

XIANDAI
DIANZI XIANLU
JICHU

现代 电子线路 基础

(下册)

陆利忠 王志刚 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑：崔晓莉 xlcui@ndip.cn
责任校对：钱辉玲
封面设计：王晓军 xjwang@ndip.cn

现代 电子线路 基础 (下册)

XIANDAI
DIANZI XIANLU
JICHU

配套图书

- 现代电子线路基础 (上册)
- 现代电子线路基础学习指导



总定价：83.00 元 上册：42.00 元
下册：41.00 元

现代电子线路基础

(下 册)

陆利忠 王志刚 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材是为适应电子线路课程教学改革需要,并结合作者多年从事教学、科研实践体会而编写的,内容包括:半导体器件和组件、信号放大器基础、模拟集成电路基础、集成运算放大器应用、功率电子电路、通信电子电路、传感器与信号处理电路、数字模拟混合电路和电子系统设计基础等。全书共有九章,分上下两册出版。

本教材编写以“分立电路讲基本原理、分立为集成服务”为宗旨,将“讲清基本原理、理论结合实际、培养创新意识”为指导思想,并力求处理好传统与现代、分立和集成、理论与实践以及与先修课程的衔接等关系。

为便于读者自学,本书各节均有内容小结和复习思考题,每章末有难易适中的练习题并附答案。另外还有学习指导书一册与本教材配套,有些受篇幅限制不宜写入教材的内容将它写入指导书中,便于感兴趣的读者进一步学习提高。

本书配有CAI课件。本教材可作为高等学校通信、电子信息工程等专业的本科生教材,也可作为从事相关领域工作的有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代电子线路基础. 下册 / 陆利忠, 王志刚编著.

—北京:国防工业出版社,2011.1

ISBN 978-7-118-07242-6

I. ①现... II. ①陆... ②王... III. ①电子电路-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 006351 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 1/4 字数 453 千字

2011年1月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 总定价 83.00 元 $\frac{\text{上册 } 42.00 \text{ 元}}{\text{下册 } 41.00 \text{ 元}}$

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前言

教学改革是一项长期而艰巨的任务。压缩课程课内学时,增加学生的自助、自主学习和实习、实践时间已成为教学改革的一个必然趋势。作为通信类和电子信息类各专业开设的一门重要的专业基础平台课程,如何做到在有限的教学学时内使学生了解更多的知识,掌握好电子线路的基本原理和分析方法,建立系统性概念和学会工程应用方法是我们编写本教材的一个基本出发点。

鉴于数字技术不可能完全取代模拟技术,基本电子器件及其线路仍然是电子技术的重要基础这一因素,本教材以模拟电子线路的基本原理和分析方法、常用电子电路的功能实现和应用等为主要内容。但考虑到当前模拟集成电路设计技术的长足进步和课程的工程实践性和应用性都很强这一特点,教材编写中始终贯彻“以分立电路讲基本原理、分立为集成服务”这一思想。将“讲清基本原理、理论结合实际、培养创新意识”作为教材的一条主线。为此,本教材在编写过程中力求注意处理好如下几个关系。

传统和现代、分立和集成的关系。虽然电子技术日新月异,但也不可能把新技术和新电路原封不动地搬进教材。为此我们在讲清基本电子电路原理的基础上,适当介绍一些新知识新内容,以拓宽读者视界。如在重点讲述通用集成运放原理的基础上,又介绍了一些新型运放的内容,如可编程模拟器件中采用的跨导运算技术和开关电流技术等。整套教材始终将集成电路放在主要地位,以分立元件电路为基础讲基本原理,以集成电路为应用,分立为集成服务。

理论与实践的关系。工程实践性是电子线路的一个最显著的特点,教材虽然以基本理论为主,但也结合实际内容。例如,重要的电路功能单元都有相应的实际应用电路配合;器件参数和电路指标常给出实际典型数值;例题和作业题电路中的元件数值均为实际标称系列值等。有些电路和内容是编者实际从事电子系统开发和应用的体会,如程序增益控制放大器、正确使用集成运算放大器和数字模拟混合电路中的部分内容等。

