



大学课程学习与考研
全程辅导系列丛书

名师教案
课堂再现
名师课堂

名师 大课堂

通信电子电路

于洪珍 编著



科学出版社
www.sciencep.com

TN91

61=3

2007

大学课程学习与考研全程辅导系列丛书
名师大课堂

通信电子电路

于洪珍 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共包括 9 章内容,即绪论、小信号调谐放大器、高频调谐功率放大器、正弦波振荡器、振幅调制及其解调、角度调制及其解调、变频器、锁相环路、电噪声及其抑制。每章均分为名师辅导和名师课堂两部分。在名师辅导部分首先列出本章整体的知识结构框图,然后简明扼要列出本章重点与难点。名师课堂部分包括典型例题精解和习题精选。本书还包括三个附录,其中附录 A 为模拟试卷,共 10 套;附录 B 和附录 C 为习题和模拟试卷的答案。

本书重点突出,题目取材广泛,强调解题思路 and 技巧,无论是对教师还是对学生及工程技术人员都有较大的指导和帮助。

图书在版编目(CIP)数据

通信电子电路/于洪珍编著. —北京:科学出版社,2007
(大学课程学习与考研全程辅导系列丛书·名师大课堂)
ISBN 978-7-03-018650-8

I. 通… II. 于… III. 通信-电子电路-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024888 号

责任编辑:马长芳 潘继敏 / 责任校对:纪振红
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>

北京市文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 3 月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1—4 000 字数:330 000

定价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈文林〉)

前 言

“通信电子电路”是电子信息工程与通信工程专业的必修课程，也是相关专业硕士研究生入学考试科目之一。它涉及许多通信理论的知识、通信电路中常用的基本功能部件以及实际电路。本书通过对典型问题的深入分析，阐明了通信系统中带有普遍性的思想方法和重要结论。

本书是科学出版社“大学课程学习与考研全程辅导丛书·名师大课堂系列”之一，是根据信息工程、电子科学与技术 and 无线电等专业对通信电子电路的要求编写而成。

本书共包括 9 章内容，即绪论、小信号调谐放大器、高频调谐功率放大器、正弦波振荡器、振幅调制及其解调、角度调制及其解调、变频器、锁相环路、电噪声及其抑制。每章均分为名师辅导和名师课堂两部分。在名师辅导部分首先列出本章整体的知识结构框图，然后简明扼要地列出本章重点与难点。其中，知识结构框图是对该章内容的综合概括，以利于学生对知识点的整体把握；重点与难点部分对课程中的重点和难点内容进行了系统的阐述和归纳，使读者更进一步理解和掌握本门课程的知识。名师课堂部分包括典型例题精解和习题精选。典型例题精解中，将本章的重要内容通过例题分析给出一个较好的解题思路和解题技巧，可以使读者提高分析问题和解决问题的能力。习题精选中编写了一些难度适中的习题，并附有习题详解和名师提示。

本书还包括三个附录。其中附录 A 为模拟试卷，针对课程期末考试设计三种难度等级（初级、中级、高级）的模拟试卷共 10 套；附录 B 和附录 C 为习题和模拟试卷的答案。通过这些环节，可以帮助读者加深对基本概念的理解和掌握基本的解题方法。

本书既重视理论分析，又注意物理概念，分析计算较为详细，无论是对教师还是对学生及工程技术人员都有较大的指导和帮助。

本书由于洪珍教授主编。于洪珍编写了第 1、3、5~8 章，王刚编写了第 2、4、9 章。

由于编写时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 名师辅导	1
1.1.1 知识结构框图	1
1.1.2 重点	1
1.1.3 难点	4
1.2 名师课堂	4
1.2.1 典型例题精解	4
1.2.2 习题精选	6
第 2 章 小信号调谐放大器	7
2.1 名师辅导	7
2.1.1 知识结构框图	7
2.1.2 重点	8
2.1.3 难点	11
2.2 名师课堂.....	13
2.2.1 典型例题精解	13
2.2.2 习题精选.....	17
第 3 章 高频调谐功率放大器	21
3.1 名师辅导.....	21
3.1.1 知识结构框图	21
3.1.2 重点	22
3.1.3 难点	36
3.2 名师课堂.....	38
3.2.1 典型例题精解	38
3.2.2 习题精选.....	42
第 4 章 正弦波振荡器	45
4.1 名师辅导.....	45
4.1.1 知识结构框图	45
4.1.2 重点	46
4.1.3 难点	49

