

● 电子工业工人技术等级培训教材

● (通用教材)

电子技术基础

● 钱惠卿 主编

● 范传立 主审



电子工业出版社

电子工业工人技术等级培训教材

电子技术基础

钱惠卿 主编
范传立 主审

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书是电子行业初、中、高级技术工人培训通用教材之一。全书共分十二章,主要内容有概论、半导体器件、低频放大电路、直流电源电路、谐振回路、双端口网络、高频放大电路、正弦波振荡器和变频电路、调制和解调、自动反馈控制电路、无线电波传播和天线,以及无线电发送和接收。对各部分内容,注重物理解释,定性讨论,注意理论联系实际,适当引入较新内容。各章附有复习题。

本书主要读者为电子行业的初、中、高级技术工人,也可作为职业培训教材和大中专生、有关工程技术人员自学参考用书。

本书第二、三、四章由刘笃伦执笔,其余各章由钱惠卿执笔。全书由钱惠卿主编,范传立主审。

DT14/20

电子工业工人技术等级培训教材

电子技术基础

钱惠卿 主编

范传立 主审

责任编辑 张一平(特约) 史明生

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京顺义李史山胶印厂

开本:787×1092毫米 1/16 印张:23 字数:568千字

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

印数:8000册 定价:17.50元

ISBN 7-5053-2314-8/TN·664

8210066

出版说明

为了适应电子科学技术飞速发展,提高电子工业技术工人素质,劳动部与电子工业部颁发了《电子工业工人技术等级标准》。根据新标准,电子工业部组织有关省市电子工业主管部门和企事业单位有关人员成立了“电子整机专业”,“家用电子产品维修专业”,“真空电子器件、接插件、继电器、绝缘介质专业”,“半导体器件及集成电路专业”,“计算机专业”,“磁性材料、电池专业”,“电子元件专业”共七个工人技术培训教材编审委员会。制定了19个专业、311个工种的教学计划、教学大纲。并根据计划大纲的要求,制定了1993~1995年培训教材编审出版规划。列入规划的教材78种和相应的教学录像带若干种。

这套教材的编写是按“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的要求,以文化课为专业课服务,专业课为提高工人实际操作和分析解决生产实际问题的能力服务为原则。教材既注重了电子工业技术工人要有一定专业理论知识的要求,又克服了以往工人培训教材片面强调理论的倾向;既保证了必要的知识传授,又强调了技能培训和解决生产实际问题能力的培养。

这套教材在认真研究了311个工种的共性基础知识要求的基础上,编写了八种统编教材,供311个工种工人进行基础知识培训时选用;并以19个专业为基础,根据每个专业共性的专业知识、专业技能编写了70种教材供311个工种工人进行专业知识、专业技能培训时使用。

每种教材在反映初、中、高三级技术工人培训的不同要求的基础上,注意了基础知识、专业知识、专业技能培训的系统性。因此,多数教材是初、中、高三级合在一起的,更好地体现由浅入深、由低及高的教学规律。

在教材编写上,针对工人培训的特点,突出教材的实用性、针对性,力求文字简练、通俗易懂,内容上紧密结合教学大纲要求,在讲授理论知识的同时还注意了对生产工艺和操作技能的要求,使教师易于施教,工人便于理解和操作。知识性强的教材,每章后配有练习题和思考题,以便巩固应掌握的知识。技能性强的教材,配有适当的技能训练课目,以便提高工人操作技能。在有关工艺和设备的教材中,主要介绍了通用性较强的内容和典型产品、设备,对于使用这类教材的工厂企业,由于各自的产品、设备不同可自编相应的补充讲义与教材结合起来进行培训。另外,为适应技术发展、工艺改革、设备更新的需要,这套教材在编写中还注意了新技术、新工艺、新设备及其发展趋势,以拓宽工人的知识面。

参加这套教材编审工作的有北京、天津、上海、江苏、陕西五省市电子工业主管部门和河北、河南、山东、山西、辽宁、江西、四川、广东、湖南、湖北等十个省市的有关单位的专家、技术人员、教师等。在此谨向为此付出艰辛劳动的全体编审人员和各地、各单位支持这项工作的领导表示衷心感谢。

