

高等学校适用教材

电工电子实验技术

高 栌 主编

机械工业出版社

前 言

《电工电子实验技术》是根据国家教委关于对本科学生的规格培养和加强实践性教学、提高实践能力的要求，经1990年全国农业院校电工学研究会审议通过。它是沈阳农业大学等六院校1990年修订的《电工技术》和《电子技术》两书的配套教材。

书中实验研究部分共包括26个实验，其中基本实验23个，即电工技术部分11个，电子技术部分12个，以及综合实验3个。这些实验能满足《电工技术》和《电子技术》两门课程教学计划的要求。实验内容可覆盖农机专业、水利专业、农业建筑专业、畜产品加工专业、食品工程专业和能源专业。各校可根据不同专业和设备情况确定必作和选作的内容与数量。

本书的主要特点是突出农业工程专业特点，以及实验测试技术系统完整、参考资料类型全、型号新。

按教学计划要求，在完成基本实验的基础上向纵深发展，通过综合实验，将电工技术与电子技术（模拟电子与数字电子技术）有机地结合起来。通过综合设计，培养学生综合运用理论知识解决实际工程问题的能力，初步掌握工程设计方法和实验测试技术，逐渐熟悉开展科学实验的程序和办法。

参加本书编写的单位有沈阳农业大学、河北农业大学、东北农学院、贵阳农学院、山东农业大学和河南农业大学。

本书由高栌副教授主编，钟连声副教授、赵国忠副教授、杨国瑶副教授任副主编。

第一部分实验研究中，实验1~5由杨国瑶编写；实验6~10由米玉芬编写；实验11~18由李素珍编写；实验19~21由庞大衡编写；实验22~24由赵希炎编写；实验25~26由钟连声编写。第二部分常用仪器仪表的使用由赵国忠编写，第三部分测量、测试、实验技术由高栌和孙耀杰编写、第四部分参考资料由张曙光和王其红编写。

在编写过程中得到了兄弟院校的大力支持，对本书编写提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限，书中难免有不足和错误之处，恳切希望读者给予批评指正。

编者

1991年4月于北京

目 录

(带※者为参考选作内容)

第一部分 实验研究

一、基本实验	1
实验一 基尔霍夫定律、叠加原理、戴维南定理的验证	1
实验二 交流电路参数的测定	4
实验三 功率因数的提高	6
实验四 三相交流电路的连接与功率测量	8
※实验五 一阶RC电路暂态分析	10
※实验六 变压器	12
实验七 异步电动机的使用	14
※实验八 直流并励发电机	16
实验九 异步电动机继电器—接触器控制(一)	18
实验十 异步电动机继电器—接触器控制(二)	19
※实验十一 同步发电机并网	20
实验十二 元器件测试及仪器的使用	22
实验十三 低频单管电压放大电路的研究	24
※实验十四 差动放大电路的研究	26
实验十五 比例运算放大电路	28
实验十六 波形发生电路的研究	31
实验十七 直流稳压电源的研究	32
实验十八 晶闸管及触发电路	34
实验十九 基本门电路	36
实验二十 触发器	39
实验二十一 计数、译码和显示	41
实验二十二 555时基电路的应用(方波发生器)	44
※实验二十三 接口电路的研究	45
二、综合实验	48
实验二十四 多合电动机继电器—接触器程序控制简单设计	48
实验二十五 OCL扩音板的安装与调试	54
实验二十六 数字显示电机转速测量装置	62

第二部分 常用仪器仪表的使用

一、直读式仪表的选用	69
1. 磁电系和电动系仪表	69
2. 万用表的原理和使用	71
3. 功率表的原理和使用	74
4. 对仪表的类型、准确度等级、量程和内阻的选择	77
5. 仪表的正确使用	78
二、电子示波器的简单原理和使用	78
1. SB-10型电子示波器	79
2. SR8型二踪示波器	83
三、JT-1型图示仪	89
1. 技术性能	90
2. 面板图及各单元的作用	90
3. 测试举例	91
四、其它常用仪器设备使用说明	93
1. 单相调压器	93
2. 兆欧表	94
3. 数字万用表	95
4. 指针万用表	96
5. 毫伏表	98
6. 正弦波信号发生器	100
7. 直流稳压电源	103

第三部分 测量、测试、实验技术

一、电压、电流、功率的测量	105
1. 电压的测量	105
2. 电流的测量	107
3. 功率的测量	107
二、时间、频率和相位的测量	109
1. 时间测量	109
2. 频率测量	110
3. 相位测量	111
三、电阻、电感和电容的测量	113

