**《通信电子线路》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | 通信电子线路 | | | |
| **英文** | Communication Electronic Circuit | | | |
| **课程代码** | A312038 | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 专业基础 | **学分** | 4.5 | **学时** | 72 |
| **适用专业** | 通信工程 | | | | |
| **先修课程** | 电路原理、信号与线性系统、模拟电子技术基础 | | | | |
| **选用教材** | 钱志文.通信电子线路.西安:西安电子科技大学出版社,2018. | | | | |
| **课时分配** | 理论教学72学时 | | | | |
| **撰写人** | 钱志文 | **审定人** | 贾子彦 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《通信电子线路》是通信工程专业的专业基础课，要求学生具有电路、信号和线性系统及模拟电子技术基础的知识。本课程主要是研究通信电子线路的基本原理与基本分析方法，以单元电路的分析和设计为主。通过本课程的学习，初步建立分布参数和无线通信的理论知识，培养学生通信电子线路分析与应用、方案理解与实现、初步设计等专业能力，为深入学习专业课和工程实际应用打下坚实的基础。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握无线通信的初步理论知识，能够对无线通信工程领域中信号处理问题进行推理和分析。

课程目标2：掌握通信电子线路的基本概念、基本工作原理、基本分析方法，对高频小信号谐振放大器、高频功率放大器、LC正弦波振荡器、振幅调制与解调电路、混频电路、角度调制与解调电路等常用单元电路的参数和性能指标进行工程估算和分析。

课程目标3：能够运用Multisim等现代仿真工具进行通信电子线路的仿真，具有对电路进行仿真和分析的能力。

课程目标4：了解我国通信电子线路发展史和科学家的科研工作事例，学习他们不仅有精通专业的知识、还有高山仰止的德行、百折不挠的毅力的工匠精神，增强奋发图强、自强自立社会责任感；运用等效电路分析法，学会用整体与局部的观点将复杂问题简单化，养成科学思维方法，提高分析问题与解决问题的能力；运用工程估算近似法分析设计电路，学会思考、辨识工程伦理问题，具有工程思维、辩证思维，增强职业素养。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：  工程知识 | 1.4 能针对通信工程领域中信息的表示、信号处理、信号传输系统与网络等专业工程问题进行推理和分析。 | 1 |
| 毕业要求2：  问题分析 | 2.2 能够应用电路与电子线路基础原理和分析方法，识别和分析典型单元电路的关键环节和参数。 | 2 |
| 毕业要求3：  设计/开发解决方案 | 3.2 能够设计满足特定需求的单元电路，完成元器件选择、单元模块选择与参数设计、电路的建模仿真等。 | 3 |

**四、课程教学内容**

内容1：绪论与通信电子线路基础

1．基本内容：电子线路分类、非线性电子线路在通信中的应用、无线电波的传播、电路元件的高频特性、LC谐振回路

2. 重点：LC谐振回路工作原理及其谐振特性（谐振频率、通频带、选择性）、并联谐振回路部分接入电路的作用以及接入系数计算。

3. 难点：并联谐振回路部分接入电路的作用以及电容耦合电路接入系数计算。

4. 知识目标：了解电子线路分类；理解非线性电子线路在通信中的应用；了解无线电波的波段划分及各波段的传播特点；了解电感、电容元件的高频特性；巩固LC谐振回路工作原理及其谐振特性（谐振频率、通频带、选择性）；理解并联谐振回路部分接入的作用，掌握各种部分接入电路的接入系数的计算。

5. 能力目标：会用LC谐振回路的谐振特性（谐振频率、通频带、选择性）分析其对通信电子线路工作的影响；能够说出并联谐振回路部分接入电路的作用，会计算接入系数。

6. 素质目标：了解无线广播通信的发展历程以及中国无线电“开山鼻祖”王诤将军事迹，学习科学家们不仅有精通专业的知识还有至死不渝的信仰、高山仰止的德行、百折不挠的毅力以及高瞻远瞩的目光的奉献精神。

内容2：高频小信号谐振放大器

1．基本内容：高频小信号谐振放大器特点及其技术指标的概念、晶体管高频小信号等效电路、小信号单调谐谐振放大器、小信号谐振放大器稳定性。

2. 重点：晶体管高频小信号Y参数等效电路、单级单调谐小信号谐振放大器的工作原理、Y参数等效电路画法及性能指标的分析计算。

3. 难点：单级单调谐小信号谐振放大器电路的Y参数等效电路画法及其性能分析计算。

4. 知识目标：了解高频小信号谐振放大器特点及其技术指标的概念；掌握晶体管Y参数等效电路的画法；掌握单级单调谐小信号谐振放大器的电路组成、工作原理、Y参数等效电路画法及性能指标的分析计算；了解多级单调谐小信号谐振放大器的工作特点；了解谐振放大器不稳定的原因以及稳定措施。

