



世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

TONGXIN DIANZI XIANLU

通信电子线路

程远东 曾宝国 主编
刘定林 主审



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

通信电子线路

主 编	程远东	曾宝国
主 审	刘定林	
副主编	刘雪亭	
参 编	梁建平	王 刚
	杨 波	曾 妍



北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书内容共分五大部分,包含通信电子线路基础、高频小信号放大器、高频功率放大器、正弦波振荡器、频率变换及模拟乘法器、调角与解调、反馈控制电路等内容。本教材以强调基础理论够用、实用为度,较大幅度地删减了理论过深、分析复杂、内容陈旧的章节,进一步强化了对基础知识、基本理论的叙述和基本电路的分析,内容较为简明、精炼,突出项目导向、任务驱动。每个任务均编有参考学习策略及任务单,并提供了基础技能训练的“试一试”、基础知识训练的“练一练”等子任务,有利于创造工作型学习氛围,培养学生自主学习的热情和能力。

本教材可以作为高职院校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校通信技术、应用电子技术、电子信息工程技术等专业的教材或参考书,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信电子线路/程远东,曾宝国主编.--北京:北京邮电大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-5635-2135-7

I. ①通… II. ①程…②曾… III. ①通信系统—电子电路—高等学校—教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 199883 号

书 名: 通信电子线路

主 编: 程远东 曾宝国

责任编辑: 彭 楠 王晓丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 16

字 数: 394 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2135-7

定价: 29.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

21 世纪是经济全球化的世纪,是信息传媒的时代。随着通信技术的飞速发展,通信类的高等教育以适应通信技术发展,培养通信行业生产、建设、管理和服务一线的高素质技能型人才为目标,但适应高等教育通信类专业的教材特别是强调“项目导向、任务驱动”学习模式的教材十分紧缺。为此,编写组的同仁们根据现在通信市场的需求,不断总结经验、提升理念、凝练特色,最终编写出了这本独具特色的教材。

1. 理论实践并重,突出实用

在内容选取上,教材充分吸收了同类教材特别是四川省省级精品课程《高频电子线路》的精华和特色,并及时引进了新器件、新技术和现代电子设计自动化工具,既注重基础电路、基础理论的分析 and 验证,又合理地拓展了实用理论和技能,使之能更好、更全面地适应高职教育。

2. 强调“项目导向、任务驱动”的学习模式

基于“项目导向、任务驱动”学习模式的需要,教材各项目的每个任务均编有参考学习策略及任务单,并提供了基础技能训练的“试一试”、基础知识训练的“练一练”等子任务,这样的处理有利于创造工作型学习氛围,使之能更好地适应学生的认知规律,帮助其树立科学的学习方法,培养自主学习的热情和能力。

本教材可以作为高职院校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校通信技术、应用电子技术、电子信息工程技术等专业的教材或参考书,也可以供相关专业工程技术人员参考。

本教材的项目 1、3 由四川信息职业技术学院程远东老师编写,项目 2、5 及附录由四川信息职业技术学院曾宝国、曾妍老师编写,项目 4 由四川信息职业技术学院刘雪亭、王刚老师和四川省广元市 821 中学梁建平老师编写,四川信息职业技术学院杨波老师担任了各项任务的图形绘制任务。全书由程远东、曾宝国负责统稿,并担任主编,刘雪亭担任副主编。四川九州光电股份有限公司总工程师、总经理刘定林高级工程师对本教材进行了审阅,并提出了许多宝贵意见。

本教材在编写过程中借鉴了中兴通讯学院的客户培训教材及北京工业职业技术学院 TD-SCDMA 移动通信技术教材的成功经验,并得到了很多同行的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免有错误和不妥之处,诚恳希望国内专家与读者批评指正,意见请致 gycydgood@163.com。

