



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高频电子线路

刘彩霞 刘波粒 主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高频电子线路

刘彩霞 刘波粒 主编
黄伟志 安颖 赵彦霞 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由无线通信系统的组成、高频小信号放大器、高功率放大器、正弦波振荡器、变频电路、振幅调制与解调电路、角度调制与解调电路、反馈控制电路、数字调制与解调、无线电技术的应用共 10 章组成。

为了便于教师教学和学生自学,本书配有同步的教学课件,它以 Authorware、Flash、EWB、3D 等软件再现了“板书演示”、“动画演示”和“仿真演示”的课堂教学新体系,较好地实现了教师教学与学生自学的互动。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信工程等专业“高频电子线路”课程教材或教学参考书,也可供从事电子技术的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高频电子线路/刘彩霞,刘波粒主编. —北京:科学出版社,2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-021738-7

I. 高… II. ①刘…②刘… III. 高频-电子电路-高等学校-教材
IV. IN710.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字.(2008)第 056808 号

责任编辑:马长芳 潘继敏 / 责任校对:陈丽珠

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2008 年 7 月第一次印刷 印张: 17 1/2

印数: 1—4 000 字数: 333 000

定价: 30.00 元 (含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

“高频电子线路”是电子、信息、通信等类专业重要的必修课,是基础理论课程向专业工程类课程过渡的桥梁。对于一个传统课程来说,如何解决教学中存在的一些问题,如何随着学科的发展更新教学内容,将是出版新教材时要考虑的首要问题。

鉴于本课程具有概念抽象、内容庞杂、学时有限等特点,我们围绕如何培养学生的分析能力这一中心进行了多方位的教学改革。在教材内容方面,侧重电路的形成,旨在突出设计思想;注重典型题型举例,旨在深化概念;强化实际电路分析,介绍前沿知识,旨在理论联系实际;编排自测题(包括填空、选择、判断)、思考题与习题,并附有较详细的参考答案(在光盘上),便于学生自学。同时,为了便于教与学,我们开创性地制作了与课本同步的教学课件,实现了“板书演示、动画演示、仿真演示”三位一体的课堂教学新体系。其中板书内容再现教学之精华;动画演示实现“抽象”教学向“形象”教学的转变;仿真演示将“实验室”搬上了屏幕,实现了在课堂教学中理论联系实际的梦想。教学实践证明,通过“课本+课件”的教学媒体,再赋予任课教师的精彩表述,无疑会使学生从学习中获得知识与乐趣。

编写本教材的工作包括编写课本和制作课件两部分。

在课本编写中,河北师范大学刘彩霞编写了第1、4、9章,第3章的3.4.2节、3.5.2节,第7章的7.4节,并对各章做了“本章小结”;河北师范大学刘波粒编写了第2、10章;天津工业大学信息与通信工程学院黄伟志编写了第3章;河北经贸大学信息技术学院赵彦霞编写了第5、8章;河北理工大学信息学院安颖编写了第6、7章。廊坊职业技术学院电气工程系崔岳和河北师范大学边晓娜完成了电路图的绘制工作。

在课件制作中,刘彩霞负责课件内容的精选、排版、画图等大量工作;刘波粒负责电路仿真实验的制作、动画解说词的编写工作;河北师范大学职业技术学院电子系学生胡纪刚、刘巧丽制作了课件片头,郭要军、郭际制作了动画。教学课件中的EWB仿真实验获得了北京掌宇金仪科教仪器设备有限公司的正式授权。

本教材由刘彩霞、刘波粒任主编,黄伟志、安颖、赵彦霞任副主编,其中,刘彩霞进行了教材组织、统稿、修改、校对等大量工作,刘波粒、边晓娜、靳慧龙进行了部分校对工作。河北师范大学边晓娜、玄金红、栗苹、胡永杰,河北建筑工程学院教务处网络中心屈建萍参与了课件的制作;边晓娜与河北理工大学信息学院王传琦对教材的编写提供了宝贵意见。

“高频电子线路”曾被列为河北师范大学第五批重点建设课程资助课题,其间

得到了河北师范大学有关领导和部门的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,再加上时间仓促,难免有疏漏或不妥之处,恳请广大读者批评指正,意见和要求可联系电子信箱:hbsdlex@126.com。

