、主要特点及性能指标的分析计算； * 知道场效应管基本共源放大电路、共漏放大电路的工作原理、主要特点； * 知道差动放大电路的组成和主要性能指标，理解其工作原理和电压传输特性。   **重点难点：**   * 共射和共集电路的组成和工作原理； * h参数的导出，等效电路的建立，能用h参数等效路估算放大电路的电压放大倍数、输入电阻和输出电阻； * 典型静态工作点稳定电路的稳定原理及估算； * 差动放大电路的工作原理及分析估算。   **能力：**   * 能够对直流偏置电路进行分析估算； * 能够利用图解法正确估算基本放大电路的静态工作点、确定最大不失真输出信号的范围以及判断非线性失真； * 能够绘制基本放大电路的交流等效电路，并基于此估算放大电路的动态参数； * 能够根据需求选择合适的放大电路； * 能够理解基本场效应管放大电路的工作原理和主要特点； * 能够对差动放大电路的静态和动态参数进行估算。 | 2 | 教学目标1 |
| (2)放大电路的基本分析方法 | 4 | 教学目标2 |
| (3)放大电路静态工作点的稳定 | 2 | 教学目标2 |
| (4)晶体管放大电路的三种基本接法 | 2 | 教学目标1 |
| (5)场效应管放大电路 | 2 |
| (6)差动放大电路 | 2 | 教学目标2 |
| **3 放大电路中的反馈（4学时）** | (1)负反馈放大电路的四种基本组态 | **知识点：**   * 学习反馈的概念，能够正确判断电路中是否引入了反馈及反馈的性质； * 知道负反馈放大电路的四种基本组态； * 理解反馈方程，知道负反馈放大电路放大倍数在不同反馈组态下的物理意义； * 理解负反馈对放大电路性能的影响； * 知道反馈放大电路的稳定性。   **重点难点：**   * 反馈概念的理解，反馈组态的判断； * 深度负反馈条件下，针对负反馈放大电路的近似估算。   **能力：**   * 能够判断放大电路引入何种反馈组态； * 能够对深度负反馈放大电路闭环电压增益进行估算； * 能够对深度负反馈放大电路闭环电压增益进行估算； * 能够根据需要在放大电路中引入合适的交流负反馈。 | 2 | 教学目标1，2 |
| (2)深度负反馈放大电路 | 2 |
| (3)负反馈对放大电路性能的影响 |
| **4 信号的运算与处理（4学时）** | (1)基本运算电路 | **知识点：**   * 学习比例、加法、减法运算的典型电路和分析方法； * 理解微分与积分、对数与反对数运算电路的工作原理； * 知道LPF、HPF、BPF和BEF典型电路的组成及特点。   **重点难点：**   * 虚短和虚断概念的理解； * 根据性能指标选择、设计信号运算与处理电路。   **能力：**   * 能够根据电路结构和元件参数求解输入输出的关系； * 能够根据性能要求设计基本运算电路； * 能够根据需要合理选择滤波电路； * 能够对典型滤波电路进行分析，计算其传递函数、通带增益、截止频率。 | 2 | 教学目标1，2，3 |
| (2)有源滤波电路 | 2 |
| **5 波形的产生与信号转换（4学时）** | (1)正弦波振荡电路 | **知识点：**   * 知道并理解电路产生正弦波振荡的幅值平衡条件和相位平衡条件； * 学习RC桥式正弦波振荡电路的组成、工作原理、输出波形； * 学习典型电压比较器的组成、工作原理、分析方法。   **重点难点：**   * 电路产生正弦波振荡的幅值平衡条件和相位平衡条件； * RC桥式正弦波振荡电路的工作原理和分析计算； * 滞回比较器的工作原理、特点和分析计算。   **能力：**   * 能够计算RC桥式正弦波振荡电路的振荡频率，能够根据性能要求确定RC桥式正弦波振荡电路的参数； * 能够计算典型电压比较器的阈值电压，并绘制其电压传输特性曲线； * 能够根据电压传输特性曲线和输入信号，确定输出信号的波形。 | 2 | 教学目标1，2 |
| (2)电压比较器 | 2 | 教学目标1，2，3 |
| **6功率放大电路（2学时）** | (1)互补功率放大电路 | **知识点：**   * 知道功率放大电路中晶体管的工作状态； * 知道OCL电路的组成，并理解其工作原理； * 知道功率放大电路的安全运行知识；   **重点难点：**   * 功率、效率和非线性失真三方面的问题。三者之间是有矛盾； * OCL电路的工作原理和分析计算。   **能力：**   * 能够计算OCL电路的输出功率和效率； * 能够描述交越失真发生的原因，并提供解决方案。 | 2 | 教学目标1，2 |
| (2)功率放大电路的安全运行 |
| **7直流稳压电源（2学时）** | (1)整流电路 | **知识点：**   * 知道直流稳压电源的组成框图、各部分的作用及性能指标； * 知道整流电路的形式、组成、主要参数，并理解其工作原理。 * 知道滤波电路的特点，并理解电容滤波电路的工作原理； * 知道稳压管稳压电路的组成，并理解其工作原理； * 知道三端集成稳压器的基本应用电路。   **重点难点：**   * 单相桥式整流电容滤波稳压电路的工作原理和分析计算。   **能力：**   * 能够对单相半波整流电路和单相桥式整流电路进行分析计算； * 能够估算整流电路输出电压及输出电流的平均值； * 能够估算电容滤波电路输出电压的平均值； * 能够计算稳压电路输出电压的调节范围。 | 2 | 教学目标1，2，3 |
| (2)滤波电路 |
| (3)稳压电路 |

