

高等院校

电子信息应用型

规划教材

电工电子实验教程 (第2版)

熊幸明 张跃勤 主编
张文希 郭民利 雷敏 副主编



清华大学出版社

014004547

TM-33

153

2

高等院校

电子信息应用型

规划教材



电工电子实验教程

(第2版)

熊幸明 张跃勤 主 编
 张文希 郭民利 雷 敏 副主编

TM-33
 153-2



北航

C1691672

清华大学出版社

北京

014004247

内 容 简 介

本书共 8 章,内容包括电路基础实验、模拟电路实验、数字电路实验、单片机原理与接口技术实验、EDA 技术实验、电力电子技术实验、电气控制技术实验、可编程控制器技术实验。实验内容及难易程度可以满足不同层次的要求,教师可灵活选用。每章的实验分为验证性、设计性和综合性三种类型,使学生在相应的理论课程的基础上,掌握实验方法和实验技能,培养和提高其应用能力和设计能力,训练和增强科学的思维方式和综合素质。

本书可作为普通高等学校和各类成人教育电子信息类专业“电路分析”、“模拟电路”、“数字电路”、“单片机原理与接口技术”、“EDA 技术”、“电力电子技术”、“电气控制技术”和“可编程控制器技术”课程的实验教材,也可供从事电工电子技术应用与开发的科研人员和工程技术人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验教程/熊幸明,张跃勤主编.--2 版.--北京:清华大学出版社,2013

高等院校电子信息应用型规划教材

ISBN 978-7-302-33304-3

I. ①电… II. ①熊… ②张… III. ①电工试验—高等学校—教材 ②电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TM-33 ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 167648 号

责任编辑:田在儒

封面设计:傅瑞学

责任校对:李 梅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23.25 字 数:530 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版 2013 年 9 月第 2 版 印 次:2013 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.00 元

产品编号:046297-01

本书根据教育部高等院校电子信息类专业教学大纲的要求,结合 21 世纪电子信息类专业课程教学改革需要,在 2008 年版《电工电子实验教程》的基础上修订而成,内容包括电路基础实验、模拟电路实验、数字电路实验、单片机原理与接口技术实验、EDA 技术实验、电力电子技术实验、电气控制技术实验、可编程控制器技术实验。

本书根据应用型人才培养的特点,配合相应课程的基础理论教学编排了相关知识的实验实践内容,既有基础验证类实验,又有提高设计类实验;既有计算机仿真虚拟实验,又有实验室实际操作实验。其中,设计性和综合性实验占总实验数量的 70% 以上,各专业可根据教学计划灵活选择。本书的目的在于将理论教学与实验各环节有机地结合起来,加深学生对基础理论的理解,加强学生基本设计能力和实践能力的训练,全面提升学生的理论水平和实验实践综合能力。

本书可作为普通高等学校和各类成人教育电子信息类专业“电路分析”、“模拟电路”、“数字电路”、“单片机原理与接口技术”、“EDA 技术”、“电力电子技术”、“电气控制技术”、“可编程控制器技术”课程的实验教材,也可供从事电工电子技术应用与开发的科研人员和工程技术人员参考使用。

本书由熊幸明、张跃勤担任主编,张文希、郭民利、雷敏担任副主编。其中,第 1 章由雷敏编写,第 2 章由杨军编写,第 3 章由张跃勤编写,第 4 章由张文希、邓榕编写,第 5 章和附录 C 由张文希编写,第 6 章由郭民利编写,第 7 章、附录 A 和附录 B 由熊幸明编写,第 8 章由熊幸明、石成钢编写。刘伟、黄湘萍为部分章节做了描图、校对工作,并对部分实验项目进行了验证。

在本书编写过程中,得到了湖南省高校电子信息技术教学研究会和长沙学院的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请各位读者提出宝贵意见。

