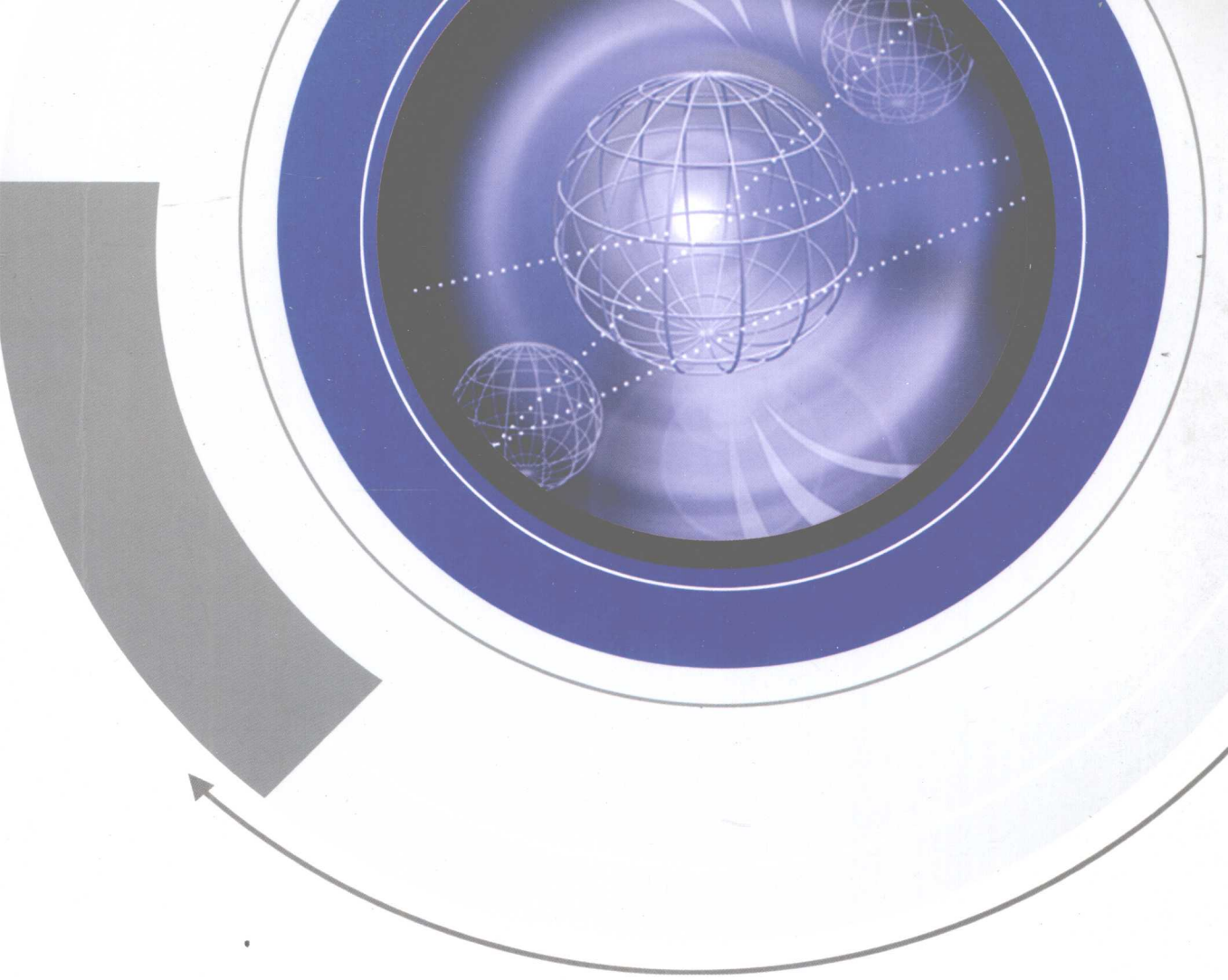




电子工程

D

DIANZI GONGCHENG
JICHU SHIYAN
JIAOCHENG

基础实验教程

杨守良 程正富 主编



电子科技大学出版社

电子工程
基础实验教程

D IANZI GONGCHENG
JICHU SHIYAN
JIAOCHENG

杨守良 程正富 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子工程基础实验教程 / 杨守良, 程正富主编. —成都:
电子科技大学出版社, 2009.4
ISBN 978-7-5647-0142-0

