



高等学校电子信息类规划教材
部 级 重 点 教 材

高频电路

• 沈伟慈 编

HFC

HFC

HFC



西安电子科技大学出版社

[http:// www.xduph.com](http://www.xduph.com)

高等学校电子信息类规划教材

高频电路

沈伟慈 编

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是高等学校电子信息类“九五”规划教材。

全书内容包括绪论, LC 谐振回路, 高频小信号放大电路, 高频功率放大电路, 正弦波振荡器, 频率变换电路的特点及分析方法, 调幅、检波与混频电路, 角度调制与解调电路和反馈控制电路等, 最后以单片调幅/调频收音机为例, 对一个完整的无线电接收系统作了介绍。书末附录是 PSpice 在高频电路分析中的应用实例。

本书在选材和论述方面注重基本原理的阐述和基本分析方法的介绍, 以集成化实用电路为主导, 通过大量典型例题来加深读者对原理和分析方法的理解。每章均有章末小结和难度适当的习题。

本书可作为高等学校应用电子技术专业、通信专业、电子工程专业及其它相近专业的教材, 也可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高频电路/沈伟慈编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2000. 5

高等学校电子信息类规划教材

ISBN 7-5606-0810-8

I. 高… II. 沈… III. 电路, 高频—高等学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 74954 号

责任编辑 杨 兵 钟宏萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电话 (029)8227828 邮编 710071

http: //www. xduph. com E-mail: xdupfxb@pub. xaonline. com

经销 新华书店

印刷 高陵县印刷厂

版次 2000 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 2 次印刷

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.75

字数 364 千字

印数 4 001~8 000 册

定价 16.00 元

ISBN 7-5606-0810-8/TN·0140

* * * 如有印制问题可调换 * * *

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志, 无标志者不得销售。

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作，根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》，我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社、各专业教学指导委员会，在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上，根据当代信息技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求，编制了《1996—2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报，经各学校、出版社推荐，由各专业教学指导委员会评选，并由我部教材办审核确定的。本轮规划教材的编制，注意了将教学改革力度较大、有创新精神、有特色风格的教材，质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需、尚无正式出版的教材优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时，选择了一批对学科发展具有重要意义，反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划，以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足，希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议，以不断提高教材的编写、出版质量，共同为电子信息类专业教材建设服务。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部《1996—2000年全国电子信息类专业教材编审出版规划》，由全国高校大专电子技术专业教学指导委员会编审、推荐，并作为部重点教材出版。

本教材由黑龙江商学院韩行洲教授担任主审，责任编委为桂林电子工业学院王喜成副教授。

本教材的参考学时数为54学时，主要内容包括绪论， LC 谐振回路，高频小信号放大电路，高频功率放大电路，正弦波振荡器，频率变换电路的特点及分析方法，调幅、检波与混频电路，角度调制与解调电路，反馈控制电路，单片调幅/调频收音机介绍等。

LC 谐振回路是高频电子线路中最常用的无源网络，故作为基础知识放在第一章进行讨论。调制、解调与混频电路均为频率变换电路，属于非线性电路范畴，其工作原理和电路结构比较复杂，因此在讨论之前特辟一章对频率变换电路的特点和分析方法专门予以介绍。书中其余各章分别对高频电路中的各种功能电路进行讨论和分析，并在最后一章介绍了一种单片集成调幅/调频收音机，使学生在掌握了各种功能电路的基础上，建立一个集成化接收系统的整体概念，进一步明确系统中各部分之间的联系。

本书在选材和论述方面，注重基本原理的阐述和基本分析方法的介绍，一方面力求避免复杂繁冗的数学推导，另一方面对重要的数学公式和结论也给出了必要的分析思路和由来。在讨论各种功能电路时，以集成电路为主导，并且给出了实用电路的范例，做到理论联系实际，帮助学生更好地了解实用集成电路，看懂电路图，并能具体加以运用。书中大量例题均具有代表性，不但可以帮助学生提高解题能力，还有助于学生理解和掌握一些重要结论和分析方法。计算机辅助分析与设计在高频电子线路中的应用越来越广泛，附录中介绍了用著名的PSpice软件进行部分功能电路分析的几个应用实例，以供参考。