编 者

目 录

项目 1 跨入通信电子线路之门	1
任务 1-1 通信电子线路的研究对象	1
1-1-1 资讯准备	1
1-1-2 计划决策	6
1-1-3 任务实施	7
1-1-4 展示评价	7
1-1-5 试一试	7
1-1-6 练一练	8
任务 1-2 通信电子线路中的元器件	8
1-2-1 资讯准备	8
1-2-2 计划决策	16
1-2-3 任务实施	16
1-2-4 展示评价	17
1-2-5 试一试	17
1-2-6 练一练	18
任务 1-3 通信电子线路中的研究方法	18
1-3-1 资讯准备	18
1-3-2 计划决策	22
1-3-3 任务实施	23
1-3-4 展示评价	23
1-3-5 试一试	23
1-3-6 练一练	24
项目 2 让微弱信号大起来	25
任务 2-1 高频小信号放大器	26
2-1-1 资讯准备	26
2-1-2 计划决策	35
2-1-3 任务实施	36
2-1-4 展示评价	36
2-1-5 试一试	36
2-1-6 练一练	37
任务 2-2 集成中频放大器	40

2-2-1 资讯准备	40
2-2-2 计划决策	47
2-2-3 任务实施	48
2-2-4 展示评价	48
2-2-5 试一试	48
2-2-6 练一练	49
任务 2-3 高频功率放大器	50
2-3-1 资讯准备	50
2-3-2 计划决策	69
2-3-3 任务实施	69
2-3-4 展示评价	70
2-3-5 试一试	70
2-3-6 练一练	71
项目 3 让电信号自由翱翔	73
任务 3-1 RC 正弦波振荡器	73
3-1-1 资讯准备	73
3-1-2 计划决策	80
3-1-3 任务实施	80
3-1-4 展示评价	80
3-1-5 试一试	81
3-1-6 练一练	81
任务 3-2 LC 正弦波振荡器	82
3-2-1 资讯准备	82
3-2-2 计划决策	89
3-2-3 任务实施	89
3-2-4 展示评价	90
3-2-5 试一试	90
3-2-6 练一练	91
任务 3-3 石英晶体振荡器	92
3-3-1 资讯准备	92
3-3-2 计划决策	96
3-3-3 任务实施	97
3-3-4 展示评价	97
3-3-5 试一试	97
3-3-6 练一练	98
项目 4 换个样子传输信号	100
任务 4-1 频率变换及模拟乘法器	101

4-1-1	资讯准备	101
4-1-2	计划决策	109
4-1-3	任务实施	109
4-1-4	展示评价	110
4-1-5	试一试	110
4-1-6	练一练	110
任务 4-2	调幅电路	113
4-2-1	资讯准备	113
4-2-2	计划决策	135
4-2-3	任务实施	136
4-2-4	展示评价	136
4-2-5	试一试	137
4-2-6	练一练	137
任务 4-3	检波电路	142
4-3-1	资讯准备	142
4-3-2	计划决策	152
4-3-3	任务实施	152
4-3-4	展示评价	152
4-3-5	试一试	153
4-3-6	练一练	153
任务 4-4	变频电路	157
4-4-1	资讯准备	157
4-4-2	计划决策	164
4-4-3	任务实施	164
4-4-4	展示评价	165
4-4-5	试一试	165
4-4-6	练一练	165
任务 4-5	调频与调相	167
4-5-1	资讯准备	167
4-5-2	计划决策	180
4-5-3	任务实施	180
4-5-4	展示评价	181
4-5-5	试一试	181
4-5-6	练一练	182
任务 4-6	鉴频与鉴相	182
4-6-1	资讯准备	182
4-6-2	计划决策	189
4-6-3	任务实施	189
4-6-4	展示评价	190

4-6-5 试一試	190
4-6-6 练一练	190
项目 5 让电路自动调整性能	192
任务 5-1 自动增益控制电路	192
5-1-1 资讯准备	192
5-1-2 计划决策	198
5-1-3 任务实施	198
5-1-4 展示评价	199
5-1-5 试一試	199
5-1-6 练一练	200
任务 5-2 自动频率控制电路	200
5-2-1 资讯准备	200
5-2-2 计划决策	203
5-2-3 任务实施	203
5-2-4 展示评价	203
5-2-5 试一試	204
5-2-6 练一练	204
任务 5-3 锁相环路	204
5-3-1 资讯准备	204
5-3-2 计划决策	219
5-3-3 任务实施	220
5-3-4 展示评价	220
5-3-5 试一試	220
5-3-6 练一练	221
附录 Multisim 10 仿真软件使用指南	222
本书常用符号表	241
参考文献	245

