

高等学校电子信息类教材

高频电子线路

吴慎山 主编

Gaopin

Dianzi

Xianlu

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

|| 高等学校电子信息类教材 ||

高频电子线路

吴慎山 主编

洪新华 张永 李希臣 副主编

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING



内 容 简 介

高频电子线路是电子、信息、通信类专业重要的技术基础课,其基本任务是研究通信系统各单元电路的工作原理、电路分析与基本设计方法。高频电子线路主要内容包括:选频网络,干扰与噪声,高频小信号放大器,高频功率放大器,正弦波振荡器,模拟调制和解调,反馈控制系统 AGC、AFC、PLL,频率合成技术等。

本书在内容上具有很强的通用性和选择性,本、专科相关专业及非电类专业可以根据教学大纲的要求选用。同时也适用于自学,可供从事电子产品开发、设计、生产的科技人员使用和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

高频电子线路/吴慎山主编. —北京:电子工业出版社,2007.1

高等学校电子信息类教材

ISBN 7-121-03361-5

I.高... II.吴... III.高频-电子电路-高等学校-教材 IV.TN710.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 128634 号

责任编辑:窦 昊 特约编辑:王 崧

印 刷:北京冶金大业印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:486 千字

印 次:2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010)68279077;邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

《高频电子线路》是电子、信息、通信类专业重要的技术基础课,随着现代通信技术和无线电技术的发展,高频电子线路的教学内容不断充实,教学体系不断更新与完善。

20世纪70年代初,以清华大学为代表,肖华庭教授组织编写了《高频电路》一书。该书深入浅出,既注重理论分析,讲清物理概念,又注重实践,把过去分散于电子技术各个领域的内容系统化,是一本开创性的高频电路教材。

20世纪70年代后期,有着多年电子技术教学经验的张肃文教授,编写了《高频电子线路》一书。该书贯彻理论联系实际的原则,重视培养学生分析和解决问题的能力,努力用辩证唯物主义观点阐明科学规律。基本概念、基本原理和基本分析与计算方法阐述清晰。

20世纪80~90年代,国家建立了电工电子学实验基地。遵循加强基础、优选内容、理论联系实际和培养学生综合素质的原则,各种新教材应运而生。其中,哈尔滨工程大学吕昌汉教授主编的《高频电子线路》和西安电子科技大学曾兴雯老师主编的《高频电路原理与分析》各具所长,带有明显的时代特点。

目前,高频电子线路理论仍在不断充实与发展中,并且越来越多地应用到其他学科领域和科学技术实践中。

根据教育部高等学校电子信息与电气科学教学指导委员会制订的无线电类专业“电子线路”课程教学基本要求,融合国内外各家之长,在教学过程中不断探索,我们编写了本书,使教学内容更加趋于完整,高频电子线路试题库逐渐充实,高频电子线路精品课网络课程更加完善,网上课堂、网上作业、网上答疑、网上考试等教学形式变得多样、生动,学生学习的积极性和主动性得到充分发挥。

高频电子线路的任务是研究通信系统各单元电路的工作原理、电路分析与基本设计方法。本书共分11章,内容主要包括:噪声与干扰;高频小信号放大器;高频功率放大器;正弦波振荡器;模拟调制和解调;反馈控制系统AGC、AFC、PLL;频率合成技术等。

本书的主要思路是理论联系实际,使学生理解与熟悉高频电子线路各单元电路的组成、工作原理、组件及参数的选择,掌握单元电路的基本设计方法。使学生受到严格的科学思维和科学研究初步训练,逐步培养在电子信息科学与技术、计算机科学与技术及相关领域和行政部门从事科学研究、教学、科技开发、产品设计和工作的能力。本书在内容上具有很强的通用性和选择性,适于本、专科相关专业及非电类专业根据教学大纲的需要选用。同时,也适用于自学,可供从事电子产品开发、设计、生产的科技人员使用和参考。

