

# 电工与电子技术

## 实验指导书

主 编 蔡 灏

副主编 李 平 李志勇 湛海霞



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

TM-33

28

# 电工与电子技术 实验指导书

主 编 蔡 灏

副主编 李 平 李志勇 湛海霞



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书是根据电工与电子技术课程教学的基本要求,在基于智能电工电子实验平台的基础上编写的非电类各专业的实验教学用书,能满足工科院校非电类专业学生对《电工学》课程实验的要求。主要内容包括常用电工仪表、电子仪器的正确使用,  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联谐振电路,三相交流电路,单管交流电压放大电路,集成运算放大电路,触发器及其应用,计数器及其应用等电工基础、模拟电子、数字电子三部分共二十六个实验。

本书可作为高等院校电工学、电工与电子技术课程的配套实验指导书,也可作为非电类专业相关课程的实验教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验指导书/蔡灏主编. —北京:中国电力出版社, 2005.8

ISBN 7 - 5083 - 3557 - 0

I. 电 ... II. 蔡 ... III. ①电工技术 - 实验 - 高等学校 - 教学参考资料 ②电子技术 - 实验 - 高等学校 - 教学参考资料  
IV. ①TM - 33②TN - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 096407 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2005 年 9 月第一版 2006 年 2 月北京第二次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 8.5 印张 188 千字

印数 2001—3500 册 定价 18.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 前言

为配合当前高等教育的不断深化改革，要求大幅度提高大学生的实践能力，结合高等院校的智能电工电子实验设备和计算机网络教育。本书按照国家教委高校《电工学》课程的基本要求，编写了包括电工基础、模拟电子、数字电子三部分实验，可满足工科院校非电专业学生对《电工学》课程实验的基本要求。该书包括基础性、设计性、综合性和研究性实验。每个实验都包含有明确的实验目的、实验原理说明、实验设备、实验内容、注意事项、预习与思考题、实验报告要求。并力图在实际操作中体现硬件与软件相结合，学生可以先通过计算机仿真，将实物实验与虚拟仿真实验相结合，充分利用计算机的辅助分析功能。管理上实现真正意义上的计算机无人管理和计算机统一标准评分。

该书在内容上注重对学生实验技能、基本设计思想的训练。并通过新技术、新知识的应用，对实验现象的观测，实验数据的采集、计算处理和误差分析，以及对实验结果的可靠程度和存在的问题进行有效地分析和正确地判断，培养学生严肃认真、实事求是的科学态度。

本书由蔡灏任主编，李平、李志勇、谌海霞任副主编，刘佳宇等教师参与编写。本书在编写过程中，得到长沙理工大学电气与信息工程学院领导和电工电子实验中心全体教师的大力支持，并提出许多宝贵意见，在此谨致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2005年7月于长沙



前言

<b>第一部分 电工基础实验</b> .....	1
实验一 常用电工仪表、电子仪表的正确使用 .....	1
实验二 叠加原理与戴维宁定理 .....	5
实验三 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 串联谐振电路 .....	9
实验四 $RL$ 串联电路及功率因数的提高 .....	12
实验五 三相交流电路 .....	15
实验六 一阶 $RC$ 电路过渡过程的研究 .....	19
实验七 三相异步电动机正、反转控制电路 .....	23
实验八 单相铁心变压器特性的测试 .....	26
实验九 多量程电压表、电流表的设计 (设计性实验) .....	29
<b>第二部分 模拟电子技术实验</b> .....	32
实验十 单管交流电压放大电路 .....	32
实验十一 两级阻容耦合放大电路 .....	36
实验十二 差动放大器 .....	39
实验十三 集成运算放大电路 (设计性实验) .....	42
实验十四 积分与微分电路 (设计性实验) .....	46
实验十五 负反馈放大电路 .....	50
实验十六 $RC$ 正弦波振荡器 .....	53
实验十七 整流、滤波、稳压电路 .....	55
实验十八 电压/频率转换电路 (设计性实验) .....	59
实验十九 交流电源过压、欠压保护电路 (研究性实验) .....	61
<b>第三部分 数字电子技术实验</b> .....	64
实验二十 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数 .....	64
实验二十一 组合逻辑电路的设计 (设计性实验) .....	69
实验二十二 触发器及其应用 (设计性实验) .....	73
实验二十三 计数器及其应用 (设计性实验) .....	77
实验二十四 555 定时器的应用 (综合性实验) .....	81