由于电子工业的迅速发展,这套教材的涉及面广、实用性强,加之编写时间仓促,教材中肯定有不妥之处,恳请使用单位提出宝贵意见。以便进一步修订,使之更加完善。

电子工业部

1993年7月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 电子技术的发展	(1)
第二节 电子元器件的发展	(1)
一、电子元器件的发展	(1)
二、集成电路	(2)
第三节 无线电通信基本原理	(3)
一、无线电通信系统发送端	(4)
二、无线电通信系统接收端	(4)
第四节 电子电路概述	(5)
一、模拟电子电路和数字电路	(5)
二、线性和非线性电路	(6)
三、正弦波振荡、自动控制和电源电路	(8)
复习题	(8)
第二章 半导体器件	(9)
第一节 半导体的基本知识	(9)
一、本征半导体	(9)
二、杂质半导体	(10)
三、PN 结	(11)
第二节 晶体二极管	(13)
一、晶体二极管的结构和分类	(13)
二、晶体二极管的伏安特性	(14)
三、二极管的主要参数	(15)
第三节 晶体三极管	(16)
一、晶体三极管的结构	(16)
二、晶体管中载流子的运动	(17)
三、晶体管特性曲线	(19)
四、晶体管的参数	(21)
五、半导体器件型号命名方法(国家标准 GB-249-74)	(23)
复习题	(25)
第三章 低频放大电路	(26)
第一节 放大电路的一般概念	(26)
一、放大电路的性能指标	(26)
二、晶体管三种基本放大电路	(27)
第二节 单管共发射极放大电路	(28)
一、放大电路的组成和工作原理	(28)
二、共发射极电路的直流分析	(30)
三、共发射极电路的交流分析	(31)
四、放大电路的偏置稳定电路	(38)
第三节 共集电极、共基极单管放大电路	(42)

一、共集电极放大电路	(42)
二、共基极放大电路	(44)
第四节 多级放大电路	(45)
一、级间耦合方式	(45)
二、阻容耦合多级放大电路	(46)
三、直接耦合放大电路	(48)
四、放大电路的频率特性	(50)
第五节 负反馈放大电路	(52)
一、反馈的基本概念	(52)
二、负反馈放大器分类	(54)
三、反馈类型的判断方法和反馈电路分析	(55)
四、负反馈对放大电路的影响	(59)
第六节 差分放大电路	(61)
一、差分放大电路的基本工作原理	(61)
二、典型差分放大电路	(63)
三、具有恒流源的差分放大电路	(65)
四、差分放大电路的输入、输出连接方式	(66)
第七节 集成运算放大电路	(67)
一、集成运算放大器的基本单元电路	(67)
二、集成运算放大器的主要参数	(69)
第八节 低频功率放大电路	(72)
一、低频功率放大电路的性能要求	(72)
二、变压器耦合乙类推挽功率放大电路	(73)
三、OTL 功率放大电路	(77)
四、OCL 电路和 BTL 电路简介	(80)
五、实际功率放大电路简介	(81)
六、功率放大管的安全使用和保护	(81)
第九节 场效应管及其放大电路	(82)
一、结型场效应管	(82)
二、绝缘栅型场效应管	(84)
三、场效应管的主要参数	(87)
四、场效应管的使用	(89)
五、场效应管放大电路	(89)
复习题	(94)
第四章 直流稳压电源	(99)
第一节 单相整流电路	(99)
一、单相半波整流电路	(99)
二、单相全波整流电路	(100)
三、单相桥式整流电路	(100)
第二节 滤波电路	(103)
一、概述	(103)
二、电容滤波电路	(104)
三、其它形式的滤波电路	(106)

第三节 稳压电路	(107)
一、概述	(107)
二、硅稳压管并联稳压电路	(109)
三、串联型晶体管稳压电路	(111)
四、开关型稳压电源	(114)
第四节 稳流电源的一般概念	(117)
一、恒流二极管稳流电源	(118)
二、晶体管稳流电源	(118)
第五节 可控硅及可控整流	(119)
一、可控硅特性和参数	(119)
二、可控整流原理	(121)
三、可控硅触发电路	(123)
复习题	(125)
第五章 谐振回路	(128)
第一节 串联谐振回路	(128)
一、组成谐振回路的元件	(128)
二、串联谐振	(130)
三、串联谐振回路的频率特性	(132)
四、串联谐振回路的通频带和选择性	(134)
第二节 并联谐振回路	(137)
一、并联谐振	(137)
二、并联谐振回路的频率特性和通频带	(139)
三、信号源内阻和负载对并联谐振回路的影响	(141)
第三节 复杂并联谐振回路	(143)
一、双电感与双电容并联回路的谐振频率	(143)
二、接入系数	(144)
三、信号源和负载都是部分接入的复杂并联回路	(144)
第四节 谐振回路在电子技术中应用实例	(148)
一、串联谐振回路应用实例	(148)
二、并联谐振回路的应用	(149)
复习题	(149)
第六章 双端口网络	(151)
第一节 双端口网络的基本方程和参数	(151)
一、阻抗方程与 Z 参数	(151)
二、导纳方程与 Y 参数	(153)
三、混合方程与 h 参数	(153)
四、实验参数	(154)
第二节 双端口网络的网络函数	(154)
一、输入阻抗和输出阻抗	(154)
二、传输函数	(155)
第三节 双端口网络的影象(镜象)参数	(156)
一、特性阻抗(镜象阻抗)	(156)
二、传输常数	(158)

