

全国高等教育自学考试教材

(机电类专业)

机电一体化 工程实验

席时达 周良权 编
任仕纯 乔桂芳

高等教育出版社

全国高等教育自学考试教材

(机电类专业)

机电一体化工程实验

席时达 周良权 编
任仕纯 乔桂芳

江苏工业学院图书馆
藏书章

高等教育出版社

(京)112号

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化工程实验/席时达等编. —北京:高等教育出版社,1996

ISBN 7-04-005790-5

I. 机… II. 席… III. 机电一体化-实验 IV. TH-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04404 号

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京印刷二厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12.5 字数 310 000

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

印数 0001--6 148

定价 11.00 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

“机电一体化工程实验”是机电一体化工程专业专科考试计划中规定的一门重要的实践性课程,它包括了本专业专科“电工技术基础”、“电子技术基础”、“微型计算机基础及应用”、“数控技术及应用”四门课程的全部实验内容。

本课程的主要任务是提高考生的实验操作能力和实验研究能力,培养考生实事求是的科学态度和严谨的工作作风。同时,通过实验,巩固和加深所学的理论知识,达到理论联系实际的目的。

按考试计划要求,本课程为6学分。“电工技术基础实验”(1学分,6个实验);“电子技术基础实验”(1.5学分,9个实验);“微型计算机基础及应用实验”(算法语言1学分,上机10次,微型计算机原理及应用1.5学分,8个实验);“数控技术及应用实验”(1学分,6个实验)。由于实验条件和教学要求不尽相同,本教材对所要求完成的每个实验,提出了实验目的、实验原理、实验器材、实验内容等,并对实验报告也提出了具体要求,考生应按各项教学要求完成规定的实验内容。

本书的电工技术基础实验部分由席时达(上海机械专科学校)编写,杨林森(西安交通大学)审稿;电子技术基础实验部分由周良权(上海机械专科学校)编写,杨林森(西安交通大学)审稿;微型计算机基础及应用实验部分由任仕纯(汕头大学)编写,刘甘娜、杨林森(西安交通大学)审稿,数控技术及应用实验部分由乔桂芳(西安交通大学)编写,刘明远、杨林森(西安交通大学)审稿。

在此,谨向参加本教材编、审的同志及出版单位和工程师进修大学电气学院致以衷心的感谢。

全国高等教育自学考试指导委员会
机械类专业委员会

1994年5月

责任编辑	金春英	
封面设计	刘晓翔	
责任绘图	吴文信	汪 婷
版式设计	周顺银	
责任校对	俞声佳	
责任印制	孔 源	

目 录

第一部分 电工技术基础实验

实验一 电工测量认识实验	3
实验二 叠加定理与戴维南定理	7
实验三 日光灯电路及功率因数的提高	10
实验四 三相交流电路	13
实验五 变压器	15
实验六 异步电动机的继电-接触器控制	18

第二部分 电子技术基础实验

第一章 模拟电子技术基础实验

实验一 单相整流及电容滤波电路	25
实验二 单管低频放大电路	27
实验三 电压串联负反馈放大电路	33
实验四 集成运算放大器的应用	36
实验五 互补对称功率放大电路	41

第二章 数字电子技术基础实验

实验六 集成逻辑门电路及组合逻辑电路	45
实验七 集成触发器和集成时序逻辑电路	50
实验八 二-十进制加/减法计数及译码/ 驱动、显示电路	56
实验九 555 定时器电路的应用	62

第三部分 微型计算机基础及应用实验

第一章 BASIC 语言上机操作

第二章 微型计算机原理及应用实验

实验一 简单程序	73
实验二 分支与循环	84
实验三 堆栈和子程序	91
实验四 PIO 接口	97

实验五 CTC 接口	104
实验六 数模和模数转换器	110
实验七 显示与转贮	115
实验八 应用实验	123

第四部分 数控技术及应用实验

第一章 DVCC-51 开发型单片单板机

使用方法

第一节 DVCC-51 开发型单片单板 机的结构	135
第二节 键盘操作功能说明	136
第三节 8031 单片机存贮空间分配	137
第四节 扩展 I/O 口地址分配	138