1. 电阻的测量	113
2. 电感的测量	115
3. 电容的测量	116
四、测量误差	117
1. 测量误差的分类	117
2. 系统误差的消除	119
3. 直接测量中误差的估计	119
4. 间接测量中的误差估计	120
五、测量结果的处理	122
1. 测量结果的数据处理	122
2. 测量结果的图解分析	124
六、电子电路测试技术	124
1. 静态工作点的正确测量与调整	124
2. 交流电压值的正确测试	125
3. 放大电路电压放大倍数的测试	126
4. 放大电路输入、输出电阻的测试	126
5. 放大电路最大不失真输出幅度测试	126
6. 放大电路幅频特性测试	127
7. 电源电路输出电压和输出电压范围的测试	128
8. 电源电路最大输出电流的测试	128
9. 如何观察分析非线性失真现象	128
10. 如何消除干扰和自激振荡	130
11. 实验故障分析	130
七、常用电子元器件的检测	134
1. 检查二极管质量、管脚极性, 鉴别硅管、锗管	134
2. 检查晶体三极管质量及判别管脚	135
3. 检查整流桥堆的质量	137
4. 判定结型场效应管的电极及估测放大能力	137
5. 判定晶闸管的电极和触发能力	138
6. 判定电解电容器的正负极和质量检查	139
7. 变压器同名端的判定	140
8. 集成电路引脚识别	140
9. 检查半导体数码管的质量	141

八、元器件焊接技术及印制电路板制作技术	141
1. 焊接技术	141
2. 印制电路板的制作	143

第四部分 参考资料

一、电工系统图图形符号	144
1. 常用电机、电器的图形符号	144
2. 电工测量	145
二、变配电间设备选配	146
三、部分低压电器产品型号及技术参数	147
1. 组合开关型号组成及主要技术参数	147
2. 主令电器	148
3. 接触器型号组成及主要技术参数	150
4. 继电器	151
5. 熔断器型号组成及主要技术参数	153
6. 常用自动开关型号组成及主要技术参数	154
四、三相异步电动机的分类及性能参数	154
1. Y系列三相异步电动机	155
2. J系列三相异步电动机	156
3. 三相异步电动机的选择	160
五、常用电路元器件介绍	161
1. 电阻、电位器	161
2. 电容器	164
3. 常用半导体器件型号及特性	167
六、有关组件介绍	174
1. 半导体集成电路型号命名法	174
2. 常用数字集成电路逻辑符号	176
3. CMOS集成电路逻辑图和引脚图	177
4. TTL集成电路逻辑图及引脚图	178
5. 线性集成电路	178

第一部分 实 验 研 究

一、基 本 实 验

实验一 基尔霍夫定律、叠加原理、戴维南定理的验证

(一) 实验目的

1. 练习电路接线, 学习正确使用电压表、电流表、稳压电源及万用电表。
2. 验证基尔霍夫定律、叠加原理和戴维南定理。
3. 加深对参考方向、等值概念的理解。
4. 学会测量电源内阻及开路电压的方法。

(二) 实验仪器及设备

直流稳压电源	1 A、30 V 可调	1 台
电阻	20、40、50、100 Ω $\pm$ 5%、10W	各 1 只
十进式电阻箱	9999.9 Ω	1 只
直流毫安表	0—500mA	2 只
	0—50—100mA	1 只
直流电压表	0—15—30 V	1 只
万用电表	500型	1 只

(三) 实验内容

1. 验证基尔霍夫定律

(1) 实验电路如图1-1-1所示。

(2) 实验任务与步骤

1) 按图1-1-1接好线。

(开关 S_1 、 S_2 均断开) 请教师检查。

2) 调节稳压电源第一组的输出电压为15V作为 E_1 , 第二组的输出电压为3V作为 E_2 , 把开关 S_1 、 S_2 分别合向1点、4点。

3) 将各电流表读数记

入表1-1-1中实测栏内, 并在验算栏内验算 a 点上的电流。

4) 用电压表依次测量各支路电压 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{cd} 、 U_{da} 及 U_{ca} , 记入表1-1-2中。并验算回路 $abcd$ 及 $abca$ 的电压。

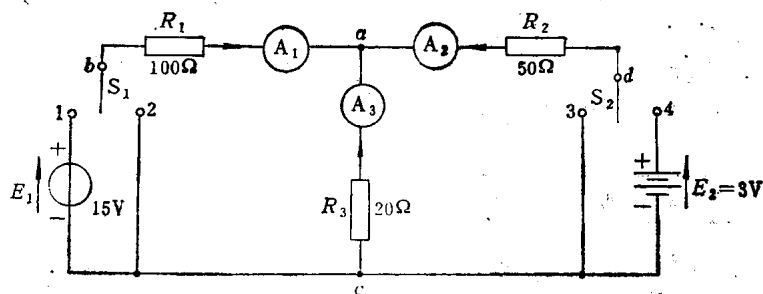


图1-1-1 实验电路图

9210159

表1-1-1 数据记录表

电 量 及 有 关 值 项 目	数 值 栏			验 算 栏
	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	节点 a 点电流的代数和 $\Sigma I = 0 ?$
理论计算值				
实测值				