4.2	名师课堂	50
4.2.1	典型例题精解	50
4.2.2	习题精选	54
第5章	振幅调制及其解调	61
5.1	名师辅导	61
5.1.1	知识结构框图	61
5.1.2	重点	62
5.1.3	难点	75
5.2	名师课堂	78
5.2.1	典型例题精解	78
5.2.2	习题精选	81
第6章	角度调制及其解调	85
6.1	名师辅导	85
6.1.1	知识结构框图	85
6.1.2	重点	86
6.1.3	难点	97
6.2	名师课堂	101
6.2.1	典型例题精解	101
6.2.2	习题精选	106
第7章	变频器	108
7.1	名师辅导	108
7.1.1	知识结构框图	108
7.1.2	重点	109
7.1.3	难点	114
7.2	名师课堂	115
7.2.1	典型例题精解	115
7.2.2	习题精选	118
第8章	锁相环路	120
8.1	名师辅导	120
8.1.1	知识结构框图	120
8.1.2	重点	120
8.1.3	难点	125
8.2	名师课堂	129
8.2.1	典型例题精解	129

8.2.2 习题精选 132

第 9 章 电噪声及其抑制..... 133

9.1 名师辅导 133

9.1.1 知识结构框图 133

9.1.2 重点 133

9.2 名师课堂 135

9.2.1 典型例题精解 135

9.2.2 习题精选 136

附录 A 模拟试卷..... 137

附录 B 习题精选答案与提示 156

附录 C 模拟试卷参考答案 204

参考文献..... 226

第 1 章 绪 论

1.1 名 师 辅 导

1.1.1 知识结构框图

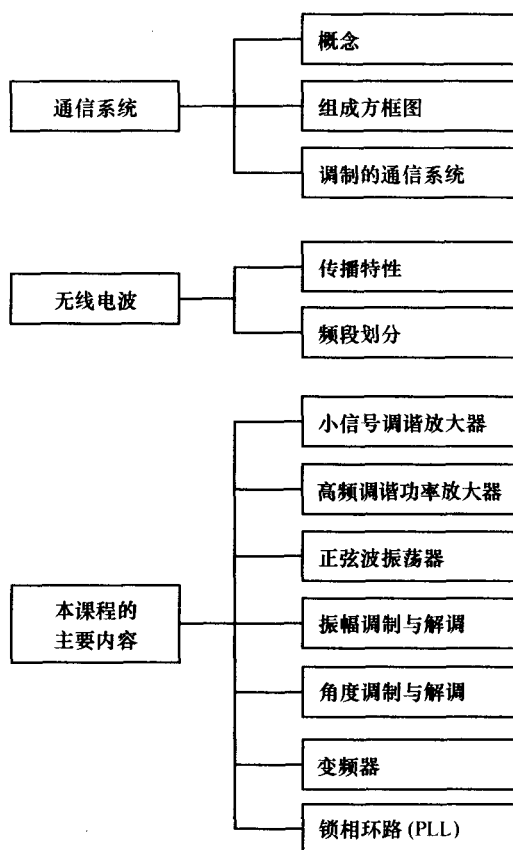


图 1.1 知识结构框图

1.1.2 重点

1. 通信系统的概念

通信的任务是传递信息。传输信息的系统称为“通信系统”。

任何一个通信系统,都是从一个称为信息源的时空点向另一个称为信宿的目的点(用户)传送信息。通信系统是指实现这一通信过程的全部技术设备和信道的总和。通信系

统种类很多,它们的具体设备和业务功能可能各不相同,然而经过抽象和概括,可用图 1.1 所示的基本组成框图表示,所以一个完整的通信系统应包括发信源、发送设备、信道、接收设备和受信装置五部分,如图 1.2 所示。