跨入通信电子线路之门

——研究对象及方法



项目描述

通信电子线路涉及通信电路实现的基本技巧和方法。为了充分理解这些电路的原理,应首先了解远距离通信的行业背景、研究对象及技术基础。

通信的目的是实现信息的传递和交换,而实用通信系统的实现依靠3个方面的技术支持:第一,能将声音、文字、图像和数据等含有信息的具体表现形式与电信号进行相互转换的传感技术;第二,能对电信号进行加密、交换等处理的电信号处理技术;第三,能对电信号(或光信号)进行有效变换并切实传输的信息传送技术。

本书以电信号的频带传输的实现方式为线索,对非线性电子电路的特性、相应的功能电路和电路系统构成进行分析和讲解。由于通信本身是一个交叉学科,因此在对具体电路的分析过程中可能会涉及自动控制、遥控遥测、地理探测和医学检测等领域。

学习本项目的目的是了解通信的行业背景、通信电子线路的主要研究对象及研究方法。



学习任务

任务 1-1:通信电子线路的研究对象。主要讨论通信电子线路的行业背景、有关概念、框图、原理,通信电子线路的特点及研究对象等。

任务 1-2:通信电子线路的元器件。主要讨论通信电子线路中常用的有源器件、无源器件的基本特点和性能等。

任务 1-3:通信电子线路的研究方法。主要讨论通信电路分析中常用的等效分析法和仿真分析法。

任务 1-1 通信电子线路的研究对象

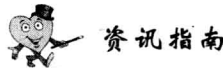
1-1-1 资讯准备



任务描述

1. 了解通信与通信系统的定义。
2. 了解通信电子线路的研究对象、特点。
3. 了解无线电波的传播特性和通信频谱的划分。

4. 掌握无线电通信系统中的发射机和接收机的组成结构,理解其工作原理。



资讯指南

资讯内容	获取方式
1. 通信的定义是什么?	阅读资料 上网 查阅图书 询问相关工作人员
2. 通信系统有哪些类型,各由哪些基本实体组成?	
3. 什么是无线电波? 无线电波有哪些传输方式?	
4. 无线电通信有什么特点?	
5. 调制解调的概念和作用是什么?	
6. 无线电通信系统的发射机和接收机由哪些部分组成,各有什么作用?	



导学材料

一、通信电子线路的研究对象及课程特点

21 世纪是经济全球化的世纪,是信息传媒的世纪。电子学与信息系统的进一步融合,促成了信息获取、传输、变换、存储、识别、处理、显示的全面发展。作为信息传输和处理过程的广义代名词,信息传媒形势下的通信早已抛开以前“犹抱琵琶半遮面”的发展速度,无论是通信的业务类型、制式,还是传输网络、设备,都呈现了“一日千里”、“百家争鸣”的发展态势。

但是,无论通信的内容多么丰富、网络如何多态发展,都有一个“万变不离其宗”的客观现实,那就是“通信是信息传输和处理的过程”,将其称为“通信的定义”。而“实现通信所需设备和规则的总称”,就叫“通信系统”。

如图 1-1-1 所示,从信息传输过程的水平视图上看,一个完整的通信系统由输入变换器、发送设备、信道、接收设备和输出变换器 5 个基本部分组成,各部分的功能如表 1-1-1 所示。



图 1-1-1 通信系统的基本组成(水平视图)