表1-1-2 数据记录表

电 量 及 有 关 数 值 项 目	数 值 栏					验 算 栏	
	U_{ab} (V)	U_{bc} (V)	U_{cd} (V)	U_{da} (V)	U_{ca} (V)	回路 $abcd a$ $\Sigma U = 0 ?$	回路 $a d c a$ $\Sigma U = 0 ?$
理论计算值							
实测值							

注意：在电路中串联电流表时，电流表的“+”“-”极性应按图1-1-1所标电流参考方向去接，如果表针反转，则应将接在电流表“+”“-”极上的导线对换，但其读数应记作负值，这就是参考方向的实际意义。测量电压时也有同样的情况。

2. 叠加原理

(1) 实验电路见图1-1-1。

(2) 实验任务与步骤

1) 将开关 S_1 合到“1”点， S_2 合到“4”，即电源 E_1 、 E_2 共同作用在电路的情况，将电流表中的数值及用万用表直流电压档测出的电压数值填入表1-1-3中。

2) 将开关 S_1 合到“1”、 S_2 合到“3”，即电源 E_1 单独作用在电路的情况，将电流表中的数值和用万用表直流电压档测出的电压数值填入表1-1-3中。

3) 将 S_1 合到“2”、 S_2 合到“4”，即电源 E_2 单独作用在电路中，也将所测电流和电压值填入表1-1-3。

表1-1-3 数据记录表

数 值 电 量	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	U_{ac} (V)	U_{ba} (V)	U_{da} (V)	U_{ca} (V)
工作情况							
E_1 、 E_2 共同作用时							
E_1 单独作用时							
E_2 单独作用时							

注意：接线时，必须将稳压电源 E_1 或 E_2 的交流电源断掉，以免稳压电源因输出端短路而烧坏。

3. 戴维南定理

(1) 实验电路如图1-1-2所示。

(2) 实验任务与步骤

如图1-1-2所示电路，将 R 支路去掉，从 bc 两点向虚线框内看进去，是一个有源二端网

络。本实验就是测定该网络的等效参数，并用等效电源代替，从而证明其戴维南定理的正确性。其步骤如下：

1) 将稳压电源的交流电源断开，按图1-1-2接好电路，请教师检查。

2) 接上稳压电源的交流电源，将 S_1 、 S_2 拉开，用万用电表直流电压档测出 E_1 、 E_2 的数值，并使其分别为15V、3V。

3) 断开 bRc 支路，测出虚线框内电路中 b 、 c 间的电压 U_{bc} （即开路电压 U_o ），填入表1-1-4，就得出戴维南等效电路中的等效电动势 E 。

4) 将 bRc 支路接回电路中的原位，分别测出 R 为150 Ω 、100 Ω 、50 Ω 、0 Ω 时该支路的电压 U_{bc} 及电流 I_{bc} 的数值，并填入表1-1-4。

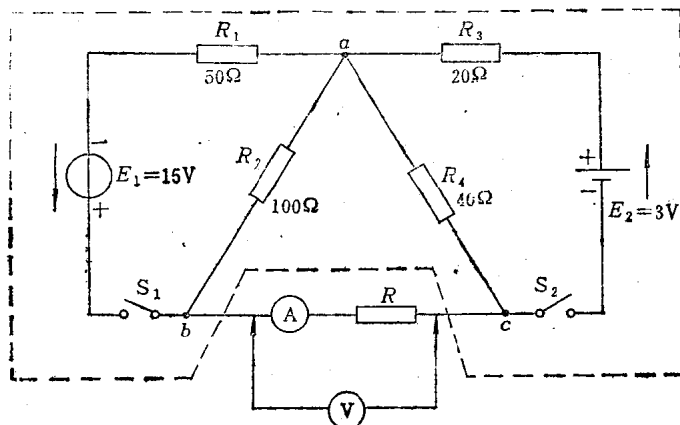


图1-1-2 实验电路图

表1-1-4 数据记录表

电 阻 值 R (Ω)		∞	150	100	50	0
理论计算值	U_{bc} (V)					
	I_{bc} (mA)					
实测值	U_{bc} (V)					
	I_{bc} (mA)					

5) 根据步骤3)、4)所测数据求出戴维南等效电路中的等效电阻 R_0 。

6) 用上面测得的等效参数(E 、 R_0)按图1-1-3虚线框所示组成戴维南等效电路(E 用可调稳压电源， R_0 用电阻箱)。

7) 按图1-1-3所示电路，将电路连接好，分别测出 R 为 ∞ 、150 Ω 、100 Ω 、50 Ω 、0 Ω 时该支路的电压及电流，其数据填入表1-1-5。