第二章 机床数控系统教学实验

实验一 步进电动机脉冲分配器的硬件 电路设计	139
实验二 环形分配器的软件设计	142
实验三 逐点比较法的直线插补软件设计	146
实验四 逐点比较法的圆弧插补软件设计	149
实验五 步进电动机自动升降速控制	150
实验六 数控机床手工编程实验	153

第三章 实验参考程序

附录

附录一 使用 TP801 单板机时的参考程序	174
附录二 MCS51 单片微机指令表	182
附录三 Z80 微处理器指令表	188
附录四 DVCC-51-G 开发装置接插线标号	189
附录五 全屏幕编辑操作介绍	190
附录六 主要芯片引脚图	193

第一部分

电工技术基础实验

实验一 电工测量认识实验

一、实验目的

1. 了解实验室电源设施及晶体管直流稳压电源、调压器等常用设备。
2. 学习电压表、电流表、万用表和功率表等常用电工仪表的使用方法。
3. 了解线性电阻和非线性电阻的测量方法。

二、实验原理

1. 实验室电源设施 电工实验室提供的电源一般为 50Hz、380 / 220V 三相交流电, 有 A、B、C、N 四个接线端。A、B、C 为相线接线端, N 为中线接线端。负载应根据额定电压接入。

当单相负载额定电压为 220V 时, 应接任一根相线和一根中线, 如果额定电压为 380V, 则应接任意两根相线。A、B、C 三相电源一般由一把三极刀开关控制, 并有电源指示灯显示, 中线不经过开关。实验接线时应先切断电源, 只有在所有接线全部接好, 并经指导教师认可后方可合上电源。此外, 另有电源插座直接提供 220V 电压。

电工实验室中 220V 以下的交流电源可通过调压器获得, 直流电源则通过晶体管直流稳压电源得到。

2. 晶体管直流稳压电源 晶体管直流稳压电源采用 220V 交流电, 经晶体管整流并稳压后输出可调的直流稳定电压, 可近似地认为是理想电压源。

实验时根据需要调节输出电压。先用“粗调”旋钮选择合适的电压段, 再用“微调”旋钮进行细调。可观察面板上的电压表把输出电压调到需要的数值。

输出电压调好后, 从标有“+”和“-”的两个接线端之间输出。它们均对地悬空, 故可通过将“-”或“+”端接地, 以获得正电位或负电位。一台稳压电源常有两路输出, 它们是两个独立的电源, 也可将它们串联起来以获得更高的电压。

当过载或短路时, 机内保护电路动作, 会使输出电压下降为零。此时应切断电源, 排除故障或减轻负载, 然后按下“恢复”按钮, 即可继续供电。

图 1-1 是电工实验室常用的晶体管直流稳压电源的面板图。

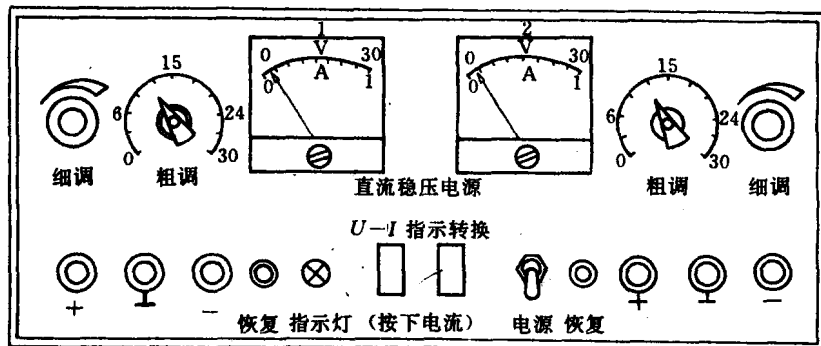


图 1-1 晶体管直流稳压电源的面板

3. 调压器 调压器是副边抽头可滑动的自耦变压器。它利用电磁感应原理来调节交流电压,如图 1-2 所示。其中 1、2(或 X、A)为输入端,接 220V 交流电源;3、4(或 x、a)为输出端,接负载;公共端 1、3(或 X、x)应接电源线。转动手柄时,原边匝数 N_1 不变,副边匝数 N_2 改变,输出电压随之改变,可在 0~250V 之间调节。输入端与输出端切不可接反,而且每次接通或断开电源前均应将调节手柄旋至零位。