六、实验教学内容与要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **实验项目** | **计划学时** | |
| 1 | 单级放大电路 | 2（必做） | |
| 2 | 集成运算放大电路的应用——基本运算电路 | 2（必做） | |
| 3 | 集成稳压电源 | 2（选做） |  |
| 4 | 差动放大电路 | 2（选做） | 任选4学时 |
| 5 | 集成运算放大电路的应用——微分积分电路 | 2（选做） |
| 6 | 两级负反馈放大电路 | 4（选做） |
| 7 | 功率放大电路1 | 2（选做） |
| 8 | 功率放大电路2 | 2（选做） |
| 9 | 温度监测报警器 | 4（选做） |
| 10 | 示波器和信号源的使用 | 2（选做） |
| **合计：** | | 8 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验项目** | **实验原理** | **教学要求** | **实验设备及材料** | **实验类型** | **计划学时** | **支撑教学目标** | **必做/**  **选做** |
| 1.单级放大电路 | (1)合理的静态工作点是放大电路正常工作的根本保障。  (2)在输入接地的情况下，通过调整滑动电阻设置静态工作点。  (3)在进行电压放大倍数测试前，必须调整放大电路的静态工作点。 | (1)知道常用电子仪器的使用方法。  (2)能够对晶体管放大电路的静态工作点进行调整和测试。(3)能够对放大电路的电压放大倍数进行调整和测试。  (4)能够测量放大电路的输入电阻和输出电阻。 | 双踪示波器；信号发生器； 万用表；交流毫伏表；模拟电子实验箱 | 验证型 | 2 | 教学目标4 | 必做 |
| 2.集成运算放大电路的应用——基本运算电路 | 集成放大器在线性区内工作时是一种具有高放大倍数的放大器，加上负反馈网络，就可构成各种线性应用电路。 | (1)知道线性组件的调零方法； (2)能够利用线性放大电路设计基本运算放大电路。 | 信号发生器；双踪示波器；数字万用表；交流毫伏表；模拟电子实验箱 | 设计型 | 2 | 教学目标3 | 必做 |
| 3.集成稳压电源 | (1)直流稳压电源由电源变压器、整流、滤波和稳压电路四部分组成。  (2)在对直流供电要求较高的场合，还需要使用稳压电路，以保证输出直流电压更加稳定。 | (1)研究集成稳压器的特点和性能指标的测试方法。  (2)知道集成稳压器扩展性能的方法。 | 双踪示波器；数字万用表；模拟电子实验箱 | 验证型 | 2 | 教学目标4 | 必做 |
| 4.差动放大电路 | (1)差动放大电路能够抑制零点漂移，在提高对有用信号（差模信号）增益的同时，对干扰信号（共模信号）进行抑制。  (2)差动放大电路多用于集成运算放大电路的输入级，以解决直接耦合多级放大电路的温度漂移等问题。 | (1)加深对差动放大器性能及特点的理解。  (2)知道差动放大器主要性能指标的测试方法。 | 直流电压表；信号发生器； 双踪示波器；交流毫伏表； 模拟电子实验箱 | 验证型 | 2 | 教学目标4 | 选做 |
| 5.集成运算放大电路的应用——微分积分电路 | 集成放大器在线性区内工作时是一种具有高放大倍数的放大器，加上负反馈网络，就可构成各种线性应用电路。 | (1)能够用线性放大电路设计积分器、微分器等电路。  (2)学习用示波器测量波形的幅值与频率。 | 信号发生器；双踪示波器；数字万用表；交流毫伏表；模拟电子实验箱 | 设计型 | 2 | 教学目标3 | 必做 |
| 6. 两级负反馈放大电路 | (1)交流负反馈对静态电路无影响，所以两级基本放大电路与两级负反馈放大电路的静态工作点相同。  (2)与两级基本放大电路相比，引入负反馈后可以提高电压放大倍数的稳定性、改变输入、输出电阻。 | (1)加深对两级放大电路性能指标的理解。  (2)反馈放大电路静态工作点的测试与调整方法。  (3)加深对负反馈放大电路放大特性的理解。(4)加深理解放大电路中引入负反馈的方法和负反馈对放大电路性能的影响。 | 双踪示波器；信号发生器；数字万用表；交流毫伏表；模拟电子实验箱 | 综合型 | 4 | 教学目标3 | 选做 |
| 7.功率放大电路1 | (1)功率放大电路的基本任务是放大信号功率，需保证向负载输出足够大的信号功率。  (2)减小功耗、提高放大电路的效率是设计功率放大电路时主要考虑的问题之一。  (3)解决非线性失真，应当正确选择管子的静态工作点和集电极等效负载电阻。 | (1)进一步理解功率放大电路的工作原理。  (2)学会功率放大电路的调试及主要性能指标的测试方法。 | 双踪示波器；信号发生器；数字万用表；交流毫伏表；模拟电子实验箱 | 验证型 | 2 | 教学目标4 | 选做 |
| 8.功率放大电路2 | (1)根据性能指标要求，利用Multisim仿真软件设计一低频OCL功率放大电路。  (2)根据输出功率要求确定最大不失真输出电压。  (3)根据最大不失真输出电压选择功放管以及功放管射级电阻的参数。 | (1)进一步理解功率放大电路的工作原理。  (2)学会功率放大电路的调试及主要性能指标的测试方法。 | Multisim仿真软件 | 设计型 | 2 | 教学目标3 | 选做 |
| 9.温度监测报警器 | (1)根据性能指标要求，利用集成运放，自行设计一温度监测报警电路。  (2)根据测温范围和测温精度，选择合适的温度传感器。  (3)根据温度传感器的输出设计信号调理电路。 | (1)理解集成运放的线性及非线性应用。  (2)了解非电物理量的采集及处理流程。 | Multisim仿真软件 | 综合型 | 4 | 教学目标3,4 | 选做 |
| 10.示波器和信号源的使用 | (1)用函数信号发生器作信号源使用，可以产生正弦波、三角波和方波等多种波形，且幅度、频率皆可调节。  (2)用示波器进行电压测量，就是将被测电压信号输入给示波器，通过在荧光屏上的波形显示来进行定量或定性的分析。 | 学习示波器、信号源的使用方法。 | 示波器、信号发生器 | 验证  型 | 2 | 教学  目标  4 | 选做 |

