

电工学实验指导书

西机械学院电工学教研室

一九九〇年十月廿日

目 录

前 言:

- 一、电工学实验的目的
- 二、进行电工学实验的程序
- 三、电工学实验室规则

实 验:

- 一、电流源和电压源的等效转换
- 二、戴维南定理和电位的测量
- 三、功率因数的提高
- 四、串联谐振
- 五、三相交流电路
- 六、RC电路中的暂态过程
- 七、三相异步电动机
- 八、继电器接触器控制电路(一)
- 九、继电器接触器控制电路(二)
- 十、桥式整流电容滤波稳压电路的设计、安装和测试
- 十一、晶体管特性曲线的测绘
- 十二、单管交流放大器
- 十三、两级阻容耦合放大器
- 十四、差动放大器
- 十五、集成运算放大器
- 十六、串联型晶体管稳压电路
- 十七、TTL“与非”门电路
- 十八、D触发器和寄存器
- 十九、J-K触发器、计数器和译码显示电路

附录: 常用电工设备的使用知识

- 一、电工测量和误差
- 二、几种直读式电工仪表和测量方法
 - (一)磁电型仪表
 - (二)电磁型仪表
 - (三)电动型仪表
 - (四)功率表
 - (五)万用表

(六)兆欧表

三、自耦调压器

四、转速表

五、几种常用电子仪器的使用方法

(一)DY-5A型电子管电压表

(二)GB-9B型真空管毫伏表

(三)JWY-30F型直流稳压电源

(四)XD-7型低频信号发生器

(五)XD-22型低频信号发生器

(六)SB-14型示波器

(七)SBR-1型二线示波器

(八)ST-16型示波器

说明：本指导书适用全院各非电类专业，各专业根据具体情况选做
实验内容。

目 录

前 言:

一、电工学实验的目的

二、进行电工学实验的程序

三、电工学实验室规则

实 验:

一、电流源和电压源的等效转换

二、戴维南定理和电位的测量

三、功率因数的提高

四、串联谐振

五、三相交流电路

六、RC电路中的暂态过程

七、三相异步电动机

八、继电器接触器控制电路(一)

九、继电器接触器控制电路(二)

十、桥式整流电容滤波稳压电路的设计、安装和测试

十一、晶体管特性曲线的测绘

十二、单管交流放大器

十三、两级阻容耦合放大器

十四、差动放大器

十五、集成运算放大器

十六、串联型晶体管稳压电路

十七、TTL“与非”门电路

十八、D触发器和寄存器

十九、J-K触发器、计数器和译码显示电路

附录:常用电工设备的使用知识

一、电工测量和误差

二、几种直读式电工仪表和测量方法

(一)磁电型仪表

(二)电磁型仪表

(三)电动型仪表

(四)功率表

(五)万用表

(六)兆欧表

三、自耦调压器

四、转速表

五、几种常用电子仪器的使用方法

(一)DY-5A型电子管电压表

(二)GB-9B型真空管毫伏表

(三)JWY-30F型直流稳压电源

(四)XD-7型低频信号发生器

(五)XD-22型低频信号发生器

(六)SB-14型示波器

(七)SBR-1型二线示波器

(八)ST-16型示波器

说明：本指导书适用全院各非电类专业，各专业根据具体情况选做实验内容。

前 言

一、电工学实验的目的

电工学是一门实践性很强的技术基础课,按照教学大纲的规定,其实验学时约占总学时的四分之一左右,所以实验是本课程中十分重要的环节,通过实验的训练,应达到下述的各项要求:

(一)证实电工学中所阐述的一些重要理论,巩固和运用所学的理论知识。

(二)培养实际工作能力,掌握电工实验技术的基本技能。

1. 能正确使用常用的电工仪表、电子仪器、电机电器及元件器件等。

2. 能独立安排并操作具有一定水平的实验电路,包括根据要求和所提供的条件自行完成某些具有设计性质的实验。

3. 能准确地读取实验数据并正确地加以分析处理,编写出合格的实验报告。

4. 掌握一般的安全用电知识,养成严格遵守操作规程的习惯。

5. 培养良好的工作作风,包括实事求是的工作作风,敢于实践、尊重实践、理论密切联系实际的工作作风,文明整洁、爱护公共财物的作风,团结互助、相互协作的作风。

二、进行电工实验的程序:为了保证电工学实验教学质量,学生必须注意做好预习、实验、总结这样三部分工作。

(一)预习:预习是整个实验的重要组成部分,实验能否顺利进行并收到预期的效果,在很大程度上取决于预习工作的好坏。预习得好,实验时对实验数据以及出现的各种现象便会心中有数,否则不仅事倍功半,而且有发生人身事故和损坏设备的危险,故要求在实验前一定要做好预习工作,凡预习不合乎要求者不得进行实验,预习时应做好下述三项工作:

1. 阅读该次的实验指导书,明确实验目的、内容及要求。

2. 复习与本次实验有关的理论,以便在实验中用理论来指导实践。并通过实践加深对理论的理解。

3. 完成“预习要求”中所指定的计算、设计实验电路、拟定实验步骤及数据记录表格等。并将有关内容直接写在预习报告之中,此预习报告也即整个实验报告的前半部分,实验报告的格式如下:

电工学实验报告

实验名称

实验日期

班 级

组 别

实验者

同组者

一、实验目的

二、实验电路图及有关计算

三、实验数据及计算结果

四、总结内容及心得体会

(二)实验:对实验的基本要求一是要安全,二是要准确,而良好的工作方法是达到上述要求的基本保证,实验时应注意下列几点:

1. 同组人员的分工与合作:每个实验小组由两个组成,相互之间应合理分工,协调配合。对于实验中的各项工作,如电路连接,检查电路,测量及读取数据,记录数据等应作好分工,并在各次实验中轮流担任,以便每个人都有全面进行各项实验操作的机会。遇有复杂的电路,也可由每个成员连接其中的一部分,然后相互进行检查。

2. 设备的配备与检查

学生到达指定的实验桌位以后,首先要根据需要配备实验所需的设备,电子仪器等设备已陈列在实验台上,有的设备则需去实验室库房借用。大多数的指针式仪表需在使用前检查指针是否在零点位置,若不对零则需用仪表改锥调整机械零点,但切不可用手指甲或接线叉等物施以鲁莽的调整,以免损坏仪表。

3. 电路连接

接线前应先将仪表和其他实验设备进行合理的布置,要考虑到便于操作和读取数据。对导线的选用要合理,该长则长,该短则短,不要一开始就将所有的长导线用完。接线要牢靠,在同一个接线柱上最多接两个接线叉,遇有多条支路相汇于一点时,应将接线叉分到各个等电位点上去,以免连接处产生松动造成接触不良的现象。接线时应贯彻先主后辅、先串后并的原则。所谓先主后辅是指先连接主要的工作电路,然后再连接辅助电路(测量电路或控制电路)。先串后并是指在同一个电路中先连接某一条关键的串联电路,然后再连接分支电路。检查电路时也应按这样的顺序进行。

4. 数据的测量

电路接通电源后,不要立即进行测量,而应将实验过程操作一遍,观察实验过程的变化情况,以便决定应该取哪几点数据,然后再正式进行实验,记录数据。读数要准确,有些电表具有几个量程,但只有一条标尺,故测得的数值应是指示值的倍数,如C31-A型电流表,它有十二种量程,但表盘标尺满刻度为150,若用75mA量程进行测量,指示值为100,则测量值为 $\frac{75}{150} \times 100 = \frac{1}{2} \times 100 = 50(\text{mA})$,余类推。当需要测试绘制曲线时,读数的多少和分布情况,应以满足画一条光滑而完整的曲线为标准,在曲率大的地方应多读几组数据。数据测完以后,应自行判断是否正确,然后送指导老师审核。

