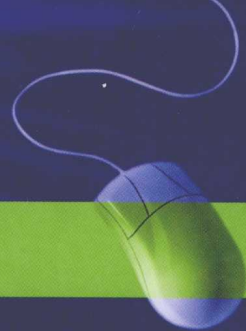


计 算 机 系 列 教 材



电子类专业实验指导书

主 编 王春波



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图例(图例)目录(图例)

计算机系列教材

电子类专业实验指导书

主 编 王春波

副主编 周艳玲 余 鹏 高 榕 王立谦 肖若愚
尤新华 朱光波 余 静 李 欣



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子类专业实验指导书/王春波主编. —武汉:武汉大学出版社,2009.9
计算机系列教材

ISBN 978-7-307-07248-0

I. 电… II. 王… III. 电子技术—实验—高等学校—教学参考资料
IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 134787 号

责任编辑:林 莉 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:通山金地印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:35.5 字数:893 千字

版次:2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-07248-0/TN·38 定价:48.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

计算机系列教材编委会

主 任：王化文，武汉科技大学中南分校信息工程学院院长，教授
编 委：（以姓氏笔画为序）

万世明，武汉工交职业学院计算机系主任，副教授

王代萍，湖北大学知行学院计算机系主任，副教授

龙 翔，湖北生物科技职业学院计算机系主任

张传学，湖北开放职业学院理工系主任

陈 晴，武汉职业技术学院计算机技术与软件工程学院院长，副教授

何友鸣，中南财经政法大学武汉学院信息管理系教授

杨宏亮，武汉工程职业技术学院计算中心

李守明，中国地质大学（武汉）江城学院电信学院院长，教授

李晓燕，武汉生物工程学院计算机系主任，教授

吴保荣，湖北经济学院管理技术学院信息技术系主任

明志新，湖北水利水电职业学院计算机系主任

郝 梅，武汉商业服务学院信息工程系主任，副教授

黄水松，武汉大学东湖分校计算机学院，教授

曹加恒，武汉大学珞珈学院计算机科学系，教授

章启俊，武汉商贸学院信息工程学院院长，教授

郭盛刚，湖北工业大学工程技术学院，主任助理

谭琼香，武汉信息传播职业技术学院网络系

戴远泉，湖北轻工职业技术学院信息工程系副主任，副教授

执行编委：林 莉，武汉大学出版社计算机图书事业部主任

支 笛，武汉大学出版社计算机图书事业部编辑



序

近五年来,我国的教育事业快速发展,特别是民办高校、二级分校和高职高专发展之快、规模之大是前所未有的。在这种形势下,针对这类学校的专业培养目标和特点,探索新的教学方法,编写合适的教材成了当前刻不容缓的任务。

民办高校、二级分校和高职高专的目标是面向企业和社会培养多层次的应用型、实用型和技能型的人才,对于计算机专业来说,就要使培养的学生掌握实用技能,具有很强的动手能力以及从事开发和应用的能力。

为了满足这种需要,我们组织多所高校有丰富教学经验的教师联合编写了面向民办高校、二级分校和高职高专学生的计算机系列教材,分本科和专科两个层次。本系列教材的特点是:

1. 兼顾系统性和先进性。教材既注重了知识的系统性,以便学生能够较系统地掌握一门课程,同时对于专业课,瞄准当前技术发展的动向,力求介绍当前最新的技术,以提高学生所学知识的可用性,在毕业后能够适应最新的开发环境。

2. 理论与实践结合。在阐明基本理论的基础上,注重了训练和实践,使学生学而能用。大部分教材编写了配套的上机和实训教程,阐述了实训方法、步骤,给出了大量的实例和习题,以保证实训和教学的效果,提高学生综合利用所学知识解决实际问题的能力和开发应用的能力。

3. 大部分教材制作了配套的多媒体课件,为教师教学提供了方便。

4. 教材结构合理,内容翔实,力求通俗易懂,重点突出,便于讲解和学习。

诚恳希望读者对本系列教材缺点和不足提出宝贵的意见。

编委会

2005年8月8日



前言

实验是教学中的一个重要环节。对巩固和加深课堂教学内容,提高学生实际工作技能,培养科学作风,为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础具有重要作用。为适应高等院校培养应用型人才和教学改革不断深入的需要,我们在多年的教学实践和教学改革的基础上,编写了这本相应的实验指导书。