(四) 预习要求

1. 复习基尔霍夫定律、叠加原理和戴维

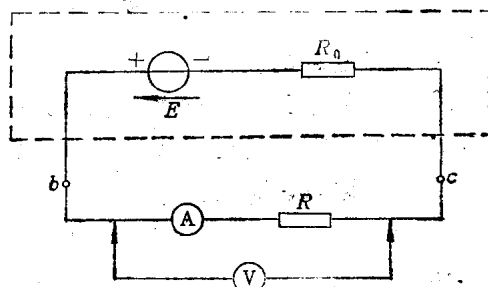


图1-1-3 实验电路图

表1-1-5 数据记录表

电 阻 R (Ω)		∞	150	100	50	0
U_{bc} (V)						
I_{bc} (mA)						

南定理, 进一步理解它们的含义。

2. 结合叠加原理的应用, 计算出图1-1-1电路 (在 S_1 合“1”, S_2 合“4”时), 各支路的电流及电压, 其值填入表1-1-1及表1-1-2, 以此为依据预选图1-1-1所示电路中电流表及电压表的量程。

3. 应用戴维南定理求图1-1-2中虚线框部分的戴维南等效电路, 并计算 R 分别为 150Ω 、 100Ω 、 50Ω 时通过 R 的电流及其两端的电压, 其值填入表1-1-4中, 并画出其外特性曲线。

4. 弄清本次实验内容及测量方法。

5. 阅读本书第二部分常用仪器仪表的使用中万用电表的原理和使用, 及直流稳压电源的内容。并写出使用时的注意事项。

(五) 思考题

1. 基尔霍夫定律的实质是什么? 对一个有源二端网络的两个端钮所通过的电流来说, 是否符合 $\Sigma I = 0$? 对包含有两个端钮的某一电路是否也符合 $\Sigma U = 0$ 。

2. 在应用叠加原理时, 某一电源单独作用时, 为什么要将其它电源中的理想电压源短接, 理想电流源断开? 叠加原理为什么不能用来计算功率?

3. 叠加原理和戴维南定理使用的条件是什么? 若电路中有非线性元件, 各支路中的电流或元件上的电压是否也存在叠加关系? 有源二端网络中含有非线性元件时, 能否用戴维南等效电路代替?

(六) 实验报告

1. 画出实验电路图、简述实验过程。

2. 将各理论计算值及各实测值列表说明。

3. 用理论计算值与实测值相比较, 看是否相符, 并作误差分析。

4. 用基尔霍夫定律和叠加原理两内容的实测值分别验证其正确性。

5. 将戴维南定理实验中的步骤4)、7)与理论计算所得的结果, 分别画出有源二端网络的外特性曲线, 并作比较讨论, 以加深对等值概念的理解。

实验二 交流电路参数的测定

(一) 实验目的

1. 学习测定交流电路参数的方法, 并加深理解 R 、 L 、 C 在交流电路中的作用。

2. 学习交流电压表、交流电流表和调压变压器的使用方法。

(二) 实验仪器及设备

调压器	110—220/0—250 V	0.5—1 A、1kVA	1只
交流电流表	0—1—2 A		1只
交流电压表	0—150—300 V		1只
滑线变阻器	100 Ω	2 A	1只
电容箱	0—63 μ F		1个
电感线圈	0.15H		1个
万用电表	500型		1只

(三) 实验内容

1. 实验电路如图1-2-1所示。

2. 实验任务与步骤

(1) 按图1-2-1a所示接线，负载电阻 R 用万用电表调到 50Ω 左右，单相调压器的调压转盘应处于零位。

(2) 接通电源，调节单相调压器 T 输出电压，使电流大约在 $1.5\sim 1.8\text{A}$ (用电流表监测)。

测量电压 U 、电流 I ，填入表1-2-1。测三次后断掉电源。

(3) 将图1-2-1a电路中 X_1 、 X_2 间的电阻 R 换成图1-2-1b的电容 C 。调节单相调压器 T 的输出电压，使电流大约在 $1.5\sim 1.8\text{A}$ ，测量电压 U 、电流 I ，填入表1-2-2，测三次后断掉电源。

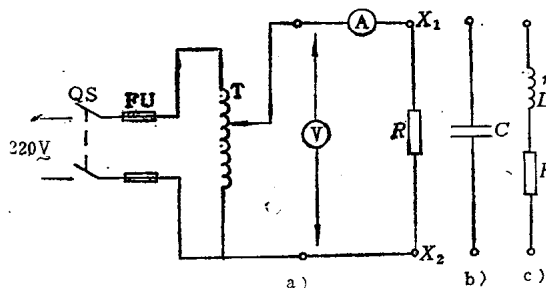


图1-2-1 实验电路图

表1-2-1 数据记录表

测试次序	数据	测 试 记 录		计 算 结 果
		U (V)	I (A)	R (Ω)
1				
2				
3				
平 均 值				

表1-2-2 数据记录表

测试次序	数据	测 试 记 录		计 算 结 果
		U (V)	I (A)	C (μF)
1				
2				
3				
平 均 值				

(4) 将图1-2-1b电路中 X_1 、 X_2 间的电容 C 换成图1-2-1c的电感线圈 L 与阻值为 30Ω 的电阻 R 串联的电路，测量电源电压 U 、电感线圈电压 U_1 、电阻电压 U_2 、以及电流 I ，填入表1-2-3，测三次后断电源。