三、匹配链接网络	(159)
第四节 双端口网络的工作特性	(160)
一、插入损耗	(160)
二、工作损耗	(162)
第五节 滤波器	(162)
一、影象参数滤波器	(163)
二、工作特性滤波器	(171)
三、晶体和陶瓷滤波器	(176)
四、声表面波滤波器	(181)
第六节 阻抗匹配器、损耗器和理想变量器	(182)
一、阻抗匹配器	(182)
二、损耗器	(184)
三、变量器	(186)
复习题	(187)
第七章 高频放大电路	(188)
第一节 晶体管和场效应管的高频特性	(188)
一、晶体管的高频特性	(188)
二、场效应管的高频特性	(191)
第二节 宽频带放大器	(192)
一、宽频带放大器的主要性能指标	(193)
二、共射阻容耦合放大器	(193)
三、用补偿法展宽频带	(196)
四、负反馈宽频带放大器	(198)
五、组合电路	(199)
六、集成宽频带放大器	(200)
第三节 高频小信号放大器	(201)
一、高频小信号放大器的主要性能指标	(201)
二、单调谐回路放大器	(202)
三、双调谐回路放大器	(205)
四、调谐放大器的稳定性	(211)
五、场效应管高频小信号放大器	(212)
六、集成电路调谐放大器	(213)
第四节 高频功率放大器	(213)
一、高频功率放大器的主要性能指标	(215)
二、谐振功率放大器工作原理	(215)
三、高频功率放大器的馈电电路和输入、输出匹配网络	(219)
四、宽频带高频功率放大器	(222)
五、功率合成器	(224)
六、倍频器	(226)
复习题	(227)
第八章 正弦波振荡器和变频电路	(229)
第一节 反馈型正弦波振荡器工作原理	(229)
一、正弦波振荡器的主要性能指标	(229)

二、振荡器的平衡条件	(230)
三、振荡器起振条件	(231)
四、振荡器平衡状态的稳定条件	(231)
第二节 LC 振荡电路	(233)
一、互感反馈振荡电路	(233)
二、LC 三点式振荡电路	(233)
三、高稳定度的 LC 振荡电路	(236)
四、压控振荡器(VCO)	(237)
第三节 石英晶体振荡器	(238)
一、石英谐振器	(238)
二、石英晶体振荡电路	(239)
第四节 RC 振荡器	(241)
一、RC 相移振荡电路	(241)
二、文氏电桥振荡电路	(242)
第五节 变频器	(244)
一、变频器的工作原理	(244)
二、变频电路	(247)
第六节 变频器的干扰	(251)
一、组合频率干扰	(251)
二、副波道干扰	(251)
三、交叉调制(交调)干扰	(252)
四、互相调制(互调)干扰	(252)
五、干扰的抑制	(252)
复习题	(253)
第九章 调制和解调	(254)
第一节 信号的频谱	(254)
一、周期信号的频谱	(254)
二、非周期信号的频谱	(258)
第二节 振幅调制	(259)
一、调幅波	(259)
二、调幅系统中几种调制方式	(261)
三、振幅调制	(261)
第三节 振幅解调(检波)	(269)
一、检波器的主要性能指标	(270)
二、小信号平方律检波	(271)
三、大信号包络检波	(272)
四、同步检波	(274)
五、集成双差分同步检波	(275)
第四节 角度调制	(277)
一、调角波	(277)
二、调频制和调幅制的比较	(281)
三、直接调频	(281)
四、间接调频	(284)