主审韩行洲教授认真仔细地审阅了全部书稿，提出了一些指导性的宝贵意见；责任编委王喜成副教授也审阅了全书，提出了不少宝贵意见，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1999年8月于深圳大学

本书常用符号表

一、基本符号

I, i	电流
U, u	电压
P	功率
R, r	电阻
G, g	电导
X	电抗
B	电纳
Z	阻抗
Y	导纳
L	电感
C	电容
M	互感
A_u	电压增益
G_p	功率增益
t	时间
T	温度
f, F	频率
ω, Ω	角频率
φ	相位
BW	带宽
NF	噪声系数

二、电压、电流

小写 $u(i)$ 、小写下标表示交流电压(电流)瞬时值

大写 $U(I)$ 、大写下标表示直流电压(电流)或平均电压(电流)

小写 $u(i)$ 、大写下标表示包含有直流的电压(电流)瞬时值

大写 $U(I)$ 、小写下标表示交流电压(电流)振幅

三、晶体管

V	晶体三极管, 场效应管, 二极管
U_B	PN 结内建电位差
U_{on}	导通电压

g	伏安特性或转移特性曲线斜率
θ	导通角
I_{DSS}	$u_{GS}=0$ 时场效应管的饱和漏极电流
C_j	结电容

四、谐振回路

Q_0	回路空载品质因数
Q_e	回路有载品质因数
ρ	回路特性阻抗
η	效率
n	接入系数, 匝数比, 变容管的变容指数, 分频比
N	匝数
$R_{e0}(g_{e0})$	回路空载谐振电阻(电导)
$R_{\Sigma}(g_{\Sigma})$	回路有载谐振电阻(电导)
f_0	回路谐振频率, 振荡频率

五、其余

$Z(j\omega) = Z(\omega)e^{j\varphi_z(\omega)}$	阻抗复数值
$\dot{A} = A(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi_z(\omega)}$	复数表达式
T	反馈放大器的环路增益
$T(s)$	闭环传递函数
$T_e(s)$	误差传递函数
M	调制指数
m	变容二极管结电容调制度, 分频比
τ	时间常数
ϵ	相对失谐
ξ	广义失谐, 集电极电压利用系数
ζ	阻尼系数
$K(\omega t)$	开关函数
Q	静态工作点
F	反馈系数
k	比例系数, 玻尔兹曼常数
$K_{0.1}$	矩形系数

目 录

绪 论	1
第 1 章 LC 谐振回路	3
1.1 概述	3
1.2 LC 谐振回路的选频特性	3
1.2.1 并联谐振回路	3
1.2.2 串联谐振回路	6
1.2.3 串、并联谐振回路阻抗特性比较	6
1.3 变压器或 LC 分压式阻抗变换电路	7
1.3.1 自耦变压器电路	8
1.3.2 变压器阻抗变换电路	9
1.3.3 电容分压式电路	9
1.3.4 电感分压式电路	10
1.4 LC 选频匹配网络	11
1.4.1 阻抗电路的串—并联等效转换	11
1.4.2 选频匹配原理	12
1.5 章末小结	14
习题	15
第 2 章 高频小信号放大电路	16
2.1 概述	16
2.2 晶体管高频等效电路	16
2.2.1 混合 π 型等效电路	17
2.2.2 Y 参数等效电路	18
2.2.3 晶体管的高频参数	19
2.3 谐振放大器	20
2.3.1 单管单调谐放大器	20
2.3.2 多级单调谐放大器	23
2.3.3 谐振放大器的稳定性	25
2.4 宽频带放大器	26
2.4.1 单级差分宽频带放大器	26
2.4.2 展宽放大器频带的方法	29
2.5 集中选频放大器	33
2.6 电噪声	35
2.6.1 电阻热噪声	35
2.6.2 晶体管噪声	36
2.6.3 场效应管噪声	37