表1-2-3 数据记录表

测 试 次 序	测 试 记 录				计 算 结 果	
	U (V)	U_1 (V)	U_2 (V)	I (A)	L (H)	r (Ω)
1						
2						
3						
平 均 值						

(四) 预习要求及思考

1. 复习单一参数的交流电路及 R 、 L 、 C 串联交流电路。根据步骤(4)所测量的电量 U 、 U_L 、 U_R 及 I ，试画出 $\dot{U}$ 、 $\dot{U}_L$ 、 $\dot{U}_R$ 及 $\dot{I}$ 的相量图。复习电感线圈与 L 和 r 的串联电路的等效。会利用上述相量图求出 U_L 、 U_r 及 L 、 r 。

2. 除用本实验的方法测定线圈参数外，是否还可以用其它的方法来测？如何测？

3. 阅读本书第二部分“常用仪器仪表的使用”中的“单相调压器”及第三部分“测量、测试、实验技术”中有关电压、电流测量的内容。

(五) 实验报告

1. 画出实验电路图，并简述其实验过程。

2. 将测试数据及计算结果列表说明。

3. 根据步骤(4)测试数据画出相量图，并写出用几何运算求线圈中电感电压 U_L 、电阻电压 U_r 及电感 L 、电阻 r 的步骤及公式。

实验三 功率因数的提高

(一) 实验目的

1. 了解日光灯电路的工作原理，电路中各元件的作用，并掌握日光灯的安装接线。
2. 学习提高感性负载功率因数的方法。
3. 学习功率表的正确使用。

(二) 实验仪器及设备

日光灯管	220 V 20 W (或 40 W)	1 只
镇流器	(配 220 V 20 W 日光灯)	1 只
起辉器	(40 W)	1 只
电容器	4.75 μ F	2 只
交流电流表	1 A	3 只
交流电压表	0 ~ 250 V (附测笔一对)	1 只
低功率因数表 D34-W 型	0.5/1 A $\cos \varphi = 0.275/150/300$ V	1 块

(三) 实验内容

1. 电路如图 1-3-1 所示。

2. 实验任务与步骤

(1) 清点实验电路中要用的设备，观察日光灯各组成部分的构造，并用万用电表检查日光灯灯丝、镇流器线圈有否断线，电容器是否失效，起辉器触头是否粘接等。

(2) 按图 1-3-1 联接实验电路，经教师检查后方可接通电源。观察日光灯点燃过程。

(3) 断开 S_C (即未并电容器)，测量电源电压 U 、灯管电压 U_R 、镇流器电压 U_L 、总电流 I_1 、灯管电流 I_2 、灯管功率 P_R 、镇流器功率 P_L 、电路功率 P ，并填入表 1-3-1。

(4) 分别将 4.75 μ F、2.38 μ F 电容器并入实验电路中，按表 1-3-1 各项进行测量并记入

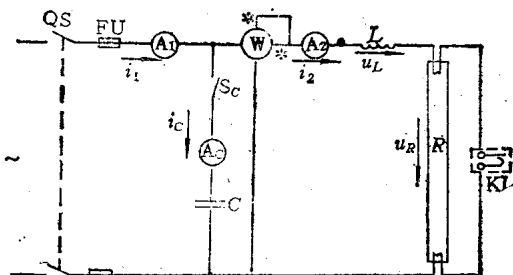


图 1-3-1 实验电路图

表1-3-1 数据记录表

测量 项目 并联 电容值 (μF)	测 试 值									计 算 值	
	$U(\text{V})$	$U_R(\text{V})$	$U_L(\text{V})$	$I_C(\text{A})$	$I_2(\text{A})$	$I_1(\text{A})$	$P_R(\text{W})$	$P_L(\text{W})$	$P(\text{W})$	$\cos \varphi$	φ
0											
4.75											
2.38											

表中。

(四) 预习要求

1. 预习本实验内容，并阅读本实验“(七)日光灯电路简介”。
2. 预习用并联电容器提高功率因数的原理，并弄清应测量的数据和测量方法。
3. 阅读本书第三部分测量、测试、实验技术中的功率测量部分。

(五) 思考

1. 提高功率因数的意义何在？在并入电容器后，日光灯电路中的电流及功率因数有无变化？为什么？
2. 是否可用交流电流表的读数判断 $\cos \varphi = 1$ 时的电路状态？

(六) 实验报告要求

1. 画出实验电路图，简述其实验过程，并划出测量数据表格。
2. 根据实验数据分析计算不同电容值时的功率因数及 φ 值，并绘出对应的电压、电流相量图。
3. 分别计算不同电容值时，日光灯支路、电容支路，以及电源供给的无功功率，说明三者的关系。并分析提高功率因数的原因。