表 1-1-1 通信系统各组成部分的功能

组成部分	功 能	设备举例
信源	信息发生源,可以是声、光、电等类型的消息	
输入变换器	将非电形式信源消息变换为电信号,如声电变换、光电变换	话筒、光电转换器等
发送设备	通过 A/D 转换、编码、调制等形式将携带有信息的电信号变换为适合在信道中传输的电、光信号	PCM 编码器、调幅器、调频器等
信道	信息传输的媒介	电缆、光纤、自由空间
接收设备	接收是发送的逆过程,完成解调、译码、D/A 转换等功能	PCM 译码器、检波器、鉴频器等
输出变换器	将接收设备输出的电信号变换成原来的有用信息,如声音、文字、图像等	听筒、光电转换器等
信宿	信息的接收者,可以是机器设备,也可以是人	

通信系统的种类很多,常用的分类标准如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 通信系统的分类

分类标准	通信类型
信道形式	有线通信系统(如 PSTN)、无线通信系统(如 GSM,GPRS,TD-SCDMA)
基带信号形式	模拟通信系统(如 AMPS)、数字通信系统(如 TD-SCDMA)
通信业务	电话、电报、传真、数据通信系统等

虽然通信系统的种类各异,但基本功能都是实现信息的传输和处理,所以就系统的基本组成部分而言,系统之间具有明显的继承性(即基本相同)。

本课程的研究对象是模拟无线通信系统中的发送设备和接收设备的各种高频功能电路的功能、组成、工作原理和性能指标。教材所研究的具体电路的工作频率范围是几百千赫兹到几百兆赫兹,因此在仿真和实际制作某些单元电路时,要充分考虑分布参数对电路性能的影响。

值得一提的是,随着科学技术的快速发展,虽然各类新电路、新器件不断涌现,实际通信电子线路中所采用的器件也各有差异,但是各个功能电路的功能和基本原理是不会变的。因此,在学习过程中要熟记基本概念和电路结构,理解典型电路的工作原理,熟练运用仿真、估算、等效有关电路分析方法,同时要加强实践训练,培养运用集成电路设计与开发新的通信电子系统的能力。

二、无线电通信的基本原理

为了使读者对发送设备、接收设备各组成部分之间的相互关系有所了解,下面以模拟无线通信系统为例,简要介绍该系统的基本组成及工作过程。

1. 无线电波的传播方式及其应用

无线电通信是以电磁波为信息载体、以自由空间为传输媒介的通信方式。在发射端,电信号经天线激发电磁波并辐射出去;在接收端,由天线接收电磁波并感生出电信号,经后续处理后还可还原出原始通信信息。

无线电通信起源于 20 世纪 20 年代,目前已形成了包括 GSM/TD-SCDMA、无线电报、广播、卫星通信等在内的多种通信形式,它们之间的差异不仅体现在服务领域、对象、质量上,也体现在工作频段上。

电磁波中的电磁场随着时间而变化,要把能量有效辐射至远方,首先需要考虑的就是电磁波的传播方式。常见的 7 种无线电波的传播方式如图 1-1-2 所示。

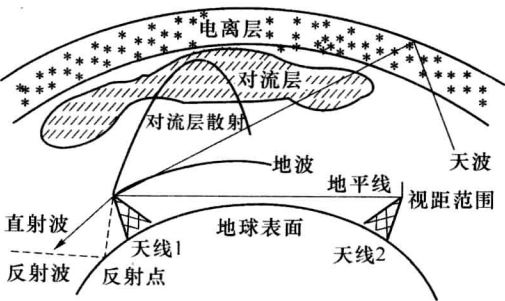


图 1-1-2 无线电波的传播方式

表 1-1-3 所示为不同频段(或波段)电磁波的传播方式及其目前的典型应用。

表 1-1-3 不同频段无线电波的传播方式及其典型应用

频段名称	频率范围	传播方式	传播距离	典型应用
甚低频(VLF)	3~30 kHz	波导	数千千米	远距离导航、声纳、电报、电话
低频(LF)	30~300 kHz	地波、天波	数千千米	导航、电报、航标等
中频(MF)	300~3 000 kHz	地波、天波	几千千米	调幅广播、业余通信、海事通信
高频(HF)	3~30 MHz	天波	几千千米	调幅广播、军事通信、岸船通信
甚高频(VHF)	30~300 MHz	空间波对流层 散射、绕射	几百千米以内	短和中距离点到点移动, LAN、声音 和视频广播个人通信
特高频(UHF)	300~3 000 MHz	空间波对流层 散射、绕射、视距	100 千米以内	短和中距离点到点移动, LAN、声音 和视频广播个人通信卫星通信
超高频(SHF)	3~30 GHz	视距	30 千米左右	电视广播、雷达、遥控遥测、卫星通信、 移动通信
极高频(EHF)	30~3 000 GHz	视距	20 千米	雷达着陆系统、射电天文