编者

2013 年 6 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 电路基础实验

实验一 常用电子仪器使用	1
实验二 直流电路研究	8
实验三 戴维南定理与最大功率传输测试	10
实验四 受控源特性研究	15
实验五 一阶电路时域响应研究	18
实验六 R 、 L 、 C 阻抗特性的测试	23
实验七 二阶电路的阶跃响应	26
实验八 交流电路关系研究	29
实验九 日光灯电路设计及功率因数提高	31
实验十 RC 选频网络研究	35
实验十一 RLC 串联电路谐振特性研究	37
实验十二 单相铁芯变压器特性测试	41
实验十三 三相交流电路研究	44
实验十四 双口网络等效电路研究	48
实验十五 负阻抗变换器及其应用	51
实验十六 回转器研究	54
实验十七 三相异步电动机的控制	58
实验十八 周期信号频谱虚拟仿真测试	61
实验十九 简易万用表设计组装	67
实验二十 一阶电路三要素虚拟仿真分析法	69

第 2 章 模拟电路实验

实验一 电子电路 Multisim 虚拟实验	73
实验二 共射极单管放大电路研究	81
实验三 差动放大器研究	85
实验四 多级放大器与负反馈放大器研究	88
实验五 LM386 功率放大器研究	94

实验六	集成运放比例、求和运算电路设计	96
实验七	集成运放组成的积分与微分电路	100
实验八	有源滤波器设计	104
实验九	集成运放波形发生电路设计	108
实验十	集成三端稳压器设计、安装与调试	112
实验十一	集成运放宽带放大器 OPA678 的设计与应用	115
实验十二	高性能自动增益控制 AGC 电路设计与应用	120
实验十三	压控振荡器设计与制作	123
实验十四	单片 ICL8038 函数信号发生器安装与调试	126
实验十五	单级场效应管放大电路设计	130
第 3 章	数字电路实验	133
实验一	基本门电路逻辑功能测试	133
实验二	TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	136
实验三	三态门和 OC 门研究	142
实验四	组合逻辑电路的设计	146
实验五	3-8 线译码器	147
实验六	触发器及其应用	151
实验七	数据选择器研究	157
实验八	移位寄存器研究	162
实验九	多谐振荡器与单稳触发器的设计	168
实验十	集成计数器的设计	171
实验十一	交通灯控制电路设计	174
实验十二	数字频率计设计	176
实验十三	多路智力竞赛抢答器的设计	180
实验十四	555 时基电路及应用	182
实验十五	D/A、A/D 转换器及应用	188
实验十六	$3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表的安装与调试	194
实验十七	电子秒表实验	199
第 4 章	单片机原理与接口技术实验	204
实验一	Keil C51 集成开发环境与实验平台的使用	204
实验二	单片机 I/O 口控制实验	208
实验三	基于 Proteus 单片机仿真与程序调试	210
实验四	并转串的 I/O 口实验	216
实验五	单片机的中断及应用	218
实验六	定时器/计数器实验	220

实验七 电子琴实验	221
实验八 键盘与显示实验	223
实验九 16×16 LED 点阵显示实验	228
实验十 步进电机控制实验	230
第 5 章 EDA 技术实验	232
实验一 Quartus II 9.0 集成开发环境和简单电路设计	232
实验二 2 选 1 多路选择器设计	239
实验三 1 位二进制全加器原理图输入设计	240
实验四 跑马灯设计	245
实验五 LED 数码显示译码器设计	246
实验六 带有复位和时钟使能的十进制计数器设计	248
实验七 带有并行置位的移位寄存器设计	249
实验八 4×4 矩阵式键盘实验	252
实验九 电子钟设计	253
实验十 8 位数字频率计设计	255
实验十一 基于状态机的序列检测器设计	256
实验十二 A/D 数据采集控制器设计	258
第 6 章 电力电子技术实验	262
实验一 锯齿波同步移相触发电路研究	262
实验二 单相桥式半控整流电路研究	264
实验三 三相桥式全控整流及有源逆变电路研究	267
实验四 单相交流调压电路研究	270
实验五 直流斩波电路性能研究	273
实验六 单相交直交变频电路性能研究	276
实验七 半桥型开关稳压电源性能研究	279
实验八 直流斩波电路性能研究	282
第 7 章 电气控制技术实验	285
实验一 常用低压控制电器认识与拆装训练	285
实验二 三相异步电动机定子串电阻降压启动控制	287
实验三 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	289
实验四 按时间原则控制的电动机反接制动	291
实验五 按速度原则控制的电动机反接制动	294
实验六 工作台自动往复循环控制	296
实验七 带变压器单向能耗制动控制	298