本书为实验教学类用书,是工科电子类专业学生学习电信工程和电子科学与技术系列课程的实验指导书,实验教材的内容涉及高频电路、微机原理与接口技术、单片机原理与应用、可编程序控制器原理及应用、EDA、信号与线性系统、通信原理和传感器(检测与转换)技术,共选编实验 128 个,其中综合性实验 16 个。根据专业和学时的不同,可对实验内容进行不同的组合,以满足不同专业不同学识对实验教学的需要。

本次编写力求理论联系实际,使学生能受到电子及电信专业的基本技能训练,以培养学生分析问题和解决问题的能力。本书由湖北大学知行学院王春波主编,其中“高频电路实验指导部分”由湖北大学知行学院周艳玲编写。“微机原理与接口技术实验指导部分”由湖北大学知行学院余鹏编写,“单片机原理与应用实验指导部分一、二、三”分别由湖北大学知行学院高榕、中国地质大学江城学院王立谦、武汉科技大学中南分校肖若愚编写,“可编程序控制器原理及应用指导部分”由湖北大学知行学院尤新华和中南分校朱光波编写,“信号与系统”和“通信原理实验指导部分”由湖北大学知行学院余静编写,“传感器(检测与转换)实验指导部分”由湖北大学知行学院李欣编写,最后由王春波主审定稿,限于时间和编者水平,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第一部分 高频电路实验指导

实验一	LC 串并联谐振回路特性实验	3
实验二	高频小信号调谐放大器实验	10
实验三	二极管的双平衡混频器	15
实验四	模拟乘法混频	20
实验五	三点式正弦波振荡器	24
实验六	非线性丙类功率放大器实验	28
实验七	集电极调幅实验	35
实验八	模拟乘法器调幅 (AM、DSB、SSB)	39
实验九	包络检波及同步检波实验	44
实验十	中波调幅发射机组装及调试	50
实验十一	超外差中波调幅接收机	52

第二部分 微机原理与接口技术实验指导

实验一	定时 / 计数器	61
实验二	8259 单级中断控制器	63
实验三	8255A 并行口 (一)	65
实验四	8255A 并行口 (二)	67
实验五	步进电机控制	69
实验六	用 8253 和 8259 设计电子表	71
实验七	D/A 转换实验	73
实验八	A/D 转换实验	75

第三部分 单片机原理与应用实验指导一

实验一	熟悉实验平台	79
实验二	信号灯的控制	81
实验三	外部中断实验	83
实验四	定时器实验	85
实验五	中断控制信号灯实验	87
实验六	串口自发自收实验	90



实验七	步进电机控制实验	92
实验八	A/D 转换	94
实验九	串行通信实验	96
实验十	单片机与 PC 通信实验	98

第四部分 单片机原理与应用实验指导二

实验一	MCS-51/MCS-52 单片机的跑马灯的硬软件设计	103
实验二	MCS-51/MCS-52 单片机键盘控制及键号显示电路的软硬件设计	107
实验三	MCS-51/MCS-52 单片机控制直流电机转速电路的软硬件设计	111
实验四	MCS-51/MCS-52 单片机转速计数控制电路的软硬件设计	115
实验五	MCS-51/MCS-52 单片机控制步进电机转速的硬软件设计	118

第五部分 单片机原理与应用实验指导三

实验一	系统认识	125
实验二	运算类实验	140
实验三	多字节乘法运算程序设计	142
实验四	十六进制数转换为 ASCII 码	145
实验五	二进制转换为 BCD 码	148
实验六	数据排序实验	150
实验七	布尔操作实验	152
实验八	逻辑运算实验	156
实验九	P1 口应用实验之一	158
实验十	P1 口应用实验之二	160
实验十一	定时器实验	162
实验十二	计数器实验	164
实验十三	串并转换实验	166
实验十四	串口自收自发实验	168
实验十五	数码管显示	171
实验十六	键盘扫描显示实验	175
实验十七	D/A 转换实验	178
实验十八	A/D 转换实验	181
实验十九	直流电机的转速控制	184
实验二十	步进电机控制实验	186