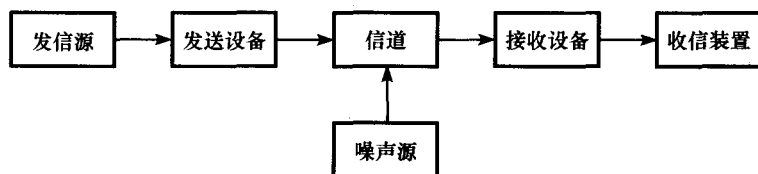


图 1.2 通信系统组成方框图

信道即传输信息的通道,或传输信号的通道。概括起来有两种,即有线信道和无线信道。有线信道包括架空明线、电缆、光缆等,无线信道可以是传输无线电波的自由空间,如地球表面的大气层、水、地下及宇宙空间等。

2. 无线电波的传播特性

无线电波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。不同频段的无线电信号,其传播特性不同。同一信道对不同频率的信号传播特性是不同的。例如,在自由空间媒介里,电磁能量是以电磁波的形式传播的,而不同频率的电磁波却有着不同的传播方式。

传播方式主要有直射传播、绕射(地波)传播、折射和反射(天波)传播及散射传播等。决定传播方式和传播特点的关键因素是无线电信号的频率。例如,1.5MHz 以下的电磁波可以绕着地球的弯曲表面传播,称为地波。又例如,对于 1.5~30MHz 的电磁波,由于频率较高,地面吸收较强,用表面波传播时衰减很快,它主要靠天空中电离层的折射和反射传播,称为天波。再例如,对于 30MHz 以上的电磁波,由于频率很高,表面波的衰减很大,电磁波穿入电离层也很深,它就会穿透电离层传播到宇宙空间而不能反射回来,因此不用表面波和天波传播方式,而主要由发射天线直接辐射至接收天线,沿空间直线传播,称为空间波。由于地球表面的弯曲,空间波传播的距离受限于视距范围。架高发射天线、利用通信卫星可以增大其传输距离。

综上所述,长波信号以地波绕射为主。中波和短波信号可以以地波和天波两种方式传播,不过,前者以地波传播为主,后者以天波(反射和折射)传播为主。超短波以上频段的信号大多以直射方式传播,也可以采用对流层散射的方式传播。

还需要强调说明的是,无线电传播一般采用高频(射频)才适于天线辐射和无线传播。理论和实践都证明:只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时,天线才具有较高的辐射效率。这也是为什么要把低频的调制(基带)信号调制到较高的载频上的原因之一。

3. 无线电的波(频)段的划分

在各种无线电系统中,信息是依靠高频无线电波来传递的,那么应该如何选择高频载波的频率呢? 我们知道,频率从几十千赫至几万兆赫的电磁波都属于无线电波,所以它的频率范围是很宽的,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,即对频率或波长进行分段,称为频段或波段。

无线电波在空间传播的速度是 $3 \times 10^8 \text{ km/s}$ 。电波在一个振荡周期 T 内的传播距离叫波长,用符号 λ 表示。波长 λ 、频率 f 和电磁波传播速度 c 的关系可表示为

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} \tag{1-1}$$

这是电磁波的一个基本关系式。知道了高频振荡的频率 f ,利用式(1-1)就可以算出波长 λ 。如果 c 的单位是 m/s , f 的单位是 MHz ,那么波长的单位就是 m 。

表 1-1 为无线电波的波(频)段划分及其用途表。其中米波和分米波有时合称为超短波。因为不同频段信号的产生、放大和接收的方法不同,传播的方式也不同,因而它们的应用范围也不同。

表 1-1 无线电波的波(频)段划分及其用途表

波段名称	波长范围	频率范围	频段名称	主要用途或场合
超长波	$10^8 \sim 10^4 \text{ m}$	$3 \text{ Hz} \sim 30 \text{ kHz}$	VLF(甚低频)	音频、电话、数据终端
长波	$10^4 \sim 10^3 \text{ m}$	$30 \sim 300 \text{ kHz}$	LF(低频)	导航、信标、电力线通信
中波	$10^3 \sim 10^2 \text{ m}$	$300 \text{ kHz} \sim 3 \text{ MHz}$	MF(中频)	AM 广播、业余无线电
短波	$10^2 \sim 10 \text{ m}$	$3 \sim 30 \text{ MHz}$	HF(高频)	移动电话、短波广播、业余无线电
米波(超短波)	$10 \sim 1 \text{ m}$	$30 \sim 300 \text{ MHz}$	VHF(甚高频)	FM 广播、TV、导航移动通信
分米波	$100 \sim 10 \text{ cm}$	$300 \text{ MHz} \sim 3 \text{ GHz}$	UHF(超高频)	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	$10 \sim 1 \text{ cm}$	$3 \sim 30 \text{ GHz}$	SHF(特高频)	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	$10 \sim 1 \text{ mm}$	$30 \sim 300 \text{ GHz}$	EHF(极高频)	微波通信、雷达、射电天文学