实验八	无变压器单向能耗制动控制	301
实验九	电动机顺序启停控制	303
实验十	电动葫芦控制	305
实验十一	机床电气控制电路设计及安装调试	308
第 8 章	可编程控制器技术实验	310
实验一	编程软件使用练习	310
实验二	基本指令练习	313
实验三	定时器、计数器应用	315
实验四	电动机正反转控制程序设计	316
实验五	电动机Y- Δ 降压启动控制程序设计	318
实验六	抢答器程序设计	319
实验七	运料小车控制程序设计	321
实验八	料箱料位检测及声光报警程序设计	322
实验九	红绿灯控制程序设计	324
实验十	液体混合控制程序设计	325
实验十一	跳转、分支实验	327
实验十二	数据控制功能实验	328
实验十三	彩灯控制程序设计	330
实验十四	LED 数码显示实验	331
实验十五	自动传送带控制程序设计	333
实验十六	混料罐控制程序设计	334
附录 A	常用电子元器件型号及主要参数	336
附录 B	常用模拟集成电路和数字集成电路外引出端排列图	349
附录 C	Create-SOPC2000 核心板与底板接口定义	358
参考文献		361

电路基础实验

实验一 常用电子仪器使用

一、实验目的

- (1) 学习使用万用表测量和判别色环电阻的参数。
- (2) 熟悉示波器面板上各主要开关、旋钮的作用及操作方法,学会用示波器测量信号波形的周期、频率和相位等。
- (3) 了解信号发生器面板上各主要开关、旋钮的作用及操作方法。
- (4) 了解直流稳压电源、晶体管毫伏表的使用。

二、实验原理

实验室常用的电子仪器有示波器、低频信号发生器、直流稳压电源、晶体管毫伏表、数字式(或指针式)万用表等,如图 1.1 所示。

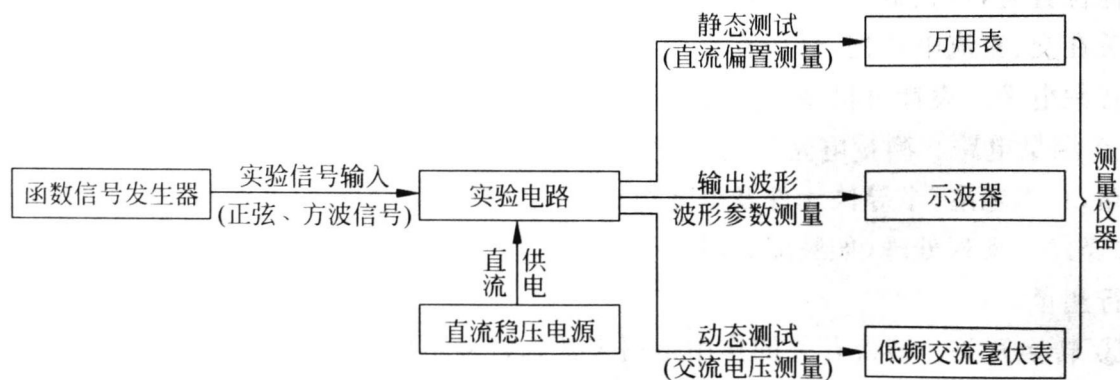


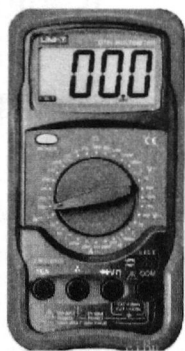
图 1.1 常用电子仪器

1. 万用表

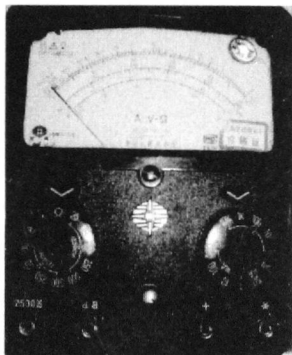
万用表是一种多功能、多量程的测量仪表,可测量电流、电压、电阻和音频电平等,有的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体元件的一些参数(如 β 值)。常用的万用表有数字式和指针式两种类型。