与其他课程的衔接关系。教材尽量把电子电路的分析方法与先修课程或已有的相关知识点联系起来。例如,晶体管的小信号等效电路从它的电流方程按动态是在静态基础上变化的思路导出,并把它和网络参数联系起来;振幅调制与频移定理联系起来讲解等。

注意内容的系统性和完整性。例如,把晶体管和场效应管的高频等效电路放到器件一章中讲述,使读者同时建立起高频和低频概念,以便更完整地理解电子器件;将运算放大器组件放到器件一章中讲述,把它视为一个功能强大的电子器件;小信号放大器中增加了放大器传输特性的有关内容,以便更全面理解放大器的工作状态和线性动态范围等。力求避免讲到哪里缺什么内容临时再补充什么内容的情况出现。

为了适应当前电子技术的发展趋势和能力培养要求,本教材适当精简了传统电子电路中较为陈旧的内容,如过多的分立元件晶体管电路内容、按步就班的分析方法、给定电

路进行分析的正向思维定势等。而是适当增加了场效应管电路的内容,适当增加了逆向思考的内容。本教材还增加了典型传感器原理、传感器接口电路和应用;数字模拟混合电路和电子系统设计基础等方面的内容。使内容更系统更完整。

本教材也没有按照根据音频和射频范围建立起来的低频电子线路、高频电子线路的传统教材体系来编写,而是按照电路的作用功能区分编写,以突出它们的功能应用性。

为给读者提供课后复习和自助、自主学习的条件,教材中除了各节有小结、复习思考题和每章末有较丰富的习题并提供参考答案外,同时还编写了与教材配套的学习指导书作为本教材的一个补充,有些因受教材篇幅和学时限制或工程性过强的不宜写入教材的内容将它写入指导书,以便学有余力的读者进一步提高。

全书共有9章,分上、下两册出版,与之配套的还有《现代电子线路基础学习指导》书一册。配套的多媒体课件可以在国防工业出版社网站下载。全书教学计划120学时,上、下册各60学时。建议各章教学学时分配为:上册第1章14学时,第2章14学时,第3章10学时,第4章10学时,第5章10学时,机动2学时。下册第6章34学时,第7章10学时,第8章8学时,第9章6学时,机动2学时。

陆利忠编写第1章、第2章和第3章的3.3节、3.5节、3.6节,第4章的4.1节,第6章的6.4节~6.7节及附录,并负责全书统稿、最终修改定稿以及全书电子课件的编写和制作工作。刘文珂编写第4章的4.2节、4.3节和第6章的6.1节~6.3节,胡君杰编写第7章,孙红胜编写第3章的3.1节、3.2节、3.4节和第5章,彭振哲编写第8章和第9章。

清华大学董在望教授审阅了本书初稿并提出了指导性意见,在此向他表示崇高的敬意!教材编写过程中也得到我校现代电子技术教研室其他教员的大力支持和帮助,刘高明、胡泽民、万方杰、田梅、苏敏敏等同志还指出了教材初稿试用过程中发现的一些错误,在此对他们表示衷心感谢!

由于编写时间仓促和编者水平有限,书中一定存在不少问题、疏漏和不当之处,恳请读者批评指正。

编著者

2010年12月于郑州

本书常用符号表

(下 册)