第六部分 可编程序控制器原理及应用 (PLC) 实验指导

实验一	基本指令的编程练习	191
实验二	四节传送带的模拟	196

实验三	自动配料系统的模拟	202
实验四	十字路口交通灯控制的模拟	206
实验五	装配流水线控制的模拟	210
实验六	水塔水位控制	214
实验七	天塔之光	216
实验八	机械手动作的模拟	220
实验九	液体混合装置控制的模拟	224
实验十	五相步进电动机控制的模拟	228
实验十一	LED 数码显示控制	232
实验十二	喷泉的模拟控制	238
实验十三	温度 PID 控制	240
实验十四	三层电梯控制系统的模拟	244
实验十五	四层电梯控制系统的模拟	250
实验十六	五层电梯控制系统的模拟	257
实验十七	轧钢机控制系统模拟	260
实验十八	邮件分拣系统模拟	262
实验十九	运料小车控制模拟	265
实验二十	舞台灯光的模拟	270
实验二十一	加工中心模拟系统控制	275

第七部分 EDA 实验指导一

实验一	译码器系列	285
实验二	数据比较器系列	289
实验三	数据选择器系列	292
实验四	2 位十进制数字频率计	296
实验五	计数器系列	300
实验六	基本触发器系列	302
实验七	数码管显示控制系列	304
实验八	Moore 型有限状态机的设计	307
实验九	8 人抢答器	311
实验十	交通灯实验	313
附	初步认识实验箱	315

第八部分 EDA 实验指导二

实验一	1 位全加器的设计	339
实验二	四位全加器的设计	341
实验三	3~8 线译码器	346
实验四	开关量控制实验	349

实验五	2 选 1 和 4 选 1 多路选择实验	354
实验六	LED 数码显示时钟实验	360
实验七	彩灯实验	371
实验八	八位十进制频率计实验	376
实验九	A/D 转换实验	383
附录一		393
附录二		399
附录三		401

第九部分 信号与系统实验指导

实验一	函数信号发生器	409
实验二	数字式交流毫伏表	414
实验三	频率计	416
实验四	扫频源	418
实验五	常用信号分类与观察	421
实验六	零输入响应零状态响应	425
实验七	信号分解与合成	428
实验八	信号的采样与恢复	433
实验九	无失真传输系统	438
实验十	模拟滤波器的分析	441
实验十一	二阶网络函数的模拟	447
实验十二	二阶系统特性测量	452
实验十三	二阶系统状态轨迹的分析	456
附录	实验系统概述	461

第十部分 通信原理实验指导

实验一	抽样定理与 PAM 调制解调实验	469
实验二	增量调制编译码系统实验	472
实验三	脉冲编码调制 PCM 与解调实验	480
实验四	话音 PCM 系统实验	487
实验五	眼图测试实验	489
实验六	ASK 调制解调实验	493
实验七	FSK 调制解调实验	504
实验八	PSK/QPSK 调制解调实验	509

第十一部分 传感器（检测与转换）实验指导

实验一	电阻式传感器的单臂电桥性能实验	517
-----	-----------------	-----

实验二	电阻式传感器的半桥性能实验	520
实验三	电阻式传感器的全桥性能实验	522
实验四	变面积式电容传感器特性实验	524
实验五	差动式电容传感器特性实验	527
实验六	差动变压器的特性实验	529
实验七	自感式差动变压器的特性实验	531
实验八	光电式传感器的转速测量实验	533
实验九	接近式霍尔传感器实验	536
实验十	涡流传感器的位移特性实验	538
实验十一	温度传感器及温度控制实验(AD590)	540
实验十二	超声波传感器的位移特性实验	543

附 录

附录一	计算机数据采集系统的使用说明	547
附录二	检测与转换技术(传感器)实验台使用手册	549

第一部分 高频电路实验指导



实验一 LC 串并联谐振回路特性实验



一、实验目的

1. 掌握 LC 振荡回路的谐振原理。
2. 掌握 LC 串并联谐振回路的谐振特性。
3. 掌握 LC 串并联谐振回路的选频特性。

二、实验内容

观测 LC 串并联谐振回路的通频带。

三、实验仪器

- | | |
|----------|-----|
| 1. 信号源模块 | 1 块 |
| 2. 频率计模块 | 1 块 |
| 3. 1 号板 | 1 块 |
| 4. 双踪示波器 | 1 台 |

四、基本原理和实验电路

(一) 基本原理

在高频电子电路中,用选频网络选出我们需要的频率分量和滤除不需要的频率分量。通常,在高频电子线路中应用的选频网络分为两大类。第一类是由电感和电容元件组成的振荡回路(也称谐振回路),它又可以分为单振荡回路以及耦合振荡回路;第二类是各种滤波器,如 LC 滤波器、石英晶体滤波器、陶瓷滤波器和声表面波滤波器等。本实验主要介绍第一类振荡回路。