2.6.4	额定功率和额定功率增益	37
2.6.5	线性四端网络的噪声系数	38
2.6.6	等效输入噪声温度	40
2.7	集成高频放大电路的选用与实例介绍	41
2.8	章末小结	44
	习题	44
第3章	高频功率放大电路	47
3.1	概述	47
3.2	丙类谐振功率放大电路	47
3.2.1	工作原理	47
3.2.2	性能分析	52
3.2.3	直流馈电线路与匹配网络	57
3.3	宽带高频功率放大电路与功率合成电路	59
3.3.1	传输线变压器	60
3.3.2	功率合成	62
3.4	集成高频功率放大电路及应用简介	63
3.5	章末小结	65
	习题	65
第4章	正弦波振荡器	67
4.1	概述	67
4.2	反馈振荡原理	67
4.2.1	并联谐振回路中的自由振荡现象	67
4.2.2	振荡过程与振荡条件	68
4.2.3	反馈振荡电路判断	70
4.2.4	振荡器的频率稳定度	72
4.3	LC 振荡器	73
4.3.1	互感耦合振荡器	73
4.3.2	三点式振荡器	74
4.4	晶体振荡器	81
4.4.1	石英晶体及其特性	81
4.4.2	晶体振荡器电路	83
4.5	压控振荡器	87
4.5.1	变容二极管	87
4.5.2	变容二极管压控振荡器	88
4.5.3	晶体压控振荡器	90
4.6	集成电路振荡器	92
4.6.1	差分对管振荡电路	92
4.6.2	单片集成振荡器电路 E1648	92
4.6.3	运放振荡器	94
4.7	RC 振荡器	94
4.7.1	文氏电桥振荡器	95

4.7.2 RC 相移振荡器	97
4.8 集成高频正弦波振荡电路的选用与实例介绍	97
4.9 章末小结	98
习题	99
第 5 章 频率变换电路的特点及分析方法	103
5.1 概述	103
5.2 非线性元器件频率变换特性的分析方法	103
5.2.1 指数函数分析法	104
5.2.2 折线函数分析法	104
5.2.3 幂级数分析法	105
5.3 频率变换电路的要求与实现方法	106
5.3.1 频率变换电路的分类与要求	106
5.3.2 线性时变工作状态	107
5.3.3 模拟乘法器的频率变换功能	111
5.4 章末小结	111
习题	111
第 6 章 调幅、检波与混频电路(线性频率变换电路)	113
6.1 概述	113
6.2 振幅调制与解调原理	113
6.2.1 普通调幅方式	113
6.2.2 双边带调幅方式	118
6.2.3 单边带调幅方式	119
6.2.4 残留边带调幅方式	121
6.3 调幅电路	122
6.3.1 高电平调幅电路	123
6.3.2 低电平调幅电路	123
6.4 检波电路	126
6.4.1 包络检波电路	126
6.4.2 同步检波电路	132
6.5 混频	132
6.5.1 混频原理及特点	133
6.5.2 混频干扰	133
6.5.3 混频电路	136
6.6 倍频	141
6.6.1 倍频原理及用途	141
6.6.2 晶体管倍频器	142
6.7 实例介绍	142
6.7.1 HA11440 内部的视频检波器	143
6.7.2 MC3361B 中的混频电路	144
6.8 章末小结	145
习题	145

第 7 章 角度调制与解调电路(非线性频率变换电路)	149
7.1 概述	149
7.2 角度调制与解调原理	149
7.2.1 调角信号的时域特性	149
7.2.2 调角信号的频谱	152
7.2.3 调角信号的带宽	153
7.2.4 调角信号的调制原理	155
7.2.5 调角信号的解调原理	156
7.2.6 调频制与调相制比较	157
7.3 调频电路	158
7.3.1 调频电路的主要性能指标	158
7.3.2 直接调频电路	158
7.3.3 间接调频电路	162
7.4 鉴频电路	166
7.4.1 鉴频电路的主要性能指标	166
7.4.2 LC 回路的频幅和频相转换特性	167
7.4.3 斜率鉴频电路	169
7.4.4 相位鉴频电路	171
7.4.5 限幅电路在鉴频中的作用	173
7.5 集成调频、鉴频电路芯片介绍	173
7.5.1 MC2833 调频电路	173
7.5.2 MC3361B FM 解调电路	174
7.5.3 AN5250 电视伴音通道电路	175
7.5.4 TA7680AP 中的伴音通道	175
7.6 章末小结	179
习题	179
第 8 章 反馈控制电路	183
8.1 概述	183
8.2 反馈控制电路的基本原理与分析方法	183
8.2.1 基本工作原理	183
8.2.2 数学模型	184
8.2.3 基本特性分析	186
8.3 自动增益控制电路	186
8.3.1 工作原理	187
8.3.2 主要性能指标	188
8.3.3 电路类型	190
8.3.4 可控增益放大器	191
8.3.5 实用电路介绍	192
8.4 自动频率控制电路	195
8.4.1 工作原理	195
8.4.2 主要性能指标	196