第五节 调频信号的解调	(286)
一、对鉴频器的性能要求	(286)
二、鉴频器	(287)
三、脉冲计数式鉴频器	(290)
四、限幅器	(291)
第六节 脉冲与数字调制介绍	(294)
一、脉冲调制	(294)
二、数字调制	(295)
三、抽样的概念	(295)
复习题	(297)
第十章 自动反馈控制电路	(298)
第一节 自动增益控制	(298)
一、AGC 的特性	(298)
二、放大器的增益控制	(299)
三、AGC 控制电压	(300)
第二节 自动频率控制	(301)
一、AFC 系统基本工作原理	(301)
二、鉴频特性和压频控制特性	(302)
三、鉴频器	(304)
第三节 锁相环路	(304)
一、锁相环路基本工作原理	(305)
二、鉴相器	(305)
三、环路滤波器	(309)
四、压控振荡器(VCO)	(310)
五、锁相环路的捕捉、锁定与跟踪	(311)
第四节 频率合成器工作原理	(313)
一、频率合成器主要性能指标	(313)
二、频率合成器工作原理	(314)
复习题	(317)
第十一章 无线电波传播和天线	(319)
第一节 无线电波传播	(319)
一、无线电波与波段划分	(319)
二、无线电波传播	(320)
三、各波段无线电波传播特点	(321)
第二节 传输线基本特性	(322)
一、传输线	(322)
二、传输线的基本特性	(323)
三、高频传输线的特性	(325)
四、无损耗传输线	(326)
第三节 天线的类型和基本特性	(328)
一、天线的分类和主要参数	(328)
二、长、中波和短波天线	(330)
复习题	(335)

第十二章 无线电发送和接收	(337)
第一节 无线电发信机	(337)
一、发信机的主要性能	(337)
二、调幅发信机	(338)
三、调频发信机	(339)
第二节 无线电收信机	(340)
一、收信机的主要性能	(340)
二、调幅收信机	(342)
三、调频收信机	(342)
第三节 单边带通信	(343)
一、单边带通信的优越性	(343)
二、单边带发信机	(343)
三、单边带收信机	(344)
第四节 数字通信简介	(345)
一、数字信号	(345)
二、数字通信系统的组成和特点	(346)
三、数字通信的主要性能	(348)
第五节 卫星通信简介	(349)
一、卫星通信	(349)
二、卫星通信系统的组成	(350)
第六节 通信系统的终端设备	(351)
第七节 电子设备中的屏蔽	(352)
一、屏蔽的作用	(352)
二、典型元件和电路的屏蔽	(353)
复习题	(354)
实验	(355)

9511064

第一章 概 论

第一节 电子技术的发展

电子技术发展迅速,其应用范围已扩展到科学技术和国民经济各个领域。信息传输和处理是电子技术应用的主要内容。随着人类的社会实践和科学技术的发展,传送的信息内容和形式越来越复杂,而且要求信号传输要远距离、迅速、准确、可靠。

我国祖先用烽火台的火光传送边疆警报,可以说是古老的光通信。以后又出现旗语、信、驿站和快马接力等传送信息的方法。进入十九世纪,人们开始研究如何利用能够沿导线传输的电信号来传送信息。1837年莫尔斯发明了电报,用点、划、空适当组合的电码(即一系列电流脉冲)表示数字和字母进行传输,接收端将电码再译为原来的电文。1876年贝尔发明了电话,将声音信号由话筒(又称麦克风)转变为相应的电信号沿导线传送,收信端电扬声器或耳机将电信号还原为声音信号,这样实现了有线电通信。1865年英国物理学家麦克斯韦建立了电磁波学说。1887年德国赫兹通过实验证实了电磁波的客观存在。从此以后,许多国家的科学家致力于利用电磁波传输信号的研究。意大利的马可尼和俄国的波波夫等相继实现了在一定距离内用电磁波传输信号的无线电通信,从而开辟了无线电技术的应用领域。随着各类电子器件的出现,无线电技术迅速发展,实现了无线电通信、广播、传真和电视、雷达、遥控、遥测等。

传真和电视传送的是图象。传真传送的是固定画面,如照片、图表、手稿或资料等。电视传送的是活动的图象。发送端按一定规律把画面即光信号变换为相应的电信号,接收端再按相同的规律把电信号转换为原来的光信号,显影在感光纸(传真)上或显示在荧光屏(电视)上。

雷达亦称为无线电定位。它利用电磁波被物体反射的原理来测量空中、水面或陆地上各种目标的位置及其运动参数。

无线电遥控是用电信号来控制远处机体运行参数的一种自动控制技术。无线电遥测是一种测量远处机体各种参数和其它物理量的技术。

控随着电子计算机的高速发展和应用,电子技术迅速渗透到各个领域,使电子技术出现了新的飞跃。利用计算机可以方便地处理、存储各种数据信息。微处理机业已广泛用于电子设备,使设备更具有现代化、自动化和多功能等特点。