(1) 数字式万用表

UT51—55 型数字式万用表的外形如图 1.2(a)所示。测量电阻及交、直流电压时,其黑色表笔接 COM 孔,红色表笔接“ $\rightarrow V\Omega Hz$ ”孔,其交流电压值为有效值;测量交、直流电流时,红表笔接“A”、“10A”孔。如果无法预先估计被测电压或电流的大小,则应先拨至最高量程挡测量一次,再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕,应将量程开关拨到最高电压挡,并关闭电源。



(a) UT51—55型数字式万用表



(b) MF500型指针式万用表

图 1.2 万用表

(2) 指针式万用表

MF500 型指针式万用表的外形如图 1.2(b)所示,它主要由表头、测量电路及转换开关三个部分组成。

① 表头。万用表的主要性能指标基本上取决于表头。表头是一只高灵敏度的磁电式直流电流表,其灵敏度是指针满刻度偏转时流过表头的直流电流值,这个值越小,表头的灵敏度越高。表头上有四条刻度线,从上到下的功能如下:第一条标有“R”或“ Ω ”,指示电阻值,转换开关在欧姆挡时,即读此条刻度线;第二条标有“ ∞ ”和“VA”,指示交、直流电压和直流电流值,当转换开关在交、直流电压或直流电流挡,量程在除交流 10V 以外的其他位置时,即读此条刻度线;第三条标有“10V”,指示的是 10V 的交流电压值,当转换开关在交、直流电压挡,量程在交流 10V 时,即读此条刻度线;第四条标有“dB”,指示的是音频电平。表针可机械调零和电调零。

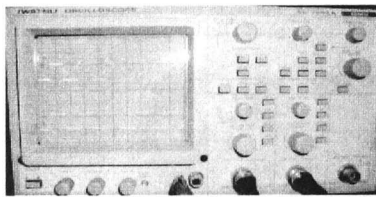
② 测量电路。测量电路是用来把各种被测量转换到适合表头测量的微小直流电流的电路,它由电阻、半导体元件及电池组成。它可将各种不同的被测量(如电流、电压、电阻等)经过一系列处理(如整流、分流、分压等),统一变成一定量限的微小直流电流送入表头进行测量。

③ 转换开关。转换开关的作用是用来选择各种不同的测量线路,以满足不同种类和不同量程的测量要求。转换开关一般有两个,分别标有不同的挡位和量程。

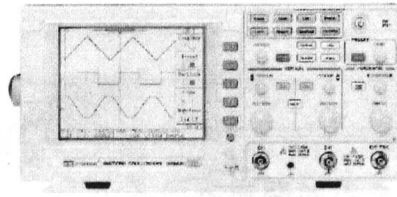
用万用表测量电压(或电流)时要选择好量程。如果用小量程去测量大电压,会有烧表的危险;如果用大量程测量小电压,指针偏转太小,无法读数。量程的选择应尽量使指针偏转到满刻度的 $2/3$ 左右。如果事先不清楚被测电压的大小,应先选择最高量程挡,然后逐渐减小到合适的量程。

2. 示波器

示波器是一种用于科学实验和工业生产的多功能综合测试仪器,不仅能直接观测信号波形,还能测量信号的峰值、频率、相位,显示器件的伏安特性曲线等。如果示波器内部的锯齿波发生器工作,Y通道加被测信号,此时示波器工作在Y-t方式,荧光屏显示被测波形。如果示波器内部锯齿波发生器不工作,在X通道和Y通道同时外加信号,此时示波器工作在Y-X方式,在电路实验中常用这种方式显示器件的伏安特性曲线。图1.3(a)所示为SS-7802A型模拟示波器,图1.3(b)所示为GDS-800系列数字示波器。



(a) SS-7802A型模拟示波器



(b) GDS-800系列数字示波器

图 1.3 示波器

3. 低频交流毫伏表

低频交流毫伏表用于测量电路的输入、输出信号电压的有效值,具有交流电压测量、电平测试、监视输出等三大功能。如图1.4所示,毫伏表的表头刻度盘上共有四条刻度,第一条刻度和第二条刻度为测量交流电压有效值的专用刻度,第三条和第四条为测量分贝值的刻度。对于挡位选择,逢“1”就从第一条刻度读数,逢“3”就从第二条刻度读数,挡位数表示的是所测外电路的电压最大值。当用该仪表测量外电路的电平时,从第三、四条刻度读数,方法是,量程数加上指针指示值,等于实际测量值。