8.4.3 应用	197
8.4.4 实用电路介绍	200
8.5 锁相环路	201
8.5.1 基本原理	201
8.5.2 锁相环路的两种调节过程	203
8.5.3 集成锁相环电路	207
8.5.4 锁相环路的应用	211
8.5.5 集成锁相环电路的选用与实例介绍	216
8.6 章末小结	218
习题	219
第9章 单片调幅/调频收音机介绍	222
9.1 概述	222
9.2 调幅接收电路分析	224
9.3 调频接收电路分析	226
附录 PSpice 在高频电子线路分析中的应用	228
参考文献	239

绪 论

自无线电技术诞生以来，信息传输和信息处理始终是其主要内容。高频电子线路所涉及的正是信息传输和信息处理方面的基本电路。

无线电信息传输系统(或者称为无线电通信系统)是利用无线电波在空间的传播来完成信息的传输。为了保证信息的有效传输，还必须对信息进行必要的处理。其组成方框图如图 0.1 所示。

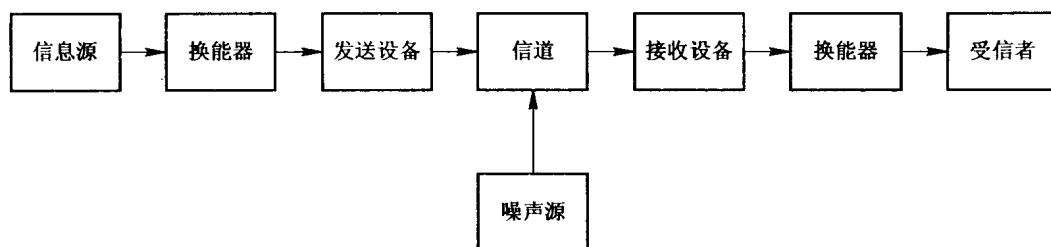


图 0.1 无线电通信系统的组成

信息源是指需要传送的原始信息，如语言、音乐、图像、文字等，一般是非电物理量。原始信息经换能器转换成电信号后，送入发送设备，将其变成适合于信道传输的信号，然后经过天线送入信道传输。在无线电通信系统中，信道便是指大气层或外层空间。信号在传输过程中，不可避免地会受到各种噪声的干扰。噪声按其来源一般可分为外部噪声和内部噪声两大类。外部噪声包括自然界存在的各种电磁波源(闪电、宇宙星体、大气热辐射等)发出的噪声，工业上强力电机与电焊机等工作时造成的工业噪声和其它无线电设备发射的信号等等。内部噪声则是指系统设备本身产生的各种噪声。接收设备把有用信号从众多信号和噪声中选取出来，经换能器恢复出原始信息。以上就是通信的整个过程。

由天线理论可知，要将无线电信号有效地发射出去，天线的尺寸必须和电信号的波长为同一数量级。由原始非电量信息经转换而成的原始电信号一般是低频信号，波长很长。例如音频信号一般仅在 15 kHz 以内，对应波长为 20 km 以上，要制造出相应的巨大天线是不现实的。另外，即使这样巨大的天线能够制造出来，由于各个发射台发射的均为同一频段的低频信号，在信道中会互相重叠、干扰，接收设备也无法选择所要接收的信号。