1. 串联谐振回路。

信号源与电容和电感串联,就构成串联振荡回路。电感的感抗值(ωL)随信号频率的升高而增大,电容的容抗值 $[1/(\omega C)]$ 则随信号频率的升高而减小。与感抗或容抗的变化规律不同,串联振荡回路的阻抗在某一特定频率上具有最小值,而偏离特定频率时的阻抗将迅速增大,单振荡回路的这种特性称为谐振特性,这个特定的频率称为谐振频率。

图 1-1-1 为电感 L 、电容 C 和外加电压 U_s 组成的串联谐振回路。图中 R 通常是电感线圈

损耗的等效电阻，电容损耗很小，一般可以忽略。

保持电路参数 R 、 L 、 C 值不变，改变外加电压 U_s 的频率，或保持 U_s 的频率不变，而改变 L 或 C 的数值，都能使电路发生谐振（回路中电流的幅度达到最大值）。

在某一特定角频率 ω_0 时，若回路电抗满足下列条件

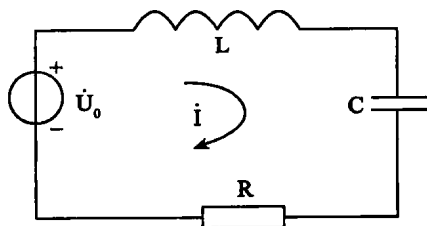


图 1-1-1 串联振荡回路

$$X = \omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0 \quad (1-1-1)$$

则电流 $I = I_0 = \frac{U_s}{R}$ 为最大值，回路发生谐振。上式称为串联谐振回路的谐振条件。

回路发生串联谐振的角频率 ω_0 和频率 f_0 分别为

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1-1-2)$$

将式 (1-1-2) 代入式 (1-1-1)，得

$$\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot L = \sqrt{\frac{L}{C}} = \rho \quad (1-1-3)$$

我们把谐振时的回路感抗值（或容抗值）与回路电阻 R 的比值称为回路的品质因数，以 Q 表示，简称 Q 值，则得

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{\rho}{R} \quad (1-1-4)$$

若考虑信号源内阻 R_s 和负载电阻 R_L 后，串联回路的电路如图 1-1-2 所示。由于 R_s 和 R_L 的接入使回路 Q_L 值下降，串联回路谐振时的等效品质因数表示为 $Q_L = \frac{\omega_0 L}{R + R_s + R_L}$ 。

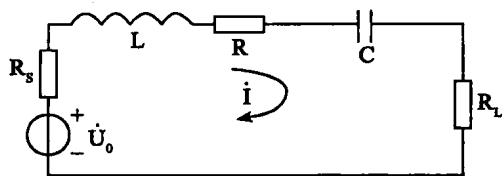


图 1-1-2 考虑 R_s 和 R_L 后的串联振荡回路



图 1-1-3 为串联振荡回路的谐振曲线, 由图可见, 回路的 Q_L 值越高, 谐振曲线越尖锐, 对外加电压的选频作用愈显著, 回路的选择性就愈好。因此, 回路 Q_L 值的大小可说明回路选择性的好坏。

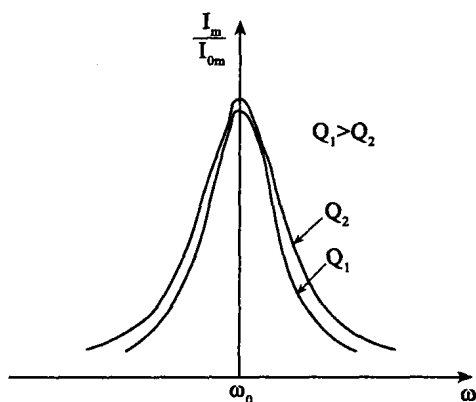


图 1-1-3 串联振荡回路的谐振曲线

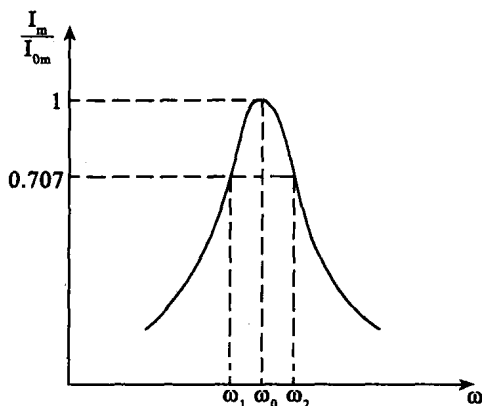


图 1-1-4 串联振荡回路的通频带

当回路的外加信号电压的幅值保持不变, 频率改变为 $\omega = \omega_1$ 或 $\omega = \omega_2$, 此时回路电流等于谐振值的 $1/\sqrt{2}$ 倍, 如图 1-1-4 所示。 $\omega_2 - \omega_1$ 称为回路的通频带, 其绝对值 (用 $2\Delta\omega_{0.7}$ 或 $2\Delta f_{0.7}$ 表示) 为