符号	符号说明或示例		
A	A 增益 A_M 模拟乘法器增益	A_v 电压增益 A_p 功率增益	A_{vo} 谐振电压增益
B	BW 电路或信号的带宽	$BW_{0.7}$ (BW_{3dB}) 3dB 带宽	BW_u 单位增益带宽
C	C 电容 C_μ 晶体管集电结电容 CMRR 共模抑制比	C_{ie} 晶体管输入电容 C_j 变容二极管电容	C_{oe} 晶体管输出电容 C_Σ 回路总电容
E	E 电场强度	E_G 禁带宽度	E_{G0} 温度 0K 时禁带宽度
F	F 噪声系数、传输函数或反馈系数 f_s 信号频率 f_r 参考频率	FSR 满量程 f_n 干扰频率 f_c 载波频率、控制频率 f_o 固有频率或本振频率	f 频率 f_l 中频频率 f_Ω 调制信号频率
G	G_s 信号谱密度 g 电导、跨导	G_n 噪声谱密度 g_d 鉴频跨导	g_c 混频跨导 g_o 谐振电导
I	I 直流电流、交流电流有效值	i 交流电流 i_s 信号源电流	i_i 交流输入电流 i_o 输出电流
K	K 热力学温度单位 k_p 调相灵敏度 K_o 压控灵敏度	k_a 调幅灵敏度 k_d 鉴相灵敏度 K_d 包络检波器检波系数	k_f 调频灵敏度 $K_{0.1}$ 矩形系数
L	L 电感	L_q 晶体等效电感	
M	M 互感系数 m_p 调相波调制指数	m_a 调幅波调制指数	m_f 调频波调制指数
N	N 分频系数、倍频系数	N 线圈匝数	
P	P 功率 $P_{\omega c \pm \Omega}$ 上、下边频功率 P_D 直流电源功率	p 微分算子、匝数比 P_c 集电极输出功率 P_T 耗散功率	P_c 载波功率 P_a 调幅波总功率
Q	Q 品质因数、电荷量 q 电荷电量	Q_o 回路固有品质因数	Q_L 回路有载品质因数
R	R 电阻 R_i 输入电阻 r_q 损耗电阻	R_L 负载电阻 R_f 反馈电阻 R_o 输出电阻	R_s 信号源内阻 r_d 二极管动态电阻 R_{id} 检波器输入电阻

(续)

符号	符号说明或示例		
S	S 脉动系数、开关函数 S_T 温度系数 S_n 灵敏度	s 拉氏算子 S_I 电流调整率 SFDR 无杂散动态范围	S_v 电压调整率 S_{np} 纹波抑制比
T	T 温度、环路增益 t_r 上升时间	T_i 变压器 t_d 延迟时间	t 时间 t_s 响应时间
V	VT 晶体管或场效应管 V_T 热电压 V_{REF} 直流参考电压 v_i 输入信号电压 v_e 误差电压 v_r 参考信号电压	VD 二极管 V_m 电压振幅值 V_{go} 带隙电压 v_o 输出电压 v_f 调频信号电压 v_c 载波信号电压	VD_Z 稳压二极管 v_Ω 调制信号电压 V_{lo} 失调电压 v_s 信号源电压 v_p 调相信号电压
X	X 电抗		
Y	Y, y 导纳 y_{ie} 晶体管正向传输导纳	y_{ie} 晶体管输入导纳 y_{re} 晶体管反向传输导纳	y_{oe} 晶体管输出导纳
Z	Z 阻抗	Z_C 特性阻抗	
β	β 晶体管共发射极电流放大系数		
α	α 晶体管共基极电流放大系数	$\alpha(\theta)$ 波形分解系数	α_T 温度系数
ω	ω, Ω 角频率 Ω 调制信号角频率 ω_1 中频角频率	ω_o 固有角频率、本振角频率或输出信号角频率	ω_c 载波角频率 ω_s 输入信号角频率
σ	σ 电导率		
ρ	电阻率		
τ	τ 时间常数或延迟时间		
η	η 效率	η_c 集电极效率	
θ	θ 导通角	θ_f 调频波瞬时相位	θ_p 调相波瞬时相位
φ	φ 相角		
ξ	ξ 一般失谐	ξ 集电极电压利用系数	
Δ	Δ 增量或变化量 $\Delta\theta, \Delta\varphi$ 相位变化量	$\Delta\omega$ 角频偏 Δf_m 最大频偏	Δf 频率变化量、频偏

目 录

下 册

第 6 章 通信电子电路	1
6.1 通信系统的组成	1
6.1.1 通信系统的基本概念	1
6.1.2 模拟通信系统	3
6.1.3 数字通信系统	5
6.1.4 现代通信系统	7
小结	10
复习思考题	10
6.2 选频放大器	10
6.2.1 小信号选频放大器	10
6.2.2 大信号选频放大器	19
6.2.3 丁类和戊类高频功放	26
小结	28
复习思考题	28
6.3 宽带功率放大器	28
6.3.1 传输线变压器	29
6.3.2 传输线变压器的应用	30
6.3.3 宽带功率放大器电路	34
小结	35
复习思考题	35
6.4 振荡电路	35
6.4.1 反馈型振荡器的振荡原理	36
6.4.2 LC 正弦波振荡器	40
6.4.3 石英晶体振荡器	44
6.4.4 压控振荡器(VCO)	45
6.4.5 集成电路振荡器	47
6.4.6 负阻振荡器	49
6.4.7 振荡器中的几种现象	51
小结	53
复习思考题	53
6.5 频率变换电路	54
6.5.1 频率变换电路基础	54
6.5.2 振幅调制与解调	57