实验二十五 节日彩灯控制电路设计 .....	84
实验二十六 四人智力抢答器 (综合性实验) .....	88
附录 A 智能网络电子实验系统——学生机操作使用说明 .....	89
附录 B 常用电工仪表的使用方法 .....	93
附录 C 常用电子仪器的使用方法 .....	108
附录 D 常用集成电路引脚排列 .....	125
附录 E 实验成绩登记表 .....	128
参考文献 .....	129

# 电工基础实验

## 实验一 常用电工仪表、电子仪表的正确使用

### 一、实验目的

- (1) 熟悉实验台上各种仪表的使用和布局。
- (2) 熟悉实验台上信号发生器的作用及其使用方法。
- (3) 初步掌握用示波器观察信号波形，定量测出信号的参数。

### 二、实验原理说明

在模拟电子实验中，经常要使用万用表、信号发生器、电子示波器和交流毫伏表等电子仪器来完成电路的测试工作。实验中要综合使用各种电子仪器，各仪器与被测实验装置之间的连接如图 1-1 所示。接线时应注意，各仪器的公共接地端应连接在一起，也就是要共地。信号源、交流毫伏表、示波器的引线要使用屏蔽线，以避免外界干扰。

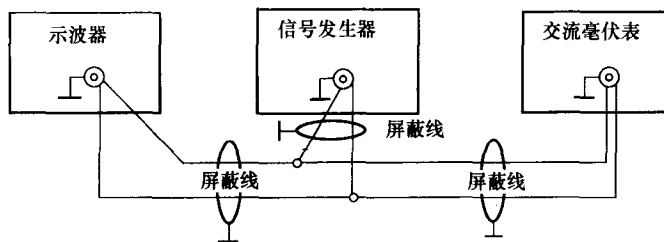


图 1-1

(1) 本实验所用 MF-10 型万用表系多量程万用表，可以测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻、电容等参数。使用时要注意电压表应并联在被测电路两端，电流表应串联在被测电路中。

(2) 信号发生器可以用来产生不同频率、不同幅值的正弦信号和方波信号。本实验台能提供频率范围为 1Hz ~ 100kHz、幅值可在 0 ~ 15V 之间连续可调的正弦信号和方波信号。

(3) 电子示波器是一种图形测量仪器，可定量测出电信号的波形参数，从荧光屏的 Y 轴刻度尺并结合其量程分档选择开关（Y 轴输入电压灵敏度 V/div 分档选择开关）读得电

信号的幅值；从荧光屏的 X 轴刻度尺并结合其量程分档选择开关（时间扫描速度  $t/\text{div}$  分档选择开关），读得电信号的周期、脉宽、相位差等参数。为了完成对各种不同波形的观察和测量，还可配合使用其他的调节和控制旋钮，譬如波形上下、左右移动旋钮等，读者应在实验中加以摸索和掌握。

一台双踪示波器可以同时观察和测量两组信号波形。

(4) 交流毫伏表能在其工作频率范围内，测量正弦交流电压的有效值。为了防止过量程而损坏，测量前应先把量程开关置于量程较大的档上，然后在测量中逐渐减小量程档。

### 三、实验设备

- (1) 万用表；
- (2) 信号发生器；
- (3) 示波器；
- (4) 电阻箱、电容箱；
- (5) 交流毫伏表。

### 四、实验内容

(1) 熟悉稳压电源及万用表的使用。

1) 调节直流稳压电源，使其输出为 5、12V，用万用表测量其直流电压。

2) 在挂件箱上任选几个电阻、电容等电子元器件，用万用表测量其数值，并与其标称值进行比较，表格自定。

使用时应注意：为了防止过量程而损坏万用表，应先将旋钮旋置量程较大档上，再根据读数选择合适量程。

(2) 熟悉示波器和信号发生器的各主要开关和旋钮的作用。

1) 示波器置于扫描（连续）工作方式，接通电源并经预热以后，在示波器的荧光屏上调出一条水平扫描亮线来。分别旋动 [聚焦]、[辅助聚焦]、[亮度]、[标尺]、[垂直位移]、[水平位移] 等旋钮，体会这些旋钮的作用和对水平扫描线的影响。