第二节 电子元器件的发展

一、电子元器件的发展

电子技术的发展和应用是与电子元器件的发展紧密结合的。电子设备中各种电路是由电子元器件构成的。电子技术的发展向电子元器件提出新的要求,而新型的电子元器件的出现又推动电子技术向前发展,使电子设备的电路形式、性能、功能和可靠性不断提高和改进。

第一代电子器件是电子管,它是一种电真空器件。由电子管和电阻、电容和电感等元件构成的电子设备体积较大、重量较重、功耗大。电子管有二极管、三级管、五级管等。而后来出现

的晶体管称为第二代电子器件。晶体管具有体积小、重量轻、功耗小、寿命长等一系列优点,逐步取代了电子管,因而半导体二极管和三极管成为电子设备中的主要有源器件。由半导体二极管、三极管和电阻、电容、电感等元件构成的电路称为晶体管分立元件电路。

随着电子技术的发展,尤其是电子计算机的出现和广泛应用以及空间技术的发展,对电子设备的微型化和高可靠性提出了更高的要求。人们开始着眼于各种元器件的小型化和高密度组装,但最初并没有脱离分立元件电路的范畴。直到 60 年代以后,随着半导体平面工艺的迅速改进,外延生长技术、光刻技术以及氧化物掩蔽扩散技术等先进工艺的出现,可以将二极管、晶体管、电阻、电容等元器件以及电路连接线用平面工艺集中制造在一块单晶硅片上,这就是称为第三代的电子器件——集成电路。集成电路迅速推广和应用到了各个科学领域。由集成电路构成的电子设备重量轻、体积小、可靠性高、寿命长。

70 年代,单片微处理器这一新型器件的出现和应用,使电子设备增加了许多新的功能。如将其用于彩色电视接收,可使接收设备具有灵活电子选台,多功能的遥控功能;用于录象设备,可使录象机实施电能和机能的自动控制、定时、节目预选和显示等。单片微处理器在整机中的应用,使电子产品出现了全新的面貌。

电阻、电容元件随着发展也越来越小型化。片状电阻、电容元件的生产和应用,使具有复杂功能和复杂电路的电子设备更加小型化。片状元件是一种无引线的元件,体积很小,只能采用贴片技术安装在印制板上。片状元件适合应用在小形化的复杂设备中。

二、集成电路

(一)集成电路的分类

集成电路按结构和制造工艺的不同可分为半导体集成电路、薄膜、厚膜集成电路和混合集成电路。半导体集成电路应用最多、最广泛。半导体集成电路是在一片已切割并研磨好的单晶硅片上,用平面工艺同时制造二极管、晶体管、电阻、电容等器件,并且按电路要求布线,元器件之间一般用隔离槽相互隔离。半导体集成电路的制造工艺和平面晶体管制造工艺基本相同,主要经过氧化、光刻、扩散、外延、蒸发等工艺过程。封装形式有圆形管壳封装、扁平封装和双列直插式封装等。

集成电路按用途和性能的不同可分为数字集成电路和模拟集成电路。两种集成电路内部单元电路不同。数字集成电路是以门电路、触发器等逻辑元件作为基本单元而构成的电路。如微处理器使用的电路即为数字集成电路。模拟集成电路是以恒压源、恒流源、运算放大器、差分、双差分放大器等为基本单元构成的电路。按性能不同,模拟集成电路又可分为两类:一类为线性集成电路,如中、低频放大器;一类为非线性集成电路,如变频器、检波器和鉴频器等。

集成电路按集成块内部元件的多少可分为小规模、中规模和大规模集成电路。对模拟集成电路而言,一般块内 200 只元件以下的称为小规模集成电路,含 200~1000 只元件的称为中规模集成电路,1000 只元件以上的称为大规模集成电路。随着集成电路工艺的进一步发展,集成度将越来越高,集成规模越来越大。具有特殊功能的中大规模专用集成电路也被广泛使用。由于电子设备的集成化程度越来越高,使电子设备的性能、功能和可靠性进一步提高。

(二)电子设备集成化的优点

集成电路与分立元件电路相比有不少优点:

(1)可以采用比较复杂的系统和电路达到较高的性能指标。

在设计分立元件的电子产品时,总是较多考虑充分利用晶体管,减少其数目。而在集成电

路中,制造晶体管最容易,多做几只晶体管并不增加工艺上的困难。因此使用集成电路可以采用比较复杂的系统和电路以提高设备的性能。比如在集成电路中采用双差分模拟乘法器代替分立器件二极管作为检波器,可以得到满意的检波性能。