I. 电… II. ①杨…②程… III. 电子技术—实验—高等
学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 043182 号

内 容 简 介

本书是参照高等学校电子、电气类专业电子技术基础课程实验教学的基本要求, 并结合作者多年从事电子技术工程实践教学改革的经验编写的, 是电子实践环节学习的入门教材。本教程包括模拟电子技术、数字电子技术、微机原理及接口技术和单片机技术四个部分, 共 67 个实验, 读者可根据不同的教学要求及实验室条件进行选择。

本书可作为高等学校本科和工程专科电子、电气类专业电子基础实践课程教材, 也可供成人和职业教育相关专业学生或电气、电子技术工程人员参考。

电子工程基础实验教程

杨守良 程正富 主 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 李小锐
责任编辑: 李小锐
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮件: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 15 字数 375 千字
版 次: 2009 年 4 月第一版
印 次: 2009 年 4 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-0142-0
定 价: 29.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前 言

本书是电子、电气类专业本科生从事电子基础实践环节学习的入门教材，是按照“厚基础、强能力、宽口径、强适应”的电类大平台课程培养要求编写的。本书以基本实验知识和基本实验理论为基础，以硬件实验项目为载体，以综合实验项目为强化手段，重点放在训练学生的基本实验技能，培养学生树立工程观念以及基本工程素质等方面。

本书由杨守良和程正富主编，并负责统稿和定稿。其中杨守良编写第一部分中的实验一和实验二以及第三部分和第四部分，郑稷负责编写第一部分中的实验三至实验十，郭仿军负责编写第二部分。同时，电子信息工程实验中心的全体老师提供了部分宝贵资料，在此向他们表示衷心的感谢！

另外，在本书的编写过程中，参考了浙江天煌科技实业有限公司、重庆理念教学仪器仪表有限公司、武汉市豪申光电新技术有限公司等提供的实验讲义，并得到他们的支持和鼓励，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者经验和水平有限，加之时间仓促，书中的缺点和不足之处在所难免，恳请广大读者和同行提出宝贵意见和建议，以便再版时修改。

编 者

2009年1月

目 录

第一部分 模拟电子技术实验	1
实验一 基本电学参量的测量	2
实验二 减小仪表测量误差的方法	5
实验三 常用电子仪器的使用	10
实验四 常用电子元器件的识别	11
实验五 基本共射放大电路的测试	12
实验六 射极输出器的研究	16
实验七 集成运算放大器的应用	18
实验八 正弦波发生电路的设计	20
实验九 波形变换电路的研究	22
实验十 小型功率放大电路的研究	25
第二部分 数字电子技术	29
实验一 KHD-2 型数字电路实验装置的使用和集成门电路逻辑功能的测试	30
实验二 用与非门构成逻辑电路	34
实验三 组合逻辑电路的设计与测试	36
实验四 译码器和数据选择器的使用	37
实验五 译码器和数据选择器的应用	44
实验六 触发器及其应用	48
实验七 计数器及其应用	53
实验八 时序逻辑电路的设计	58
第三部分 微机原理及接口技术	61
实验一 系统认识实验	62



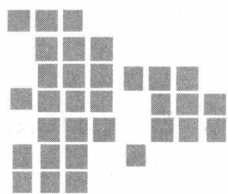
实验二 数据码制转换程序设计实验	64
实验三 求和程序设计实验	68
实验四 分支程序设计实验	70
实验五 循环程序设计实验	72
实验六 排序程序设计实验	74
实验七 子程序设计实验	76
实验八 开关状态显示实验	79
实验九 交通灯实验	83
实验十 8253 定时器/计数器实验	90
实验十一 D/A 变换实验	95
实验十二 A/D 转换实验	98
实验十三 8259A 硬件中断实验 (一)	100
实验十四 8255 扫描键盘实验	107
实验十五 LCD 显示实验	109
实验十六 8259 中断控制器实验 (二)	111
实验十七 步进电机驱动实验	114
实验十八 压力测量显示实验	117
实验十九 直流电机调速实验	119
实验二十 8088 最小模式下的小系统设计	120
实验二十一 8284 时钟发生器实验	122
实验二十二 8284 与 8088 CPU 连接实验	123
实验二十三 地址锁存器和数据收发器与 CPU 的连接实验	124
实验二十四 存储器空间分配及电路设计实验	125
实验二十五 外设地址空间分配及数码管	126