主 编

2008年4月

目 录

前言

第 1 章 无线通信系统的组成	1
1.1 通信技术的发展简介	1
1.2 通信系统的组成	3
1.3 高频电子线路课程的研究对象	9
本章小结.....	9
自测题	10
思考题与习题	11
第 2 章 高频小信号放大器	12
2.1 概述.....	12
2.2 选频器.....	14
2.3 晶体管高频 Y 参数等效电路	26
2.4 分散选频放大器.....	29
2.5 集中选频放大器.....	42
2.6 放大器的噪声.....	45
本章小结	47
自测题	48
思考题与习题	50
第 3 章 高频功率放大器	53
3.1 概述.....	53
3.2 高频功率放大器的工作原理.....	53
3.3 高频功率放大器的动态分析.....	58
3.4 高频功率放大器的实际电路.....	64
3.5 宽带高频功率放大器.....	69
本章小结	81
自测题	82
思考题与习题	83
第 4 章 正弦波振荡器	86
4.1 概述.....	86
4.2 反馈型振荡器的工作原理.....	86
4.3 LC 正弦波振荡器	91

4.4	振荡器的频率稳定度	99
4.5	石英晶体振荡器	102
4.6	RC 正弦波振荡器	106
4.7	其他类型振荡器	109
	本章小结	112
	自测题	114
	思考题与习题	115
第 5 章	变频电路	119
5.1	概述	119
5.2	非线性电路的分析方法	121
5.3	三极管混频器	124
5.4	二极管混频器	128
5.5	模拟乘法器混频器	130
5.6	变频器的干扰	133
	本章小结	136
	自测题	137
	思考题与习题	138
第 6 章	振幅调制与解调电路	140
6.1	概述	140
6.2	调幅信号的分析	140
6.3	调幅信号的产生电路	147
6.4	调幅信号的解调电路	153
	本章小结	165
	自测题	166
	思考题与习题	168
第 7 章	角度调制与解调电路	171
7.1	概述	171
7.2	调角信号的分析	171
7.3	调频信号的产生电路	178
7.4	调频信号的解调电路	190
	本章小结	198
	自测题	200
	思考题与习题	202
第 8 章	反馈控制电路	205
8.1	概述	205
8.2	自动增益控制电路	206

8.3 自动频率控制电路	208
8.4 锁相环路	212
本章小结	222
自测题	222
思考题与习题	224
第9章 数字调制与解调	226
9.1 概述	226
9.2 二进制数字调制和解调	227
本章小结	237
自测题	237
思考题与习题	238
第10章 无线电技术的应用	240
10.1 概述	240
10.2 调幅发射机和接收机的组成及其电路分析	240
10.3 调频发射机和接收机的组成及其电路分析	248
10.4 移动通信技术简介	254
10.5 蓝牙技术	266
本章小结	271
思考题与习题	271
参考文献	272

第 1 章 无线通信系统的组成

无线电技术是人们在不断寻求各种方式进行信息传递的过程中发展起来的,已渗透到无线通信、广播、电视、雷达、导航等领域。虽然应用领域不同,但都是利用高频载波来传递信息。因此,无论是信号的发射,还是信号的接收,其电路的组成及工作原理基本上是相近的。本章在介绍无线通信发展的同时,重点介绍无线通信系统的组成。

1.1 通信技术的发展简介

1.1.1 通信技术的发展历程

从广义上来讲,无论是用任何方法、通过任何媒介完成信息的传递都称为通信。

在很早以前,史料上就有用烽火台的火光传递敌人入侵消息的记载,其后又出现了驿站快马接力、信鸽、旗语等传递信息的方式。

到了 19 世纪,电磁学的理论与实践已有坚实的基础后,人们开始研究如何利用电磁能量传递消息的方法。1837 年莫尔斯(F. B. Morse)发明了电报,开创了近代通信的新纪元,但这仅仅是一个开始。1864 年英国物理学家麦克斯韦(J. Clerk Maxwell)发表了“电磁场的动力理论”这一著名论文,总结了前人在电磁学方面的工作,得出了电磁场方程,从理论上预见电磁波的存在。1876 年贝尔(Alexander G. Bell)发明了电话,实现了有线通信。1887 年德国物理学家赫兹(H. Hertz)通过实验证实了电磁波的客观存在。随着对电磁波的深入研究,许多国家的科学家都在纷纷研究如何利用电磁波来实现信息的传输,其中意大利的马克尼于 1895 年首次在几百米的距离用电磁波实现通信获得成功,1901 年又首次完成了横跨大西洋的通信,实现了无线电通信,从而进入了无线电通信的应用和发展的新时代。