(七) 日光灯电路简介

日光灯电路由日光灯管 R 、镇流器 L 、起辉器 KL 等三部分组成，如图1-3-1所示。

灯管是一根抽成真空的玻璃管，内壁涂以荧光粉，管内两端各装有灯丝，如图1-3-2所示。灯丝的作用是发射电子。管内充有惰性气体氩气和少量汞蒸气，灯管必须在高压下点燃而在低压下工作，可近似认为是电阻负载。

镇流器是一个铁芯线圈，它与日光灯的灯丝相串联，是一个电感很大的感性负载，在灯管点燃瞬间产生足够高的电压(自感电动势)，帮助灯管点燃，在正常工作时，它对灯管起分压限流作用。其结构有单线圈式和双线圈式两种。

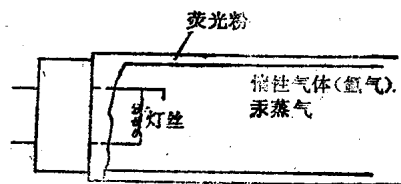


图1-3-2 日光灯管结构

起辉器由一个充有氖气的小玻璃泡(即辉光管)和一个小电容组成，用铝(或塑料)壳封装，如图1-3-3所示。玻璃泡内装一个固定的静触头和一个双金属片制成的倒U形动触头，两触头与小电容器并联。当接通电源后，两触头间加上电压，玻璃泡内的气体因被电离而产生辉光放电，使双金属片受热膨胀而与静触头接触。随即两触头间电压降为零，辉光放电停止。双金属片冷却后又恢复原来状况，两触头断开。它相当于一个自动开关。两触头与灯管灯丝、镇流器线圈相串联，起辉器与灯管并联。

日光灯点燃过程如下：见图1-3-1，当开关QS闭合，电源电压首先加在与灯管并联的起辉器两触头之间，在辉光管中引起辉光放电，产生大量热量，加热了双金属片，使其膨胀伸展与静触头接触，灯管被短接，电源电压几乎全部加在镇流器线圈上，一个较大的电流流经镇流器线圈、灯丝及辉光管。电流通过灯丝，灯丝被加热，并发出大量电子，灯管处于“待导电”状态。起辉器动静二触头接触电压下降为零，辉光放电停止，不再产生热量，双金属片冷却两触头分开，切断了镇流器线圈中的电流，在镇流器线圈两端便产生一个很高的电压，此电压与电源电压叠加而作用在灯管两端，使管内电子形成高速电子流撞击气体分子电离而产生弧光放电，日光灯便点燃。点燃后，电路中的电流以灯管为通路，电源电压按一定比例分配于镇流器及灯管上，灯管上的电压低于起辉器辉光放电电压，起辉器不再产生辉光放电，日光灯进入正常工作。此时，镇流器起电感器的作用，限制灯管中的电流不至过大，当电源电压波动时，镇流器起镇定电流变化之用。

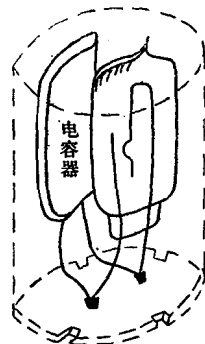


图1-3-3 起辉器

实验四 三相交流电路的连接与功率测量

(一) 实验目的

1. 学习三相负载的连接及测量线电压、相电压、线电流和相电流的方法。
2. 验证三相负载星形、三角形联结时，线电压与相电压、线电流与相电流的关系。
3. 了解三相四线制中的中性线的作用。

(二) 实验仪器及设备

三相交流电源

灯箱	100W、220V	1个
交流电压表	0—300—450V	1只
交流电流表	0—2.5—5A	6只
单相瓦特计	D34-W型0.5/1A、75/150/300V	2只
试电笔		1支

(三) 实验内容

1. 用试电笔找出三相四线制电源的相线与中性线，并测量其线、相电压。
2. 三相负载星形联结

(1) 按图1-4-1接好实验线路，每相并联三盏灯。

(2) 合上QS₁、QS₂接通电源，分别对不对称负载（每相分别为1、2、3盏）和对称负载（每相三盏），按表1-4-1所列各项进行测量和记录。

(3) 去掉中性线（即Y联结法），重复上述测量，同时观察各相灯泡的亮度，并以“亮”、“较亮”和“暗”分别记录。

(4) 与(2)的测量方法相同，用两瓦特计法测量对称和不对称的负载三相功率，并填入表1-4-2。

3. 三相负载三角形联结

(1) 按图1-4-2接好电路。

(2) 合上各开关，对每相串联三盏灯泡的对称负载，按表1-4-3所列各项测量并记录。

,

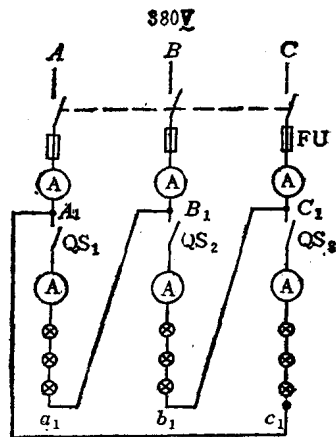


图1-4-2 三角形(Δ)联结电路

表1-4-2 数据记录表

项目 数据		测试数据与计算结果			理论计算结果
		$P_1(W)$	$P_2(W)$	$P = P_1 + P_2$	P
负载情况					
Y	对称				
	不对称				
△	对称				
	不对称				