调压器的额定值主要有额定电压和额定容量。额定电压一般为 220~250V,额定容量有 0.5kVA、1kVA 等,使用调压器时不仅要使输入电压与电源电压相符,而且容量应满足负载要求。

4. 电压表、电流表 电压表的内阻极大,使用时应并联在待测电路的两端。电流表的内阻很小,使用时应串联于待测电路的支路中。

为了一表多用,电压表可用测棒与电路中的待测点相接触,不必固定联接;电流表可采用电流插座与插头,其结构如图 1-3 所示。插座串联在各个被测电路中,插头接在电流表上,一个插头配多个插座,就可用一个电流表测量多处的电流。

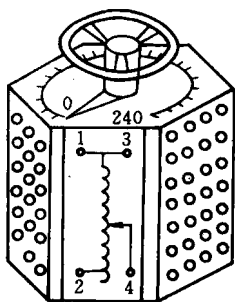


图 1-2 调压器

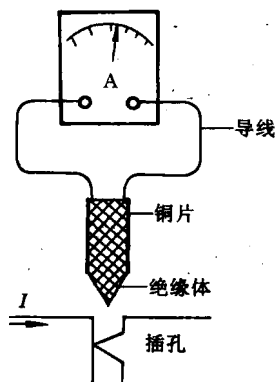


图 1-3 电流表的插头与插座

使用各种仪表都要注意量程的选择,量程选大了将增大测量误差,选小了有可能损坏电表。如果实验前无法估计合适的量程,可先用电表的最高量程测试,然后根据测试结果改变到适当量程进行测量。

直流电压表和直流电流表在使用时,应注意它们的极性,即仪表的“+”极接电路的高电位,“-”极接低电位,不能接反,否则将引起指针反偏。

5. 万用表 万用表一般用磁电式表头配上晶体二极管、分流器、倍压器、干电池、转换开关等组成,可测量交、直流电压、电流和电阻等,是一种常用的多功能仪表。

使用万用表前必须把测量范围的选择开关旋到与被测电量相应的一挡量程上。测量电压时更要注意不能把选择开关旋到电流或电阻挡上,否则仪表将被毁坏。

测量电阻前,除了把选择开关旋到相应的电阻挡外,还要将测棒短接“调零”,否则零点不符,读数将不准。测量电阻时应注意切断该电阻所在的支路,以免电路中其它电阻介入,影响读数。

严禁在电阻通电的情况下用万用表电阻挡测量其电阻值。

6. 功率表 功率表是一种电动式仪表,它有两个线圈。固定的电流线圈在电路中的连接方式与电流表相同,应与被测电路串联;活动的电压线圈(和附加电阻一起)则与电压表在电路中的接法一样,应跨接在待测电路的两端。线圈的一端标有符号“±”或“*”的称为电源端,应接电源

的相线,如图 1-4 所示。电流线圈分成两部分,引出四个接线端,把两组电流线圈接成串联或接成并联可得到两种电流量程,高量程的测量范围恰好是低量程的两倍。串联连接是低量程,并联连接是高量程。

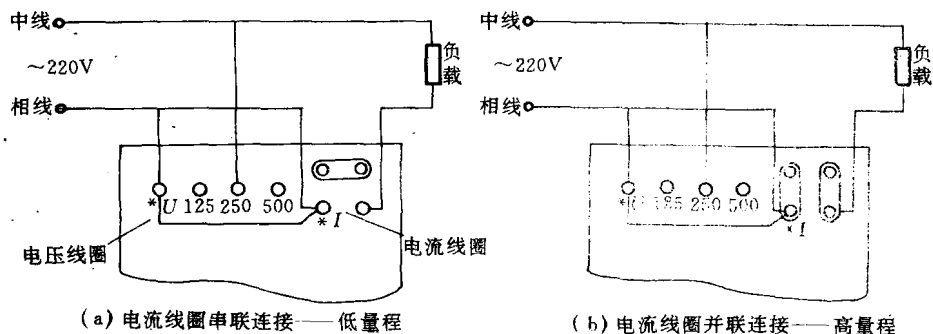


图 1-4 功率表的接线

图 1-4 中功率表的电流线圈有两挡量程,电压线圈有三挡量程,众多的量程共用一条刻度,可按下列公式来进行读数。

$$P = \frac{U_m I_m}{\alpha_m} \alpha$$

式中 U_m, I_m ——是所选电压及电流的量程;