1904 年弗莱明(Fleming)发明了电子二极管,从此进入无线电子学时代。1907 年李·德·福雷斯特(Lee de Forest)发明了电子三极管、1948 年肖克莱(W. Shockley)等发明了晶体三极管、20 世纪 60 年代开始出现了将“管”和“路”结合起来的集成电路,它们称为电子技术发展史上的三大里程碑。

大规模集成电路的问世,使得移动电话首先被制造出来。它主要由送受话器、控制组件、天线以及电源四部分组成。在送受话器上,除了装有话筒和耳机外,还有数字、字母显示器,控制键和拨号键等。控制组件具有调制、解调等许多重要功

能。移动电话制造出来了,如何规划网络?科学家首先想到了经济、高效的蜂巢结构。1978年,美国贝尔实验室研制成功第一代模拟移动通信技术(简称 1G) AMPS,建成了蜂窝状移动通信系统。其主要特点是采用频分复用(FDMA)模拟制式,语音信号为模拟调制,其典型代表是美国的 AMPS 系统和英国的 TACS 系统。我国在 1987 年开始使用模拟式蜂窝电话通信,1987 年 11 月,第一个移动电话局在广州开通。

模拟式蜂窝电话的迅速发展,也开始显现出它的缺点。在人口密集的大城市,由于模拟式蜂窝电话采用的频分多址技术造成频率资源严重不足;同时,模拟式蜂窝电话保密性差,造成对用户利益的危害。从 20 世纪 80 年代中期开始,出现了利用数字传输方式实现语音、数据等业务的第二代数字移动通信技术(简称 2G),它主要采用的是时分多址(TDMA)技术(典型代表是美国的 D-AMPS、欧洲的 GSM 和日本的 PDC 系统)和窄带码分多址(CDMA)技术(典型代表是美国的 IS-95 系统)。第二代移动通信系统以传输话音和低速数据业务为目的,又称为窄带数字通信系统,它与第一代移动通信技术相比,仅仅是移动通信性能提高了许多。从 1996 年开始,为了解决中速数据传输问题,又出现了以 GPRS 和 IS-95B 为代表的第 2.5 代移动通信技术(简称 2.5G)。2000 年,国际电信联盟(ITU)从 10 种第三代(简称 3G)地面候选无线接口技术方案中最终确定了三个通信系统的接口技术标准,即欧洲和日本共同提出的 WCDMA、美国以高通公司为代表提出的 CDMA2000 以及我国以大唐电信集团为代表提出的 TD-SCDMA(具有 3S 特点,即智能天线(smart antenna)、同步 CDMA(synchronous CDMA)和软件无线电(software radio)),这三种标准都采用了 CDMA 这一核心技术。

1.1.2 我国 3G 标准 TD-SCDMA 的近况

TD-SCDMA 作为中国 3G 国家标准,从标准的研制到实验、测试都得到政府财力和物力的大力支持。

中国移动通信集团于 2008 年 4 月 1 日起在北京、上海、天津、沈阳、广州、深圳、厦门和秦皇岛 8 个城市启动第三代移动通信(3G)“中国标准”TD-SCDMA 社会化业务测试和试商用,其号段为 157。并在 2008 年开始搭建全国性 TD-SCDMA 网络,2009 年全国性 TD-SCDMA 网络基本建成,2010 年以后,开始进行网络优化以及逐步扩容。

同时,TD-SCDMA 终端厂商在不断发展之中,以国内厂商为主,包括英华达、Foxlink 和明基在内的诸家中国台湾手机制造商均已在生产 GSM/TD-SCDMA 双模手机。国外只有三星、LG 等韩国厂商明确进入,欧美主流厂商仍在观望。这些终端企业已开发出了 20 款 TD-SCDMA 终端。终端关系到用户对 TD-SCDMA 网络的使用体验,产业能否规模发展起来离不开品种丰富、价格适合的终端支持。在

TD-SCDMA 系统设备方面,已经形成了“大唐+阿尔卡特”、“华为+西门子(鼎桥)”、“中兴+爱立信”、“普天+诺基亚”的合作模式,大唐、普天、鼎桥、中兴等 8 家企业入围;在核心网方面,中兴、华为、爱立信、诺基亚等几家企业也先后入围。这将极大地提高 TD-SCDMA 的商用水平,壮大和增强 TD-SCDMA 产业的规模和实力,对 TD-SCDMA 走向国际化发展也很有益。