在整个实验过程中,必须遵守电工学实验室规则,注意安全。

(三) 总结：实验后应整理好实验数据，进行必要的计算，对实验中出现的问题分析原因，进行总结，独立编写出整齐清洁、条理分明的实验报告。对实验结果进行讨论时，必须引用实验中取得的数据及观察到的现象，反对不结合实验数据而空谈理论，还要注意从实验的结果引伸出应有的结论。实验报告是评定学生实验成绩的依据之一，每个学生必须认真编写。实验考核不及格者不准参加电工学课程的考试，且实验成绩要计入本课程总成绩之内。

三、电工学实验室规则：

进行电工学实验必须注意安全，稍有不慎，便可招致人身伤亡和实验设备的损坏，故学生进入实验室后，必须严格遵守下列规则：

(一) 实验前必须做好预习工作，未经预习或无故迟到者，指导老师有权停止其实验。

(二) 进入实验室不得高声喧嚷，不得随便串走，不准搬弄与本次实验无关的仪器设备。到达指定的实验桌位后，要先将仪器罩叠好，放在靠一侧的实验的支架上。

(三) 连接电路或改接电路时，必须断开电源开关。电路连通后，不可触摸任何裸露的带电部分。

(四) 接通电源时，要事先通知同组成员。闭合或切断电源开关时，应迅速而果断，同时注意仪表或设备有无异常现象。

(五) 实验电路接好后，需向指导老师报告并取得同意后方可接通电源；电路改接后，仍需向指导老师报告才可通电实验。

(六) 接通电源后，要养成用单手操作的习惯，可用单手操作的要尽可能不用双手同时操作。当电机旋转时，要保持身体、衣服、围巾等不与转动部分接触。

(七) 实验时如果发现不正常的现象如异味、异响以及烧断保险丝、损坏仪器设备等事故时，应立即拉断电源，然后向指导老师报告。

(八) 严格遵守操作规程，爱护仪器设备，小心使用。服从指导老师的指导，如因违反操作规程或不听从指导而造成损坏设备及元件工具者，应校学校有关规定进行处理，负责赔偿。

(九) 实验时必须严肃认真，严禁笑儿戏；要保持实验场地文明整洁，室内严禁吸烟，乱扔纸屑，严禁随地吐痰。

(十) 实验完毕后，应将仪器、工具进行整理归还原处。所用导线、表笔等要分类放入抽屉内，既不要捆绑，也不要缠绕。并由班长或课代表派同学清扫实验场地，经指导老师同意后方可离开实验室。

四、电工学实验内容说明：

电工学实验指导书适用于全院90学时，150学时，200学时三种类型的非电专业使用，各类型专业所做实验的内容分别规定如下：

(一) 90学时类型专业（水利系、工管系）

实验二；三；五；七；八；十；十二；十三；十四。

(二) 150 学时类型专业 (材料系、机械系、印刷系)

实验一; 二 (选作一个); 三; 四; 五; 六; 七; 八; 九; 十; 十一; 十二; 十三; 十四; 十五; 十七; 十八; 十九。

(三) 200 学时类型专业 (量仪系)

实验一; 二 (选做一个); 三; 四; 五; 六; 七; 八; 九; 十; 十一; 十二; 十三; 十四、十五、十六、十七、十八、十九。

(四) 夜大、基大、职大或培训的各种大、专班的有关专业可参照以上各类型选做有关的实验内容。

(五) 根据 150 学时的需要拟增加: 场效应管电压放大器; LC 振荡器, 单相可控整流电路; 闭环系统综合实验等内容。

(六) 200 学时类型专业拟增加集成运算放大器的应用; LC 振荡器; 数字电路的组合设计等实验内容。

实验一 电流源与电压源的等效转换

一、实验目的

- (一) 了解恒流源、电流源与电压源的外特性;
- (二) 验证电流源与电压源等效转换的条件;
- (三) 学习示波器、电子管电压表等设备的使用方法。

二、预习要求

- (一) 分别拟定测试恒流源与电流源外特性的电路图。

其要求如下 (设备规格见实验设备一项):