本书第1章由河南师范大学吴慎山编写;第2章、第8章和第10章由焦作大学李希臣和洛阳师范学院杜鹃编写;第3章、第4章和第6章由河南师范大学李蕾、信阳师范学院戈静和马建忠编写;第5章由河南机电高等专科学校李明和平原大学郭宏亮编写;第7章由河南师范

大学郭彩霞、詹华伟、马涛和新乡医学院秦鑫编写；绪论和第9章由河南科技学院洪新华编写；第11章由河南机电高等专科学校李福勒编写。

吴东芳、吴明芳、聂惠娟、尚江丽、朱明杰、刘珂、陈璞和张岩参加了本书的编写工作。

华东师范大学张永博士统览了全书并从教育学角度进行了润色。

郑州大学王俊峰教授提出了不少建议，河南高远公路养护有限公司汪福卓总工程师提供了许多帮助，在此深表谢意。

洛阳师范学院孙金锋教授、河南科技学院田泽正教授对本书的编写提供了大力支持，深表感谢。

由于时间仓促，且编者水平有限，加之现代通信技术和无线电技术的发展，书中难免存在错误和不足，恳请专家和同行批评指正。

本书是河南省精品课程“高频电子线路”(<http://class.htu.cn/gpdzxl/>)的产品教材，得到河南省精品课程资助。

编著者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010)88254396;(010)88258888

传 真:(010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编:100036

目 录

第 0 章 绪论	(1)
0.1 无线通信系统	(1)
0.1.1 无线电的传播	(1)
0.1.2 无线电波段的划分	(1)
0.1.3 无线通信系统	(2)
0.1.4 高频电子线路的研究内容	(3)
0.2 信号与频谱	(3)
0.2.1 信号的时间特性	(3)
0.2.2 信号的频谱	(4)
0.2.3 频率特性	(4)
0.3 课程简介	(4)
0.3.1 基本概念	(4)
0.3.2 课程的内容	(5)
0.3.3 本课程的特点	(5)
思考题与习题	(5)
第 1 章 高频电子线路基础	(6)
1.1 高频电子线路中的元器件	(6)
1.1.1 高频电子线路中的元器件	(6)
1.1.2 高频电子线路中的有源元器件	(7)
1.2 简单振荡(谐振)回路	(7)
1.2.1 串联谐振回路	(8)
1.2.2 并联谐振回路	(10)
1.2.3 阻抗的串并联等效转换	(14)
1.2.4 串并联谐振回路小结	(15)
1.2.5 抽头接入并联振荡回路	(16)
1.3 耦合振荡回路	(19)
1.3.1 耦合调谐回路的组成	(19)
1.3.2 耦合振荡回路的阻抗与反射阻抗	(20)
1.3.3 耦合振荡回路的频率特性	(21)
思考题与习题	(22)
第 2 章 电路的噪声	(24)
2.1 电路内部的噪声	(24)

2.1.1	电阻的热噪声	(24)
2.1.2	晶体二极管的噪声	(26)
2.1.3	晶体三极管的噪声	(26)
2.1.4	场效应管的噪声	(27)
2.2	电路噪声的计算	(27)
2.2.1	串并联电阻的等效噪声	(27)
2.2.2	电路噪声的表示方法及计算	(28)
2.3	噪声系数	(31)
2.3.1	噪声系数的定义	(31)
2.3.2	噪声系数的表示	(32)
2.3.3	噪声性能的另一表示——噪声温度	(33)
2.3.4	多级放大器的噪声系数	(34)
2.3.5	无源二端口网络的噪声系数	(34)
2.3.6	噪声系数的计算方法	(35)
	思考题与习题	(36)
第3章	高频小信号放大器	(39)
3.1	引言	(39)
3.1.1	高频小信号放大器的功能	(39)
3.1.2	高频小信号放大器的分类	(39)
3.1.3	高频小信号放大器的主要技术指标	(39)
3.2	晶体管的高频参数及 y 参数等效电路	(40)
3.2.1	y 参数等效电路	(40)
3.2.2	混合参数 π 型等效电路	(41)
3.2.3	y 参数的计算	(42)
3.2.4	高频晶体管的高频参数	(43)
3.3	高频晶体管谐振放大器	(45)
3.3.1	单调谐回路谐振放大器的输入与输出导纳	(45)
3.3.2	谐振放大器的分析	(47)
3.3.3	多级单调谐回路谐振放大器	(49)
3.4	参差调谐放大器	(50)
3.4.1	双参差调谐放大器	(50)
3.4.2	三参差调谐放大器	(51)
3.5	谐振放大器的稳定性	(51)
3.5.1	谐振放大器不稳定的分析	(51)
3.5.2	谐振放大器稳定的有关概念	(52)
3.5.3	提高谐振放大器稳定性的措施	(54)
3.6	场效应高频管放大器	(55)
3.6.1	结型场效应管高频放大器	(55)