(2)采用集成电路,其外接分立元件大大减少。这样电路之间的连接线和焊点相应减少,整机稳定性和可靠性可以大大提高。

(3)电子设备集成化可以大大扩展其功能。利用集成电路可以方便地实现自动调节、自动寻址、自动选台、自动控制、自动显示、自我保护等功能。数字集成电路和单片微处理机在电子整机中的应用,使电子设备可以完成更高更复杂的功能。

(4)采用集成电路,使电子产品整机组装工时大大减少,调试方便,成本降低,维修方便,更有利于大批量生产。

第三节 无线电通信基本原理

前面谈到的电子技术的各种应用,虽然使用的具体电子设备、实现的功能不同,但都是利用不同形式的电信号来传送信息(如语言、音乐、图象、测量数据等),属于信息传输范畴。无线电通信的功能就是对欲传输的信息进行转换、处理和传输。图 1-1 是无线电通信系统的框图。其中图(a)是通信系统的发送端,图(b)是通信系统的接收端,为超外差接收方式原理方框图。若是直放式接收,则高频信号经过高频放大后直接送解调电路进行解调,获得原调制信号。超外差接收如图 1-1(b)所示,它是把接收到的信号经过选频网络、高频放大后送变频电路,在变频器中与本地振荡信号进行混频,变换为固定的中频载波频率信号(只是信号载波频率由高频转变为中频,而信号的调制方式和信号的包络形状仍维持不变),然后将中频进行放大、解调。

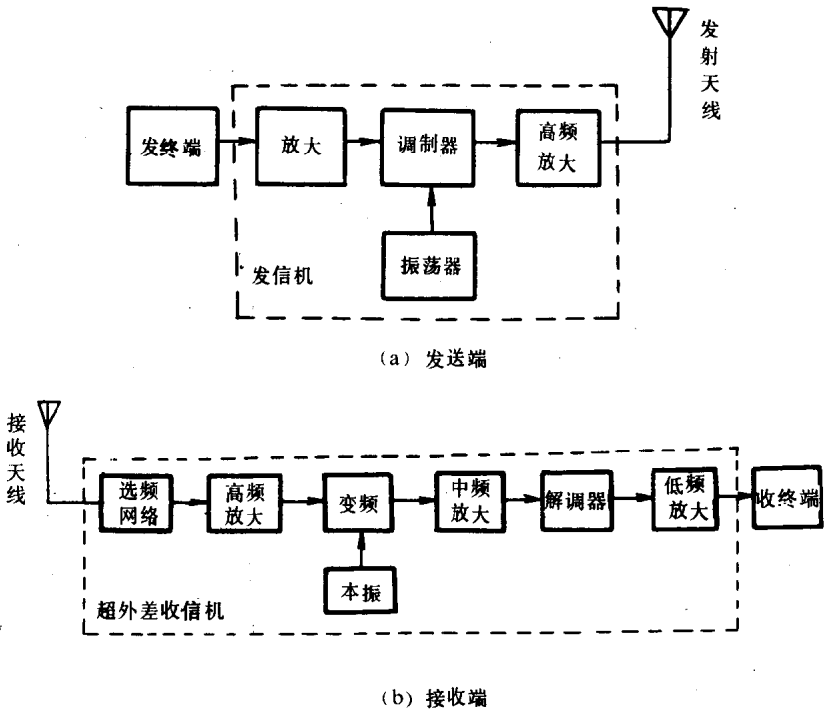


图 1-1 无线电通信系统组成方框图

超外差接收与直放式接收相比有很多优点:

(1)由于变频后为固定中频,频率比较低,所以容易得到比较大的放大量,因此接收设备的灵敏度可以提高。

(2)由于外来高频信号都变成了固定的中频,从而解决了接收频段内频率高端和频率低端高频放大不同而造成的整个波段灵敏度不均匀的问题。

(3)超外差接收一般取本振信号与高频载波的差频作为中频,因此变频电路中有选频网络。中频放大一般为调谐放大,即也有谐振回路。这样混进接收设备中的干扰信号又一次得到了抑制,从而提高了选择性。

超外差电路由于有很多优点,因而几乎所有的接收设备均采用超外差式。当然它也有不足之处,如存在组合频率干扰、镜象干扰和中频干扰等,需要采取必要的措施加以克服(详见第八章)。

一、无线电通信系统发送端

无线电通信系统的发送端一般包括发终端(实际为发送端的始端,即产生电信号的信源)、发信机和发射天线。

发终端将欲传输的信息转换为相应的电信号并进行适当的处理(如校正、放大等),该电信号通常称为带基信号。如由话筒将语言或音乐信号转换为音频电信号;由摄像机将图象信号转换为相应的视频电信号。