- 1. 电源与负载之间应加双刀闸刀开关。
- 2. 负载为滑线变阻器。
- 3. 恒流源输出电流 $I_S = 100 \text{ mA}$ 。
- 4. 电流源电激流 $I_S = 100 \text{ mA}$, 内阻 $R_S = 44 \Omega$ 。
- 5. 电流表固定接入电路之中, 电压表也画在电路图中, 但测试时应采用表笔接入电路, 并要求在电路图中标出它们的极性。

6. 计算出输出电压的变化范围, 选择电压表及电流表的量程。

(二) 拟定测试电压源外特性的电路图。

其要求如下:

1. 此电压源应与上述电流源对负载是等效的。

2. 计算出等效电压源的电动势 E 和内阻 R_S 。

3. 计算出负载电流及其两端电压变化范围, 选择电流表及电压表量程。

4. 其他要求与预习(一)相同。

(三) 阅读附录中SB-11型示波器、DY-5A型电子管电压表的使用方法。

三、实验设备

(一) 自制直流稳压电源一台 $4 \sim 24V$, $500mA$ 。

(二) 自制直流稳流电源一台, $0 \sim 110mA$ 。

(三) C31-A型直流电流表一块(量程见实验二)。

(四) C31-V型直流电压表一块(有10种量程: $45mV-75mV-3V-7.5V-15V-30V-75V-150V-300V-600V$)。

(五) MF-30型万用表一块(或DY-5A型电子管电压表一块)。

(六) 滑线式变阻器一个, 100Ω , $1.45A$ 。

(七) 金属膜电阻 $2W$, 11Ω , $2W$, 33Ω 各一个。

(八) 双刀双投开关一个。

(九) SB-14型示波器一台。

四、实验说明

直流稳流电源是一种电子仪器, 在其额定值的范围内它的输出电流是稳定的, 即其内阻很大, 可近似将它看作一个恒流源。如果有一个外接电阻模拟电源内阻, 将它与稳流电源并联, 便构成一个电流源。而直流稳压电源在其额定值范围内, 它的输出电压是稳定的, 其内阻很小, 可近似将它看作一个恒压源。如果用一个外接的电阻模拟电源的电阻, 与直流稳压电源串联, 便构成一个电压源。

五、实验任务

(一) 测量金属膜电阻和滑线变阻器的电阻值, 用金属膜电阻作电源内阻使用时应以测量值为准。

	滑线变阻器	金属膜电阻
标称值	100Ω	44Ω
测量值		

(二) 测试恒流源、电流源、电压源的外特性

在测试电压源外特性时,为了与电流源进行比较,其电压(或电流)的取值应与电流源的一致。

恒流源	输出电流(mA)	100	100	100	100	100
	电压(V)	10.4	8.25	7.00	4.85	3.00
电流源	负载电流(mA)	30	40	50	60	70
	负载电压(V)	3.2	2.8	2.4	1.8	1.4
电压源	负载电流(mA)	70	60	50	40	35
	负载电压(V)	1.56	2	2.6	3.05	3.26

(三) 练习用示波器测量电压,用电压表和示波器分别测量电压源实验电路中滑线电阻两端电压变化范围。

六、总结内容

(一) 依据实验数据作出恒流源的外特性曲线。

(二) 依据实验数据在同一坐标上作出电压源与电流源的外特性曲线,并分析产生误差的原因。

(三) 电压源与电流源等效转换的条件是什么?恒流源与恒压源能否等效转换?

