

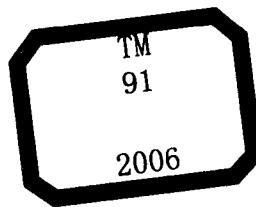
DIANGONG YU DIANZIXUE
SHIJIAN JIAOCHENG

电工与电子学 实践教程

戴伟华 主编 汪庆年 舒洪 副主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



电工与电子学实践教程

戴伟华 主 编
汪庆年 舒 洪 副主编

北京邮电大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

电工与电子学实验是理工院校电工技术与电子技术及相关课程的实践性环节,是整个教学环节中的重要组成部分。本书根据普通高校《电工与电子学》的实验课程大纲要求编写,对原来传统的《电工与电子学》实验内容和体系进行了相应的改革,基本形成了基础性实验、综合性实验、设计性实验和工程训练相结合的新型实验体系。书中包括电路实验、电机及控制实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、综合设计性实验、电子工艺操作知识与训练等。不同专业可根据各自要求灵活选用。

本书可作为普通高等学校理工科非电类各专业本科基础电类实验教材,也可作为高职高专、继续教育学院等理工科相关专业的实验教材,以及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子学实践教程/戴伟华主编. —北京:北京邮电大学出版社,2006

ISBN 7-5635-1328-0

I. 电... II. 戴... III. ①电工学—实验—高等学校—教材②电子学—实验—高等学校—教材
IV. TM1-33②TN01-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 095475 号

书 名: 电工与电子学实践教程

作 者: 戴伟华

责任编辑: 李欣一

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

北方营销中心: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

南方营销中心: 电话:010-62282902 传真:010-62282735

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 7.5

字 数: 161 千字

印 数: 1—5 000 册

版 次: 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-1328-0/TN·471

定 价: 14.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

前 言

电工技术与电子技术是高等理工科院校实践性很强的技术基础课程。为了培养高素质的专业技术人才,在理论教学的同时,必须十分重视和加强实践性教学环节。如何在实践教学过程中,培养学生的实验能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力、创新思维能力和理论联系实际的能力,是高等理工科院校着力探索与实践的重大课题。

本教材是根据普通高校《电工与电子学》实验教学大纲的要求,总结了近几年来的实践教学改革的经验编写的。

本教材集电工技术、电机、模拟电子技术和数字电子技术于一体,除验证性实验外,还包括综合性设计性实验,在实验安排上既考虑了与理论教学保持同步,又考虑了培养学生能力的循序渐进的过程。

本教材强调培养学生的实际动手能力,增加了电工电子工艺实训基础知识。

本教材是由经验丰富的教师和工程技术人员共同编写的。参加编写的教师有:汪庆年副教授(第2章、第7章部分内容)、戴伟华副教授(第5章、第3章部分内容、第8章部分内容)、舒洪高级实验师(第1章)、何俊高级工程师(第4章)、李倡洪讲师(第6章)、彭永供讲师(第3章部分内容)及黎晓贞、吴彩虹、何宏、涂志军、张海、吴黎晖等教师。在编写过程中,还得到了南昌大学电工电子实验中心其他教师和实验人员的大力支持与帮助。本书由南昌航空工业学院张立生教授和南昌大学吕金甫副教授审稿。在此感谢他们对本书的支持与关心。

由于我们的水平有限,书中难免有错误之处,诚恳地希望使用本教材的师生给予批评和建议,以利于我们不断修正。

编者

2006年7月28日

目 录

第 1 章 电路实验

- 1.1 基尔霍夫定律和叠加定理的验证 1
- 1.2 戴维宁定理和诺顿定理 4
- 1.3 RC 一阶电路的响应测试 7
- 1.4 正弦稳态交流电路相量的研究 10
- 1.5 三相交流电路电压、电流的测量 13

第 2 章 电机及控制实验

- 2.1 单相铁芯变压器特性的测试 17
- 2.2 三相鼠笼式异步电动机 19
- 2.3 三相鼠笼式异步电动机正反转控制 24
- 2.4 三相异步电动机顺序控制 27

第 3 章 模拟电子技术实验

- 3.1 常用电子仪器的使用 30
- 3.2 晶体管共射极单管放大器 35
- 3.3 射极跟随器 41
- 3.4 差动放大器 44
- 3.5 负反馈放大器 48
- 3.6 集成运算放大器的基本应用(模拟运算电路) 52
- 3.7 集成运算放大器的基本应用(电压比较器) 57
- 3.8 直流稳压电源 60