第四部分 单片机技术

129

实验一 P1 口输入、输出实验	130
实验二 继电器控制实验	134
实验三 音频控制实验	136
实验四 8255 输入、输出实验	138

实验五	8155 输入、输出实验	142
实验六	5LED 静态串行显示实验	146
实验七	6LED 动态扫描显示实验	150
实验八	查询式键盘实验	154
实验九	阵列式键盘实验	158
实验十	计数器实验	163
实验十一	定时器实验	165
实验十二	外部中断实验	168
实验十三	ADC0809 模数转换实验	170
实验十四	DAC0832 数模转换实验	174
实验十五	MC14433 模数转换实验	177
实验十六	EEPROM 外部数据程序存储器实验	183
实验十七	SRAM 外部数据存储器扩展实验	186
实验十八	93C46 串行 EEPROM 数据读写	190
实验十九	80C51 与 PC 机串行通讯实验	199
实验二十	电子时钟实验	202
实验二十一	电子琴模拟实验	207
实验二十二	温度传感器模拟实验	211
实验二十三	温度过程控制模拟实验	216
实验二十四	步进电机模拟实验	224



第一部分

模拟电子技术实验

MONI DIANZI JISHU SHIYAN

实验一 基本电学参量的测量

一、实验目的

1. 熟悉实验装置上各类测量仪表和函数信号发生器的布局。
2. 加深电路中电位的相对性、电压的绝对性的理解。
3. 掌握电压表、电流表内电阻的测量方法。
4. 初步掌握用示波器观察电信号波形，定量测出正弦信号和脉冲信号的波形参数。

二、实验原理

1. 为了准确地测量电路中实际的电压和电流，必须保证仪表接入电路后不会改变被测电路的工作状态，这就要求电压表的内阻为无穷大，电流表的内阻为零；而实际使用的电工仪表都不能满足上述要求。因此，当测量仪表一旦接入电路，就会改变电路原有的工作状态。这就导致仪表的读出值与电路原有的实际值之间出现误差，这种测量误差值的大小与仪表本身内阻值的大小密切相关。

2. 本实验测量电流表的内阻采用“分流法”，电路图如图 1-1-1 所示。

A 为被测内阻 (R_a) 的直流电流表，测量时先断开开关 S，调节直流恒流源的输出电流 I 使 A 表指针满偏转，然后合上开关 S，并保持 I 值不变，调节电阻箱 R_W 的阻值，使电流表的指针在 1/2 满偏转位置，此时有 $I_a = I_s = I/2$ ，因此， $R_a = R_W // R_1$ ， R_1 为固定电阻器之值， R_W 由可调电阻箱的刻度盘上读得。 R_1 与 R_W 并联，且 R_1 选用小阻值电阻， R_W 选用较大电阻，则阻值调节可比单只电阻箱更为细微、平滑。

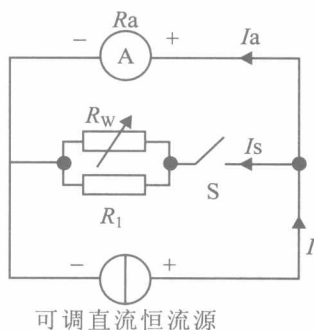


图 1-1-1 分流法

3. 测量电压表的内阻采用“分压法”，电路图如图 1-1-2 所示。

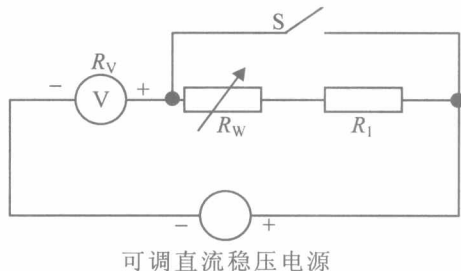


图 1-1-2 分压法

V 为被测内阻 (R_v) 的电压表，测量时先将开关 S 闭合，调节直流稳压电源的输出电压，使电压表 V 的指针为满偏转。然后断开开关 S，调节 R_W 阻值使电压表 V 的指示值减半。此时有

$$R_V=R_W+R_1 \tag{1.1.1}$$

电压表的灵敏度为

$$S=R_V/U \text{ (}\Omega/\text{V)} \tag{1.1.2}$$

4. 电压和电位是两个既相区别又有联系的物理量，两者都采用相同的单位（V），电压是两点间的电位差，而电位是某一点与参考点的电位差。因此，当参考点改变时，电压不变，而电位将发生改变。如图 1-1-3 所示，分别将两路直流稳压电源接入电路，令 $U_1=6\text{V}$ ， $U_2=12\text{V}$ ，以其中某点作为电位的参考点，分别测量其他各点的电位值及相邻两点之间的电压值。例如，以 D 点作为电位的参考点，测量 B 点的电位，会发现和 B 点的电压不一样。