使用交流毫伏表时,应先将通道输入端测试探头上的红色和黑色鳄鱼夹短接,并将量程开关拨到最高挡(100V),再按开关键。

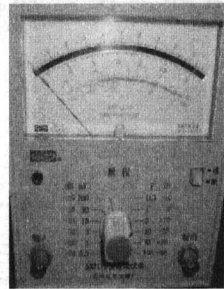


图 1.4 SX2173型晶体管毫伏表

4. 函数信号发生器

函数信号发生器为电路提供各种频率和幅度的输入信号,除了能够输出正弦波、矩形波尖脉冲、TTL电平、单次脉冲四种波形,还可以作为频率计使用,测量外输入信号的频率,是一种多用途测量仪器。图1.5所示为FJ-XD22PS型函数信号发生器。使用前,应把面板上各输出旋钮旋至最小。为了得到足够的频率稳定度,需预热。

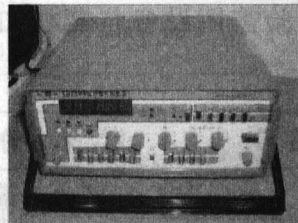


图 1.5 函数信号发生器

5. 色环电阻的识别方法

电阻在电路中用“R”加数字表示,在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置等。

电阻的外形、符号如图 1.6 所示。电阻的单位为欧姆(Ω),其参数标注方法有 3 种:直标法、色标法和数标法,最常用的是色环标注法。电阻的色标位置、各色别表示对应的标称阻值环位数字如下:

棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	0.1	0.01

色环精度环各色别对应误差:

棕	红	绿	蓝	紫	金	银
$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$

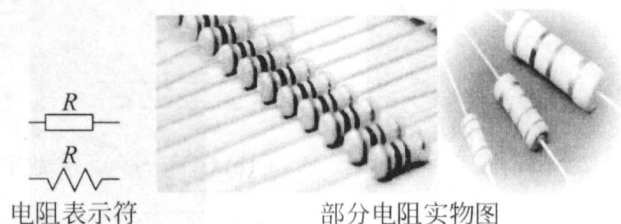


图 1.6 电阻

对于三环电阻器,第一环、第二环分别为高位、低位,第三环为倍率(10^n),误差 20%;对于四环电阻器,第三环为倍率(10^n)、第四环为误差环;对于五环电阻器,第四环为倍率(10^n),第五环为误差环。图 1.7 所示电阻的阻值为 $270 \times 10^3 = 270(\text{k}\Omega)$,其误差为 $\pm 5\%$ 。

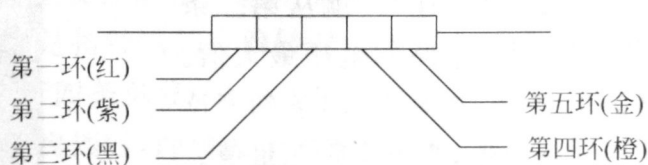


图 1.7 电阻色环的意义

三、实验器材

实验需用设备与器材如表 1.1 所示。

表 1.1 实验需用设备与器材

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	双踪示波器	SS-7802A	1	
2	函数信号发生器		1	
3	交流毫伏表	SX2173	1	
4	可调直流稳压源	0~30V	1	
5	万用表	MF-500	1	
6	色环电阻		若干	

四、实验内容与步骤

1. 万用表的使用练习

(1) 自行选择电阻测量,将数据填于表 1.2 中。

表 1.2 电阻测量

电阻值	指针式万用表($R \times ?$ 挡)	数字式万用表($R \times ?$ 挡)	色环顺序

(2) 用万用表直流电压挡($20\text{k}\Omega/\text{V}$)测量如图 1.8 所示电路的各直流电压值。调节稳压源,使输出电压为 9V 。令 $R_1 = 5.1\text{k}\Omega$, $R_2 = R_3 = 10\text{k}\Omega$,分别用万用表 50V 、 10V 直流电压挡测量电压值,并填入表 1.3。