2. 无线电发送设备的基本组成及工作原理

无线电发送是以自由空间为传输信道,把需要传送的信息(如声音、图像或文字)变换成无线电波传送到远方的接收点。无线电通信具有发射距离远、适应通信者移动性要求等优点。

为什么要用无线电波发送方式把信息(如声音)传送出去呢? 信息传输通常应满足两个基本要求:一是希望传送距离远;二是要能实现多路复用传输,且各路信号传输时应互不干扰。显然,依靠声音在空气中直接进行远距离传输是不行的,因为声音在空气中传播速率太慢、衰减过快,不能实现远距离传声,而且当声音混杂时,相互干扰将使接收者难以辨认。为了实现远距离传声,常需先将声音信号变成电信号,经调制、功率放大后,以电磁波辐射的方式发射出去。由于无线电波传输速率快(3×10^8 m/s)、传播衰减慢,因此通过合理调整天线发射高度和辐射功率,便可实现远距离通信。

但是,直接由声音变换而来的电信号一般为基带信号,其频率较低或频带较宽,例如,音频信号(包括语言、音乐)的频率为 20 Hz~20 kHz,其他如图像信号的频率为 0~6 MHz,若把上述信号直接以电磁波形式从天线辐射出去,存在问题如下。

(1) 无法制造合适尺寸的天线

由电磁场理论可知,只有当天线的尺寸可与被辐射信号的波长相比拟时(波长 λ 的 $1/10 \sim 1$),信号才能被天线有效地辐射出去。对于频率 f 为 20 Hz~20 kHz 的音频信号,可得相应的波长 λ 为 15~15 000 km。若采用 $\lambda/4$ 天线,则天线的长度应在 3.75 km 以上。显然,这么长的天线的制造与安装实际上是做不到的。

(2) 接收者无法选出要接收的信号

即使上述信号能发射出去,由于多家电台的发射信号的频率大致相同,加之各种工业设备辐射电磁波,大气层、宇宙固有的电磁干扰,它们在空间混在一起,因此接收机无法区分,接收者也就无法选择所要接收的信号。

解决的办法是引入调制技术,将待传送的音频信号“装载”到高频载波上,提高发射电磁

波的工作频率,这样就可以减小辐射天线的尺寸。另外,不同的电台可以“装载”在不同频率的载波上,接收时就能通过调谐选频,滤除干扰信号,选择出自己所需频段的信息。通常,把需传送的信息“装载”到高频载波上的过程称为调制,实现这样功能变换的电路称为调制器。调制可以分为三类,即调幅、调频和调相。