α_m ——刻度尺上满标功率值;

α ——指针所指示的刻度值;

P ——实际功率的读数。

式中分式部分实际上是一个倍率值(功率表的分格系数),不同的量程有不同的倍率。指针所指的刻度值乘上此倍率才是实际功率的读数。

7. 线性电阻和非线性电阻 在实际工作中使用的电阻元件有线性电阻和非线性电阻两类。碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等都是线性电阻,而白炽灯、晶体二极管等则是非线性电阻。

线性电阻两端的电压与通过它的电流成正比,即 $\frac{U}{I} = R = \text{常数}$ 。而非线性电阻两端的电压与通过它的电流不成正比,即 $\frac{U}{I} \neq \text{常数}$,它们之间的关系一般用伏安特性曲线即 $I=f(U)$ 来描述。伏安特性曲线通常由实验绘出。显然,线性电阻的伏安特性应是一条通过原点的直线。

三、实验器材

- | | |
|--------------|-------------------------------|
| 1. 桌上三相电源 | (380V / 220V, 50Hz) |
| 2. 晶体管直流稳压电源 | 1 台(输出 0~30V, 1A) |
| 3. 调压器 | 1 台(220 / 0~250V, 0.5 或 1kVA) |
| 4. 直流电压表 | 1 只(0~15~30V) |

- | | |
|----------|----------------------------|
| 5. 直流电流表 | 1 只 (0~50~100mA) |
| 6. 交流电压表 | 1 只 (0~250~500V) |
| 7. 交流电流表 | 1 只 (0~0.5~1A) |
| 8. 万用表 | 1 只 (MF-30) |
| 9. 功率表 | 1 只 (125、250、500V / 1、2A) |
| 10. 电阻器 | 1 只 (1~2.2k Ω , 1W) |
| 11. 白炽灯 | 1 只 (220V, 100W) |

四、实验内容

1. 了解实验室的电源设备

(1) 了解实验室及实验桌上的电源开关及布线情况。认识本实验所用实验器材和仪表, 看懂仪器、仪表面板上的符号。

(2) 测量实验桌上三相交流电源各接线端钮之间的电压。用交流电压表和万用表的交流电压挡各测量一次, 记录在表 1-1 中。

表 1-1

测 量 仪 表	相 电 压 (V)			线 电 压 (V)		
	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
电压表						
万用表						

(3) 将晶体管直流稳压电源的电源插头插入 220V 交流电源插座内 (插座电压可用交流电压表或万用表的交流电压挡检测), 调节粗调和微调旋钮, 观察面板上直流电压表的变化情况, 最后将输出电压调至 0。

(4) 将单相调压器的调节手柄转在零位后, 把输入端接入 220V 交流电源, 再转动手柄, 用交流电流表或万用表观察输出电压的变化情况, 最后调至 0。

2. 测量线性电阻

(1) 用万用表的电阻挡测量电阻器的阻值 R_1 ,

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

(2) 用万用表的电阻挡检查导线的通断情况, 剔除断线, 将电阻器与电流插座串联后接于晶体管直流稳压电源的输出端。调节旋钮, 逐渐增加输出电压, 在零到 30V 之间选取几个测量点, 用直流电压表和直流电流表测出相应读数, 记在表 1-2 中, 计算电阻值。

表 1-2

	测 量 值		计 算 值
	电压 $U(V)$	电流 $I(mA)$	电阻 $R(k\Omega)$
第一次			
第二次			
第三次			
第四次			
第五次			