2) 双踪示波器的自检。将示波器面板部分的“标准信号”接口，通过信号电缆接至示波器的 Y 轴输入接口 CH1 或 CH2，同时调节对应的开关旋钮应与 CH1 或 CH2 保持一致，使在荧光屏上显示出线条细而清晰、亮度适中的方波波形，将时间扫描旋钮及幅值扫描旋钮调到“校准”位置，从荧光屏上读出该信号的频率和幅值，并与标称值作比较。

(3) 调节信号发生器，使输出端得到表 1-1 给定的正弦信号，用示波器测量其幅值和频率，用交流毫伏表测其有效值，将数据填入表 1-1，并将测量值与信号发生器的标称频率相比较（“/”代表该栏数据不需测量）。



表 1-1

交流信号频率和幅值的测量

项目测定	正弦信号频率的测定 (幅值任选)			正弦信号幅值的测定 (频率任选)		
	$f = 0.5\text{kHz}$	$f = 2\text{kHz}$	$f = 20\text{kHz}$	$U = 0.5\text{V}$	$U = 1\text{V}$	$U = 3\text{V}$
示波器“V/div”位置				/	/	/
一个周期占有的格数				/	/	/
信号周期				/	/	/
计算所得频率 (Hz)				/	/	/
示波器“t/div”位置						
峰—峰值波形格数	/	/	/			
根据峰—峰值计算有效值	/	/	/			
交流毫伏表读数						

## 五、实验注意事项

(1) 在大致了解示波器、信号发生器的使用方法以及各旋钮和开关的作用之后，再动手操作。使用这些仪器时，旋动各旋钮和开关不要用力过猛。

(2) 用示波器观察信号发生器的波形时，两台仪器的公共地线要接在一起，以免引进干扰信号。

## 六、预习与思考题

(1) 示波器的结构较为复杂，面板上的开关和旋钮较多，而信号发生器又是初次接触，因此，为使本实验能顺利进行，要在课前预习示波器和信号发生器简介（参见附录 B 中的有关部分）的基础上，仔细听取教师针对具体仪器进行的讲解和演示，然后再动手操作。

(2) 用一台工作正常的示波器测量正弦信号时，观察到如图 1-2 所示的现象，试指出应该首先旋动哪些旋钮，才有可能得到清晰和稳定的波形。

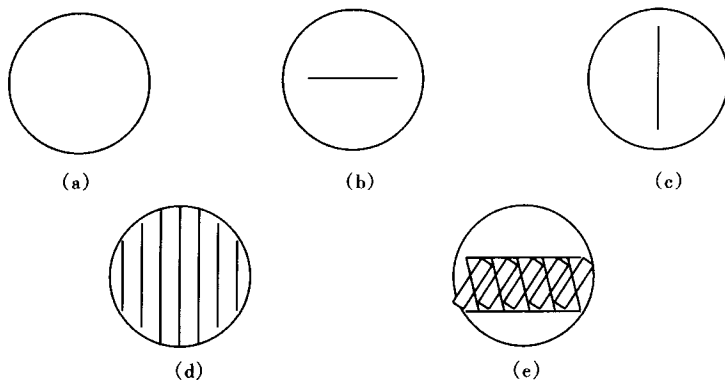


图 1-2

- (a) 无任何图形；(b) 水平一条线；(c) 垂直一条线；  
(d) 只有暗淡的垂直竖线；(e) 图形不稳定

## 七、实验报告要求

- (1) 记录用示波器测得的各个波形，标明被测信号的幅值和频率等。
- (2) 总结用示波器测量信号电压的幅值、频率的步骤和方法。
- (3) 回答思考题。

## 实验二 叠加原理与戴维宁定理

### 一、实验目的

- (1) 验证叠加原理与戴维宁定理的正确性，加深对电路的电流、电压参考方向的理解。
- (2) 正确使用直流稳压电源、电流表、电压表，学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
- (3) 提高检查、分析电路简单故障的能力。