5. 能力目标：能够运用小信号谐振放大器技术指标的概念以及晶体管Y参数等效电路分析单级小信号单调谐谐振放大器的性能指标。

6. 素质目标：运用等效电路分析法，学会用整体与局部的观点将复杂问题简单化，养成科学思维方法，提高分析问题与解决问题的能力。通过对放大器稳定性与增益的平衡和取舍，认识到在分析和解决问题时要结合实际需求，抓住主要矛盾，具有辩证思维。

内容3：高频功率放大器

1．基本内容：高频功率放大器分类及特点、丙类谐振功率放大器工作原理、谐振功率放大器折线近似分析法、谐振功率放大器的实际电路。

2. 重点：丙类谐振功率放大器的工作原理以及性能指标分析计算、谐振功放的动态线作法及三个工作状态的概念、谐振功放负载特性及三种电压对功放性能影响的分析方法。

3. 难点：丙类谐振功率放大器的工作原理、谐振功放的动态线作法及工作状态的判断方法、谐振功放的负载及三种电压对功放性能影响的分析方法。

4. 知识目标：了解高频功率放大器分类及特点；掌握丙类谐振功率放大器的电路组成、工作原理；理解丙类工作状态提高工作效率的原因；了解折线近似分析法，熟练掌握功率放大器的功率、效率的计算方法；掌握谐振功放的动态线作法以及三个工作状态的概念；掌握谐振功放的负载及三种电压对功放性能影响的分析方法；了解谐振功放直流馈电电路、实际电路组成以及各部分作用。

5. 能力目标：能够结合丙类谐振功率放大器的电路和各点波形分析其工作原理；知道丙类工作状态提高工作效率的原因；会计算丙类谐振功率放大器的功率、效率；会根据已知电路参数作出谐振功率放大器的动态特性，或者根据动态特性求电路参数；会根据动态特性判断工作状态；能够运用谐振功放动态特性以及三个工作状态的概念分析负载及三种电压对功放性能影响。

6. 素质目标：由工程估算法（折线近似法）在功率放大器中的应用，理解主要矛盾和次要矛盾等唯物辩证法的一些基本规律，具有工程辩证思维。

内容4：LC正弦波振荡器

1．基本内容：反馈式振荡器的基本原理、LC正弦波振荡器、振荡器频率稳定度、石英晶体振荡器。

2. 重点：LC振荡器相位平衡条件的判断方法、各类LC振荡器的电路分析及其性能参数分析计算、克拉泼和西勒电路的性能特点及改进原理、频率稳定度的概念、石英晶体的电抗特性、并联型和串联型晶体振荡器的工作特点。

3. 难点：LC振荡器相位平衡条件的判断方法、LC振荡器电路的电路分析及其性能参数计算。

4. 知识目标：理解反馈振荡器的起振、平衡和稳定的三个条件，了解振荡器的基本组成及其分析方法；掌握互感耦合振荡器及三点式振荡器相位平衡条件的判断方法（瞬时极性法和三点式法则）；了解影响三点式振荡器起振条件的分析方法以及影响起振的因素；熟练画出各类振荡器的交、直流等效电路，会计算振荡频率、反馈系数；掌握克拉泼和西勒电路的性能特点，了解其改进原理；掌握频率稳定度的概念，了解振荡器频率不稳定度的原因以及提高频稳度的措施；掌握石英晶体的电抗特性，理解晶振频率稳定度高的原因；掌握并联型和串联型晶体振荡器的工作特点。

5. 能力目标：会运用瞬时极性法或三点式法则分析LC互感耦合振荡器及三点式振荡器的相位平衡条件；会对LC振荡器进行电路分析（画出各类振荡器的交、直流等效电路，计算振荡频率、反馈系数）；能够知道各类LC振荡器频率稳定度不高的原因以及稳频措施；能够根据石英晶体的电抗特性分析晶振频率稳定度高的原因，并会分析并联型和串联型晶体振荡器的工作特点。