应该指出,各波段的划分是相对的,因为各波段之间并没有显著的分界线,但各个不同波段的特点仍然有明显的差别。例如,从使用的元器件以及电路结构与工作原理等方面来说,中波、短波和米波段基本相同,但它们和微波波段则有明显的区别。前者采用的元件大都是通常的电阻器、电容器和电感线圈等,在器件方面主要采用一般的晶体二极管、三极管、场效应管和线性组件等。而后者采用的元件则是同轴线、光纤和波导等,在器件方面除采用晶体管、场效应管和线性组件外,还需要特殊器件如调速管、行波管、磁控管及其他固体器件。

从表 1-1 中可以看出,频段划分中有一个“高频”段,其频率范围为 $3 \sim 30 \text{ MHz}$ 。这是“高频”的狭义定义。本书涉及的频段是从中频(MF)到超高频(UHF)的频率范围。

4. 调制的通信系统

尽管在实际工作中需要传送的信号是多种多样的。例如,代表话音的信号就是由许多不同频率的低频信号组成;又如风压、风速、水位、瓦斯含量等测量数据的信号,应能反映出不同的数量,但是根据要传送的信号是否要采用调制,可将通信系统分为基带传输和调制传输两大类。

基带传输是将基带信号直接传送,由于从消息变换而来的基带信号通常具有较低的频率(有些资料称载频为高频信号,称基带信号为低频信号),大多不适宜直接在信道中传输,而必须先经过调制。

所谓调制,就是在传送信号的一方(发送端),用所要传送的对象(如话音信号)去控制载波的幅度(或频率或相位),使载波的幅度(或频率或相位)随着要传送的对象信号而变,这里对象信号本身称为“调制信号”,调制后形成的信号称为“已调信号”。调制使幅度变化的称“调幅”,使频率变化的称“调频”,使相位变化的称“调相”。

所谓解调,就是在接收信号的一方(接收端),从收到的已调信号中把调制信号恢复出来。调幅波的解调叫“检波”,调频波的解调叫“鉴频”,解调是其统称。以上介绍的就是三种基本的调制方式——调幅(AM)、调频(FM)和调相(PM)。

调制的通信系统应用广泛。典型的是无线电广播发送和接收系统。

应当指出,尽管要传输的信息多种多样,如声音、图像和数据等,但把它们转换为电信号后,可以归纳为两大类,一类是模拟信号,一类是数字信号。模拟信号是指电信号的某一参量的取值范围是连续的,如话筒产生的话音电压信号,模拟信号通常是时间连续函数,也有时间离散函数的情况,但取值一定是连续的。数字信号是指电信号的某一参量携带着离散信息,其取值是有限个数值,如电报信号、数据信号等。在数字通信系统中,传输的是数字信号。当用数字信号进行调制时,通常称为键控。三种基本的键控方式是振幅键控(ASK)、频率键控(FSK)和相位键控(PSK)。这些将在《通信原理》中进行介绍。

5. 本课程的主要内容

通信电子电路主要内容有:谐振回路、小信号调谐放大器、调谐功率放大器、倍频器、LC 正弦波振荡器、变频器、振幅调制及检波电路、频率调制及鉴频电路、锁相环以及通信电子电路的应用实例。本章着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成,以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

1.1.3 难点

调制的通信系统是本章难点,将通过典型例题无线电广播发射调幅系统的组成方框图、各方框图对应的波形、无线电接收设备组成方框图以及各方框图对应的波形来分析。

1.2 名师课堂

1.2.1 典型例题精解

(1) 无线通信为什么要进行调制?