6.5.3 角度调制与解调	79
小结	100
复习思考题	101
6.6 混频电路	101
6.6.1 混频器的主要性能指标	102
6.6.2 混频器电路	103
6.6.3 混频干扰	108
小结	111
复习思考题	112
6.7 反馈控制电路	112
6.7.1 反馈控制电路的基本原理	112
6.7.2 自动增益控制电路	113
6.7.3 自动频率控制电路	116
6.7.4 自动相位控制电路(锁相环路)	118
小结	132
复习思考题	132
习题	132
第7章 传感器与信号处理电路	142
7.1 传感器概述	142
7.1.1 传感器的构成	142
7.1.2 传感器的分类	143
7.1.3 传感器的主要特性	143
小结	146
复习思考题	147
7.2 典型传感器原理和应用	147
7.2.1 温度传感器	147
7.2.2 光电传感器	150
7.2.3 CCD 图像传感器	152
7.2.4 霍尔传感器(磁传感器)	154
小结	156
复习思考题	156
7.3 传感器接口电路	156
7.3.1 电桥和电桥放大器	157
7.3.2 传感信号放大器	161
7.3.3 传感器与微型机的接口	163
小结	165
复习思考题	165
7.4 传感信号调理专用电路技术	165
7.4.1 传感信号的远距离传输	166
7.4.2 微弱信号放大	168
7.4.3 传感器非线性校正	173
小结	181

复习思考题	181
7.5 现代传感技术	181
7.5.1 智能传感器 (Intelligent Sensor)	181
7.5.2 传感器网络 (Sensor Network)	183
小结	187
复习思考题	187
习题	188
第8章 数字和模拟混合电路	191
8.1 数模转换器	192
8.1.1 DAC 的工作原理	192
8.1.2 DAC 的主要参数	195
8.1.3 常用集成 DAC 芯片	198
小结	200
复习思考题	200
8.2 模数转换器	201
8.2.1 ADC 的基本原理	201
8.2.2 几种 ADC 的工作原理	203
8.2.3 ADC 的主要技术指标	206
8.2.4 常用集成 ADC 芯片	209
小结	211
复习思考题	212
8.3 DAC 和 ADC 的应用	212
8.3.1 DAC 的应用基础	212
8.3.2 ADC 的应用基础	215
8.3.3 DAC 和 ADC 的应用电路	218
小结	225
复习思考题	226
习题	226
第9章 电子系统设计基础	228
9.1 电子系统方案设计	228
9.1.1 电子系统设计过程	228
9.1.2 方案设计需要创新	229
9.1.3 方案论证	230
9.1.4 方案设计中的条件考虑	230
9.1.5 标准化问题	233
9.1.6 高速电路设计问题	234
小结	238
复习思考题	238
9.2 电子系统设计方法	238
9.2.1 低噪声设计	238
9.2.2 电磁兼容设计	249
9.2.3 可靠性设计	262

9.2.4 可维修性设计	278
小结	280
复习思考题	281
习题	281
附录 A 晶体管的 y 参数	283
附录 B 选频网络	286
B.1 LC 串联谐振回路	286
B.2 LC 并联谐振回路	287
B.3 耦合谐振回路(双调谐回路)	289
B.4 石英晶体谐振器	292
B.5 陶瓷滤波器	294
附录 C 阻抗变换网络	296
C.1 理想变压器阻抗变换	296
C.2 电感分压器阻抗变换	297
C.3 电容分压器阻抗变换	297
附录 D 常用函数的展开式	299
D.1 常用函数的幂级数展开式	299
D.2 常用函数的傅里叶级数展开式	300
下册部分习题答案	302
参考文献	306