图 1-1-3 所示为采用调幅方式实现的发射机的组成方框图,各部分的功能如表 1-1-4 所示。

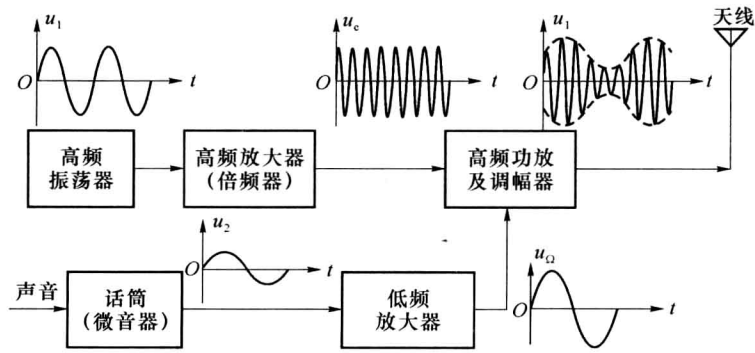


图 1-1-3 采用调幅方式的发射机组成方框图

表 1-1-4 调幅发射机各组成部分的功能

组成部分		基本功能
低频部分	话筒、低频放大器	声音经话筒转换成电信号,并由音频放大器放大,使其满足调制器的要求
高频部分	高频振荡器、倍频器、调幅器、高频放大器	产生载波,并将音频信号调制到载波上,然后进行功率放大,以提高电磁波辐射面积
传输和天线部分	天线及馈线	将已调波通过射频、中频或基带拉远,加载到天线上以电磁波辐射形式发射出去

3. 无线电接收设备的基本组成及工作原理

无线电接收过程正好和发送过程相反,它的基本任务是由天线将接收到的电磁波感生出高频已调电信号,并经滤波、解调等环节从中取出所需信号。

图 1-1-4 所示为最简单的接收机的方框图,它由接收天线、选频回路、解调器、输出变换器 4 个部分组成。接收天线接收从空中来的电磁波。由于自由空间存在各种电磁干扰,因此天线所感生出的电信号不仅包含有用信息,也包含各种干扰信号(其他不同载频的已调波信号和一些干扰信号)。为了选择出所需的无线电信号,在接收机的接收天线之后要有一个选频回路,用于将所要接收的无线电信号取出来,并把不需要的信号滤掉,以免产生干扰。



图 1-1-4 最简单的接收机组成框图

目前,无线电接收机主要有直接放大式和超外差式两种,但无论是无线电收音机、电视机,还是雷达接收机等,都毫无例外地采用超外差式接收机,且各类接收机的组成与工作原理均大致相同。图 1-1-5 所示为采用调幅方式的超外差式接收机的组成方框图,各组成部分功能如表 1-1-5 所示。

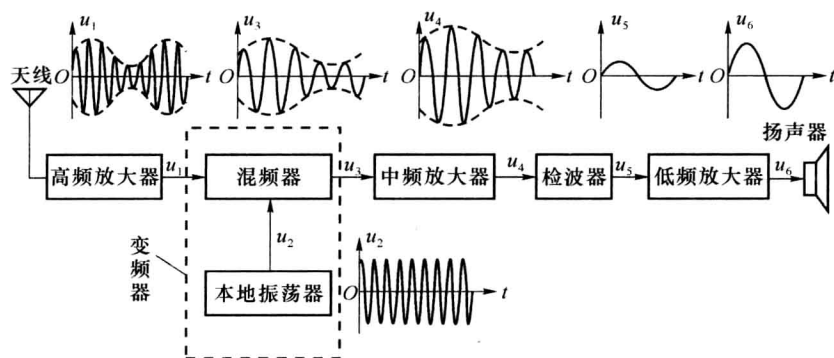


图 1-1-5 超外差式调幅接收机组成方框图

表 1-1-5 超外差式调幅接收机各组成部分的功能

组成部分	基本功能
高频放大器	由一级或多级小信号谐振放大器组成,放大天线上感生的有用信号;利用放大器中的谐振系统抑制天线上感生的其他频率的干扰信号,是可调谐的
混频器	混频器有两个输入信号:一是频率为 f_c 的高频已调信号,二是本机振荡器产生的频率为 f_L 的本振信号。混频器的功能是将频率为 f_c 的高频已调信号不失真地变换为载波频率为 f_1 的中频已调信号。因 $f_1 = f_c - f_L $,故称为超外差,目前我国收音机中频 $f_1 = 465\text{ kHz}$
本地振荡器	用来产生频率为 $f_L = f_c + f_1$ (或 $f_L = f_c - f_1$) 的高频振荡信号。 f_L 是可调的,并能跟踪 f_c 。若混频器和本地振荡器由一个功能单元实现,则将其称为变频器
中频放大器	由多级固定调谐的小信号放大器组成,放大中频信号
检波器	实现解调功能,将中频调幅波变换为反映传送信息的调制信号
低频放大器	由小信号放大器和功率放大器组成,用于放大调制信号,以提供驱动扬声器所需的推动功率