3. 测量非线性电阻

(1)用万用表测量白炽灯的冷态电阻值 R_0 ,

$$R_0 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

(2)将白炽灯与电流插座串联后接于调压器的输出端。调节手柄,逐渐增大输出电压,在零至 220V 之间选取几个测量点,其中包括 220V 和 110V 两个测量点,用交流电压表和交流电流表测出相应读数,记在表 1-3 中,计算白炽灯在不同状态下的电阻值。

表 1-3

	测 量 值		计 算 值
	电压(V)	电流(A)	电阻(Ω)
第一次			
第二次			
第三次			
第四次			
第五次			

4. 测量功率

选择功率表适当的电压量程和电流量程,接入白炽灯电路,把电压调到 220V,测量白炽灯消耗的功率。

功率表的电压量程 $U_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$

功率表的电流量程 $I_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{A}$

功率表的刻度尺上满标功率值 $\alpha_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{W}$

功率表的指针指示值 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}} \text{W}$

功率表测得的读数 $P = \frac{U_m I_m}{\alpha_m} \cdot \alpha = \underline{\hspace{2cm}} \text{W}$

将电压调到 110V,再测量一次功率

$$P' = \underline{\hspace{2cm}} \text{W}$$

5. 实验报告

(1)绘制电阻器的伏安特性曲线。

(2)绘制白炽灯的伏安特性曲线。

(3)白炽灯是电阻性负载,根据公式 $P = \frac{U^2}{R}$,它消耗的功率与电压的平方成正比。比较当电压分别为 220V 和 110V 时测得的功率是否符合这一关系,并加以说明。

实验二 叠加定理与戴维南定理

一、实验目的

1. 验证叠加定理和戴维南定理。

2. 学习用实验方法求有源两端网络的等效电动势和等效内阻。加深对等效电路的理解。

二、实验原理

1. 叠加定理 叠加定理是指在线性电路中,当有几个电源同时作用时,任一支路中的电流或电压,等于电路中各个电源单独作用时分别在该支路内产生的电流或电压的代数和。

在应用叠加定理时应保持电路结构不变,并在撤去其它电源电动势时保留其内阻。如图 1-5 所示。图中各电流之间有如下关系:

$$I_1 = I_1' - I_1'', I_2 = I_2' + I_2'', I_3 = I_3' + I_3''$$

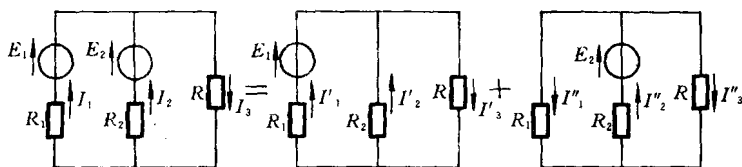


图 1-5 叠加定理

2. 戴维南定理 在复杂电路中,如果只需对其中的某一支路进行分析时,一般可采用戴维南定理。

戴维南定理认为:任一线性有源二端网络,对外部电路来说,都可用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻 R_0 相串联的有源支路来等效代替,如图 1-6 所示。这个有源支路的理想电压源的电动势 E 和内阻 R_0 可用下述实验方法求得。

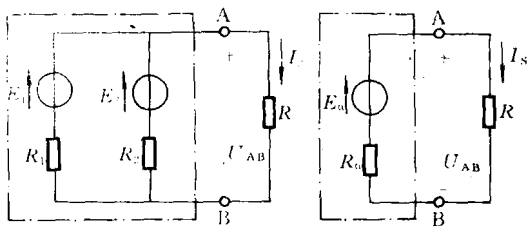


图 1-6 戴维南定理

(1) 理想电压源的电动势 E 等于网络的开路电压 U_0 , 可用电压表测出, 如图 1-7(a) 所示。

(2) 等效内阻 R_0 的测量方法有:

① 当有源二端网络内各电压源的内阻可以忽略不计时, 便可用短线取代各电压源, 用欧姆表测量网络两端的电阻, 即为内阻 R_0 。

② 在有源二端网络两端允许短路的情况下, 可先测网络的开路电压 U_0 和短路电流 I_s , 然后算出 $R_0 = \frac{U_0}{I_s}$, 见图 1-7。