3.6.2	双栅场效应管高频放大器	(56)
3.7	集成线性宽带放大电路	(56)
3.7.1	线性宽带放大器	(56)
3.7.2	共射-共基宽带放大器	(57)
3.8	各种滤波组件	(58)
3.8.1	石英晶体谐振器	(58)
3.8.2	陶瓷滤波器	(60)
3.8.3	声表面波滤波器	(60)
3.8.4	LC集中选择性滤波器	(63)
	思考题与习题	(63)
第4章	高频功率放大器	(66)
4.1	引言	(66)
4.1.1	高频功率放大器的功能	(66)
4.1.2	高频功率放大器的主要技术指标	(66)
4.1.3	高频功率放大器的分类	(67)
4.2	谐振式高频功率放大器的工作原理	(67)
4.2.1	谐振式高频功率放大器的组成与工作原理	(67)
4.2.2	高频功率放大器的高频效应	(69)
4.3	谐振功率放大器的折线分析法	(69)
4.3.1	集电极余弦脉冲电流的分解	(69)
4.3.2	谐振功率放大器的功率、效率和增益	(73)
4.3.3	高频功率放大器的动态特性	(74)
4.3.4	高频功率放大器的负载特性	(76)
4.3.5	基极调制特性	(77)
4.3.6	集电极调制特性	(78)
4.4	谐振功率放大电路	(80)
4.4.1	谐振功率放大器的直流馈电电路	(80)
4.4.2	匹配网络	(81)
4.4.3	实际电路举例	(83)
4.5	丙类倍频器	(83)
4.5.1	丙类倍频器的分析	(84)
4.5.2	倍频器的优点	(85)
4.6	丁类和戊类高频功率放大器	(85)
4.6.1	电流开关型丁类放大器	(85)
4.6.2	电压开关型丁类放大器	(87)
4.7	宽带高频功率放大器	(88)
4.7.1	高频变压器的结构	(89)
4.7.2	传输线变压器的使用	(89)

4.7.3	宽频带高频功率放大器	(92)
4.8	功率合成	(93)
4.8.1	概述	(93)
4.8.2	功率合成与功率分配	(94)
4.8.3	高频功率放大器小结	(98)
	思考题与习题	(99)
第5章	正弦波振荡器	(106)
5.1	引言	(106)
5.2	反馈型振荡器振荡原理	(106)
5.2.1	反馈型振荡器的组成	(106)
5.2.2	振荡的建立与起振条件	(107)
5.2.3	振荡的平衡和稳定	(108)
5.3	LC 振荡器	(108)
5.3.1	互感耦合振荡电路	(109)
5.3.2	电容反馈振荡电路	(109)
5.3.3	电感反馈振荡电路	(111)
5.4	振荡器的频率稳定原理	(112)
5.4.1	频率稳定度的定义	(112)
5.4.2	振荡器频率稳定度的表达式	(112)
5.4.3	振荡器的稳频措施	(113)
5.5	高性能的 LC 振荡器	(114)
5.5.1	电容三点式振荡电路的稳定性分析	(114)
5.5.2	克拉波振荡电路	(114)
5.5.3	西勒振荡电路	(115)
5.6	晶体振荡电路	(115)
5.6.1	并联型晶体振荡器	(116)
5.6.2	串联型晶体振荡器	(117)
5.7	负阻振荡器	(117)
5.7.1	负阻的概念	(117)
5.7.2	负阻振荡器电路	(118)
5.8	RC 振荡器	(119)
5.8.1	RC 选频网络形式	(119)
5.8.2	文氏电桥振荡器	(120)
	思考题与习题	(121)
第6章	振幅调制	(130)
6.1	引言	(130)
6.1.1	普通调幅	(130)
6.1.2	普通调幅波的功率关系	(132)