七、考核要求及考核方式

1. 考核要求

（1）课程考核内容应能够切实考核是否达成各项课程目标；

（2）考核内容至少覆盖本课程知识点的70%；

（3）同一学期试卷中（A、B）试题重复率不超过20%，近三个学年内的试卷试题重复率不超过20%；

（4）考核难度：基本难度题目约70%，中等难度题目约20%，高等难度题目约10%。

2. 考核方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 考核环节 | 权重（%） | 备注 |
| 期末考试 | 70 | 闭卷考试，教考分离 |
| 平时考核 | 30 | 实验、作业、课堂测验、课内项目（可选） |

3. 课程目标达成考核与评价方式及成绩评定

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 支撑毕业要求 | 考核与评价方式及成绩建议比例（%） | | | | 成绩比例 |
| 实验 | 作业 | 测验（含课内项目） | 课程考核 |
| 课程目标1 | 支撑毕业要求1-2 |  | 5 | 5 | 20 | 30 |
| 课程目标2 | 支撑毕业要求2-1 |  | 5 | 5 | 40 | 50 |
| 课程目标3 | 支撑毕业要求4-3 | 3 |  |  | 10 | 13 |
| 课程目标4 | 支撑毕业要求5-2 | 7 |  |  |  | 7 |
| 合计 | | 10 | 10 | 10 | 70 | 100 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 执笔者： | 孙克梅 | 审核人： | 胡爱玲 | 修订日期： | 2020年 10月10日 |