三、实验器材

- | | |
|-----------|-----------------|
| 1. 直流稳压电源 | 一台 (0~30V / 1A) |
| 2. 直流电压表 | 一只 (0~15~30V) |
| 3. 直流电流表 | 一只 (0~50~100mA) |

4. 万用表 一只 (MF-30)
 5. 实验线路板 一块

四、实验内容

1. 验证叠加定理

(1) 用万用表测量电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值, 将直流稳压电源的输出电压调节到 E_1 、 E_2 , 按图 1-8 接线, 并将 E_1 、 E_2 、 R_1 、 R_2 、 R_3 的数值记录下来。注意在实验中保持 E_1 、 E_2 的数值不变。

$$E_1 = \underline{\quad} \text{ V}, E_2 = \underline{\quad} \text{ V}$$

$$R_1 = \underline{\quad} \Omega, R_2 = \underline{\quad} \Omega, R_3 = \underline{\quad} \Omega$$

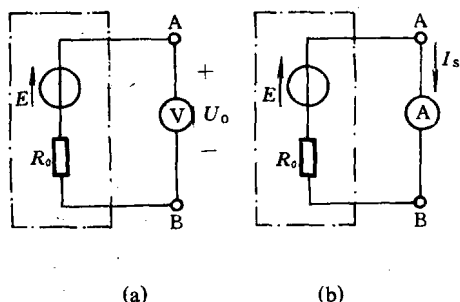


图 1-7 开路电压和短路电流的测量

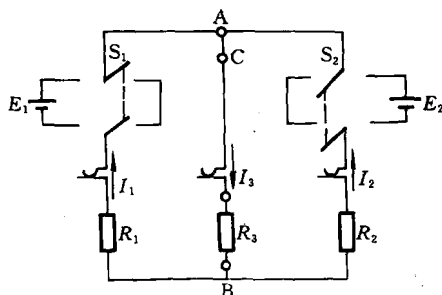


图 1-8 叠加定理实验板

(2) 将开关 S_1 合向电源 E_1 端, 开关 S_2 合向导线短接处, 测量 E_1 单独作用时各支路的电流 I_1' 、 I_2' 、 I_3' 及电压 U'_{AB} , 将以上各量记录在表 1-4 中。

表 1-4 (表中电压单位是 $\underline{\quad}$, 电流单位是 $\underline{\quad}$)

测 量 结 果						叠 加 结 果	
E_1 和 E_2 共同作用		E_1 单独作用		E_2 单独作用			
I_1		I_1'		I''_1		$I'_1+I''_1$	
I_2		I_2'		I''_2		$I'_2+I''_2$	
I_3		I_3'		I''_3		$I'_3+I''_3$	
U_{AB}		U'_{AB}		U''_{AB}		$U'_{AB}+U''_{AB}$	

(3) 将 S_1 合向导线短接处, S_2 合向 E_2 , 测量 E_2 单独作用时各支路的电流 I_1'' 、 I_2'' 、 I_3'' 及电压 U''_{AB} , 将以上各量记录在表 1-4 中。

(4) 将 S_1 合向电源 E_1 端, S_2 合向电源 E_2 端, 测量 E_1 、 E_2 同时作用时各支路的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及电压 U_{AB} , 将以上各量记录在表 1-4 中。

2. 验证戴维南定理

仍用图 1-8 的实验电路, 电路中各元件的参数不变, 以 R_3 所在支路为待分析支路, 电路其它部分用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻 R_0 相串联的有源支路来代替。

(1) 将 S_1 合向电源 E_1 端, S_2 合向电源 E_2 端, 断开 R_3 支路, 测量 A、B 两点间的电压 U_{AB} , 此电压即网络的开路电压 U_0 。将数据记录下来。也就是理想电压源的电动势 E