第 4 章 数字电子技术实验

- 4.1 组合逻辑电路的设计与测试 64
- 4.2 译码器及其应用 66
- 4.3 555 时基电路及其应用 70

第 5 章 综合设计性实验

5.1 移相器的设计与测试·····	74
5.2 波形变换器的设计与测试·····	76
5.3 用运算放大器组成万用表的设计与调试·····	79
5.4 智力竞赛抢答装置·····	84

第 6 章 安全用电

6.1 电流对人体的作用和伤害·····	87
6.2 触电方式·····	88
6.3 保护接地和保护接零·····	89

第 7 章 常用电子元器件

7.1 电阻器·····	92
7.2 电容器·····	96
7.3 电感器·····	97
7.4 晶体二极管·····	98
7.5 晶体三极管·····	99
7.6 用万用表对常用电子元器件检测·····	100

第 8 章 电子工艺技术

8.1 焊接技术·····	105
8.2 安装技术·····	106
8.3 调试技术·····	107
8.4 电子工艺实习·····	109

参考文献·····	112
-----------	-----

第 1 章 电路实验

1.1 基尔霍夫定律和叠加定理的验证

1.1.1 实验目的

1. 验证基尔霍夫定律,加深对基尔霍夫定律的理解。
2. 学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
3. 验证叠加定理,理解线性电路的叠加性和齐次性。

1.1.2 原理说明

1. 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律和电压定律是电路的基本定律,它们分别用来描述结点电流和回路电压,即对电路中的任一结点而言,应有 $\sum I=0$,若流出结点的电流取正号,则流入结点的电流取负号;对任何一个闭合回路而言,应有 $\sum U=0$,若电压的参考方向与绕行方向一致,则电压取正,反之,电压取负。

实验前,需设定电路中各支路电流的参考方向和各闭合回路的绕行方向。

2. 叠加定理

叠加定理:在有多个独立电源共同作用的线性电路中,通过任何一个元件的电流或其两端的电压,都可以看成是由每一个独立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。叠加定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(独立电源)增加或减小 K 倍时,电路的响应(即在电路中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。

1.1.3 实验设备

1. 直流稳压电源两路(0~30 V 可调)
2. 直流数字电压表(0~200 V)
3. 直流数字毫安表(0~200 mA)

4. 万用表

5. 基尔霍夫定律/叠加定理实验电路板

1.1.4 实验内容

基尔霍夫定律/叠加定理实验电路如图 1.1.1 所示。

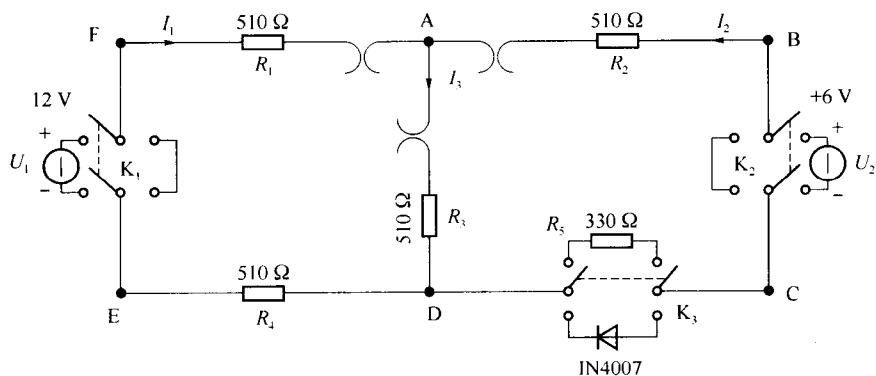


图 1.1.1

1. 基尔霍夫定律的验证

- (1) 实验前假定 3 条支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 的参考方向如图 1.1.1 所示, 3 个闭合回路的绕行方向分别设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF;
- (2) 分别将两路直流稳压源(令 $U_1 = 6\text{ V}$, $U_2 = 12\text{ V}$)接入电路;
- (3) 将电流插头的两端接至数字毫安表的“+、-”两端;
- (4) 将电流插头分别插入 3 条支路的 3 个电流插座中, 读出电流值, 数据记入表 1.1.1;
- (5) 用直流数字电压表分别测量两路电源及电阻元件上的电压值, 数据记入表 1.1.1。