目前,TD-SCDMA 已经实现了跨越式进展,并形成了包括系统、终端、芯片和软件等较完善的产业链。据悉,我国在推动 TD-SCDMA 进程的同时,在上海还建立了 4G 试验网,并计划在国际电信联盟规定的时间(2008 年年底到 2009 年年中)内提交自己的 4G 标准。

4G 移动通信系统总的技术目标和特点可概括为:同 3G 等已有的数字移动通信系统相比,应具有更高的传输速率和容量、更好的业务质量、更高的安全性、更高的智能性、更高的传输质量和更高的灵活性;应能支持非对称性业务等多种业务;应当是全 IP 网络,能体现出移动与无线接入网和 IP 网络不断融合的发展趋势。

1.2 通信系统的组成

1.2.1 通信系统的组成

能够完成信息传递的设备总和称为通信系统。了解通信系统的组成,有利于掌握通信电子电路的组成原理。一个完整的通信系统如图 1.2.1 所示。

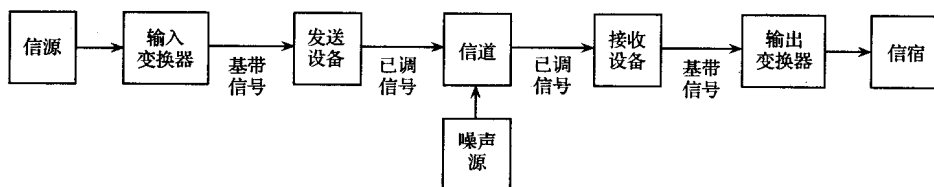


图 1.2.1 通信系统的组成框图

1. 信源与输入变换器

信源就是信息的来源,其作用是形成消息。

输入变换器主要担负将信源输入的消息变换为电信号(通常称为基带信号)的任务。当输入消息为非电量(如语言、图像等)时,必须经过输入变换器(如话筒、摄像机等)变换。当输入消息本身就是电信号(如计算机输出的二进制信号)时,输入变换器可省略而直接进入发送设备。基带信号的特点是频率较低,相对带宽较宽,如话音信号带宽为 20Hz~20kHz,图像信号带宽为 0~6MHz。

2. 发送设备

发送设备的作用是对基带信号进行某种变换和处理,使基带信号变换成适合在信道上传输的信号,实现这一变换的技术环节叫做“调制”。发送设备的输出信号为已调信号。

3. 信道

信道是连接发送、接收两端的信息通道,也称为传输媒介。通信系统中应用的信息道分为有线信道和无线信道两类。有线信道主要是传输线,如架空明线、电缆、波导、光纤等能够看得见的媒介,是现代通信网中最常用的信道之一。无线信道主要有自由空间、地球表面、海水等媒介。也可以认为,凡是不属于有线信道的媒介都属于无线信道的媒介。不同的传输媒介有不同的传输特性;相同的传输媒介,对不同频率的信号也有不同的传输特性。例如,对于自由空间这一传输媒介,信号主要是以电磁波的形式传播。但是,不同频率的电磁波,其传播方式却不一样。1.5MHz 以下的电磁波主要是沿地表传播,称为地波;1.5~30MHz 的电磁波,主要靠天空中的电离层折射和反射传播,称为天波;30MHz 以上的电磁波主要沿空间直线传播,称为空间波。目前,无线通信系统使用的频率范围很宽,对于这样宽的频率范围的电信号,为了便于分析和应用,习惯上将无线电的频率范围划分为若干个区域,称为波段或频段,并列于表 1.2.1 中。

表 1.2.1 波段的划分

波段名称	波长范围	频率范围	波段名称	应用举例	传输媒介	
					有线传输	无线传输
极长波	$1 \times 10^5 \text{m}$ 以上	3kHz 以下	极低频(ELF)	音频电话	架空明线 视频电缆	地球表面 海水
超长波	$1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^4 \text{m}$	3~30kHz	甚低频(VLF)	数据传输		
长波	$1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^3 \text{m}$	30~300kHz	低频(LF)	航海设备		
中波	$1 \times 10^3 \sim 100 \text{m}$	300~3000kHz	中频(MF)	调幅广播	射频电缆	自由空间
短波	100~10m	3~30MHz	高频(HF)	移动通信		
超短波	米波 10~1m	30~300MHz	甚高频(VHF)	VHF 电视	同轴电缆	
	分米波 $1 \sim 10^{-1} \text{m}$	300~3000MHz	特高频(UHF)	UHF 电视		
微波	厘米波 10~1cm	3~30GHz	超高频(SHF)	雷达	波导	
	毫米波 10~1mm	30~300GHz	极高频(EHF)	无线电天文学		