解 若信号频率为 1kHz,其相应波长为 300km,若采用 $1/4$ 波长的天线,根据

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

可以算出天线长度需要 75km,制造这样的天线是很困难的。因此,为了减少制造天线的困难及与各电台所发射的信号不混淆,需要将语音信号搬移到不同的高频段。这时电信号才能以电磁波形式有效地辐射,这就要求原始电信号必须有足够高的频率。

(2) 画出无线电广播发射调幅系统的组成方框图以及各方框图对应的波形,并说明调制放大器的功能。

解 无线电广播发射调幅系统的组成方框图以及各方框图对应的波形如图 1.3 所示。

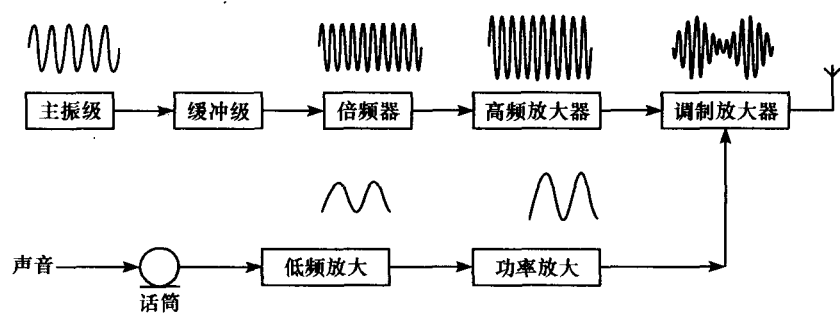


图 1.3 无线电广播发射调幅系统的组成方框图以及各方框图对应的波形

该系统由高频、低频和电源三大部分组成。其中，调制放大器的功能是使高频载波信号幅度按低频信号大小变化，然后经发射天线以电磁波形式向远方辐射。

(3) 画出无线电接收设备目前组成方框图以及各方框图对应的波形，并说明其接收过程。

解 无线电信号的接收过程与发射过程相反。为了提高灵敏度和选择性，无线电接收设备目前都采用超外差式，其组成方框图如图 1.4 所示。

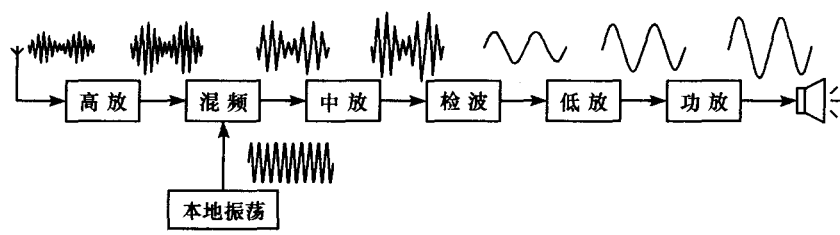


图 1.4 超外差接收机组成方框图以及各方框图对应的波形

其接收过程如下：

从接收天线收到微弱高频调幅信号经输入回路选频后，通过高频放大器放大，送到混频器与本机振荡器所产生的等幅高频信号进行混频，在其输出端得到波形包络形状与输入高频信号的波形相同，但频率由原来高频变化为中频的调幅信号，经中频放大后送到检波器，检出原调制的低频信号，然后再经过低频放大，最后从扬声器还原成原来的声音信息（语言或音乐）。