第6章 通信电子电路

人类社会的发展建立在信息交流的基础上,而通信技术使得人们克服了距离上的障碍,能够迅速而准确地传递信息。可以毫不夸张地说,通信是推动社会文明进步与发展的巨大动力。从原始的烽火狼烟,到近代的邮政服务、电报、电话、无线广播、电视,再到现代的互联网以及移动电话,通信技术越来越显著地影响着人们的日常生活、思维习惯以及行为模式,以至于当今社会的时代特征——信息时代,都深深地打下了通信技术的鲜明印记。实现“在任何时间、任何地点以任何方式进行可靠通信”是人类共同的理想。

随着信息时代的来临,完成各种通信任务的通信系统越来越多,构成各种通信系统的通信电路更是层出不穷。本章仅对各种通信系统共用的基本电路尤其是模拟电路进行分析,主要包括选频放大电路、振荡电路、调制与解调电路、变频电路和锁相与频率合成电路等,旨在为进一步学习通信电路知识,打下良好的基础。

6.1 通信系统的组成

6.1.1 通信系统的基本概念

通信的目的是要将信息从发信者传送到受信者。从广义上讲,一切将信息从发信者传送到受信者的过程都可视为通信(Communication),而实现信息传输过程的系统称为通信系统。

通信系统完成“通信”的整个过程包含“通”和“信”两个方面。所以,通信系统的任务就是要确保“畅通”和“可信”。

通信系统的典型框图如图 6.1.1 所示。其中,输入变换器把要传递的信息转换成相应的电信号,即基带信号,这种信号的频率一般比较低。

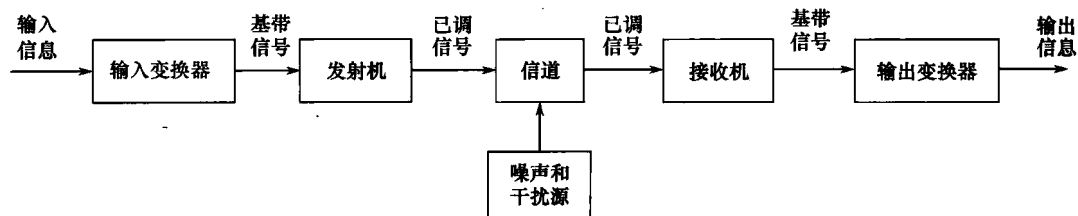


图 6.1.1 典型通信系统框图

发射机和接收机是现代通信系统的核心部件,是为了使基带信号在信道中有效和可靠地传输而设置的。

发射机将基带信号变换为适合于在信道中传输的信号,变换过程最主要是实现了基

带信号对载波的调制。调制后的信号称为已调信号。发射机主要由载波产生器、调制器、功率放大器、天线等组成,其框图如图 6.1.2 所示。

以调幅发射机为例,载波产生器产生等幅高频正弦信号,称为载波,其频率称为载频。调制器的作用是用基带信号控制载波振幅,使其随基带信号幅度大小而变化,产生的已调信号称为调幅波,此时基带信号相应地称为调制信号。图 6.1.3 给出了基带信号为单音正弦波时,调幅波的波形示意图。从图中可以看出,调幅波幅度变化的规律与调制信号变化规律一致。或者说,已调波包含有调制信号的信息。