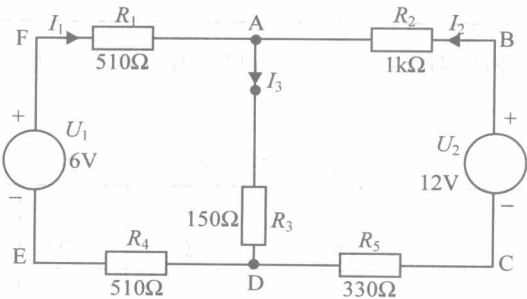


图 1-1-3 电压测量图

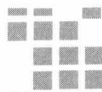
5. 正弦交流信号和方波脉冲信号是常用的点激励信号，由函数信号发生器提供。正弦信号的波形参数是幅值 U_m 、周期 T （或频率 f ）和初相位 ϕ ；方波脉冲信号的波形参数是幅值 U_m 、脉冲重复周期 T 及脉宽 t_k 。本实验装置能提供频率范围为 $20\sim100\text{kHz}$ ，幅值可在 $0\sim5\text{V}$ 之间连续可调的上述信号。并由六位 LED 数码管显示信号的频率，不同类型的输出信号可由波形选择开关来选取。

三、实验设备

实验设备如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 实验设备

序号	名 称	型号与规格	数量	备 注
01	直流稳压电源	0~30V 可调	1	
02	万用表		1	
03	可调直流恒流源	0~200mA	1	
04	可调电阻箱	0~99999.9Ω	1	DGJ-05
05	电阻器		若干	DGJ-05
06	双踪示波器		1	
07	函数信号发生器		1	
08	交流毫伏表		1	
09	频率计		1	



四、实验内容

1. 根据“分流法”原理测定万用表直流电流 1mA 和 10mA 挡量限的内阻，将数据记录在表 1-1-2 中。

表 1-1-2 实验数据

被测电流表量限	S 断开时表读数 (mA)	S 闭合时表读数 (mA)	R_W (Ω)	R_1 (Ω)	计算内阻 R_a (Ω)
1mA					
10mA					

2. 根据“分压法”原理按照图 1-1-3 接线，测定万用表直流电压 2.5V 和 10V 档量限的内阻，将数据记录在表 1-1-3 中。

表 1-1-3 实验数据

被测电压表量限	S 闭合时表读数 (V)	S 断开时表读数 (V)	R_W (Ω)	R_1 ($k\Omega$)	计算内阻 R_a ($k\Omega$)	S (Ω/V)
2.5V						
10V						

3. 以图 1-1-3 中的 A 点作为电位的参考点，分别测量 B、C、D、E、F 各点的电位值 φ 及相邻两点之间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 及 U_{FA} ，将数据列于表中；以 D 点作为参考点，重复实验内容 2 的测量，测得数据记录在表 1-1-4 中。

表 1-1-4 实验数据

电 位 参考点	φ 与 U	φ_A	φ_B	φ_C	φ_D	φ_E	φ_F	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}
A	计算值												
	测量值												
D	计算值												
	测量值												

4. 将函数信号发生器的波形选择开关置“正弦(方波)”位置，通过电缆将“信号输出”口与示波器的 Y_A (Y_B) 插座相连。接通电源，调节信号源的频率旋钮，使输出频率分别为 50Hz、500Hz、5kHz、50kHz (由频率计读得)，输出幅值为 3V (由交流毫伏表读得)，观测两者波形参数的变化并记录之。

五、实验注意事项

1. 控制屏提供所有实验的电源，直流稳压源和直流恒流源均通过粗调(分段调)旋钮和细调(连续调)旋钮调节其输出量，并由指针式电压表和毫伏表显示其输出量的大小，启动实验装置电源之前，应使其输出旋钮置于零位，实验时再缓慢地增加、减少输出。

2. 稳压源输出不允许短路，恒流源的输出不允许开路。

3. 电压表应与电路并联使用, 电流表与电路串联使用, 并且都要注意极性与量程的合理选择。

4. 改接线路时, 要关掉电源。

六、思考题

1. 根据实验内容 1 和 2, 若已求出 0.5mA 挡和 2.5V 挡的内阻, 可否直接计算得出 5mA 挡和 10V 挡的内阻?