表 1.1.1

被测量	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_1/V	U_2/V	U_{FA}/V	U_{AB}/V	U_{AD}/V	U_{CD}/V	U_{DE}/V
计算值										
测量值										
相对误差										

2. 叠加定理的验证

- (1) 将两路稳压源的输出分别调节为 12 V 和 6 V, 接入 U_1 和 U_2 处。
- (2) 令 U_1 电源单独作用(将开关 K_1 投向 U_1 侧, 开关 K_2 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 1.1.2。

表 1.1.2

测量项目 实验内容	U_1/V	U_2/V	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_{AB}/V	U_{CD}/V	U_{AD}/V	U_{DE}/V	U_{FA}/V
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
U_1, U_2 共同作用										
$2U_2$ 单独作用										

(3) 令 U_2 电源单独作用(将开关 K_1 投向短路侧, 开关 K_2 投向 U_2 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 1.1.2。

(4) 令 U_1 和 U_2 共同作用(开关 K_1 和 K_2 分别投向 U_1 和 U_2 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 1.1.2。

(5) 将 U_2 的数值调至 +12 V, 重复上述第(3)项的测量, 数据记入表 1.1.2。

(6) 将 R_5 (330 Ω) 换成二极管 IN4007(即将开关 K_3 投向二极管 IN4007 侧), 重复(1)~(5)的测量过程, 数据记入表 1.1.3。

表 1.1.3

测量项目 实验内容	U_1/V	U_2/V	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_{AB}/V	U_{CD}/V	U_{AD}/V	U_{DE}/V	U_{FA}/V
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
U_1, U_2 共同作用										
$2U_2$ 单独作用										

1.1.5 注意事项

1. 所有需要测量的电压值均以电压表测量的读数为准。 U_1 、 U_2 也需测量, 不应取电源本身的显示值。

2. 防止稳压电源两个输出端碰线短路。

3. 用指针式电压表或电流表测量电压或电流时, 如果仪表指针反偏, 则必须调换仪表极性, 重新测量, 此时指针正偏, 可读得电压或电流值。若用数显电压表或电流表测量, 则可直接读出电压或电流值。但应注意: 所读得的电压或电流值的正确正、负号应根据设定的电流参考方向来判断。

4. 用电流插头测量各支路电流时, 或者用电压表测量电压降时, 应注意仪表的极性, 正确判断测得值的十、一号后, 记入数据表格。

5. 注意仪表量程的及时更换。

1.1.6 预习思考题

1. 根据图 1.1.1 的电路参数,计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值,记入表中,以便实验测量时,可正确地选定毫安表和电压表的量程。

2. 在叠加定理实验中,要令 U_1 、 U_2 分别单独作用,应如何操作? 可否直接将不作用的电源(U_1 或 U_2)短接置零?

3. 实验电路中,若有一个电阻器改为二极管,试问叠加定理的叠加性与齐次性还成立吗? 为什么?

1.1.7 实验报告

1. 根据实验数据,选定结点 A,验证 KCL 的正确性。

2. 根据实验数据,选定实验电路中的任一个闭合回路,验证 KVL 的正确性。

3. 根据实验数据验证线性电路的叠加性与齐次性。

4. 各电阻所消耗的功率能否用叠加定理计算得出? 试用上述实验数据,进行计算并作结论。

5. 通过实验内容 2 中(6)及分析表格 1.1.3 的数据,你能得出什么样的结论?

6. 误差原因分析。

1.2 戴维宁定理和诺顿定理

1.2.1 实验目的

1. 验证戴维宁定理和诺顿定理的正确性,加深对该定理的理解。

2. 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

1.2.2 原理说明

1. 任何一个线性含源网络,如果仅研究其中一条支路的电压和电流,则可将电路的其余部分看做是一个有源二端网络(或称为含源一端口网络)。

戴维宁定理:任何一个有源二端线性网络都可以用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻 R_0 串联的电源来等效代替。等效电源的电动势 E 就是有源二端网络的开路电压 U_{oc} ,等效电源的内阻 R_0 等于有源二端网络中所有独立源均置零(理想电压源视为短路,理想电流源视为开路)后所得到的无源网络的等效电阻。