### 二、实验原理说明

#### 1. 叠加原理

叠加原理指出：在有几个电源共同作用下的线性电路中，通过每一个元件的电流或其两端的电压，可以看成是由每一个电源单独作用时在该元件上所产生的电流或电压的代数和。具体方法是：一个电源单独作用时，其他的电源必须去掉（电压源短路，电流源开路）；在求电流或电压的代数和时，当电源单独作用时电流或电压的参考方向与共同作用时的参考方向一致时，符号取正，否则取负。在图 2-1 中

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I'_1 - I''_1 \\ I_2 &= -I'_2 + I''_2 \\ I_3 &= I'_3 + I''_3 \\ U &= U' + U'' \end{aligned} \right\} \quad (2-1)$$

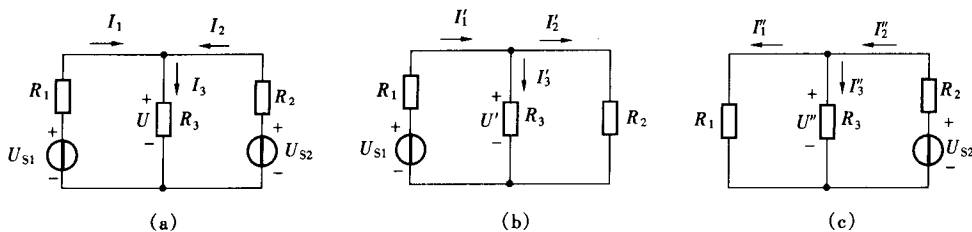


图 2-1

叠加原理反映了线性电路的叠加性，线性电路的齐次性是指当激励信号（如电源作用）增加或减小  $K$  倍时，电路的响应（即在电路其他各电阻元件上所产生的电流和电压值）也将增加或减小  $K$  倍。叠加性和齐次性都只适用于求解线性电路中的电流、电压。对于非线性电路，叠加性和齐次性都不适用。

## 2. 戴维宁定理

戴维宁定理指出：任何一个线性有源一端口网络，总可以用一个电压源  $U_S$  和一个电阻  $R_S$  串联组成的实际电压源来代替，其中电压源  $U_S$  等于这个有源一端口网络的开路电压  $U_{OC}$ ，内阻  $R_S$  等于该网络中所有独立电源均置零（电压源短接，电流源开路）后的等效电阻  $R_0$ 。如图 2-2 (a)、(b) 所示。

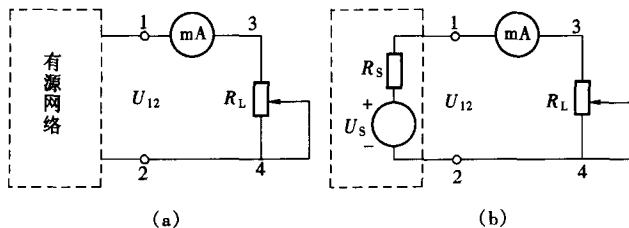


图 2-2

## 三、实验设备

- (1) 直流数字电压表、直流数字毫安表；
- (2) 恒压源（含 +6、+12V，0~30V 可调）；
- (3) 电阻、二极管等元件。

## 四、实验内容

### 1. 叠加原理

(1) 实验电路如图 2-3 所示， $U_{S1}$  为 +6、+12V 切换电源，取  $U_{S1} = +12V$ ， $U_{S2}$  为可调直流稳压电源调至 +6V。

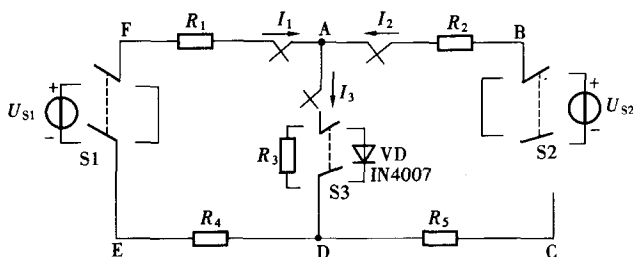


图 2-3

(2) 令  $U_{S1}$  电源单独作用时（将图中开关  $S1$  投向  $U_{S1}$  侧，开关  $S2$  投向短路侧），用直流数字电压表和毫安表（接电流插头）测量各支路电流及各电阻元件两端的电压，数据记入表格 2-1。