6.1.3	抑制载波的双边带调幅信号	(132)
6.1.4	单边带调幅信号	(133)
6.1.5	残留边带调幅	(133)
6.1.6	振幅调制电路的功能	(134)
6.2	低电平调幅电路	(135)
6.2.1	二极管小信号调幅电路	(135)
6.2.2	单二极管开关调幅	(136)
6.2.3	二极管平衡调幅电路	(138)
6.2.4	二极管环形调幅	(139)
6.2.5	模拟乘法器构成的调幅器	(141)
6.3	高电平调幅电路	(143)
6.3.1	集电极调幅	(143)
6.3.2	基极调幅	(146)
6.4	单边带信号的产生	(148)
6.4.1	单边带通信的优点	(148)
6.4.2	单边带信号产生的方法	(149)
	思考题与习题	(150)
第7章	调幅信号的解调	(157)
7.1	引言	(157)
7.1.1	检波电路的功能	(157)
7.1.2	检波电路的技术指标	(157)
7.1.3	检波电路的分类	(158)
7.1.4	检波电路的组成	(159)
7.2	二极管峰值包络检波器	(159)
7.2.1	串联型峰值包络检波	(159)
7.2.2	并联型峰值包络检波	(169)
7.3	二极管平方率检波器	(169)
7.3.1	二极管平方率检波的原理	(170)
7.3.2	二极管平方率检波分析	(170)
7.4	同步检波	(172)
7.4.1	同步检波器的工作原理	(172)
7.4.2	本地载波的产生方法及影响	(173)
7.4.3	叠加型同步检波器	(175)
	思考题与习题	(177)
第8章	角度调制电路	(182)
8.1	引言	(182)
8.1.1	角度调制电路的分类与功能	(182)
8.1.2	角度调制的特点与用途	(182)

8.2	调角波的基本性质	(182)
8.2.1	调角波的数学表示式、瞬时相位和瞬时频率	(182)
8.2.2	调角波的频谱	(185)
8.2.3	调角波的有效带宽	(187)
8.2.4	调角波的基本性质	(188)
8.2.5	调角波的功率	(189)
8.3	调频方法概述	(190)
8.3.1	直接调频	(190)
8.3.2	间接调频	(191)
8.4	变容二极管直接调频电路	(191)
8.4.1	变容二极管	(191)
8.4.2	变容二极管调频	(193)
8.5	石英晶体振荡器直接调频	(197)
8.6	电抗管直接调频电路	(198)
8.6.1	电抗管	(198)
8.6.2	电抗管直接调频电路	(200)
8.7	调相电路	(201)
8.7.1	可变移相法调相电路	(201)
8.7.2	可变时延法调相	(203)
8.7.3	矢量合成法调相	(206)
	思考题与习题	(206)
第 9 章	调角信号的解调	(210)
9.1	引言	(210)
9.1.1	调角信号解调电路的功能	(210)
9.1.2	解调电路的主要技术指标	(210)
9.2	鉴相器	(211)
9.2.1	乘积型鉴相电路	(211)
9.2.2	门电路鉴相器	(215)
9.3	鉴频器	(216)
9.3.1	双失谐回路鉴频器	(217)
9.3.2	相位鉴频器	(219)
9.3.3	比例鉴频器	(223)
9.3.4	相移乘法鉴频器	(225)
9.3.5	脉冲均值型鉴频器(脉冲计数式鉴频器)	(227)
	思考题与习题	(228)
第 10 章	变频与混频电路	(232)
10.1	引言	(232)
10.1.1	变频电路的功能	(232)