2. 示波器面板上 “t/div” 和 “v/div” 的含义是什么?

七、实验报告

1. 列表记录实验数据, 并根据实验数据进行相关计算。

2. 整理实验中显示的各种波形, 绘制有代表性的波形。

3. 回答思考题。

4. 心得体会及其他。

实验二 减小仪表测量误差的方法

一、实验目的

1. 进一步了解电压表、电流表的内阻在测量过程中产生的误差及其分析方法。

2. 掌握减小因仪表内阻引起测量误差的方法。

3. 掌握利用不同的仪表测量同一物理量的方法。

二、实验原理

减小因仪表内阻而产生测量误差的方法有以下两种。

(一) 不同量程两次测量算法

当电压表的灵敏度不够高或电流表的内阻太大时, 可利用多量程仪表对同一被测量用不同量程进行两次测量, 所得读数经计算后可得到准确的结果。

如图 1-2-1 所示电路, 欲测量具有较大内阻 R_0 的电动势 E 的开路电压 U_0 时, 如果所用电压表的内阻 R_V 与 R_0 相差不大的话, 将会产生很大的测量误差。

设电压表有两挡量程, U_1 、 U_2 分别为在这个不同量程下测得的开路电压值, 令 R_{V1} 和 R_{V2} 分别为这两个相应量程的内阻, 则由图 1-2-1 可得

$$U_1 = \frac{R_{V1}}{R_0 + R_{V1}} \times E \quad (1.2.1)$$

$$U_2 = \frac{R_{V2}}{R_0 + R_{V2}} \times E \quad (1.2.2)$$

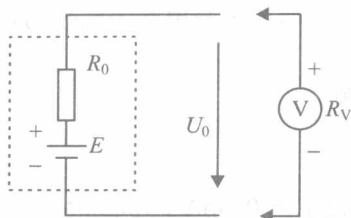
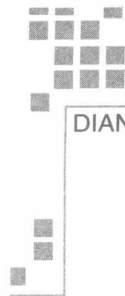


图 1-2-1 电压表两次测量法

由 (1.2.1) 式可得

$$R_0 = \frac{R_{V1} \times E}{U_1} - R_{V1} = R_{V1} \left(\frac{E}{U_1} - 1 \right) \quad (1.2.3)$$

将 (1.2.3) 式代入 (1.2.2) 式可得

$$E = \frac{U_2 (R_0 + R_{V2})}{R_{V2}} = \frac{U_2 \left(\frac{R_{V1} \times E}{U_1} - R_{V1} + R_{V2} \right)}{R_{V2}} \quad (1.2.4)$$

从中解得 E ，经化简后得

$$E = U_0 = \frac{U_1 U_2 (R_{V2} - R_{V1})}{U_1 R_{V2} - U_2 R_{V1}} \frac{U_2 (R_0 + R_{V2})}{R_{V2}} \quad (1.2.5)$$

由式 (1.2.5) 可知，不论电源内阻 R_0 相对电压表的内阻 R_V 有多大，通过上述的两次测量结果，经计算后可较准确地测量出开路电压 U_0 的大小。

对于电流表，当其内阻较大时，也可用类似的方法测得准确的结果。如图 1-2-2 所示电路，不接入电流表时的电流为

$$I = \frac{E}{R_0} \quad (1.2.6)$$

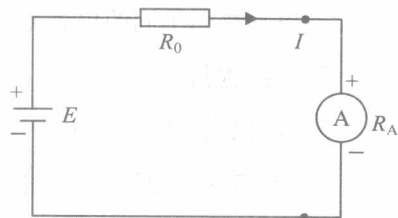


图 1-2-2 电流表两次测量法

接入内阻为 R_A 的电流表 A 时，电路中的电流变为

$$I' = \frac{E}{R_0} \quad (1.2.7)$$

如果用有不同内阻 R_{A1} 、 R_{A2} 的两挡量限的电流表作两次测量并经简单的计算就可得到较准确的电流值。

按照图 1-2-2 所示电路，两次测量得

$$I_1 = \frac{E}{R_0 + R_{A1}} \quad I_2 = \frac{E}{R_0 + R_{A2}} \quad (1.2.8)$$