应该指出,各种波段的划分是相对的,各波段之间没有明显的分界线,所以在各波段之间的衔接处,无线电波的特性没有明显的差别,但各个波段的特点仍有差异。

4. 噪声源

这里的噪声源是指非人为产生,在通信系统中是客观存在的,它以集中形式表

示。实际上这种噪声分散在通信系统中的各个部分,这种集中表示是为了便于理解和分析问题。

5. 接收设备

接收设备所要完成的任务与发送设备相反,它是从信道中取出已调信号进行处理,恢复出与发送端相对应的基带信号。实现这一变换功能的技术环节叫做“解调”。实际上,信号在收发设备中均会产生失真并附加噪声,在信道中传输时也会混入干扰,所以收发端的基带信号总会存在一定的信号误差。

6. 输出变换器和信宿

输出变换器(如扬声器、显像管等)的作用是将接收设备输出的基带信号转换成发送端所要传送的信息,如声音、图像等。

信宿是信息传输的归宿,得到原来信息源形式的信息。

综上所述,通信系统的全过程可以概括为:由信源发出的消息首先由输入变换器变换成基带信号,然后再调制成适合信道传输的已调信号,经信道传送到对方。对方对收到的已调信号进行解调,还原成基带信号,再经输出变换器的反变换还原成原来的消息。

1.2.2 模拟通信系统

按照信道上所传输的信号是模拟信号还是数字信号,通信系统又分为模拟通信系统和数字通信系统。直接传输模拟信号的通信系统称为模拟通信系统。下面以无线电广播通信系统为例,介绍模拟通信系统中发送设备和接收设备的组成。

1. 调幅广播发射机的组成及工作原理

1) 组成框图

图 1.2.2 为调幅广播发射机的组成框图。它主要由高频部分和低频部分组成。高频部分主要是实现载波的产生、放大和振幅调制。低频部分是实现声电变换,并对音频信号进行放大,使之满足调制器的要求。最后通过高频功率放大器放大后由天线将已调波以电磁波的形式辐射出去。

2) 工作原理

高频振荡器产生频率为 f_c 的正弦波,经过倍频器倍频到所需要的载波频率 f_c 上。这种高频电波是用来运载声音、图像等电信号的,因此称之为载波,它的频率称为载频。高频振荡器所产生的振荡频率一般低于载波频率若干分之一,这主要是为了保证振荡器的频率稳定度。高频放大器将载波的幅度进行放大,以满足调制的需要。高频功率放大器是将调制器输出的已调波的功率进行放大,然后通

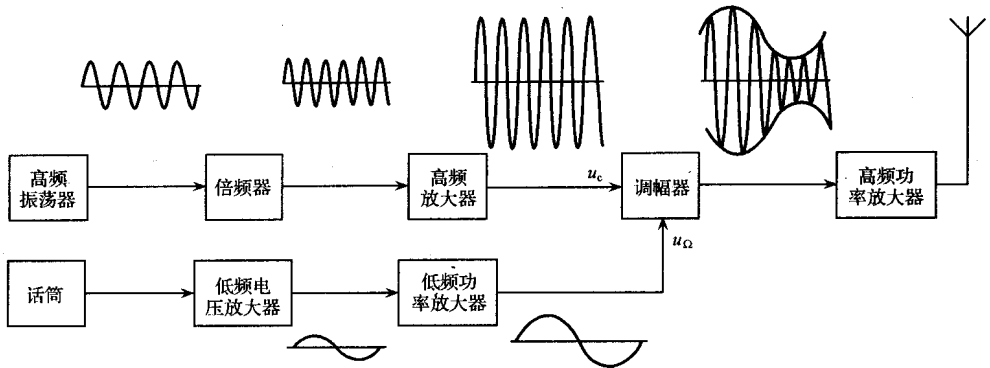


图 1.2.2 调幅广播发射机的组成框图

过天线辐射到空中。

那么为什么在发送信号之前要进行调制呢？下面将对此进行分析。

3) 调制的概念

(1) 为何调制 ① 直接将低频信号辐射到空中将导致天线过长。我们知道，无线通信是利用天线向空中辐射电磁波来传送信息的，为了有效地将信号的能量辐射到空中，天线的实际长度至少为发射信号波长的 $1/10$ 。如声音信号的各项频率分量分布在 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ ，则根据公式 $\lambda = c/f$ (其中 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$) 可知波长为 $1.5 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^7 \text{m}$ ，显然直接将音频信号辐射到空中是不可能的。