(3) 令  $U_{S2}$  电源单独作用时（将图中开关  $S1$  投向短路侧，开关  $S2$  投向  $U_{S2}$  侧），重复实验步骤 (2) 的测量和记录。

(4) 令  $U_{S1}$  和  $U_{S2}$  共同作用时（开关  $S1$  和  $S2$  分别投向  $U_{S1}$  侧和  $U_{S2}$  侧），重复上述的测量和记录。

表 2-1

叠加原理实验数据

测量项目 实验内容	$U_{S1}$ (V)	$U_{S2}$ (V)	$I_1$ (mA)	$I_2$ (mA)	$I_3$ (mA)	$U_{FA}$ (V)	$U_{AB}$ (V)	$U_{BC}$ (V)	$U_{CD}$ (V)	$U_{DE}$ (V)
$U_{S1}$ 单独作用										
$U_{S2}$ 单独作用										
$U_{S1}$ 、 $U_{S2}$ 共同作用										

## 2. 戴维宁定理

(1) 得到戴维宁等效电路: 实验线路如图 2-4 (a) 所示。 $E_S$  接入 +12V 稳压电源,  $I_S$  接入 20mA 恒流源。先断开  $R_L$ , 测开路电压  $U_{AB}$  即  $U_{OC}$ , 再短接  $R_L$ , 测短路电流  $I_{SC}$ , 则戴维宁等效电路的内阻  $R_0 = U_{OC}/I_{SC}$ , 将数据填入表 2-2。

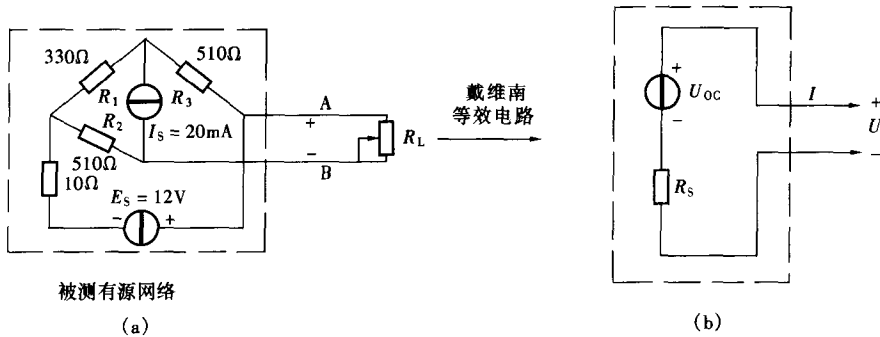


图 2-4

表 2-2

戴维宁等效电路实验数据

$U_{OC}$ (V)	$I_{SC}$ (mA)	$R_0 = U_{OC}/I_{SC}$ ( $\Omega$ )

(2) 负载实验: 按图 2-4 (a) 改变  $R_L$  阻值分别为  $R_{L1} \sim R_{L6}$ , 测量有源二端网络的外特性, 将数据填入表 2-3。

表 2-3

负载实验数据

$R_L$ ( $\Omega$ )	$R_{L1}$	$R_{L2}$	$R_{L3}$	$R_{L4}$	$R_{L5}$	$R_{L6}$
$U$ (V)						
$I$ (mA)						

(3) 验证戴维宁定理: 按图 2-4 (b) 连线。其中的  $U_{CC}$  用可调直流稳压电源调整到第 (1) 步测得的开路电压  $U_{OC}$ ,  $R_S$  用实验台上的电阻箱将阻值调整到第 (1) 步计算所得的等效电路内阻  $R_0 = U_{OC}/I_{SC}$ , 仿照第 (2) 步测其特性, 将数据填入表 2-4, 并对戴维宁定理进行验证。

表 2-4

戴维宁定理验证实验数据

$R_L$ ( $\Omega$ )	$R_{L1}$	$R_{L2}$	$R_{L3}$	$R_{L4}$	$R_{L5}$	$R_{L6}$
$U$ (V)						
$I$ (mA)						