实验二 戴维南定理和电位的测量

一、实验目的

(一) 学习直流稳压电源、万用表、电流表、示波器的使用方法,并对电流、电位、电压、电阻进行测量。

(二) 通过实验验证戴维南定理、巩固所学的理论知识。

二、预习要求

(一) 已知电路图如图2.1所示,试应用戴维南定理计算电阻 R_2 中的电流 I_2 ,画出等效转换以后的电路图,并将计算结果记入表内。

(二) 画出本次实验所需的实验电路图

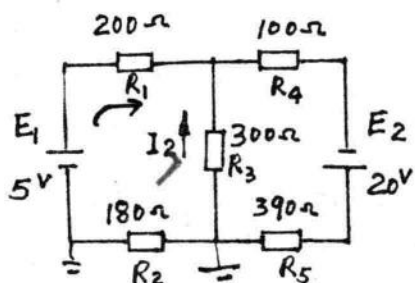


图 2.1

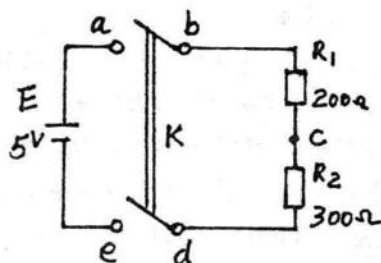


图 2.2

		V_0 (V)	R_0 (Ω)	I_2 (mA)
计 算 值		5.91	214	11.58
测 量 值	原 电 路	6.02	218	11.52
	等 效 电 路	6.02	218	11.52

1. 要求在图 2.1 的电路中加入两个双刀双投的闸刀开关 K_1 及 K_2 ，其中 K_1 用来控制 E_1 ， K_2 用来控制 E_2 。当这些开关投向某一侧时，应分别将 E_1 及 E_2 接入该电路；而当 $K_1 K_2$ 投向另一侧时，应将 E_1 及 E_2 从电路中切除，并同时用导线代替 E_1 及 E_2 原来所在的位置。

2. 接入一个电流表(A)，以便测量电流 I_2 ，用 +、- 号标出电流表的极性，并选择量程。

3. 结合所画出的实验电路图，将 R_2 看作负载电阻，写出用实验的方法验证戴维南定理的步骤。

(三) 已知电路如图 2.2 所示，现将开关 K 闭合，试分别以 d 点和 c 点为参考点计算两种情况下各点的电位以及各电阻上的电压，并将计算结果记入下表。

参考点	数 据	V_b	V_c	V_d	V_{bc}	V_{cd}	V_{ae}
d	计 算 值						
	测 量 值	MF-30					
		SBR-1					
c	计 算 值						
	测 量 值	MF-30					
		SBR-1					

(四) 阅读附录中下面设备的使用方法：MF-30 型万用表，JWY-30 型直流稳压电源，SBR-1 型二线示波器。

三、实验设备

- (一) JWY-30F型直流稳压电源一台
- (二) MF-30型万用表一块
- (三) SBR-1型二线示波器一台
- (四) C31-A直流电流表一块(有12种量程: 7.5mA-15mA-30mA-75mA-150mA-300mA-750mA-1.5A-3A-7.5A-15A-30A)。
- (五) 双刀双投闸刀开关两个
- (六) 实验板一块

四、实验说明

在实际工作中,可能遇到电路出现故障的情况,其中最常见的有断路和短路两种,现将用万用表寻找此类故障的方法介绍如下:

(一)在电路带电的情况下进行检查:其实质是通过测出电路中各点电位的变化来判断故障所在地。在图2-3所示的电路中,现以e点为参考点测量各点的电位。当电路正常时,a点与b点的电位相等,且等于电源电压 V ,而 $V_b > V_c > V_d$, $V_d = V_e = 0$,如a、b两点间的连接导线在某处断开,则 V_a 仍等于 V ,但 $V_b = 0$,也即 $V_{ab} = V$ 。若a、b两点间无断路,但电阻 R_2 断开,则 $V_c = V_b = V_a = V$,而 $V_d = V_e = 0$,也即 $V_{cd} = V$ 。又若电路的其他部分正常,但 R_2 被短路,则 $V_c = V_d = V_e = 0$,也即 $V_{cd} = 0$ 。本实验是用万用表