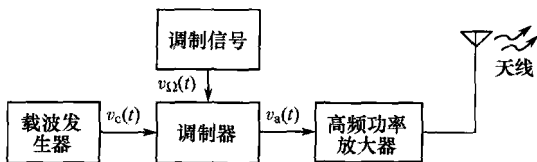


图 6.1.2 发射机一般框图

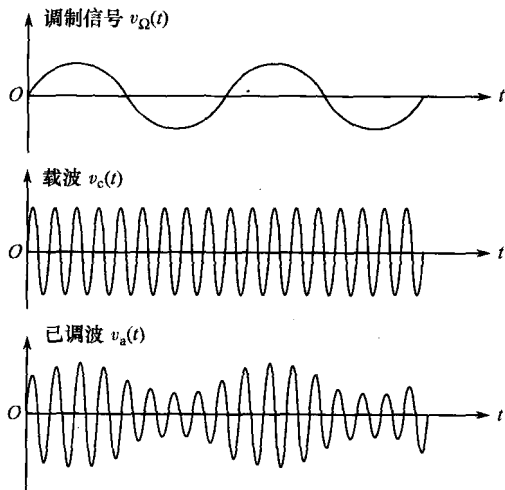


图 6.1.3 正弦调幅波波形图

为什么基带信号必须调制到高频载波上送入信道进行发送呢？这主要基于如下几个原因：

(1) 易于发射。因为只有当天线长度与发射信号波长相比拟时(一般是大于信号波长的 $1/10$)，信号才能有效地发射。而基带信号的频率一般很低，波长很长，以致使天线过长难以实现。例如，语音信号频率范围是 $20\text{Hz} \sim 3\text{kHz}$ ，对应的波长为 $100\text{km} \sim 15000\text{km}$ ，而制作一个几千米长的天线是不现实的。而发射高频已调波，天线长度就可大为缩短，易于实现。

(2) 实现信道复用。一般来讲被传输信号的带宽小于信道带宽，因此，一个信道只传输一个信号是很浪费的，但又不能同时传输多路信号，因为这将导致信号间干扰，然而，经过调制把各个信号的频谱搬移到指定的互不重叠的位置，就可以在一个信道里同时传输多路信号。这种在频率域内实现信道的多路复用称为频率复用。同样，在时间域内，也可将信号利用脉冲调制方法使多路信号交替传输实现信道复用，这种方法称为时间复用。

(3) 改善系统性能。例如，经过调制，信号频谱被搬移到载频附近的某个频带内，有效带宽相对于最低频率而言很小，是一个窄带信号，在很窄的频带内，传输特性往往会比较均匀。再如，信号经一定方式的调制后可以提高它的带宽，从而提高抗干扰性。

信道是发射机和接收机之间传输已调信号的媒介，可分为有线信道和无线信道两类。有线信道包括架空明线、同轴电缆、波导管和光缆等。无线信道包括地球表面、地下、水下、地球大气层(如对流层、电离层等)及宇宙空间等。不同的信道有不同的工作频率范

围,超出这个范围信号将不能在此信道中传输。频段划分与常用信道的工作频率范围如表 6.1.1 所列。

表 6.1.1 常用信道工作频段划分

波段名称		波段 (波长范围)	频段 (频率范围)	传输信道	
				无线信道	有线信道
甚长波		1000km ~ 100km	0.3kHz ~ 3kHz	海水	架空明线
超长波		100km ~ 10km	3kHz ~ 30kHz	海水、地表层、电离层、自由空间	架空明线、对称电缆
长波		10km ~ 1km	30kHz ~ 300kHz		
中波		1000m ~ 200m	0.3MHz ~ 1.5 MHz	地表层、电离层、自由空间	同轴电缆
短波		200m ~ 10m	1.5MHz ~ 30MHz		
超短波	米波	10m ~ 1m	30MHz ~ 300MHz	自由空间	
微波	分米波	100cm ~ 10cm	0.3GHz ~ 3GHz		
	厘米波	10cm ~ 1cm	3GHz ~ 30GHz		
	毫米波	10mm ~ 1mm	30GHz ~ 300GHz		
	亚毫米波	1m ~ 0.1mm	300GHz ~ 3000GHz		波导管
光波	长波长	1.25 μm ~ 1.6 μm			光缆
	短波长	0.8 μm ~ 0.9 μm			

接收机的功能是完成发射机功能的逆过程,从信道中接收已调信号并恢复出基带信号。接收机主要由接收天线、选频放大器和解调器组成,如图 6.1.4 所示。

输出变换器的功能是将已恢复的基带信号转换成携带信息的物理量。例如,扬声器将基带信号还原成语音。

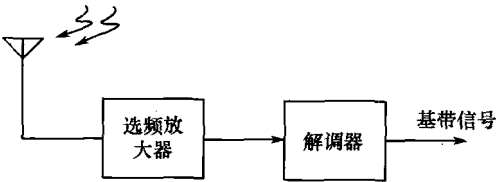


图 6.1.4 接收机框图

图 6.1.1 中的噪声和干扰源,集中表示了信道中的噪声和干扰以及分散在通信系统中其它各处的噪声。由于它们的存在,会使接收端与发送端基带信号之间存在一定误差,影响通信质量。