解得

$$I = \frac{E}{R_0} = \frac{I_1 I_2 (R_{A1} - R_{A2})}{I_1 R_{A1} - I_2 R_{A2}} \quad (1.2.9)$$

(二) 同一量限两次测量计算法

如果电压表（或电流表）只有一挡量限，且电压表的内阻较小（或电流表的内阻较大）时，可用同一量限进行两次测量法减小测量误差。其中，第一次测量与一般的测量并无两样，只是在进行第二次测量时必须要在电路中串入一个已知阻值的附加电阻。

1. 电压测量——测量如图 1-2-3 所示电路的开路电压 U_0

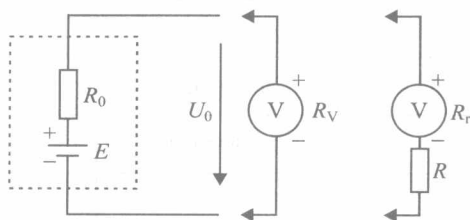


图 1-2-3 电压测量

第一次测量，电压表的读数为 U_1 ，设电压表的内阻为 R_V ；第二次测量时应与电压表接一个已知阻值的电阻 R ，电压表读数为 U_2 ，由图可知

$$U_1 = \frac{R_V}{R_0 + R_V} \times E \quad U_2 = \frac{R_V}{R_0 + R_V + R} \times E \quad (1.2.10)$$

解上两式，可得

$$E = U_0 = \frac{R U_1 U_2}{R_V (U_1 - U_2)} \quad (1.2.11)$$

2. 电流测量——测量如图 1-2-4 所示电路的电流 I

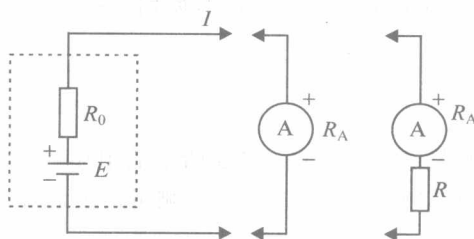


图 1-2-4 电流测量

第一次测量电流表的读数为 I_1 ，设电流表的内阻为 R_A ；第二次测量时应与电流表串接一个已知阻值的电阻 R ，电流表的读数为 I_2 ，由图可知

$$I_1 = \frac{E}{R_0 + R_A} \quad I_2 = \frac{E}{R_0 + R_A + R} \quad (1.2.12)$$

$$I = \frac{E}{R_0} = \frac{I_1 I_2 R}{I_2 (R + R_A) - I_1 R_A} \quad (1.2.13)$$

由上分析可知,采用多量限仪表两次测量法或单量限仪表两次测量法,不管内阻如何总可以通过两次测量和计算得到比单次测量准确得多的结果。

三、实验设备

实验设备如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 实验设备

序号	名 称	型号与规格	数量	备 注
01	直流稳压电源	0~30V 可调	1	
02	万用表		1	
03	可调直流恒流源	0~200mA	1	
04	可调电阻箱	0~99999.9Ω	1	DGJ-05
05	电阻器		若干	DGJ-05
06	双踪示波器		1	
07	函数信号发生器		1	
08	交流毫伏表		1	
09	频率计		1	

电子示波器是一种信号图形观察和测量仪器,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挡选择开关 (Y 轴输入电压灵敏度 V/cm 分挡选择开关) 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挡选择开关 (时间扫描速度 s/cm 分挡选择开关),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、不同要求的观察和测量,它还有一些其他的调节和控制旋钮,希望同学们在实验中加以摸索和掌握。

四、实验内容

1. 双量限电压表两次测量法。按照图 1-2-3 所示的电路接线,取 $E=3V$, $R_0=20k\Omega$ 。用万用表的直流电压 2.5V 和 10V 两挡量限进行两次测量,最后算出开路电压 U_0 的值,并将相应数据记录在表 1-2-2 中。

表 1-2-2 实验数据

万用表电压 量限	双量限内阻值 ($k\Omega$)	两个量限测量值 (V)	开路电压实际值 (V)	两次测量 计算值 (V)	绝对误差 ΔU (V)	相对误差 $\Delta U/U \times 100\%$
2.5V						
10V						

注: $R_{2.5V}$ 和 R_{10V} 参照实验一的结果

2. 单量限电压表两次测量法。实验线路如图 1-2-3 所示, 用上述万用表直流电压 2.5V 量限挡串接 $R=10\text{k}\Omega$ 的附加电阻器进行两次测量, 计算开路电压 U_0 之值, 并将相应数据记录在表 1-2-3 中。