6. 素质目标：了解“电容三点式——克拉泼振荡器——西勒振荡器”的技术进步历程，认识到创新思维的重要性，在学习、工作中能够勤于思考、勇于探索。根据频率稳定度的重要性，了解火星探测器高稳定频率源的设计，增强民族自信心和自豪感。由工程估算法（忽略晶体管电容效应）在振荡器中的应用，理解主要矛盾和次要矛盾等唯物辩证法的一些基本规律，具有工程思维。

内容5：振幅调制、解调与混频电路（线性频率变换电路）

1．基本内容：振幅调制信号、振幅调制信号产生原理、振幅调制电路、振幅解调电路、混频电路、混频干扰。

2. 重点：各类振幅调制信号的特性、各种振幅调制电路的工作原理及其分析方法、包络检波电路的工作原理及分析方法、同步检波器的电路组成及工作原理、混频的概念及电路的工作原理、混频干扰的概念。

3. 难点：各种振幅信号的特性、非线性器件频率变换特性的分析方法、各种振幅调制电路的工作原理及其分析方法、混频电路的工作原理。

4. 知识目标：了解振幅调制的分类，熟练掌握普通调幅的时域特性、频域特性和功率特性，掌握双边带调幅、单边带调幅和残留边带调幅信号特点及实现方法；理解非线性器件频率变换特性的分析方法（幂级数分析分析法、线性时变分析法）；掌握低电平、高电平振幅调制电路的工作原理及其分析方法；掌握二极管包络检波电路的组成、工作原理、性能参数分析计算、两种失真及其工程设计方法；掌握同步检波器的工作原理；掌握混频的概念及混频电路的工作原理，掌握混频干扰的概念，了解混频干扰的成因及减小措施。

5. 能力目标：能够运用各类调幅信号的时域特性、频域特性识别和表达各类调幅信号，会计算调幅信号的功率；能够基于各类调幅信号的特性和各种器件的性能进行各种振幅调制电路的分析；能够运用包络检波电路的工作原理分析和计算性能指标；能够运用惰性失真和对角切割失真对包络检波电路进行工程设计；能够运用混频的概念和线性时变分析法分析混频电路；能够利用混频干扰的概念、现象分析和判断存在何种混频干扰。

6. 素质目标：了解调制技术改变了通信的现状，真正实现了无线通信，认识到发展的普遍性原理；辩证地分析各种振幅调制方式的优越性与局限性，具有辩证思维；了解阿姆斯特朗发明超外差电路的事例，将无线电带入电子时代，领悟科学的价值和科学技术对社会的影响，树立科技报国理想。

内容6：角度调制与解调电路（非线性频率变换电路）

1．基本内容：角度调制信号性质、调频信号的产生、变容管调频电路、调频信号的解调器、限幅器。

2. 重点：调频信号和调相信号的性质、变容管直接调频电路的工作原理及分析计算、鉴频电路的工作原理及分析计算。

3. 难点：调频信号和调相信号的性质、变容管直接调频电路的工作原理及分析计算、变容管间接调频电路的工作原理、鉴频电路的工作原理及分析计算。

4. 知识目标：掌握调频信号和调相信号的时域特性、频域特性和功率特性，以及两种角度调制信号的区别与联系；了解调频信号的产生方法和调频电路性能指标的概念；掌握变容管直接调频电路的工作原理、等效电路画法及分析计算；了解变容管间接调频电路工作原理；了解调频信号的解调方法及鉴频电路主要性能指标的概念；掌握斜率鉴频、相位鉴频电路的工作原理及其分析计算，了解比例鉴频器的工作特点；了解限幅电路的作用。

5. 能力目标：知道调频信号和调相信号的区别与联系，能够运用调频信号和调相信号的时域特性对调频和调相信号进行表达、识别；会计算角度调制信号的功率；能够运用调频电路性能指标的概念对变容管直接调频电路画出等效电路和分析计算；知道斜率鉴频、相位鉴频电路、比例鉴频电路的性能特点，能够运用波形变换法和性能指标的概念对鉴频电路进行分析计算。

6. 素质目标：运用调频电路的等效电路分析法，学会用整体与局部的观点使复杂电路简单化，遇到复杂问题要有信心，要会分解成一个一个小问题并逐个解决，提高自己分析问题、解决问题的能力；了解阿姆斯特朗发明调频电路到利用、普及，经历了漫长时间，是由众多科学家和工程师努力得来的，在学习和工作中要具有独立思考、坚持不懈的科研精神。