通信系统的分类方法很多,如按使用信道不同,可分为有线通信系统和无线通信系统;按工作频段不同,可分为长波、中波、短波、微波、光通信系统;按传输信号的特征及对信号的处理方法不同,可分为模拟通信系统和数字通信系统。下面分别简述模拟通信系统和数字通信系统,并对现代通信系统作一简介。

6.1.2 模拟通信系统

直接传输模拟信号的通信系统称为模拟通信系统。当基带信号为模拟信号时,图 6.1.1 就是典型的模拟通信系统框图。

在模拟通信系统中,输入变换器可以是话筒、拾音器、电键、电视摄像机等,它们将输入信息载体(声音、电码、图像等)转换成相应的模拟基带信号。输出变换器可以是喇叭、打印机、电视显像管等,将模拟基带信号还原成相应的原始信息。

图 6.1.2 和图 6.1.4 是典型模拟通信系统中发射机和接收机组成框图。发射机中的调制器为模拟调制,其按照载波的不同分为正弦波调制和脉冲调制两类。

模拟正弦波调制的载波是高频正弦波。根据基带信号控制载波的参量(幅度、频率、相位)不同又可分为幅度调制(AM)、频率调制(FM)和相位调制(PM)。它们分别表示载波的幅度、频率、相位随基带信号幅度大小作线性变化的调制过程。图 6.1.5 是基带信号为正弦波时调幅波和调频波的波形示意图。

模拟脉冲调制的载波是脉冲序列,根据基带信号控制载波参数(幅度、宽度、位置)的不同,又可分为脉幅调制(PAM)、脉宽调制(PWM)和脉位调制(PPM)。它们分别表示载波脉冲的幅度、宽度(持续时间)和位置(重复频率)随基带信号的大小作线性变化的过程。图 6.1.6 是基带信号为正弦波时调幅波、调宽波的波形示意图。

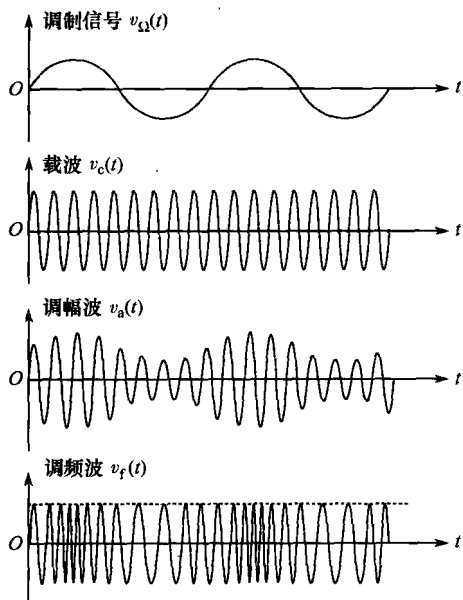


图 6.1.5 模拟正弦调制波形

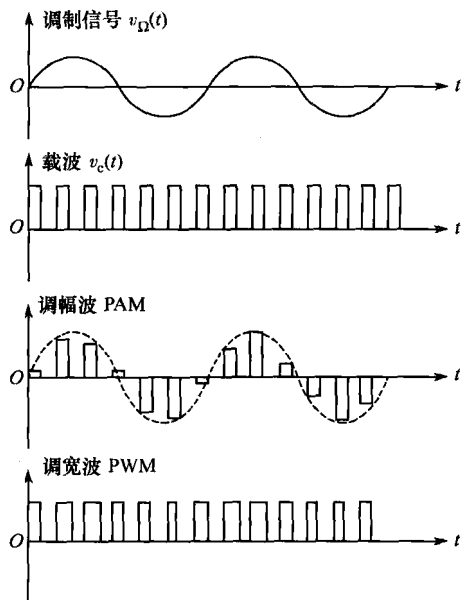


图 6.1.6 模拟脉冲调制波形

接收机通过解调器将接收的高频已调波还原成模拟基带信号。根据高频已调波的类型不同(调幅波、调频波和调相波),相应的解调器分别称为振幅解调器(检波器)、频率解调器(鉴频器)和相位解调器(鉴相器)。