诺顿定理指出:任何一个有源二端线性网络都可以用一个电流为 I_s 的理想电流源和内阻 R_0 并联的电源来等效代替。等效电源的电流 I_s 就是有源二端网络的短路电流 I_{sc} ,等效电源的内阻 R_0 定义同戴维宁定理。

$U_{OC}(E)$ 和 R_O 或者 $I_{SC}(I_S)$ 和 R_O 称为有源二端网络的等效参数。

2. 有源二端网络等效参数的测量方法(开路电压、短路电流法)。

在有源二端网络输出端开路时,用电压表直接测其输出端的开路电压 U_{OC} ,然后再将其输出端短路,用电流表测其短路电流 I_{SC} ,则等效内阻为 $R_O = U_{OC}/I_{SC}$ 。

如果二端网络的内阻很小,若将其输出端口短路则易损坏其内部元件,因此不宜用此法。

1.2.3 实验设备

1. 可调直流稳压电源(0~30 V)
2. 可调直流恒流源(0~500 mA)
3. 直流数字电压表(0~200 V)
4. 直流数字毫安表(0~200 mA)
5. 万用表
6. 可调电阻箱(0~99 999.9 Ω)
7. 电位器(1 k/2 W)
8. 戴维宁定理实验电路板

1.2.4 实验内容

1. 被测有源二端网络如图 1.2.1(a)所示。用开路电压、短路电流法测定戴维宁等效电路的 U_{OC} 、 R_O 和诺顿等效电路的 I_{SC} 、 R_O 。

按图 1.2.1(a)接入稳压电源 $U_S = 12\text{ V}$ 和恒流源 $I_S = 10\text{ mA}$,不接入 R_L ,测出 U_{OC} 和 I_{SC} ,并计算出 R_O ,数据记入表 1.2.1。(测 U_{OC} 时,不接入毫安表)

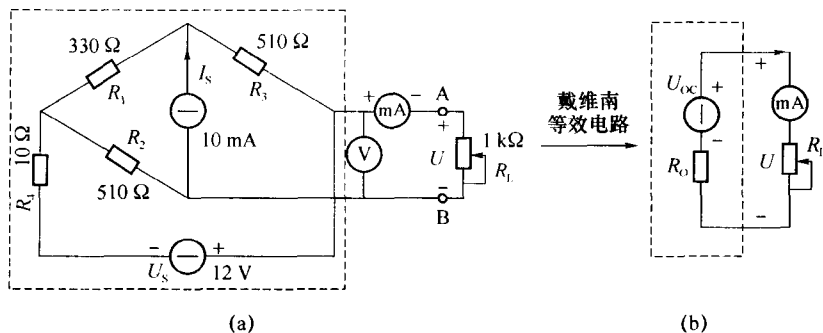


图 1.2.1

表 1.2.1

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

2. 负载实验:按图 1.2.1 (a)接入 R_L , 改变 R_L 阻值, 测量有源二端网络的外特性曲线, 实验数据记入表 1.2.2。

表 1.2.2

U/V									
I/mA									

3. 验证戴维宁定理:从电阻箱上取得按步骤“1”所得的等效电阻 R_0 之值, 然后令其与直流稳压电源(调到步骤“1”时所测得的开路电压 U_{oc} 之值)相串联, 如图 1.2.1 (b)所示, 仿照步骤“2”测其外特性, 实验数据记入表 1.2.3。根据所得结果对戴维宁定理进行验证。

表 1.2.3

U/V									
I/mA									

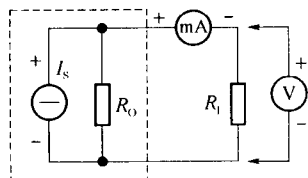


图 1.2.2

4. 验证诺顿定理:从电阻箱上取得按步骤“1”所得的等效电阻 R_0 之值, 然后令其与直流恒流源(调到步骤“1”时所测得的短路电流 I_{sc} 之值)相并联, 如图 1.2.2 所示, 仿照步骤“2”测其外特性, 对诺顿定理进行验证, 所得实验结果记入表 1.2.4。

表 1.2.4

U/V									
I/mA									

1.2.5 注意事项

1. 测量时应注意电流表量程的更换。
2. 改接线路时, 要关掉电源。

1.2.6 预习思考题

在求戴维宁或诺顿等效电路时, 作短路试验, 测 I_{sc} 的条件是什么? 在本实验中可否直接作负载短路实验? 请实验前对线路 1.2.1(a) 预先作好计算, 以便调整实验线路及测量时可准确地选取电表的量程。