(4) 画出用矩形波进行调幅时已调波波形。

解 已调波波形如图 1.5 所示。

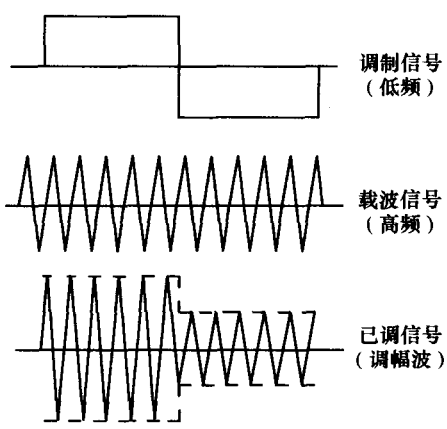


图 1.5

1.2.2 习题精选

1. 在接收设备中,检波器的作用是什么,并绘出检波前后的波形。
2. 在接收设备中,混频器的作用是什么,混频器是怎么组成的,绘出混频前后的波形。
3. FM 广播、TV、导航移动通信各属于哪一波段通信?
4. 中波广播波段的波长范围为 $187\sim 560\text{m}$,为避免相邻电台干扰,两个相邻电台的载频至少要相差 10kHz ,问在此波段中最多能容纳多少电台同时广播?
5. 某混频器使用的是非线性器件,可用幂级数表示为 $i_c = a_0 + a_1 u + a_2 u^2$,设 $u = u_1 + u_2$, $u_1 = \cos 2\pi f_1 t$, $u_2 = \cos 2\pi f_2 t$,若 $f_1 = 600\text{kHz}$, $f_2 = 800\text{kHz}$,问电流中含有哪些频率分量?

第 2 章 小信号调谐放大器

2.1 名师辅导

2.1.1 知识结构框图

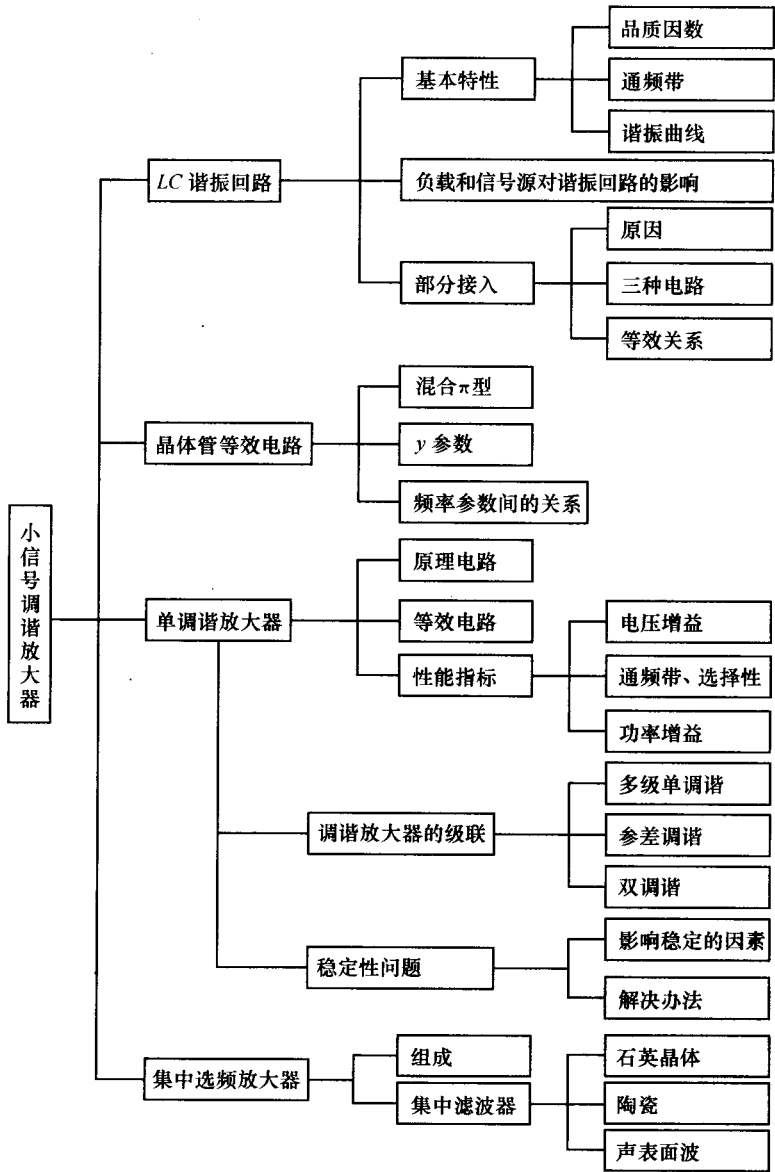


图 2.1 知识结构框图

2.1.2 重点

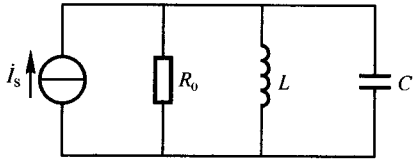
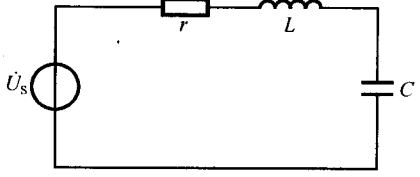
1. LC 谐振回路