② 直接将低频信号辐射到空中将无法选择电台信号。假设这样巨长的天线能够制造出来，由于各发射台发射的均为同一频段的低频信号，它们也会在信道中混在一起，互相干扰，接收设备无法区别和选择所需的电台信号。

此外，还存在信道利用率和抗干扰性等问题。

(2) 何谓调制 调制就是把声音或图像信息装载到载波上的过程，即用基带信号(音频或视频)去控制等幅高频振荡信号的过程。载波就像人们出远门要乘坐的飞机和火车一样，它是运载基带信号的工具。已运载基带信号的波叫做已调波。今后我们的习惯叫法为：

基带信号 → 调制信号；

等幅高频振荡信号 → 载波信号；

携有基带信号的载波 → 已调信号。

(3) 调制作用 采用调制技术后，一方面携有基带信号的已调信号将是高频信号，它使发射信号波长大幅度减小，进而使天线长度也大幅度缩短；同时，不同的发射电台将低频信号装载到不同的指定的高频载波上，互不重叠，便于接收机区分、选择不同的电台信号，也实现了信道的多路复用。另一方面，调制后的信号相对带宽变得很小，在很窄的频率范围内传输信号，使信道的传输特性变化很小，提

高了系统性能。

(4) 调制方法 根据调制信号和载波的不同,调制可分为模拟调制和数字调制。模拟连续波调制分为幅度调制(AM)、频率调制(FM)和相位调制(PM),如电视系统中图像是调幅,伴音是调频,广播电台中常用的方法是调幅与调频。数字频带调制分为幅度键控(ASK)、移频键控(FSK)和移相键控(PSK)。

2. 超外差接收机的组成及工作原理

1) 组成框图

无线电信号的接收过程正好与发射过程相反,它的基本任务是将通过空中传来的电磁波,由天线接收下来,并从中取出所需要的信号。超外差接收机的组成框图如图 1.2.3 所示。

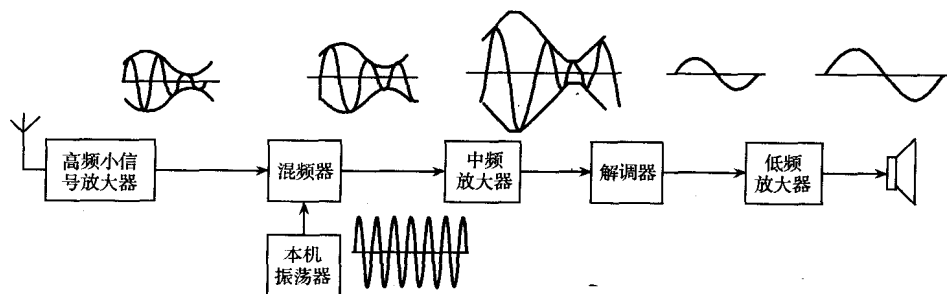


图 1.2.3 超外差接收机的组成框图

2) 工作原理

接收天线将收到的电磁波转变为已调波电流,高频小信号放大器再从已调波电流中选择出所需的信号并对其进行放大。放大后的有用信号送入混频器中与本机振荡器产生的正弦振荡信号混频,产生一个频率固定不变的中频信号。中频信号经过若干级中频放大后,由解调器(作用与调制过程相反,是从已调信号中取出原调制信号)解调还原成基带信号,最后经低频放大器放大输出。

把高频信号的载波频率降低为中频的任务是由混频器来完成的。例如,把一个载频为 f_c 的调幅波和一个频率为 f_L 的正弦波同时加到混频器上,经过变频以后所得到的仍是一个调幅波,不过它的载波频率已经不是原来的载频 f_c ,而是 f_L 与 f_c 之差,即等于 $f_L - f_c$ 。通常这个新的载波频率比原来的载频低,但比音频信号的频率高,习惯上就把它叫做中频,变频后的信号叫做中频信号。由于变频后的中频频率是固定的,所以中频放大器的谐振回路不需要随时调整,因此选择性容易做好,这也是超外差接收机的优点。