## 五、实验注意事项

- (1) 实验前, 必须设定电路中所有电流、电压的参考方向, 其中电阻上的电压方向应与电流方向一致。
- (2) 所有需要测量的电压值, 均以电压表测量的读数为准, 不以电源表盘指示值为准。
- (3) 用电流插头测量各支路电流时, 应将电流插头的红接线端插入数字毫安表的红(正)接线端, 电流插头的黑接线端插入数字毫安表的黑(负)接线端。
- (4) 注意仪表的正、负极性, 同时注意仪表量程的及时更换。
- (5) 注意选定电源大小, 不要使电路中的电流值超过电流表的量程。
- (6) 电源单独作用时, 只能在实验板上用开关 S1 或 S2 操作, 而不能直接将电源短路。

## 六、预习与思考题

- (1) 叠加原理中如何理解电源单独作用, 在实验中应如何操作?
- (2) 实验电路中, 若有一个电阻改为二极管, 试问叠加原理的叠加性与齐次性还成立吗? 为什么?
- (3) 在求戴维宁等效电路时, 做短路实验, 测  $I_{SC}$  的条件是什么? 在本实验中可否直接做负载短路实验?

## 七、实验报告要求

- (1) 回答思考题。
- (2) 根据实验数据进行分析, 比较、归纳、总结实验结论, 验证叠加定理与戴维宁定理的正确性。
- (3) 根据实验数据与计算数据, 分析误差产生原因。
- (4) 各电阻元件所消耗的功率能否用叠加原理计算得出? 试用上述实验数据计算、说明。
- (5) 总结实验中检查、分析电路故障的方法和查找故障的体会。

## 实验三 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 串联谐振电路

### 一、实验目的

- (1) 加深理解电路发生谐振的条件、特点，掌握电路品质因数（电路  $Q$  值）、通频带的物理意义及其测定方法。
- (2) 学习用实验方法绘制  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路不同  $Q$  值下的幅频特性曲线。
- (3) 熟练使用信号源、频率计和交流毫伏表。

### 二、原理说明

在图 3-1 所示的  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路中，电路复阻抗  $\dot{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$ ，当  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$  时， $\dot{Z} = R$ ， $\dot{U}$  与  $\dot{I}$  同相，电路发生串联谐振，谐振角

频率  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ，谐振频率  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

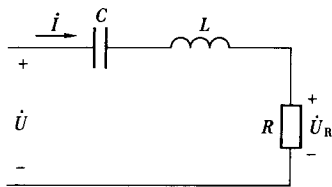


图 3-1

在图 3-1 电路中，若  $\dot{U}$  为激励信号， $\dot{U}_R$  为响应信号，其幅频特性曲线如图 3-2 所示，在  $f = f_0$  时， $A = 1$ ， $U_R = U$ ； $f \neq f_0$  时， $U_R < U$ ，呈带通特性。 $A = 0.707$ ，即  $U_R = 0.707U$ ，所对应的两个频率  $f_L$  和  $f_H$  为下限频率和上限频率， $f_H - f_L$  为通频带。通频带的宽窄与电阻  $R$  有关，不同电阻值的幅频特性曲线如图 3-3 所示。

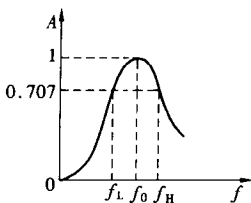


图 3-2

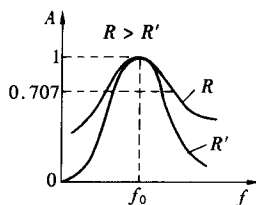


图 3-3

电路发生串联谐振时， $U_R = U$ ， $U_L = U_C = QU$ ， $Q$  称为品质因数，与电路的参数  $R$ 、 $L$ 、 $C$  有关。 $Q$  值越大，幅频特性曲线越尖锐，通频带越窄，电路的选择性越好。在恒压源供电时，电路的品质因数、选择性与通频带只决定于电路本身的参数，而与信号源无关。在本实验中，用交流毫伏表测量不同频率下的电压  $U$ 、 $U_R$ 、 $U_L$ 、 $U_C$ ，绘制  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路的幅频特性曲线，并根据  $\Delta f = f_H - f_L$  计算出通频带，根据  $Q = \frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U}$  或  $Q = \frac{f_0}{f_H - f_L}$  计算出品质因数。