$$2\Delta\omega_{0.7} = \omega_2 - \omega_1 \text{ 或 } 2\Delta f_{0.7} = f_2 - f_1 \quad (1-1-5)$$

式 (1-1-5) 中 ω_1 (或 f_1) 和 ω_2 (或 f_2) 为通频带的边界角频率 (或边界频率)。在通频带的边界角频率 ω_1 和 ω_2 上, $I_m/I_{0m} = 1/\sqrt{2}$ 。这时, 回路所损耗的功率为谐振时的一半 (功率与回路电流的平方成正比例), 所以这两个特定的边界频率又称为半功率点。

2. 并联谐振回路。

串联谐振回路适用于信号源内阻等于零或很小的情况 (恒压源), 如果信号源内阻很大, 采用串联谐振回路将严重降低回路的品质因数, 使串联谐振回路的选择性显著变坏 (通频带过宽)。在这种情况下, 宜采用并联谐振回路。

并联谐振回路是指电感线圈 L 、电容器 C 与外加信号源相互并联的振荡电路, 如图 1-1-5 所示。由于电容器的损耗很小, 可以认为损耗电阻集中在电感支路中。

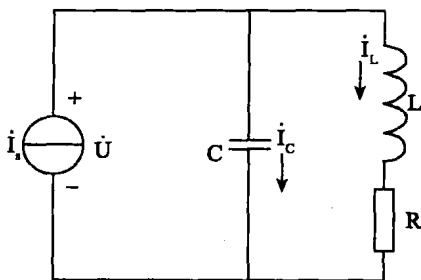


图 1-1-5 并联振荡回路

并联振荡回路两端间的阻抗为:

$$Z = \frac{(R+j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R+j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{(R+j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R+j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} \quad (1-1-6)$$

在实际应用中通常满足 $\omega L \gg R$ 的条件, 因此,

$$Z \approx \frac{\frac{L}{C}}{R+j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} = \frac{1}{\frac{CR}{L} + j(\omega C - \frac{1}{\omega L})} \quad (1-1-7)$$

并联振荡回路的导纳 $Y=G+jB=1/Z$, 由式 (1-1-7) 得

$$Y=G+jB=\frac{CR}{L} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \quad (1-1-8)$$

式中, $G=\frac{CR}{L}$ 为电导, $B=\omega C - \frac{1}{\omega L}$ 为电纳。

因此, 并联振荡回路电压的幅值为:

$$U_m = \frac{I_{sm}}{|Y|} = -\frac{I_{sm}}{\sqrt{G^2+B^2}} = \frac{I_{sm}}{\sqrt{\left(\frac{CR}{L}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} \quad (1-1-9)$$

由式 (1-1-9) 可见, 当回路导纳 $B=0$ 时, $\dot{U}=\dot{U}_0=\frac{L}{CR}\dot{I}_s$, 回路电压 $\dot{U}_0$ 与电流 $\dot{I}_s$ 同相。

我们把并联振荡回路的这种状态叫做并联回路对外加信号源频率发生并联谐振。

由并联振荡回路电纳 $B=\omega_p C - \frac{1}{\omega_p L}=0$ 的并联谐振条件, 可以导出并联回路谐振角频率

ω_p 和谐振频率 f_p 分别为:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1-1-10)$$

当 $\omega L \gg R$ 的条件不满足时, 并联谐振回路的谐振角频率为:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \quad (1-1-11)$$

在并联谐振时, 把回路的感抗值 (或容抗值) 与电阻的比值称为并联振荡回路的品质因数记为 Q_p , 即

$$Q_p = \frac{\omega_p L}{R} = \frac{1}{\omega_p CR} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1-1-12)$$

考虑信号源内阻和负载电阻 R_s 和负载电阻 R_L 时, 并联谐振回路的等效电路如图 1-1-6