1.2.7 实验报告

1. 根据实验内容 2、3、4, 分别绘出曲线, 验证戴维宁定理和诺顿定理的正确性, 并分析产生误差的原因。
2. 归纳、总结实验结果。

1.3 RC 一阶电路的响应测试

1.3.1 实验目的

1. 研究 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及全响应的规律和特点。
2. 学习电路时间常数的测量方法,了解电路参数对时间常数的影响。
3. 掌握微分电路和积分电路的概念。
4. 进一步学会用示波器观测波形。

1.3.2 原理说明

1. 动态网络的过渡过程是十分短暂的单次变化过程。要用普通示波器观察过渡过程和测量有关的参数,就必须使这种单次变化的过程重复出现。为此,我们利用信号发生器输出的方波来模拟阶跃激励信号,即利用方波输出的上升沿作为零状态响应的正阶跃激励信号;利用方波的下降沿作为零输入响应的负阶跃激励信号。只要选择方波的重复周期远大于电路的时间常数 τ ,那么电路在这样的方波序列脉冲信号的激励下,它的响应就和直流电接通与断开的过渡过程是基本相同的。

2. 图 1.3.1(b)所示的 RC 一阶电路的零输入响应和零状态响应分别按指数规律衰减和增长,其变化的快慢取决于电路的时间常数 τ 。

3. 时间常数 τ 的测定方法:

用示波器测量零输入响应的波形如图 1.3.1(a)所示。

根据一阶微分方程的求解有 $u_c = U_m e^{-\frac{t}{\tau}} = U_m e^{-\frac{t}{RC}}$ 。当 $t = \tau$ 时, $u_c(\tau) = 0.368U_m$,此时所对应的时间就等于 τ 。亦可用零状态响应波形增加到 $0.632U_m$ 所对应的时间测得,如图 1.3.1(c)所示。

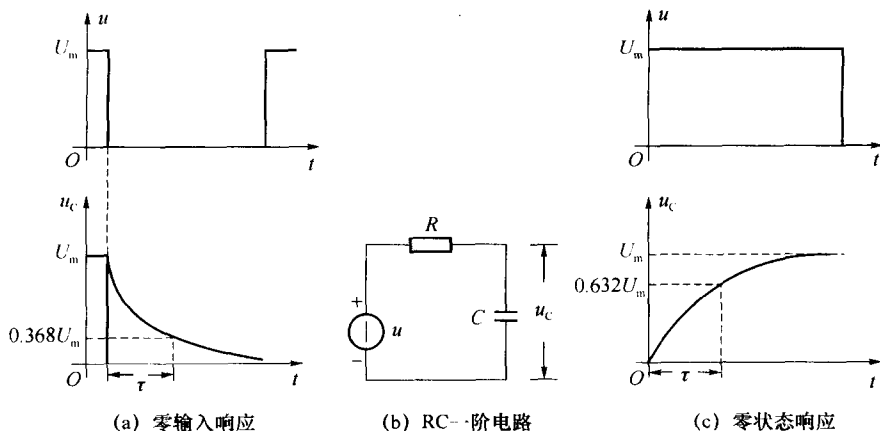


图 1.3.1

4. 微分电路和积分电路是 RC 一阶电路中较典型的电路,它对电路元件参数和输入信号的周期有着特定的要求。一个简单的 RC 串联电路,在方波序列脉冲的重复激励下,当满足 $\tau=RC \ll T/2$ 时(T 为方波脉冲的重复周期),且由 R 两端的电压作为响应输出,则该电路就是一个微分电路。因为此时电路的输出信号电压与输入信号电压的微分成正比。如图 1.3.2 (a)所示,利用微分电路可以将方波转变成尖脉冲。

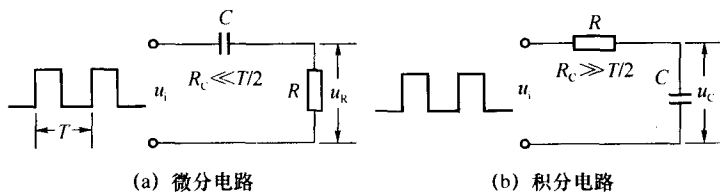


图 1.3.2

若将图 1.3.2 (a)中的 R 与 C 位置调换一下,如图 1.3.2 (b)所示,由 C 两端的电压作为响应输出,且当电路的参数满足 $\tau=RC \gg T/2$,则该 RC 电路称为积分电路。因为此时电路的输出信号电压与输入信号电压的积分成正比。利用积分电路可以将方波转变成三角波。