表 1-4-3

[illegible]

(3) 断掉 QS_1 , 并将 B_1C_1 相中的一只灯泡短接(即负载不对称), 按表1-4-3所列各项测量并记录, 同时亦用两瓦特计法测量三相功率记入表1-4-2。

(四) 预习要求

1. 预习本次实验内容, 及三相电路中线、相电压, 线、相电流之间的关系。
2. 明确中性线的作用。在三相四线制中, 为什么中性线上不允许接保险丝?
3. 预习三相功率的内容, 从理论上计算Y联结时, 步骤(4)中的功率, 以及△联结时步骤(2)、(3)中的功率, 并填入表1-4-2。

(五) 实验报告

1. 写出实验目的, 画出实验电路。
2. 整理所测数据并归纳观察到的现象。
3. 根据实验数据验证对称的Y联结和△联结时有关电压和电流的 $\sqrt{3}$ 倍关系。
4. 结合测试数据说明不对称负载Y联结无中性线时, 各相电压的分配关系。说明中性线的作用和实际应用中应注意的问题。
5. 将三相功率的理论计算数值与二瓦特计法的测试结果比较, 并分析产生误差的原因。

※实验五 一阶RC电路暂态分析

(一) 实验目的

1. 观察并测绘RC电路的充、放电过程, 加深对RC电路过渡过程的认识。
2. 观察电路参数对过渡过程的影响及时间常数的确定。
3. 了解RC电路的实际应用。

(二) 实验仪器与设备

示波器	1 台
脉冲信号发生器或矩形波发生器	1 台
RC 接线板	1 块

(三) 实验内容

1. 观察测量RC电路的暂态过程

按图1-5-1接线 调节矩形波发生器, 使输出电压峰值 $U_{P-P} = 10V$, 频率 $f = 200Hz$, 将此信号输入到RC串联电路中, 用示波器分别观察输入电压 u_i , 电阻两端电压 u_R 和电容两端电压 u_C , 将它们的波形按一定比例描录在表1-5-1中。同时测定该电路的时间常数 τ , 记入表1-5-1中。

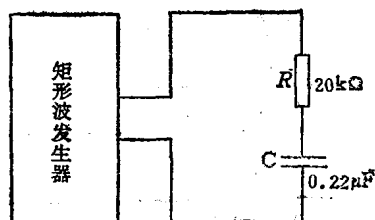


图1-5-1 实验电路图

2. 观察RC微分电路和积分电路的输入信号和输出信号的波形。

(1) 按图1-5-2微分电路接线, 保持输入的矩形波电压, 频率不变, 用示波器观测电路的输入及输出电压的波形, 并按一定比例把输出波形 u_o 描录在表1-5-1中。

改变电路参数 R (电位器), 或 C 的数值, 观察电路输出电压 u_o 波形的变化, 并画入表

中。

(2) 按图1-5-3 积分电路实验原理图接线, 保持输入的矩形波电压、频率不变, 用示波器观测电路的输入及输出电压波形, 并按一定比例把输出波形 u_o 描录在表中。

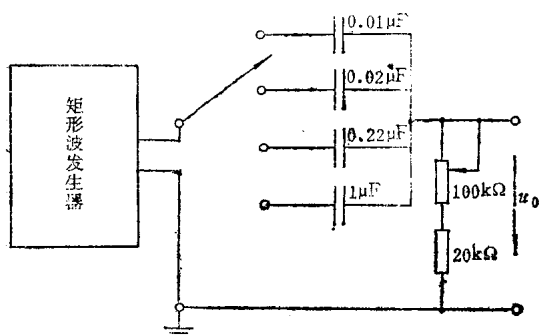


图1-5-2 微分电路实验原理图

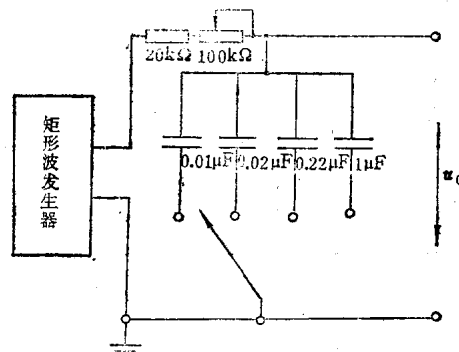


图1-5-3 RC积分电路实验原理图

改变电路参数 R 、 C 的数值, 观察电路输出电压波形的变化, 并画入表中。

注意: (1) 在 RC 电路中, 由观察 u_R 波形改为观察 u_C 波形时, 必须改变电路的接地端。

(2) 在测量电阻时, 须切断电源。

(四) 预习要求

1. 复习 RC 电路充放电原理及时间常数 τ 在过渡过程中的作用。
2. 阅读本书关于在实验中所用的信号发生器, 及示波器的使用方法的有关内容。

(五) 思考问题

时间常数 τ 除用计算和本实验介绍的用示波器测量来确定之外, 是否还有其它方法求得?