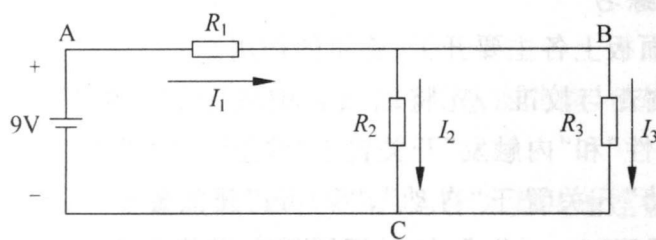


图 1.8 测电压、电流电路图

再令 $R_1 = 51\text{k}\Omega$, $R_2 = R_3 = 100\text{k}\Omega$,用万用表测直流电压值,并填入表 1.3。

表 1.3 直流电压测量

电压 电阻器	U_{AC}/V	U_{AB}/V	U_{BC}/V	量程挡位	备注
$R_1 = 5.1\text{k}\Omega$	9			50V	每换一次量程, U_{AC} (9V) 必须重测,并保持 9V
$R_2 = R_3 = 10\text{k}\Omega$	9			10V	
$R_1 = 51\text{k}\Omega$	9			50V	
$R_2 = R_3 = 100\text{k}\Omega$	9			10V	

2. 函数信号发生器与低频交流毫伏表的使用练习

(1) 信号发生器输出频率的调节。波形选择为“~”,则输出波形为正弦波。按下“频率选择”“1”、“10”、“100”、“1K”、“10K”、“100K”、“1M”中的 1 个按钮,如“1K”,则左边的频率指示表“kHz”上面的红灯亮。如选择“1~100”按钮,则“Hz”上的红灯亮。调节“频率粗调”电位器至 1kHz 左右,再调“频率细调”电位器,使频率显示 1kHz (末尾数跳动是正常现象)。

(2) 信号发生器输出幅度的调节。信号发生器有一个“幅度调节”电位器,使信号幅度在一定范围内变化。要得到小信号,可以按“输出衰减”按钮“ -40dB ”,再调节“幅度调

节”电位器,需要的值可用毫伏表测出。

(3) 将信号发生器频率调到表 1.4 中所要求的值,由“波形输出”端输出至低频交流毫伏表(用 10V 挡)。调节“幅度调节”电位器,使毫伏表指示到表盘中间。分别设置输出衰减,再重置毫伏表量程,读取数据并记入表 1.4。

表 1.4 交流电压测量

信号源				交流毫伏表			指针式毫伏表要在通电前将指针机械调零。其通电后,电气零位吗? (_____)
f/Hz	频率范围	波形	输出衰减	测量值	量程	指针式表刻度线	
50			0dB	5V			
160				5V			
400				1V			
1000				10mV			
信号源地线与毫伏表的地线共接吗? (_____)							

3. 示波器的使用练习

(1) 熟悉示波器面板上各主要开关、旋钮的作用。

使用前,需进行检查与校准。先将面板各键置于如下位置:“通道选择”开关置于“CH1(或 CH2)”,“极性”和“内触发”开关置于“常态”,“DC”、“ \perp ”、“AC”开关置于“AC”,“高频”、“常态”、“自动”开关置于“自动”,“V/div”开关置于“0.5V/div”挡,“微调”置于“校准”,“t/div”开关置于“1ms/div”,然后用同轴电缆将标准信号输出端与 CH1 通道的输入端相连接。开启电源,示波器应显示幅度为 1V,周期为 1mm 的方波。调节“辉度”、“聚焦”旋钮,使屏幕上的波形细而清晰。调节“亮度”旋钮于适中位置,再调“上下”、“左右”位置旋钮,使波形在屏幕的中间位置。