超外差式接收机最大的特点是先将高频信号变换为固定频率的中频信号,然后进行中频放大,这样不仅可实现较高的放大倍数,而且能显著提高系统选取有用信号的能力,可以兼顾高灵敏度与高选择性的需求。

1-1-2 计划决策

通过任务分析和对相关资讯的了解,讨论学习的计划并选定最优方案。

计划和决策(参考)

第一步	了解通信的行业背景
第二步	了解本课程的研究对象及基本特点
第三步	理解通信系统的基本结构及工作原理
第四步	分析移动或固话通信等例子,进一步加深对通信的基本结构和技术基础的了解

1-1-3 任务实施

学习型工作任务单

学习领域	通信电子线路			学时	78(参考)
学习项目	项目1 跨入通信电子线路之门——研究对象及方法			学时	10
工作任务	1-1 通信电子线路的研究对象			学时	4
班 级		小组编号		成员名单	
任务描述	1. 了解通信的定义、通信电子线路的研究对象及无线通信频谱资源的分配。 2. 掌握无线电通信系统中的发射机和接收机的组成结构,理解其工作原理。				
工作内容	1. 了解通信与通信系统的定义。 2. 了解通信电子线路的研究对象、特点。 3. 了解无线电波的传播特性和通信频谱的划分。 4. 掌握无线电通信系统中的发射机和接收机的组成结构,理解其工作原理。				
提交成果 和文件等	1. 无线电发送设备和接收设备的组成框图及工作原理概要。 2. 学习过程记录表及教学评价表(学生用表)。				
完成时间及签名					

1-1-4 展示评价

1. 教师及其他组负责人根据小组展示汇报整体情况进行小组评价。
2. 在学生展示汇报中,教师可针对小组成员的分工,对个别成员进行提问,给出个人评价。
3. 组内成员自评表及互评表打分。
4. 本学习项目成绩汇总。
5. 评选今日之星。

1-1-5 试一试

1. 通信的定义是_____。
2. 实现通信需要三类技术支持:_____、_____、_____。
3. 通信系统的定义是_____。
4. 通信系统的基本组成包括信源、_____、_____、_____和信宿。
5. 按照信息的传输媒介分类,通信系统可分为_____和_____通信系统;而根据基带信号形式分类,又可分为_____和_____通信系统。
6. 通信电子线路的主要研究对象是_____。
7. 无线电通信中,高频是指频率为_____ Hz 到_____ Hz 的信号,其波长范围是_____,信号的传播方式为_____,主要应用于_____等领域。
8. 为什么在无线电通信中要使用“载波”发射,其作用是什么?
9. 在无线电通信中为什么要采用“调制”与“解调”,各自的作用是什么?

10. 如果调幅收音机接收信号频率为 936 kHz,则接收机的本机振荡频率是_____。

1-1-6 练一练

1. 调研分析:日常生活中有哪些通信电子产品?试结合所学知识分析其电路结构。
2. 调研分析:您了解哪些通信电子企业,其主导产品和人力资源需求如何?

任务 1-2 通信电子线路中的元器件

1-2-1 资讯准备



任务描述

1. 了解通信电子线路的基本元件及其特性。
2. 掌握电阻器、电容器和电感器的物理特性、等效电路和基本计算方法。
3. 掌握 LC 谐振回路的类型、特点和主要参数。
4. 掌握谐振回路的接入方法及接入系数的计算。



资讯指南

资讯内容	获取方式
1. 有源器件和无源器件的区别是什么?	阅读资料 上网 查阅图书 询问相关工作人员
2. 线性和非线性的定义和区别各是什么?	
3. 电阻器、电容器和电感器的物理特性、等效电路各是怎样的?	
4. LC 谐振回路主要有哪用途,其主要参数有哪些?	
5. 谐振回路的接入方式有哪些,应用于哪些场合?	
6. 接入系数的定义是什么,如何计算?	