因此，为了有效地进行传输，必须采用几百千赫兹以上的高频振荡信号作为运载工具，将携带信息的低频电信号“装载”到高频振荡信号上(这一过程称为调制)，然后经天线发送出去。到了接收端后，再把低频电信号从高频振荡信号上“卸取”下来(这一过程称为解调)。其中，未经调制的高频振荡信号称为载波信号，低频电信号称为调制信号，经过调制并携带有低频信息的高频振荡信号称为已调波信号。

采用调制方式以后，由于传送的是高频已调波信号，故所需天线尺寸便可大大缩小。另外，不同的发射台可以采用不同频率的高频振荡信号作为载波，这样在频谱上就可以互

相区分开了。

所谓调制是指用原始电信号去控制高频振荡信号的某一参数，使之随原始电信号的变化规律而变化。而解调就是从高频已调波中恢复原来的调制信号。若采用正弦波信号作为高频振荡信号，由于其主要参数是振幅、频率和相位，因而出现了振幅调制、频率调制和相位调制(后两种合称为角度调制)等不同的调制方式。

图 0.2 给出了无线电通信系统中发送设备与接收设备的方框图。

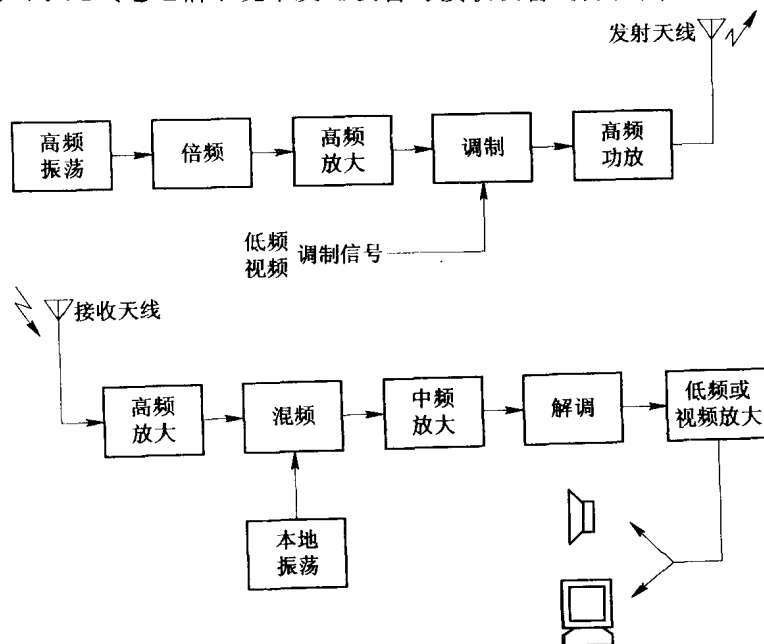


图 0.2 无线电发送、接收系统方框图

由图可见，通信系统所涉及的基本功能电路包括：小信号放大电路、功率放大电路、正弦波振荡电路、调制和解调电路、倍频电路、混频电路等。其中，混频电路起频率变换作用，其输入是各种不同载频的高频已调波信号和本地振荡信号，输出是一种载频较低而且固定(习惯上称此载频为中频)的高频已调波信号(习惯上称此信号为中频信号)。也就是说，混频电路可以把接收到的不同载频的各发射台高频已调波信号变换为同一载频(中频)的高频已调波信号，然后送入中频放大器进行放大。中频放大器由于工作频段较低而且固定，其性能可以做得很好，从而达到满意的接收效果。这种接收方式称为超外差方式。倍频电路的功能是把高频振荡信号或高频已调波信号的频率提高若干倍，以满足系统的需要。

在以上这些基本功能电路中，大部分属于高频电子线路。另外，包括自动增益控制、自动频率控制和自动相位控制(锁相环)在内的反馈控制电路也是高频电子线路所研究的重要对象，因为这是通信系统中必不可少的辅助部分。

在高频电子线路中，大部分是非线性电路，如振荡电路、调制和解调电路、混频电路、倍频电路等。非线性电路必须采用非线性分析方法。非线性微分方程是描述非线性电路的数学模型，但在工程上常采用一些近似分析和求解的方法。