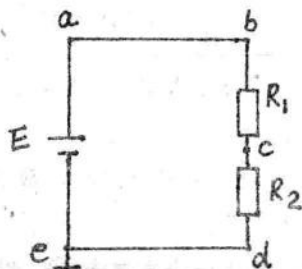


图 2.3

的直流电压档来测量电位,测量时应先将电压表的负端接参考点,再将电压表的正端接需测电位的那一点,若指针正向偏摆,则电位值(即电压表的读数)为正,若指针反向偏摆则应调换电压表的两端,然后读出数值,但此电位值为负。

(二)在电路断电的情况下进行检查:其实质是通过测量电路中的电阻来确定故障点,此处是用万用表的欧姆档来进行测量。如 R_2 断路,则cd两点间的电阻为无限大(但当cd两点间另有其他并联支路时,则该断路处的电阻将为某一数值,不要误认为并非断路点)。如 R_2 短路,则cd两点间的电阻为零。

五、实验任务

(一)将预习第二题中画出的实验电路连接成实际电路,通过 $K_1 K_2$ 的转换,使电路处于图2.1所示的工作状况,并测量 R_2 中的电流 I_2 。实验板上各元件的阻值如图2.4所示。

(二)将 R_2 看作负载电阻,用实验的方法验证戴维南定理。

(三)在实验板上连接成预习第三题中所示的电路,并用万用表和示波器测量各个电位值和电压值。在实验中若没有断路或短路的故障,应使用万用表找到故障点,并加以排除。

六、总结内容

(一) 根据实验数据总结电位和电压的关系以及参考点对电位和电压的影响。

(二) 说明下述电气设备或元件上所标参数的意义, 并计算出括号所指的另一参数。

1. 直流稳压电源 $0 \sim 30\text{V}$, 2A

(额定输出功率)

2. 滑线式交阻器 100Ω , 1.4A

(额定电压)

3. 金属膜电阻 2W , 33Ω (额定电流)

4. 白炽灯泡 220V , 40W (热态电阻)

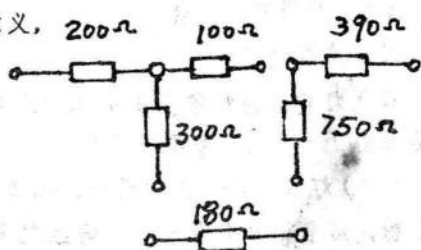


图 2.4

(三) 将验证戴维南定理的测量值和计算值进行比较, 并分析产生误差的原因。

(四) 心得体会及其他。

实验三 功率因数的提高

一、实验目的

(一) 学习测量功率及功效因数的方法。

(二) 研究在感性负载上并联电容对线路功率因数的影响以及提高功率因数的方法。

二、预习要求

(一) 已知 40W 的日光灯电路的有功功率为 47W , 电源电压 220V , 频率 50Hz ; 线路电流 0.41A 。试计算此日光灯电路的功率因数, 如欲将功率因数提高到 1, 应并联多大的电容?

(二) 当并联在日光灯电路两端的电容由零逐步增大至 $8\mu\text{F}$ 时, 该电路中的总电流、电容支路的电流、总电流随电容值增大而变化的规律如何?

(三) 阅读附录中功率表和自耦调压器的使用方法。

三、实验设备

(一) 交流电压表, 一块 ($0-150-300-600\text{V}$)

(二) 交直流电流表, 一块 ($0.5/1\text{A}$)。

(三) 交直流功率表, 一块 ($0-75-150-300-600\text{V}$, $2.5/5\text{A}$)。

(四) 自耦调压器, 一台 (输入 220V , 输出 $0 \sim 250\text{V}$, 2KVA)。

(五) 电容箱，一个 ($12.5\mu F$)。

(六) 日光灯，一套 (灯管、镇流器、启辉器)。

(七) 万用表，一块

四、实验说明

日光灯电路由灯管、镇流器和启辉器三部分组成，镇流器是一个铁芯线圈，故日光灯电路相当于一个RL串联的感性负载。

(一) 灯管：是一根玻璃管，抽去空气后充以少量水银及惰性气体。管的内壁涂有一层荧光粉，灯管两端各有一个用钨丝绕制成的灯丝，其上涂有易于发射电子的氧化物，灯丝上焊有两根镍丝作为与外电路相联的管脚。如图3-1所示。当两灯丝间加以足够高的电压时，管内水银化为蒸气而电离，产生紫外线，激发荧光粉，发出近似太阳光的可见光，故称日光灯。