发信机一般包括低频放大、振荡器、调制器、高频电压和功率放大器。要进行无线电通信,即利用电磁波进行信号传输,必须把欲传送的带基信号(又称低频调制信号)调制在高频载波上。由振荡器产生等幅的高频载波信号,在调制器中进行调制,使高频载波振荡信号的某一参数(如振幅、频率或相位)按低频调制信号的规律变化。高频放大器对高频已调信号进行电压和功率放大,然后馈入天线。

发射天线把馈入的高频已调信号转换为高频电磁波并向空间辐射,电磁波在空间以 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 的速度传播。

二、无线电通信系统接收端

无线电通信系统接收端包括接收天线、收信机和系统的收终端设备。

接收天线将接收到的高频电磁波转化为高频电信号。天线接收到的信号比较微弱。

超外差收音机一般包括选频网络、高频放大、本地振荡器、变频器、中频放大、解调器和低频电压和功率放大器等。选频网络把欲接收的信号选择出来送高频放大电路进行放大。在变频器中,本地振荡信号与高频已调信号进行变频(在接收设备中一般为差频),得到中频已调信号。中频放大电路对中频已调信号进行放大和中频选频,然后送解调电路,解调出原低频调制信号。低频放大电路对原调制信号进行电压和功率放大,使输出满足收终端设备的激励要求。

收终端把电信号还原为原始信息。如电扬声器或耳机把音频电信号转换为原声音信号;由显象纸或显象管把视频电信号转换为原图象信号,并在感光纸或荧光屏上显示出来。

综上所述可知,通信系统由收、发设备及其天线组成,相应完成信息的转换和处理以及收终端对信号的再还原。收、发信机是由完成各种功能的电路组成的。各种处理电路的形式和性能将直接影响电子设备的性能。因此,电磁波传播和天线、各种电子电路是电子技术的基础。

第四节 电子电路概述

电子电路根据其性能和处理信号的不同,可分为模拟电子电路,脉冲和数字电路。模拟电子电路又可分为线性和非线性电路。这里将对电子电路做一概括的介绍。

一、模拟电子电路和数字电路

(一)模拟电子电路和数字电路

电子电路处理的是电信号。电信号常用的表示形式是电流或电压,如由话筒输出的音频电压信号和由摄像机输出的视频电压信号。一般来讲,系统传输的信号大多是随机信号,其电压随时间连续的、随传输信息内容的变化而变化。这种电压随时间作连续变化的信号称为模拟信号,如图 1-2(a)所示。还有一种形式的信号,时间和数值上都是离散的,称为数字信号。如在二进制数字信号中,信号只有高电平和低电平两种状态,分别用 1 和 0 表示。如图 1-2(b)所示为二进制数字信号 10110010。

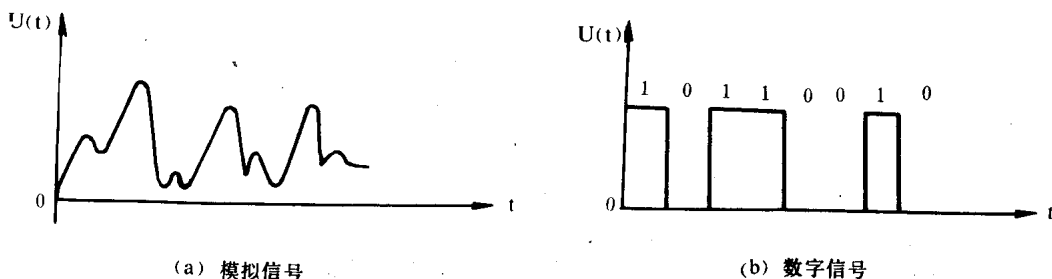


图 1-2 模拟信号和数字信号

处理模拟信号的电子电路称为模拟电子电路。如常用的高频、中频和低频放大电路,变频电路,调制和解调电路等。处理数字信号的电子电路称为数字电路。如门电路、触发器以及各种逻辑电路等。

模拟电子电路和数字电路都可由分立元件和集成电路组成。数字电路处理的是二进制码信号,二进制数中只有 1 和 0 两个数码,因而构成数字电路的基本单元对其电路中元件的要求不甚严格,集成化容易、方便。数字集成电路集成度和成品率较高,价格便宜,因而数字集成电路得到了较早的生产和使用。

(二)脉冲电路

脉冲电路是一种产生、变换和处理脉冲信号的电路。所谓脉冲信号是指在短暂时间间隔内作用于电路的电压或电流。一般脉冲电压或电流的作用时间可以和电路的过渡过程相比拟。脉冲信号波形形式很多,图 1-3 为常见的几种脉冲信号波形。