1.2.3 数字通信系统

在信道中传输数字信号的通信系统,称为数字通信系统(图 1.2.4)。下面简述各部分的主要功能。

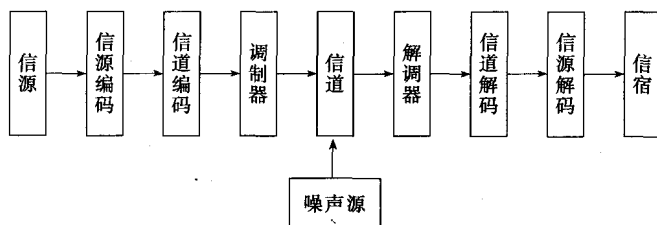


图 1.2.4 数字通信系统的组成框图

1. 信源编码和信源解码(译码)

信源编码的任务是把信源输出的消息变换为所需的信息码元序列(信息序列),主要包括压缩编码(其作用是通过减小数字信号的冗余度来压缩数据,降低数码率,以提高数字信号传输的有效性)和保密编码(其作用是对压缩编码后的信码进行加密,确保信息传输的安全保密性)。如果是模拟信源,需在信源和信源编码之间增加一个模/数(A/D)环节,即对模拟信号进行抽样、量化和编码转换成数字信号。

信源解码(译码)的作用与信源编码相反,它是把信息码元序列变换为适合于信宿接收的信号。如果是模拟信源,需在信源解码和信宿之间增加一个数/模(D/A)转换环节。

2. 信道编码和信道解码(译码)

我们知道,无线信道的环境是很恶劣的,如果信源编码之后的数据流直接调制后进入无线信道,那么会受到各种干扰而丢失许多有用的信息,因此需要信道编码来解决这一问题。

信道编码的作用是提高信号传输的可靠性。它是在信源编码的信码中人为地按照一定的规律加入一些多余码元,以便在接收端自动发现或纠正信息序列在传输中发生的差错,从而降低信码传输的错误概率。

信道解码(译码)的作用是发现或纠正传输过程中引入的差错,解除信源编码所加入的多余码元。

3. 调制与解调

调制可分为基带调制和频带调制。所谓频带调制,是指用数字基带信号对一个载波进行调制(因为频率低,一般不适合于在信道中传输),便于实现多路复用,

使几个信号共享一个信道的频带。基带调制是指不经过载波调制,仅对原基带信号进行码型和波形变换,以便与信道特性相适应。

解调的作用与调制相反。

4. 同步

同步是保证数字通信有序、准确、可靠工作的基本前提,对数字通信系统特别重要。同步可分为载波同步、位同步、群同步和网同步。

近年来,数字通信发展十分迅速,在通信领域中占的比重日益增长,这是因为数字信号可以通过再生的方法,消去通信系统中噪声的积累,并能及时发现和纠正信号传输中因干扰而产生的差错。同时,数字通信便于与计算机接口进行处理,使通信系统更加通用和灵活,所以数字通信已成为今后现代通信技术的发展方向。

1.3 高频电子线路课程的研究对象

高频电子线路课程的主要任务是研究通信系统中共同的基本单元电路的组成、工作原理和分析方法。其主要内容包括:

高频信号的产生电路——高频振荡器或本机振荡器;

高频信号的放大电路——高频小信号放大器或中频放大器、高频功率放大器;

高频信号的处理电路——倍频器、混频器、调制器、解调器;

高频信号的控制电路——自动增益控制电路、自动频率控制电路、锁相环路。

高频电子线路是一门实践性很强的课程,在学习该课程时要注意以下几点:

1) 分析方法上的复杂性

因为信号的工作频率高、电路存在非线性,在分析计算时经常忽略一些实际问题。在学习时应注意器件的数学模型的建立及工作条件的合理近似。只要满足工程计算的要求,不必过分强调精确度。

2) 电路种类和形式的多样性

学习本课程时,不但要掌握各种单元电路的组成、工作原理及分析方法,还要深入了解各单元电路之间的相互联系,注意知识的综合应用。

3) 理论与实验的结合

由于电路的复杂性和分析手段的局限性,有些实际问题必须借助于实验(如调制解调技术)。在学习时对一些知识的加深理解,必须结合实验。

本章小结

(1) 通信技术的发展,经历了古代的烽火台、近代的有线和无线通信、现代的1G、2G、3G和未来的4G几个发展阶段,使通信突破了人与人之间进行通信的范