从输入输出波形来看,上述两个电路均起着波形变换的作用,请在实验过程仔细观察与记录。

1.3.3 实验设备

1. 函数信号发生器
2. 双踪示波器
3. 动态电路实验板

1.3.4 实验内容

实验线路板的器件组件,如图 1.3.3 所示,请认清 R 、 C 元件的布局及其标称值,各开关的通断位置等。

1. 从电路板上选 $R=10 \text{ k}\Omega$, $C=6800 \text{ pF}$ 组成如图 1.3.1 (b)所示的 RC 充放电电路。 u_i 为脉冲信号发生器输出的 $U_m=3 \text{ V}$, $f=1 \text{ kHz}$ 的方波电压信号,并通过两根同轴电缆线,将激励源 u_i 和响应 u_C 的信号分别连至示波器的两个输入口 Y_A 和 Y_B 。这时可在示波器的屏幕上观察到激励与响应的变化规律,请测算出时间常数 τ ,并用方格纸按 1:1 的比例描绘波形。

少量地改变电容值或电阻值,定性地观察对响应的影响,记录观察到的现象。

2. 令 $R=10 \text{ k}\Omega$, $C=0.1 \mu\text{F}$ 观察并描绘响应的波形,继续增大 C 的值,定性地观察对响应的影响。

3. 令 $C=0.01\ \mu\text{F}$, $R=100\ \Omega$ 组成如图 1.3.2 (a) 所示的微分电路。在同样的方波激励信号 ($U_m=3\ \text{V}$, $f=1\ \text{kHz}$) 作用下, 观测并描绘激励与响应的波形。

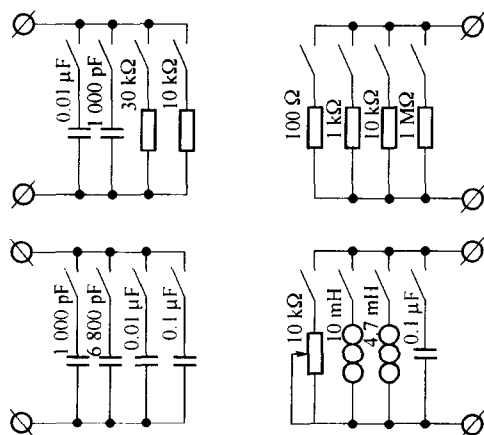


图 1.3.3

增减 R 的值, 定性地观察对响应的影响, 并作记录。当 R 增至 $1\ \text{M}\Omega$ 时, 输入输出波形有何本质上的区别?

1.3.5 注意事项

1. 调节电子仪器各旋钮时, 动作不要过快、过猛。实验前, 需熟读双踪示波器的使用说明书。观察双踪时, 要特别注意相应开关、旋钮的操作与调节。
2. 信号源的接地端与示波器的接地端要连在一起 (称共地), 以防外界干扰而影响测量的准确性。
3. 示波器的辉度不应过亮, 尤其是光点长期停留在荧光屏上不动时, 应将辉度调暗, 以延长示波管的使用寿命。

1.3.6 预习思考题

1. 什么样的电信号可作为 RC 一阶电路零输入响应、零状态响应和全响应的激励源?
2. 已知 RC 一阶电路 $R=10\ \text{k}\Omega$, $C=0.1\ \mu\text{F}$, 试计算时间常数 τ , 并根据 τ 值的物理意义, 拟定测量 τ 的方案。
3. 何谓积分电路和微分电路, 它们必须具备什么条件? 它们在方波序列脉冲的激励下, 其输出信号波形的变化规律如何? 这两种电路有何功用?