数字信号波形(如图 1-2(b)所示)大致可以看作是一系列矩形波,也是一种脉冲信号,从这个意义上说,数字电路也是脉冲电路。但从两者讨论的方法和讨论的内容看,则分别属于不同的范畴。讨论数字电路的方法是一种讨论离散量的全新的方法,所用数学工具是布尔代数(或称开关代数)。而脉冲电路着重讨论脉冲电压波形以及用以产生、变换和处理脉冲信号的电路。对脉冲电路的讨论方法可以采用讨论模拟电子电路所用的时域或频域分析方法。

本书只讨论模拟电子电路的电路形式、工作原理以及性能要求。脉冲与数字电路另有一书

讨论。

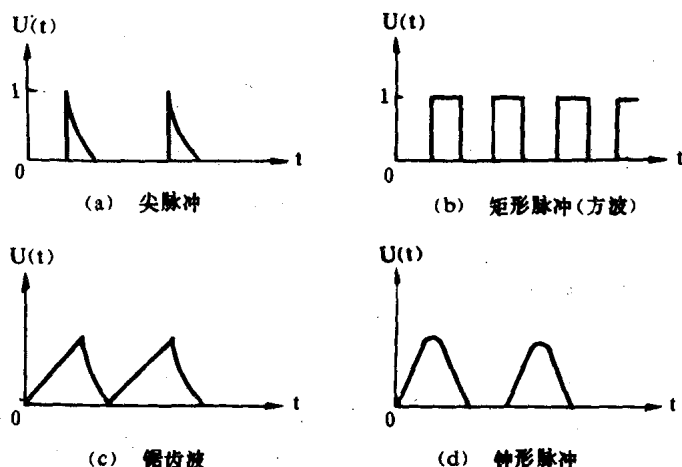


图 1-3 常见的几种脉冲信号波形

二、线性和非线性电路

(一)线性电路

所谓线性电路是指电路的输出信号 $U_o(t)$ 与输入信号 $U_i(t)$ 成线性关系,即

$$U_o(t) = KU_i(t - t_d) \quad (1-1)$$

式中 K ——任意常数;

t_d ——延时时间。

式(1-1)说明,信号通过线性电路时允许有振幅上的变化,即放大或衰减($K > 1$ 或 $K < 1$),以及时间上的延迟,而没有新的频率产生。图 1-4 所示为信号通过线性电路的波形图。

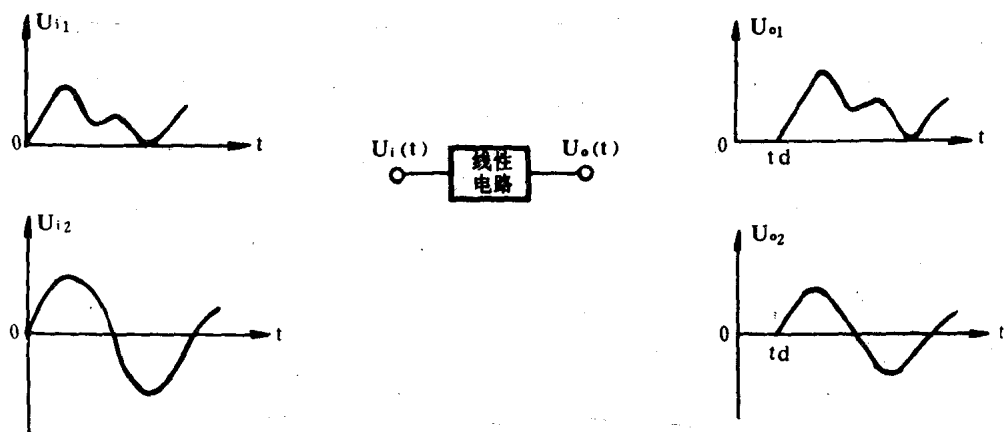


图 1-4 信号通过线性电路

由图 1-4 可见,输出信号 $U_o(t)$ 与输入信号 $U_i(t)$ 相比,只有振幅大小和时间上延迟的变化,而波形不变。无失真传输时,线性电路的振幅频率特性在通频带内应该平坦,相位频率特性在通频带内近似为一条直线。实用线性电路应尽量满足信号无失真传输的条件,使信号通过线性电路的失真在允许的范围内。

1. 无源线性电路

由电阻、电感和电容等无源器件构成的线性电路称为无源线性电路或称无源线性网络。如