$$E = U_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

(2) 将 S_1 合向电源 E_1 端, S_2 合向电源 E_2 端, 短接电阻 R_3 , 测量短路电流 I_s , 计算等效电阻 R_0 。

$$I_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

$$R_0 = \frac{U_0}{I_s} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

(3) 把 S_1 和 S_2 都合在短路处, 拆去短接 R_3 的导线, 并在 A、C 间接上理想电压源, 测量电流 I_3 , 记下数据。

$$I_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

(4) 计算 U_0 、 R_0 和 I_3 。

$$U_0 = E_1 \pm I_1 R_1 \text{ (或 } U_0 = E_2 \mp I_2 R_2 \text{)}$$

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 = \frac{U_0}{R_0 + R_3}$$

五、实验报告

1. 根据实验数据验证叠加定理。
2. 根据实验数据验证戴维南定理。
3. 如果实验结果与理论不符, 试分析误差来源。

实验三 日光灯电路及功率因数的提高

一、实验目的

1. 了解日光灯电路的组成和工作原理。
2. 掌握日光灯电路的接线。
3. 加深理解感性负载电路提高功率因数的方法和原理。

二、实验原理

1. 日光灯电路的组成

日光灯由灯管、镇流器、起动器组成, 如图 1-9 所示。

灯管是一根管内壁涂有荧光粉, 管内充有氙气和少量水银, 两端各装有一根灯丝的玻璃管。

镇流器是一个铁心线圈。它有两个作用, 一是正常工作时, 它与日光灯灯管相串联产生一定的电压降, 用以限制、稳定灯管的电流, 故称为镇流器, 二是当起动器突然断开时, 其两端感应出一个足以击穿灯管中气体的高电压, 使灯管中气体电离而起燃。

起动器是一个充有氖气的玻璃泡。内有一对触片, 一个是固定的静触片, 一个是用双金属片制成的 U 形动触片。在电路中起一个自动开关作用。

2. 日光灯点燃过程

电源接通后,电源电压通过镇流器和灯管两端的灯丝加在起动器二个触片上,两片之间的气隙被击穿,发生辉光放电,使动触片受热伸张而与静触片接触构成通路,于是灯管的灯丝通电预热而发射热电子。与此同时,由于起动器中动、静触片接触后放电熄灭,双金属片因冷却复原而与静触片分离。在断开瞬间镇流器感应出很高的电动势,它和电源电压串联加到灯管的两端,使灯管内水银蒸气电离产生弧光放电发出紫外线射到灯管内壁,激发荧光粉发光,日光灯就点燃了。

灯管点燃后,电路中的电流在镇流器上产生较大的电压降,灯管两端的电压锐减,从而使得与灯管并联的启辉器因承受的电压过低而不再起辉。

3. 日光灯的功率因数

日光灯点燃后的等效电路如图 1-10 所示。灯管相当于电阻负载 R ,镇流器用内阻 r 和电感 L 等效代之。只要测出电路的功率 P 、电流 I 、总电压 U 以及灯管电压 U_R ,就能算出灯管消耗的功率 $P_R = IU_R$,镇流器消耗的功率 $P_r = P - P_R$,并求出电路的功率因数 $\lambda (\lambda = \cos\varphi)$

$$\cos\varphi_1 = \frac{P}{IU}$$

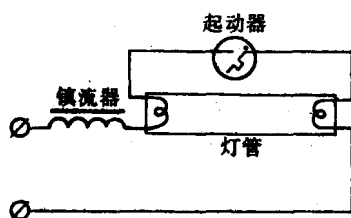


图 1-9 日光灯电路

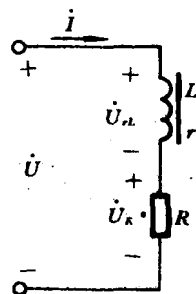


图 1-10 日光灯等效电路

4. 功率因数的提高

日光灯的功率因数较低,一般在 0.6 以下,且为电感性电路,可以采用并联电容器的方法来提高电路的功率因数,如图 1-11 所示。

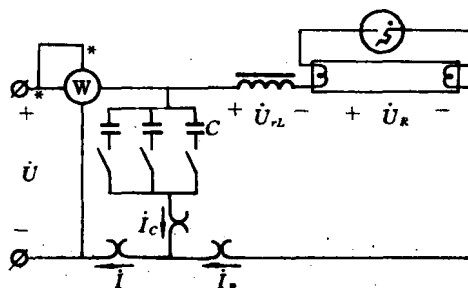


图 1-11 日光灯实验板