第 1 章

LC 谐振回路

1.1 概 述

LC 谐振回路是高频电路里最常用的无源网络,包括并联回路和串联回路两种结构类型。

利用 LC 谐振回路的幅频特性和相频特性,不仅可以进行选频,即从输入信号中选择出有用频率分量而抑制掉无用频率分量或噪声(例如在选频放大器和正弦波振荡器中),而且还可以进行信号的频幅转换和频相转换(例如在斜率鉴频和相位鉴频电路里)。另外,用 L、C 元件还可以组成各种形式的阻抗变换电路和匹配电路。所以,LC 谐振回路虽然结构简单,但是在高频电路里却是不可缺少的重要组成部分,在本书所介绍的各种功能的高频电路单元里几乎都离不开它。

1.2 LC 谐振回路的选频特性

LC 谐振回路分为并联回路和串联回路两种形式,其中并联回路在实际电路中用途更广,且二者之间具有一定的对偶关系,所以先着重介绍并联回路。

1.2.1 并联谐振回路

图 1.2.1(a)是电感 L、电容 C 和外加信号源 I_s 组成的并联谐振回路。 r 是电感 L 的损耗电阻,电容的损耗一般可以忽略。(b)图是其等效转换电路, g_{e0} 和 R_{e0} 分别称为回路谐振电导和回路谐振电阻。

根据电路分析基础知识,可以直接给出 LC 并联谐振回路的某些主要参数及其表达式:

$$(1) \text{ 回路谐振电导} \quad g_{e0} = \frac{1}{R_{e0}} = \frac{r}{r^2 + (\omega_0 L)^2} \approx \frac{r}{(\omega_0 L)^2} \quad (1.2.1)$$

$$(2) \text{ 回路总导纳} \quad Y = g_{e0} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \quad (1.2.2)$$

$$(3) \text{ 谐振频率} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ 或 } f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (1.2.3)$$

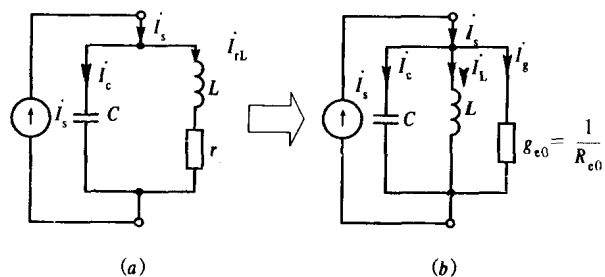


图 1.2.1 LC 并联谐振回路

(4) 回路两端谐振电压
$$U_{00} = \frac{I_s}{g_{e0}} \quad (1.2.4)$$

(5) 回路空载 Q 值
$$Q_0 = \frac{1}{g_{e0}\omega_0 L} = \omega_0 C / g_{e0} \quad (1.2.5)$$

(6) 单位谐振曲线。谐振时，回路呈现纯电导，且谐振导纳最小(或谐振阻抗最大)。回路电压 U 与外加信号源频率之间的幅频特性曲线称为谐振曲线。谐振时，回路电压 U_{00} 最大。任意频率下的回路电压 U 与谐振时回路电压 U_{00} 之比称为单位谐振函数，用 $N(f)$ 表示。 $N(f)$ 曲线称为单位谐振曲线。

$$N(f) = \frac{U}{U_{00}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(2\pi fC - \frac{1}{2\pi fL}\right)^2 / g_{e0}^2}} \quad (1.2.6)$$

由 $N(f)$ 定义可知，它的值总是小于或等于 1。

由式(1.2.3)和式(1.2.5)可得：

$$\begin{aligned} \frac{\omega C - \frac{1}{\omega L}}{g_{e0}} &= \frac{\omega C \omega_0 L - \frac{\omega_0 L}{\omega L}}{g_{e0} \omega_0 L} \\ &= Q_0 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) = Q_0 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right) \end{aligned} \quad (1.2.7)$$