内容7：反馈控制电路

1. 基本内容：自动增益控制电路、自动频率控制电路、锁相环路。

2. 重点：自动频率控制电路和锁相环路的工作原理。

3. 难点：自动频率控制电路和锁相环路的工作原理。

4. 知识目标：了解自动增益控制电路、自动频率控制电路和锁相环路的组成框图；理解自动频率控制电路和锁相环路的工作原理。

5. 能力目标：能够运用自动增益控制电路、自动频率控制电路和锁相环路工作原理分析其应用案例。

6. 素质目标：反馈是将系统的输出信号引回输入端，与输入信号相比较，利用所得的偏差信号进行控制，最终目的是减小偏差、消除偏差，在学习和工作中要经常反思自己，改变自己，完善自己，促进自身更好地发展，走向成功。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：绪论与通信电子线路基础  内容5：振幅调制、解调与混频电路  内容6：角度调制与解调电路  内容7：反馈控制电路 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容2：高频小信号谐振放大器  内容3：高频功率放大器  内容4：LC正弦波振荡器  内容5：振幅调制、解调与混频电路  内容6：角度调制与解调电路 | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容2：高频放大电路  内容3：LC正弦波振荡器  内容4：振幅调制、解调与混频电路 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

1. 面向工程实际，采用案例法与研究法：以无线电广播系统为授课主线，通过教学案例的方式，强化学生的系统思想和工程意识；注重引导学生掌握应用所学知识分析、解决复杂工程问题的方法，向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

2. 问题导向，注重运用启发互动式教学方法：以学生为本，设计科学合理的启发互动环节，激发学生思考，让学生积极参与教学过程，成为真正意义上的主体。

3. 板书与多媒体相结合的教学方法：对于枯燥抽象的课程内容采用多媒体形式使其尽量生动化、形象化；对于重、难点的电路分析部分采用板书形式，便于学生接受和理解；同时，利用网络课堂为学生提供自学的条件和环境。

4. 进行有效的作业练习：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有质有量，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力。

5.学会总结：要进行教师总结（思维导图）+学生总结，学会知识梳理、迁移，培养学生的逻辑性，提高认识问题的层次。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：绪论与通信电子线路基础 | 4 |  |  | 4 |
| 内容2：高频小信号谐振放大器 | 6 |  |  | 6 |
| 内容3：高频功率放大器 | 8 |  |  | 8 |
| 内容4：LC正弦波振荡器 | 10 |  |  | 10 |
| 内容5：振幅调制、解调与混频电路 | 22 |  |  | 22 |
| 内容6：角度调制与解调电路 | 18 |  |  | 18 |
| 内容7：反馈控制电路 | 4 |  |  | 4 |
| 合计 | 72 |  |  | 72 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用平时作业、单元测试、期中测试和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：课程考核总成绩中，平时作业成绩占30%、单元测试成绩占10%、期中测试成绩占10%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程**  **目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **单元测试** | **期中测试** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 5% | 2% | 13% | 25% |
| 2 | 课程目标2 | 15% | 5% | 8% | 37% | 65% |
| 3 | 课程目标3 | 10% |  |  |  | 10% |
| 合计 | | 30% | 10% | 10% | 50% | 100% |

各考试环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**

1. 谢嘉奎.电子线路（非线性部分）（第四版）.北京:高等教育出版社,2010.

2. 张肃文.高频电子线路（第五版）.北京:高等教育出版社,2009.

3. 高如云.通信电子线路（第四版）.西安:[西安电子科技大学出版社](http://search.dangdang.com/?key3=%CE%F7%B0%B2%B5%E7%D7%D3%BF%C6%BC%BC%B4%F3%D1%A7%B3%F6%B0%E6%C9%E7&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00),2016.

4. 中国大学MOOC，高频通信电子线路，武汉大学

<https://www.icourse163.org/course/WHU-1206425804>

**附件：评分标准**

考核环节中单元测试、期中测试及期末考试评分标准详见每学期“通信电子线路单元测试参考答案及评分标准”、“通信电子线路期中测试参考答案及评分标准”、“通信电子线路试卷参考答案及评分标准”。

考核环节中平时作业评分标准如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评分标准  观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 基本概念掌握程度 | 基本概念掌握很好。 | 主要概念清晰，但部分有误。 | 部分概念清晰。 | 基本概念不够清晰。 | 基本概念未掌握。 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性 | 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确。 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确。 | 不会做或者作业不完整。 |
| 作业完成态度 | 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，极小部分抄袭或符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者大部分抄袭或未交。 |