(二) 镇流器是一个铁芯线圈，其作用是在启动时产生足够高的自感电动势，使灯管易于放电，而在灯管正常工作时，限制灯管电流，使工作稳定。

(三) 启辉器：外壳是一个小玻璃泡，泡内充有低压氖气，并装有两个电极，一个是固定的金属触点，另一个是由两种膨胀系数相差较大的金属片制成的“双金属片”，如图3-2所示。高温时，双金属片受热膨胀伸直与固定触点接通，温度降低时，双金属片收缩与固定触点脱离，所以启辉器相当于一个受温度控制的开关。

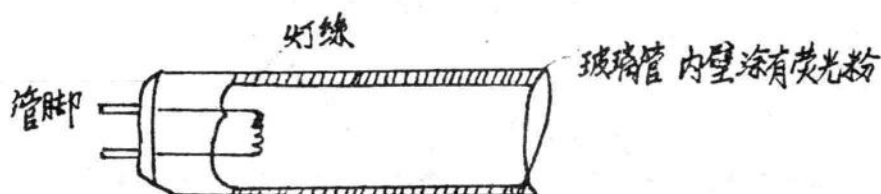


图 3.1 灯管

(四) 日光灯点燃过程

刚接上电源时 (参看图3-3)，灯管尚未放电，启辉器的触点处于断开位置，灯管中无电流，电源电压全部加在启辉器上，氖气被电离发光，产生热量使双金属片膨胀变形与固定触点接触。这就使灯管两灯丝与镇流器构成通路，有较大电流加热灯丝，使之易于发射电子。

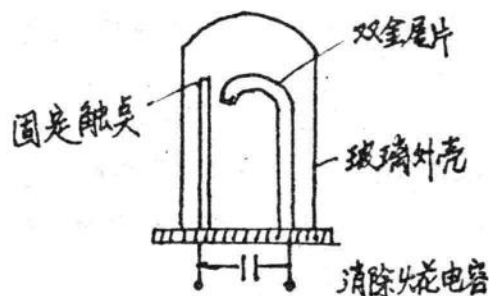


图 3.2 启辉器

同时由于启辉器两端电压降低，氖气不再被电离，温度降低，过二、三秒钟，启辉器的双金属片变冷收缩，断开触点。就在这一瞬间镇流器产生一较高自感电动势和电源电压一起加在灯管两端，使管内水银迅速电离发光。灯管点燃后其两端电压降低，不足以使启

辉器再次动作。

△日光灯电路功率因数约为0.5左右，为了提高功率因数，可与日光灯电路并联电容器。选择适当的电容值可使线路电流与电源电压同相，这时功率因数 $\cos\varphi=1$ 。而当电容值过大时，又会使整个电路变为容性，功率因数反而降低。