(六) 实验报告

1. 记录表中所列各个波形, 并求出电路的时间常数 τ 。
2. 试就上述各个波形讨论 RC 电路的暂态过程, 以加深理解电容两端电压不能突变的道理。
3. 在 RC 电路中, 分析并说明形成微分电路和积分电路所具备的条件。在时间常数 $\tau = RC$ 与输入脉冲宽 t_p 之间应有怎么样的配合?

表1-5-1 数据记录表

输入 波 形	周期		
	脉宽		
	U_{P-P}		

RC 电路 暂态 过程	电 容 电 压 波 形	电 阻 电 压 波 形	R		
			C		
			τ		
微分 电路 输出 电压 波形 图			R		
			C		
			τ		
			R		
			C		
			τ		
积分 电路 输出 电压 波形 图			R		
			C		
			τ		
			R		
			C		
			τ		

※实验六 变 压 器

(一) 实验目的

1. 熟悉单相、三相变压器的构造和接线方法。
2. 学习判别变压器绕组极性的方法。
3. 学习变压器基本参数的测量方法。
4. 了解变压器阻抗匹配的作用。

(二) 实验仪器及设备

单相变压器

1台

三相变压器	1 台
自耦调压器 (单相)	1 台
交流电压表 (0 ~ 300 V)	1 块
交流电流表 (0 ~ 5 A)	2 块
灯箱	1 组

(三) 实验内容

1. 单相变压器

(1) 观察变压器的构造, 记下铭牌数据:

$$U_{1N} = \text{V}; I_{1N} = \text{A}; U_{2N} = \text{V}; I_{2N} = \text{A}; S_N = \text{kVA}.$$

(2) 测量变压器的空载电流和电压比。

一次侧接 220 V 电源, 二次侧开路, 测出:

$$I_0 = \text{A}; U_1 = \text{V}; U_{20} = \text{V}.$$

(3) 测出电压变化率和电流比。

使二次侧逐渐增加负载, 观察一、二次电流变化情况, 当满载或接近满载时, 测出:

$$I_1 = \text{A}; I_2 = \text{A}; U_2 = \text{V}.$$

2. 三相变压器

(1) 判别首、尾端和极性:

1) 三相一次绕组间相对首、

尾端的判别。

将两相绕组串联, 在其中一相上加以交流电压 110 V, 用电压表测两相串联的总电压 U' (如图 1-6-1)。如果 $U' = 2 \times 110 \text{ V}$, 则相连的为同名端, 如果 $U' = 0$, 则相连的为异名端。

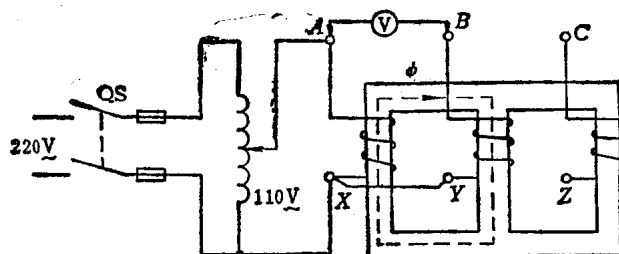


图 1-6-1 实验电路图

2) 每相一、二次绕组间的极

性判别

将一、二次绕组串联, 一次绕组加电压 U_1 (110 V), 二次绕组感生电压 U_2 , 用电压表测两绕组串联后的总电压 U' 。如果 $U' = U_1 + U_2$, 则相连的为非同极性端 (如图 1-6-2), 如果 $U' = U_1 - U_2$, 则相连的为同极性端。

(2) 电压比的测定

1) Y/Y 联结

测量一次侧相电压 U_{1P} , 线电压 U_{1L} 。二次侧相电压 U_{2P} , 线电压 U_{2L} 。

2) Y/Δ 联结

测一次侧相电压 U_{1P} , 线电压 U_{1L} 。二次侧相电压 U_{2P} , 线电压 U_{2L} 。

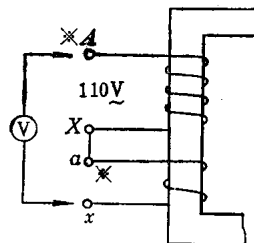


图 1-6-2 极性判别示意图

(四) 思考题

1. 为什么要判别极性?