10.1.2	混频器的工作原理	(232)
10.1.3	变频器的主要性能指标	(233)
10.2	晶体三极管混频器	(233)
10.2.1	晶体三极管混频器的组成与工作原理	(233)
10.2.2	晶体三极管混频器的等效电路	(235)
10.2.3	晶体管混频电路	(236)
10.3	场效应管混频器	(238)
10.3.1	结型场效应管混频器	(238)
10.3.2	双栅绝缘栅场效应管混频器	(238)
10.4	二极管混频电路	(239)
10.4.1	单二极管开关混频器	(239)
10.4.2	二极管开关平衡混频器	(241)
10.4.3	二极管环形混频器	(242)
10.5	模拟乘法器混频器	(244)
10.6	混频的干扰与失真	(245)
10.6.1	信号与本振的组合频率干扰	(245)
10.6.2	外来信号与本振的组合频率干扰(副波道干扰)	(245)
10.6.3	交叉调制干扰(交调干扰)	(246)
10.6.4	互调干扰	(246)
10.6.5	包络失真和阻塞干扰	(246)
	思考题与习题	(247)
第 11 章	反馈控制电路	(254)
11.1	引言	(254)
11.2	自动增益控制电路	(255)
11.2.1	自动振幅控制电路概述	(255)
11.2.2	自动增益控制电路的工作原理	(256)
11.2.3	自动增益控制电路的分类	(257)
11.2.4	可控增益放大器	(258)
11.2.5	AGC 实用电路	(260)
11.3	自动频率控制电路	(262)
11.3.1	自动频率控制电路	(263)
11.3.2	自动频率控制电路的工作原理	(263)
11.3.3	自动频率控制电路的应用	(264)
11.3.4	自动频率控制实用电路介绍	(265)
11.4	自动相位控制电路(锁相环路)	(266)
11.4.1	自动相位控制电路的组成	(266)
11.4.2	锁相环路的工作原理	(267)
11.4.3	环路“锁定”的基本概念	(272)

11.4.4	锁相技术的应用	(274)
11.4.5	集成锁相环路	(276)
11.5	频率合成器	(278)
11.5.1	频率合成器及其技术指标	(278)
11.5.2	频率合成器的类型	(279)
11.5.3	锁相频率合成器	(281)
11.5.4	集成锁相环频率合成器	(283)
	思考题与习题	(286)
	参考文献	(290)

第0章 绪 论

高频电子线路是通信系统,特别是无线通信系统的基础,其主要任务是研究组成通信系统的各个部分——单元电路(也称功能电路)的组成、工作原理以及电路的分析与设计。

0.1 无线通信系统

0.1.1 无线电的传播

通信、广播电视、导航、雷达、遥测遥控等是利用电磁波来传送信息的,属于无线电通信。无线电通信的主要传播方式是电磁波的无线传播,而无线电的传播特性指的是无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等。无线电信号的传播特性依其所处的波段或频率而不同。

电磁波从发射机天线辐射后,不仅电波的能量会扩散,接收机只能接收到其中极小的一部分,而且在传播过程中,电波的能量会被地面、建筑物或高空的电离层吸收或反射,或在大气层中产生折射或散射,从而造成强度的衰减,这给信号的接收带来了多种途径。

根据无线电波在传播过程所发生的现象,电波的传播方式分为如图 0.1 所示的 4 种,包括:(a)直射(视距);(b)绕射(地波);(c)反射;(d)折射和散射(天波)。决定传播方式的关键因素是无线电信号的波长(频率)以及无线电传播的环境和条件。