图 6.1.7 是模拟调幅无线电通信系统框图实例,图中还以单音基带信号为例,画出了各方框的输出信号波形。

在发射机中,高放(或倍频)是对高频振荡器产生的高频等幅正弦信号进行放大或同时升高频率,以产生具有一定幅度和频率的载波信号。话筒将单音信息变成单音基带信号后经低放、低功放进行不失真放大,形成调制信号,再经调制器对载波进行调幅,产生调幅波并由天线发射。

在接收机中,先由频道选择电路选出需接收的信号,然后经高频放大器不失真放大后送入混频器。

混频器的作用是产生本振信号和高频调幅波的差频,即产生中频已调信号,其调制规

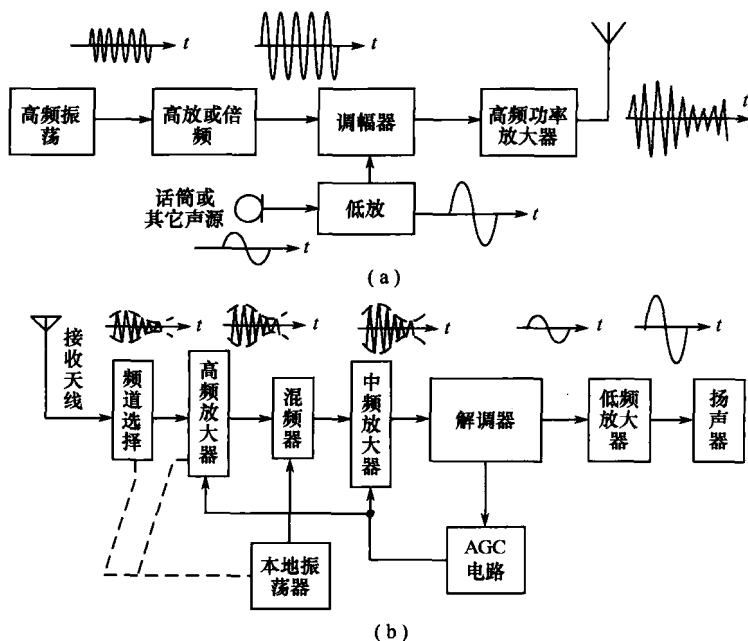


图 6.1.7 模拟调幅通信系统框图

(a) 发射部分框图; (b) 接收部分框图。

律不变。本地振荡器产生一个高频等幅正弦信号,其频率总是比接收的已调信号载频高一个中频值(在我国,中波收音机的中频值为 465kHz)。具有这种混频器的接收机称为超外差式接收机。

中频放大器的功能是将中频已调波进行线性放大,然后经解调器还原出基带信号,再经音频放大后由扬声器还原出原始声音。

AGC(自动增益控制)电路的作用是当信道特性发生变化使接收的已调信号强度随之变化时,检波器输出一个电压去改变高放和中放的增益,使之产生相反变化,从而使检波器输入的已调信号强度平稳。

频道选择电路、高频放大器和本地振荡器 3 个方框用虚线连接,表示该 3 个电路需要同时进行调整,保证在接收不同频道时,本振频率比信号频率都高一个中频。

6.1.3 数字通信系统

基带信号为数字信号的通信系统称为数字通信系统,它的组成框图如图 6.1.8 所示。输入基带模拟信号经信源编码和信道编码变成数字基带信号,其中,信源编码是为提高传输有效性而采取的编码,信道编码则是为提高传输可靠性而采取的编码(如自动纠、检错编码)。接收端则需将数字基带信号经信道解码和信源解码变成模拟基带信号,再将模

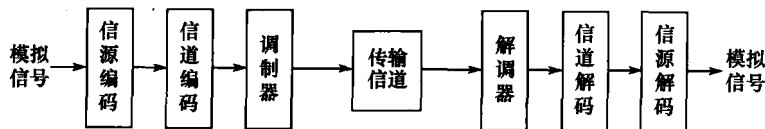


图 6.1.8 数字通信系统模型