### 三、实验设备

- (1) 信号源 (含频率计);
- (2) 交流毫伏表;
- (3) 电阻、电容各若干。

### 四、实验内容

实验电路如图 3-4 所示, 图中  $L = 16.5\text{mH}$ ,  $R$ 、 $C$  可选不同数值, 信号源输出正弦波电压作为输入电压  $u$ , 调节信号源正弦波输出电压, 并用交流毫伏表测量, 使输入电压  $u$  的有效值  $U = 1\text{V}$ , 并保持不变, 信号源正弦波输出电压的频率用频率计测量。

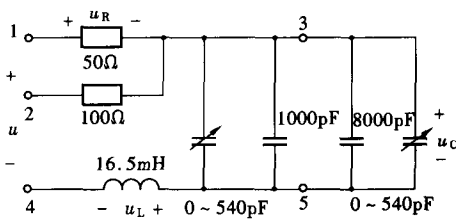


图 3-4

(1) 测量  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路谐振频率。选取  $R = 50\Omega$ ,  $C = 8000\text{pF}$ , 调节信号源正弦波输出电压频率, 由小逐渐变大 (注意要维持信号源的输出电压不变, 用交流毫伏表不断监视), 并用交流毫伏表测量电阻  $R$  两端电压  $U_R$ , 当  $U_R$  的读数为最大时, 读得频率计上的频率值即为电路的谐振频率  $f_0$ , 并测量此时的  $U_C$  与  $U_L$

值 (注意及时更换毫伏表的量限), 将测量数据记入自拟的数据表格中。

(2) 测量  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路的幅频特性。在上述实验电路的谐振点两侧, 调节信号源正弦波输出频率, 按频率递增或递减  $500\text{Hz}$  或  $1\text{kHz}$ , 依次各取 5 个测量点, 逐点测出  $U_R$ 、 $U_L$  和  $U_C$  值, 记入表 3-1 中。

表 3-1 幅频特性实验数据一

$f$ (kHz)																				
$U_R$ (V)																				
$U_L$ (V)																				
$U_C$ (V)																				

(3). 在上述实验电路中, 改变电阻值, 使  $R = 100\Omega$ , 重复步骤 (1)、(2) 的测量过程, 将幅频特性数据记入表 3-2 中。

表 3-2 幅频特性实验数据二

$f$ (kHz)																				
$U_R$ (V)																				
$U_L$ (V)																				
$U_C$ (V)																				



## 五、实验注意事项

(1) 测试频率点的选择应在靠近谐振频率附近多取几点, 在改变频率时, 应调整信号输出电压, 使其维持在 1V 不变。

(2) 在测量  $U_L$  和  $U_C$  数值前, 应将毫伏表的量限改大约 10 倍, 而且在测量  $U_L$  与  $U_C$  时毫伏表的“+”端接电感与电容的公共点 5。

## 六、预习与思考题

(1) 根据实验 (1)、(3) 的元件参数值, 估算电路的谐振频率, 自拟测量谐振频率的数据表格。

(2) 改变电路的哪些参数可以使电路发生谐振, 电路中  $R$  的数值是否影响谐振频率?

(3) 如何判别电路是否发生谐振? 测试谐振点的方案有哪些?

(4) 电路发生串联谐振时, 为什么输入电压  $u$  不能太大, 如果信号源给出 1V 的电压, 电路谐振时, 用交流毫伏表测  $U_L$  和  $U_C$ , 应该选择用多大的量限? 为什么?

(5) 要提高  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联电路的品质因数, 电路参数应如何改变?

## 七、实验报告要求

(1) 电路谐振时, 比较输出电压  $U_R$  与输入电压  $U$  是否相等?  $U_L$  和  $U_C$  是否相等? 试分析原因。

(2) 根据测量数据, 绘出不同  $Q$  值的三条幅频特性曲线: ①  $U_R = f(f)$ ; ②  $U_L = f(f)$ ; ③  $U_C = f(f)$ 。

(3) 计算出通频带与  $Q$  值, 说明不同  $R$  值时对电路通频带与品质因数的影响。

(4) 对两种不同的测  $Q$  值的方法进行比较, 分析误差原因。

(5) 回答思考题 (1)、(2)、(5)。

(6) 试总结串联谐振的特点。