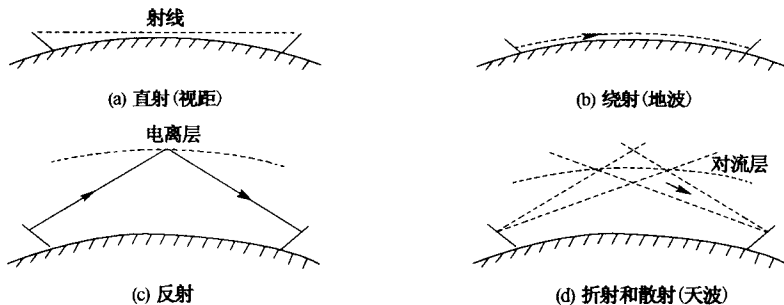


图 0.1 电波的传播方式

0.1.2 无线电波段的划分

无线电信号具有一定的频率和波长。电磁波辐射的波谱很宽,在自由空间中,波长与频率存在关系: $f \cdot \lambda = c$,其中 c 为光在真空中传播的速度。

根据无线电信号的传播特性,无线电波段的划分如表 0.1 所示。不同频段的无线电信号具有不同的分析与实现方法,对于米波以上(含米波, $\lambda \geq 1 \text{ m}$)的电磁波,通常用集总(中)参数来分析以实现;对于米波以下($\lambda < 1 \text{ m}$)的电磁波,用分布参数的方法来分析与实现;而对于微波信号,一般应用电磁场的理论与方法来分析与实现。

表 0.1 无线电波段的划分

波段名称		波长范围	频率范围	频段名称	主要传播方式和用途
长波(LW)		$10^3 \sim 10^4$ m	30 ~ 300 kHz	低频(LF)	地波;远距离通信
中波(MW)		$10^2 \sim 10^3$ m	300 kHz ~ 3 MHz	中频(MF)	地波、天波;广播、通信、导航
短波(SW)		10 ~ 100 m	3 ~ 30 MHz	高频(HF)	天波、地波;广播、通信
超短波(VSW)		1 ~ 10 m	30 ~ 300 MHz	甚高频(VHF)	直线传播、对流层散射;通信、电视广播、调频广播、雷达
微波	分米波(USW)	10 ~ 100 cm	300 MHz ~ 3 GHz	特高频(UHF)	直线传播、散射传播;通信、中继与卫星通信、雷达、电视广播
	厘米波(SSW)	1 ~ 10 cm	3 ~ 30 GHz	超高频(SHF)	直线传播;中继和卫星通信、雷达
	毫米波(ESW)	1 ~ 10 mm	30 ~ 300 GHz	极高频(EHF)	直线传播;微波通信、雷达

0.1.3 无线通信系统

1. 无线通信系统的组成

无线通信(或称无线电通信)的类型很多,可以根据传输方法、频率范围、用途等分类。不同的无线通信系统,其设备组成和复杂程度虽然有较大差异,但基本组成相似。从工作模式和电路组成来分,无线通信系统可分为单工、半双工和双工无线通信。

一个完整的无线通信系统一般由输入换能器、发射设备、传输信道、接收设备、输出换能器等 5 部分组成,如图 0.2 所示。其中,无线电通信的传输信道主要是大气层和真空(自由空间),本书主要研究通信系统的发射设备和接收设备。