谐振回路是通信电子电路中应用最广泛的无源网络,也是构成高频放大器和振荡器的主要部件,在电路中主要完成选频、阻抗变换等功能。LC 谐振回路可分为串联和并联谐振回路两种形式。

(1)串并联谐振回路的基本特性。

为了便于比较,将串并联谐振回路的基本特性列于表 2-1。

表 2-1 串联和并联谐振回路特性比较

	并联谐振回路	串联谐振回路
电路		
谐振频率	$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$
品质因数	回路电阻 R_0 与谐振时的回路感抗值(或容抗值)的比值 $Q = \frac{R_0}{\omega_0 L} = R_0 \omega_0 C$	谐振时的回路感抗值(或容抗值)与回路电阻 r 的比值 $Q = \frac{\omega_0 L}{r} = \frac{1}{\omega_0 C r}$
谐振特性	① 谐振时,回路电抗为 0,阻抗为最大值且为纯阻。在其他频率时,当外加电压的频率 $\omega > \omega_0$ 时,回路呈容性,当 $\omega < \omega_0$ 时,回路呈感性 ② 谐振时,回路电压达到最大值,且与电流 I_s 同相 ③ 谐振时,电感及电容中的电流幅值为外加电流源 I_s 的 Q 倍。并联谐振又称为电流谐振	① 谐振时,回路电抗为 0,阻抗为最小值且为纯阻。在其他频率时,当外加电压的频率 $\omega > \omega_0$ 时,回路呈感性,当 $\omega < \omega_0$ 时,回路呈容性 ② 谐振时回路电流最大,且与外加电压 U_s 同相 ③ 串联谐振时,电感线圈和电容器两端的电压模值大小相等,且等于外加电压的 Q 倍
谐振曲线	$\frac{\dot{U}}{\dot{U}_m} = \frac{1}{1 + jQ \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}$	$\frac{\dot{I}}{\dot{I}_m} = \frac{1}{1 + jQ \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)}$
通频带	$B = f_0 / Q$	$B = f_0 / Q$

(2) 负载和信号源内阻对谐振回路的影响。

下面以并联谐振回路为例,分析信号源和负载对谐振回路的影响,电路如图 2.2 所示。

空载品质因数

$$Q_0 = \frac{R_0}{\omega_0 L}$$

有载品质因数

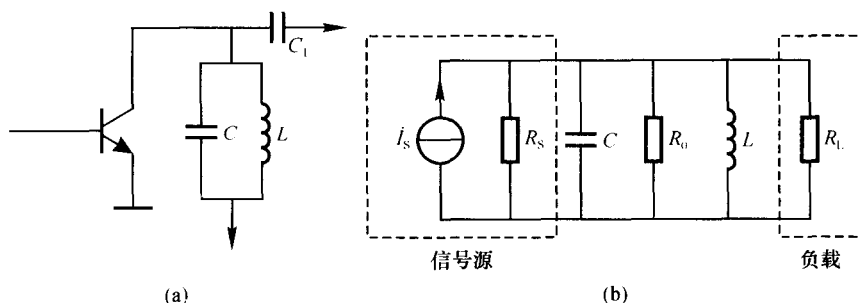


图 2.2 信号源和负载对谐振回路的影响

$$Q_L = \frac{R_s}{\omega_0 L} = \frac{R_0 \parallel R_s \parallel R_L}{\omega_0 L}$$

显然, $Q_L < Q_0$, 为了减小加载影响, 可采用部分接入并联谐振回路。

(3) 谐振回路的接入方式。

为了便于比较, 将三种接入方式的基本特性列于表 2-2。

表 2-2 三种接入方式特性比较

接入方式	原回路	等效(折算)回路	接入系数 n	等效负载
互感变压器			$\frac{N_2}{N_1}$	$R'_L = \frac{1}{n^2} R_L$
自耦变压器			$\frac{N_2}{N_1}$	
电容抽头			$\frac{C_1}{C_1 + C_2}$	