表 1-2-3 实验数据

开路电压实际值	两次测量值		计算值	绝对误差	相对误差
U_0 (V)	U_1 (V)	U_2 (V)	U_0' (V)	ΔU (V)	$\Delta U/U \times 100\%$

3. 双量限电流表两次测量法。按照如图 1-2-4 所示的电路接线, 取 $E=3\text{V}$, $R_0=6.2\text{k}\Omega$, 用万用表 1mA 和 10mA 两挡电流量限进行两次测量, 计算出电路中电流值 I , 并将实验数据记录在表 1-2-4 中。

表 1-2-4 实验数据

万用表电流量限	双量限内阻值 (Ω)	两个量限测量值 (mA)	两次测量计算值 (mA)	绝对误差 ΔI	相对误差 $\Delta I/I \times 100\%$
1mA					
10mA					

注: $R_{1\text{mA}}$ 和 $R_{10\text{mA}}$ 参照实验一的结果

4. 单量限电流表两次测量法。实验线路如图 1-2-5 所示, 用万用表 1mA 电流量限, 串联附加电阻 $R=8.2\text{k}\Omega$ 进行两次测量, 求出电路中实际电流 I 之值, 并将实验数据记录在表 1-2-5 中。

表 1-2-5 实验数据

电流实际值	两次测量值		计算值	绝对误差	相对误差
I (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I' (mA)	ΔI	$\Delta I/I \times 100\%$

5. 利用不同仪器测量正弦信号 (由函数信号发生器产生一个正弦信号)。

- (1) 用交流毫伏表测量其幅值, 并分别用示波器、万用表测量其幅值。
- (2) 用频谱分析仪观察其频谱特性 (选做或根据具体情况由指导教师演示)。
- (3) 配合示波器相关旋钮和荧光屏读出其频率, 并与频率计测得结果相比较。
- (4) 用 DF4120 失真度仪测量 (1) 中信号的失真度 (选做或根据具体情况由指导教师演示)。

五、实验注意事项

1. 控制屏提供所有实验的电源, 直流稳压源和直流恒流源均通过粗调 (分段调) 旋钮和细调 (连续调) 旋钮调节其输出量, 并由指针式电压表和毫伏表显示其输出量的大小, 启动实验装置电源之前, 应使其输出旋钮置于零位, 实验时再缓慢地增加、减少输出。
2. 稳压源输出不允许短路, 恒流源的输出不允许开路。
3. 电压表应与电路并联使用, 电流表与电路串联使用, 并且都要注意极性与量限的合



理选择。

4. 改接线路时，要关掉电源。

六、思考题

如用示波器观察正弦信号时，荧光屏上出现如图 1-2-5 所示的几种情况时，试说明测试系统中哪些旋钮的位置不对？应如何调节？

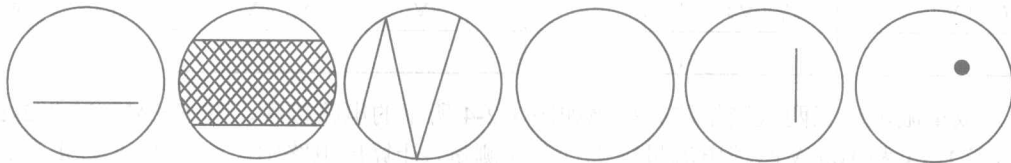


图 1-2-5 正弦信号情况示意图

七、实验报告

1. 列表记录实验数据，并根据实验数据进行相关计算。
2. 整理实验中显示的各种波形，绘制有代表性的波形。
3. 回答思考题。
4. 心得体会及其他。

实验三 常用电子仪器的使用

一、实验目的

1. 能正确识别常用电子仪器：信号发生器、示波器、毫伏表、直流稳压电源、万用表。
2. 掌握信号发生器、示波器、毫伏表、直流稳压电源、万用表的正确使用方法。

二、实验仪器

实验仪器如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 实验仪器

序号	仪器名称	型号	数量（台）
01	功率函数信号发生器	DF1631L 或 SG1645	1
02	示波器	SG4320A	1
03	交流电压表（毫伏表）	DF2171B 或 YB2172	1
04	直流稳压电源	DF1731SB2A	1
05	万用表	500 型	1

三、实验要求

1. 能正确使用功率函数信号发生器输出满足幅度和频率要求的正弦信号。