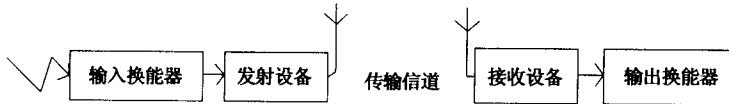


图 0.2 无线通信系统的组成

无线广播系统发射设备组成的方框图如图 0.3 所示。其输入变换器为拾音器(MIC),发射设备由图中的各单元电路组成。

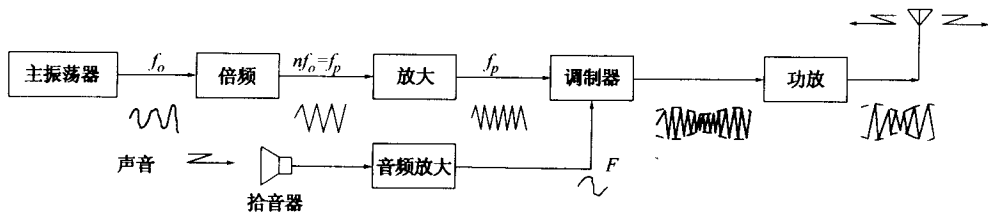


图 0.3 无线广播发射设备的组成

无线广播系统的接收设备广泛使用超外差式接收机,其主要特点是:在选择性回路接收信号的基础上,对通信质量要求较高时,首先要对接收到的信号进行高频放大,以提高无线接收设备的噪声性能。

而在一般情况下,直接对信号进行变频,形成频率固定的中频信号,然后由频率特性固定的中频放大器来完成对接收信号的放大。

当接收到的信号频率改变时,相应改变本地振荡信号频率,即可保持中频频率固定。超外差接收设备组成的方框图如图 0.4 所示。

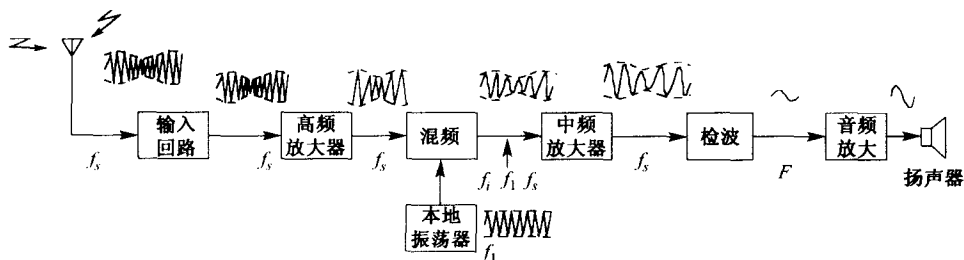


图 0.4 超外差接收设备的组成

2. 通信系统的分类

通信系统有各种分类方法。

(1)按照工作频段分,有长波通信系统、中波通信系统、短波通信系统、超短波通信系统、微波通信系统和卫星通信系统等。所谓工作频率,主要是指发射与接收的射频(RF)频率。射频频率就是载波频率,“高频”是射频的广义语,它是指适合无线电发射和传播的频率。无线通信的发展方向就是开辟更高的频段。

(2)按传输手段分,有无线通信系统、微波通信系统、有线通信系统和光通信系统等。

(3)按照通信方式分,主要有(全)双工通信系统、半双工和单工通信系统。

(4)按照调制方式分,有调幅、调频、调相以及混合调制等。

(5)按照信号类型分,有模拟通信和数字通信,也可以分为话音通信、图像通信、数据通信和多媒体通信等。

不同类型的通信系统,其系统的组成和设备的复杂程度有很大的不同,但是组成设备的功能电路及其工作原理都是相似的。

0.1.4 高频电子线路的研究内容

由通信系统的基本组成可以看出,高频电子线路所研究的各功能电路主要包括:

- (1)高频小信号放大器;
- (2)高频功率放大器;
- (3)高频振荡器;
- (4)混频或变频器;
- (5)调制与解调器;
- (6)反馈控制电路。

此外,选频网络和电路的噪声对通信系统的影响和作用很大,也是高频电子线路研究的基本内容。

0.2 信号与频谱

0.2.1 信号的时间特性

在高频电子线路中,要处理的无线电信号主要有三种:基带(消息)信号、高频载波信号和已调信号。所谓基带信号,就是没有进行调制之前的需发送的携带有信息的信号,称为调制信号。