说明:

① $0 < n < 1$, n 越小, R_L 与回路接入部分越少, 对回路影响越小, R'_L 越大。

② 当外接负载不是纯电阻, 包含有电抗成分时, 上述等效变换关系仍适用

$$C'_L = n^2 C_L$$

③ 谐振回路信号源的部分接入的折算方法与上述负载的接入方式相同

$$I'_S = n I_S$$

④ 为区别信号源和负载与回路的接入系数,在信号源和负载均采用部分接入的电路中,规定 n_1 为信号源与回路的接入系数, n_2 为负载与回路的接入系数。

2. 单调谐放大器

(1) 电路。

单调谐放大器电路如图 2.3 所示,图中, L 和 C 组成并联谐振回路。特别注意的是: 谐振回路和晶体管的输出端采用自耦变压器连接,谐振回路和负载采用紧耦合的变压器连接,采用这种接入方式是为了减轻对谐振回路 Q 值的影响。

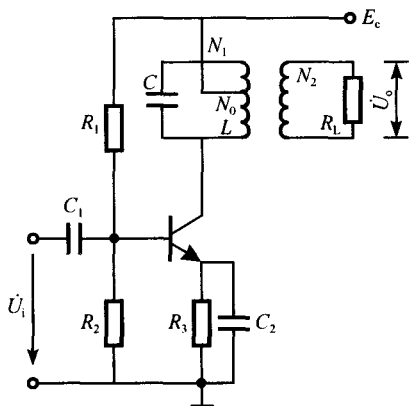


图 2.3 单调谐放大器原理电路

(2) 等效电路。

图 2.4 给出了单管单调谐放大器的高频等效电路,图中,晶体管采用 y 参数等效电路, G_0 是回路本身的谐振电导, n_1 、 n_2 分别是集电极和负载导纳的接入系数。

(3) 电压增益。

$$K_V = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-n_1 n_2 y_{fe}}{g_\Sigma + j\omega C_\Sigma + \frac{1}{j\omega L}}$$

$$= \frac{-n_1 n_2 y_{fe}}{g_\Sigma \left(1 + jQ_L \frac{2\Delta f}{f_0}\right)}$$

式中

$$g_\Sigma = G_0 + n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie}, C_\Sigma = C + n_1^2 C_{oe} + n_2^2 C_{ie}$$

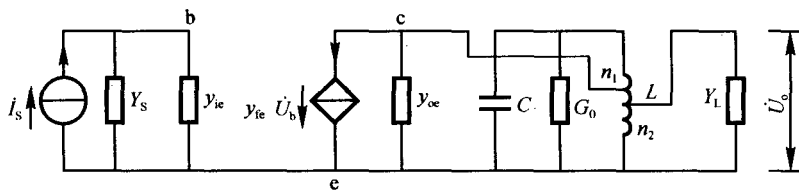


图 2.4 高频等效电路

讨论:

① K_V 是工作频率 f 的函数。

② 当 $\Delta f = 0$ 时

$$K_{V_0} = \frac{-n_1 n_2 y_{fe}}{g_\Sigma} = \frac{-n_1 n_2 y_{fe}}{G_0 + n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie}}$$

“-”号表示输入和输出有 180° 的相位差。此外, y_{fe} 是一个复数,它也有一个相角 φ_{fe} ,因此输入和输出之间的相位差不是 180° ,而是 $180^\circ + \varphi_{fe}$ 。

③ 当频率较低时, $\varphi_{fe} = 0$, $\dot{U}_o$ 和 $\dot{U}_i$ 的相位差才是 180° 。

④ K_{V_0} 与晶体管正向传输导纳 y_{fe} 成正比,与回路的总电导 g_Σ 成反比。

⑤ 当提高 n_1 或 n_2 时,虽有使 K_{V_0} 增大的一面,但同时又有使 Q_L 降低的一面(g_Σ 增大),而 Q_L 的降低可使 K_{V_0} 下降且选择性变坏。因此,既要保证一定的 Q_L 值,又要达到