1.3.7 实验报告

1. 根据实验观测结果,在方格纸上绘出 RC 一阶电路充放电时 u_c 的变化曲线,由曲线测得 τ 值,并与参数值的计算结果作比较,分析误差原因。

2. 根据实验观测结果,归纳、总结积分电路和微分电路的形成条件,阐明波形变换的特征。

1.4 正弦稳态交流电路相量的研究

1.4.1 实验目的

1. 研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系。
2. 掌握日光灯线路的接线。
3. 理解改善电路功率因数的意义并掌握其方法。

1.4.2 原理说明

1. 在单相正弦交流电路中,用交流电流表测得各支路的电流值,用交流电压表测得回路各元件两端的电压值,它们之间的关系满足相量形式的基尔霍夫定律,即 $\sum \dot{i} = 0$ 和 $\sum \dot{U} = 0$ 。

2. 图 1.4.1 所示 RC 串联电路,在正弦稳态信号 \dot{U} 的激励下, \dot{U}_R 与 \dot{U}_C 保持有 90° 的相位差,即当 R 值改变时, \dot{U}_R 的相量轨迹是一个半圆。 \dot{U} 、 \dot{U}_C 与 \dot{U}_R 三者形成一个直角形的电压三角形,如图 1.4.2 所示。 R 值改变时,可改变 φ 角的大小,从而达到移相的目的。

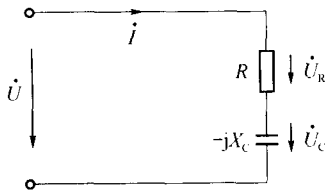


图 1.4.1

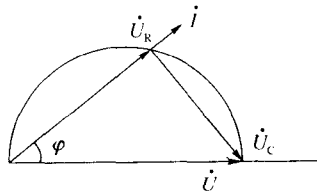


图 1.4.2

3. 日光灯线路如图 1.4.3 所示,图中 A 是日光灯管, L 是镇流器, S 是启辉器, C 是补偿电容器,用以改善电路的功率因数 ($\cos \varphi$ 值)。

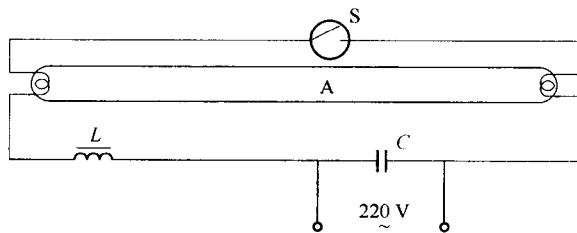


图 1.4.3

1.4.3 实验设备

1. 交流电压表(0~500 V)
2. 交流电流表(0~5 A)
3. 功率表
4. 自耦调压器
5. 日光灯灯管(40 W)、镇流器、启辉器、 $1 \mu\text{F}$ 、 $2.2 \mu\text{F}$ 、 $4.7 \mu\text{F}/450 \text{ V}$ 各一个、白炽灯(220 V/15 W)1~3 个及灯座、电流插座

1.4.4 实验内容

1. 按图 1.4.1 接线。 R 为 220 V、15 W 的白炽灯泡,电容器为 $4.7 \mu\text{F}/450 \text{ V}$ 。经指导教师检查后,接通实验台电源,将自耦调压器输出(即 U)调至 220 V。记录 U 、 U_R 、 U_C 值,数据记入表 1.4.1,验证电压三角形关系。

表 1.4.1

测量值			计算值		
U/V	U_R/V	U_C/V	U' 与 U_R 、 U_C 组成直角三角形 ($U' = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$)	$\Delta U = (U' - U)/\text{V}$	$\Delta U/U(\%)$

2. 日光灯线路接线与测量。

按图 1.4.4 接线。

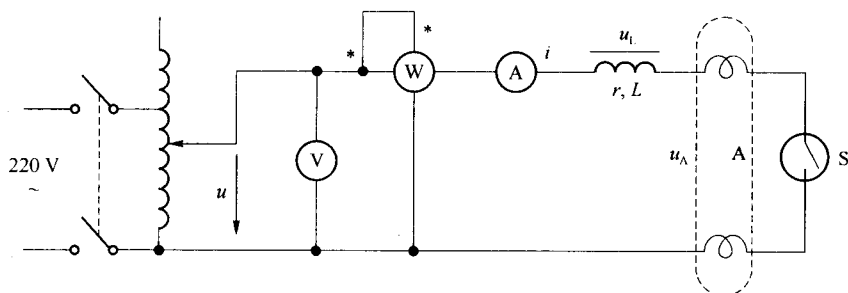


图 1.4.4