五、实验任务

(一) 了解供电电源的情况

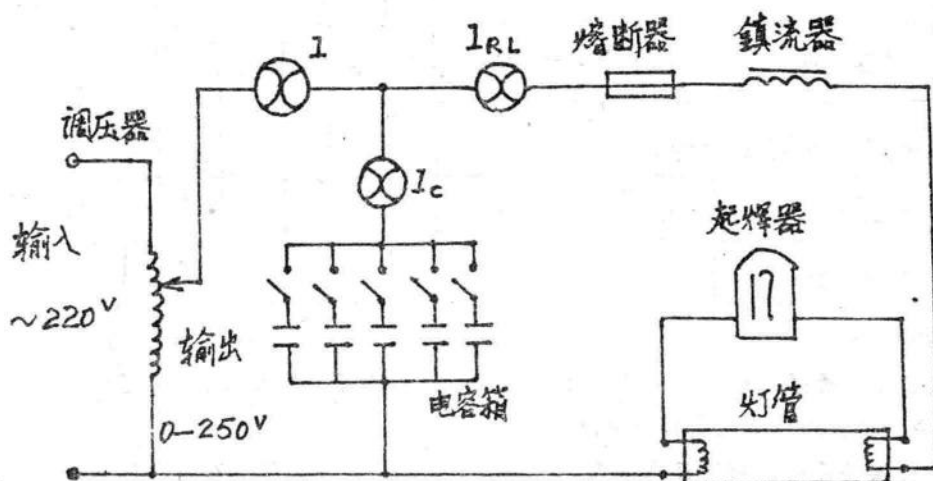


图 3.3

实验台上有三种不同的电源，其中标有“十一”的为直流，另两种为三相交流，本次使用标有A、B、C、O的交流电源，实验前应先测量电源电压的大小，由于电源电压的波动，其实际值与标称值将有出入。

表 1

	V _{AB}	V _{BC}	V _{CA}	V _{AO}	V _{BO}	V _{CO}
标称值	380V	380V	380V	220V	220V	220V
测量值	381	383	382	222	222	222

(二) 联接实验电路，调节自耦调压器的输出电压为220伏，观察日光灯的点燃过程，若有故障，应自行寻找并加以排除。

(三) 测量并计算日光灯电路的技术参数

表 2

电源电压	灯管电压	镇流器电压	灯管电流	功率	功率因数
V(伏)	V _R (伏)	V _L (伏)	I _{RL} (安)	P ₀ (瓦)	$\cos\varphi$
220	102	176	0.45	45	0.56

(四) 提高电路的功率因数

保持电压 $V = 220$ 伏，先找到谐振点，然后测量下述各值，注意观察并联电容对其他各电量的影响。

条 件	项 目	电 容 (μF)											
		0	1	2	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8
$V = 220V$	电容电流 I_C	0	0.04	0.1	0.23	0.26	0.3	0.34	0.37	0.41	0.45	0.52	0.58
	灯管电流 I_{RL}	0.42											
	总电流 I	0.42	0.39	0.31	0.27	0.25	0.24	0.23	0.23	0.24	0.25	0.29	0.34
	总功率 P	47	46	47	47	47	47	47	47	46	46	47	46

六、总结内容

(一) 根据实验数据，分别画出并入 $2\mu F$ 、 $8\mu F$ 电容时，电路中 V 、 I 、 I_{RL} 、 I_C 的相量图，并计算出两种情况下的功率因数。

(二) 依据实验数据，画出日光灯电路的电压三角形，为什么不是直角三角形？并计算出灯管电阻 R 及镇流器的等效电阻 R' 和电感 L 。

实验四 串联谐振

一、实验目的

(一) 测量串联谐振时的各个电量，研究串联谐振的特征。

(二) 测绘不同品质因数电路的谐振曲线。

(三) 学习音频信号发生器、示波器、真空管毫伏表、电子管电压表的使用方法。

(四) 测绘 RLC 电路的频率特性。

二、预习要求

(一) 在图 4-1 所示的串联电路中，已知线圈的电感 L 为 $10mH$ ，线圈的内阻 r' 为 1.5Ω ，电容 $C = 10\mu F$ ，电阻 $R = 11\Omega$ ，现由 XD-7 型低频信号发生器供电，且电源电压 $V = 1V$ 。

计算：

1. 根据所给电路参数，求出电路的谐振频率 f_0 。

2. 谐振时电路中的电流 I_0 ，电路 V_{RO} 、 V_{CO} 、 V_{LO} 、 V_{CLO} 的数值各为多少？

3. 若将 R 改为 33Ω ，上述各值又将是多少？并将计算值填入表一。