导学材料

一、通信电子线路中的元器件

各种通信电路基本上是由有源器件、无源器件和无源网络组成的。由于通信电路一般工作在高频频段,所以虽然电路中使用的元器件与在低频电路中使用的元器件基本相同,但需要注意它们在高频使用时的高频特性(如分布参数)。

通信电路中的无源器件主要是电阻器、电容器和电感器;有源器件主要有二极管、三极管和集成电路,常用于完成信号的放大或非线性变换。

1. 无源器件

(1) 电阻器

电阻器在电路中主要用来调节和稳定电流与电压,可作为分流器和分压器,也可作为电

路匹配负载。根据电路要求,电阻器可用于构成放大电路的反馈元件、电压-电流转换、输入过载时的电压或电流保护元件,还可组成 RC 电路作为振荡、滤波、旁路、微分、积分和时间常数元件等。

对于实际的电阻器,在低频应用时主要表现为电阻特性,而在高频应用时不仅表现有电阻特性,还有电抗特性,它反映的就是电阻器的高频特性。频率越高,电阻器的高频特性表现越明显。在实际应用时,要尽量减小电阻器的高频特性的影响,使之表现为纯电阻。实际电阻器 R 的高频等效电路如图 1-2-1 所示,其中, C_R 为分布电容, L_R 为引线电感, R 为等效电阻。

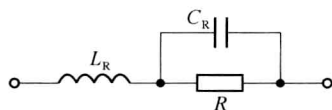


图 1-2-1 电阻器的高频等效电路

分布电容和分布电感越小,表明电阻的高频特性越好。电阻器的高频特性与制造电阻的材料、电阻的封装形式和尺寸大小有密切的关系。一般来说,金属膜电阻比碳膜电阻的高频特性要好,而碳膜电阻比绕线电阻的高频特性要好;表面封装(SMD)电阻比绕线电阻的高频特性要好;小尺寸的电阻比大尺寸的电阻的高频特性要好。

(2) 电容器

由介质隔开的两导体可构成电容器,在电子线路中通常起滤波、旁路、耦合、去耦、转相等电气作用,是电子线路必不可少的组成部分。

理想电容器 C 工作在角频率 ω 上的容抗为 $1/(j\omega C)$ 。实际电容器 C 的高频等效电路如图 1-2-2(a)所示,其中, R_C 为损耗电阻, L_C 为引线电感。容抗与频率的关系如图 1-2-2(b)实线所示,其中 f 为工作角频率, $\omega = 2\pi f$ 。

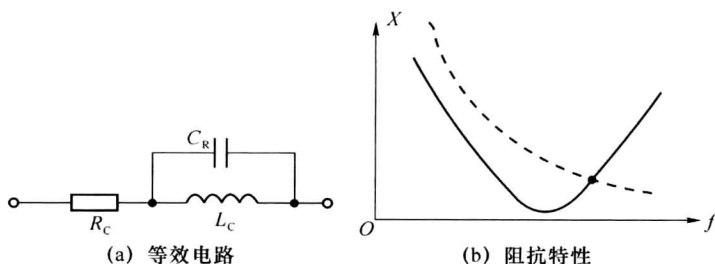


图 1-2-2 电容器的高频等效电路及阻抗特性

(3) 电感器

在通信电子线路中,电感器一般与电容器构成 LC 谐振回路,起调谐、选频、滤波作用,也可用于在开关电源或升压电路中起储能作用。

理想电感器 L 工作在角频率 ω 上的感抗为 $j\omega L$ 。实际的高频电感器除表现出电感 L 的特性外,还具有一定的损耗电阻 r 和分布电容。在分析一般的长、中、短波频段时,通常可忽略分布电容的影响。因而,电感器的等效电路可以表示为电感 L 和电阻 r 串联,如图 1-2-3 所示。

电阻 r 随频率增高而增加,这主要是由于高频趋肤效应的影响。所谓趋肤效应,是指随着工作频率的增加,流过导线的交流电趋于流向导线表面的现象,如图 1-2-4 所示。当频率很高时,导线中心部位几乎完全没有电流流过,这相当于导线的有效面积较直流时大为减