所以
$$N(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}} \quad (1.2.8)$$

定义相对失谐 $\epsilon = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$ ，当失谐不大时，即 f 与 f_0 相差很小时，

$$\epsilon = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} = \frac{(f+f_0)(f-f_0)}{f_0 f} \approx \frac{2(f-f_0)}{f_0} = \frac{2\Delta f}{f_0} \quad (1.2.9)$$

所以
$$N(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2 \left(\frac{2\Delta f}{f_0} \right)^2}} \quad (1.2.10)$$

根据式(1.2.10)可作出单位谐振曲线 $N(f)$ 。该曲线如图 1.2.2 所示。

(7) 通频带、选择性、矩形系数。由图 1.2.2 可知， Q_0 越大，谐振曲线越尖锐，选择性越好。为了衡量回路对于不同频率信号的通过能力，定义单位谐振曲线上 $N(f) \geq \frac{1}{\sqrt{2}}$ 所包含的频率范围为回路的通频带，用 $BW_{0.7}$ 表示。在图上 $BW_{0.7} = f_2 - f_1$ ，取

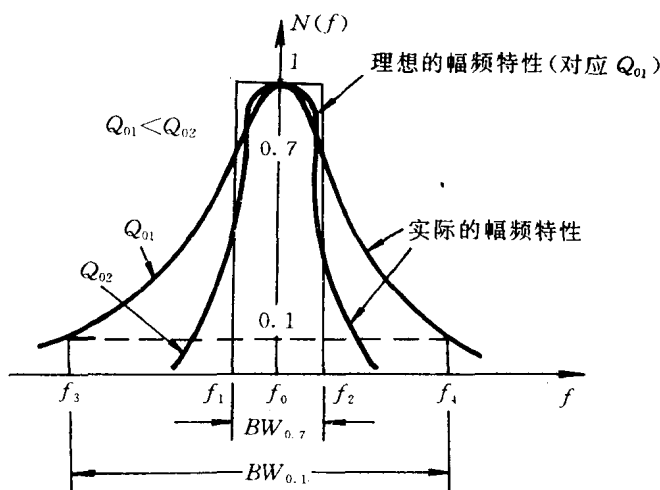


图 1.2.2 单位谐振曲线

$$N(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2 \left(\frac{2\Delta f}{f_0} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

可得

$$Q_0 \frac{2\Delta f}{f_0} = \pm 1$$

即

$$Q_0 \frac{2(f_2 - f_0)}{f_0} = 1 \quad (1.2.11)$$

$$Q_0 \frac{2(f_1 - f_0)}{f_0} = -1 \quad (1.2.12)$$

将式(1.2.11)减去式(1.2.12), 可得到:

$$Q_0 \frac{2(f_2 - f_1)}{f_0} = 2$$

所以

$$BW_{0.7} = f_2 - f_1 = \frac{f_0}{Q_0} \quad (1.2.13)$$

可见, 通频带与回路 Q 值成反比。也就是说, 通频带与回路 Q 值(即选择性)是互相矛盾的两个性能指标。选择性是指谐振回路对不需要信号的抑制能力, 即要求在通频带之外, 谐振曲线 $N(f)$ 应陡峭下降。所以, Q 值越高, 谐振曲线越陡峭, 选择性越好, 但通频带却越窄。一个理想的谐振回路, 其幅频特性曲线应该是通频带内完全平坦, 信号可以无衰减通过, 而在通频带以外则为零, 信号完全通不过, 如图 1.2.2 所示宽度为 $BW_{0.7}$ 、高度为 1 的矩形。为了衡量实际幅频特性曲线接近理想幅频特性曲线的程度, 提出了“矩形系数”这个性能指标。

矩形系数 $K_{0.1}$ 定义为单位谐振曲线 $N(f)$ 值下降到 0.1 时的频带范围 $BW_{0.1}$ 与通频带 $BW_{0.7}$ 之比, 即:

$$K_{0.1} = \frac{BW_{0.1}}{BW_{0.7}} \quad (1.2.14)$$

由定义可知, $K_{0.1}$ 是一个大于或等于 1 的数, 其数值越小, 则对应的幅频特性越理想。

例 1.1 求并联谐振回路的矩形系数。