(2) 用示波器测量稳压电源输出的直流电压 5V,并将测试值填入表 1.5。

表 1.5 示波器测量直流电压

V/div	测试时光线位移的方向及跳动格数	直流电压值	电压表测量值

(3) 将示波器与信号源及交流毫伏表连接,如图 1.9 所示。

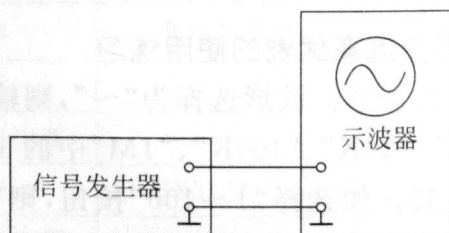


图 1.9 示波器与信号发生器的连接

(4) 按表 1.6 给出的数据调整信号发生器,并将示波器的数据填入表 1.6。

表 1.6 示波器测量交流信号

信号源 频率 (正弦) /Hz	由毫伏 表测信号 源输出 /V	示波器											计算 周期 T 及频率 f		
		垂直轴向					水平轴向		触发		探头 衰减	计算电压值			
		工作 方式	输入 通道	耦合 方式	V/div (校准)	峰-峰 距离 格数	T/div (校准)	每周 期的 格数	触发 源	耦合 方式		峰- 峰值 计算		有效 值 计算	
50	5V														
160	5V														
400	1V														
1000	10mV														

注意：信号源地线、毫伏表、示波器探头地线共接在一起。

五、实验报告要求

(1) 简要说明交流毫伏表、数字万用表、示波器的基本功能,比较其功能差异,并分别阐述它们的适用范围。

(2) 说明使用信号源、交流毫伏表、示波器时,为什么要共地连接。

(3) 写出示波器测量电流、电压的操作步骤。

六、思考题

(1) 说明使用示波器观察波形时,为达到下列要求,应调节哪些旋钮?

- ① 波形清晰且亮度适中。
- ② 波形在荧光屏中央,且大小适中。
- ③ 波形稳定。

(2) 用一台正常工作的示波器测量正弦波信号时,若在荧光屏上观察到的图形如图 1.10 所示,应调节什么旋钮,方能在示波器上观察到稳定的正弦波?

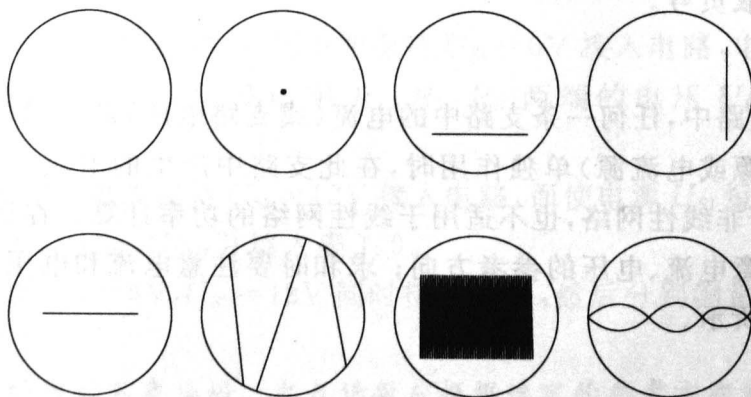


图 1.10 示波器的输出波形

(3) 函数信号发生器面板上的 0dB、20dB、40dB、60dB 在控制输出电压时如何合理运用? 当该仪器的输出电压最大为 6V(有效值)时,若需要输出电压为 100mV,衰减应置于多少“dB”合适?

实验二 直流电路研究

一、实验目的

- (1) 了解实验室的电源,熟悉万用表的使用。
- (2) 用实验方法验证基尔霍夫定律和叠加原理的正确性,加深对线性电路的特性认识。
- (3) 学会在电路中设置电压、电流的参考方向。

二、实验原理

1. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是电路的基本定律。测量某电路的各支路电流及每个元件两端的电压,其值都应满足基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。

(1) 电流定律(KCL)用来确定连接在同一点上的各支路电流间的关系。由于电流的连续性,电路中的任一点(包括节点在内)均不能堆积电荷。因此,在任何时刻,流入某一节点的电流之和应该等于流出该节点的电流之和。或者说,在任何时刻,任一节点上电流的代数和恒等于零,即 $\sum I = 0$ 或 $\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$ 。其中,如果规定流向节点的电流取正号(即正方向),则背向节点的电流就取负号。

(2) 电压定律(KVL)用来确定回路中各段电压间的关系。如果从回路中任意一点出发,以顺时针方向或逆时针方向沿回路绕行一周,则在这个方向上的电位升之和应该等于电位降之和;回到出发点时,该点的电位是不会发生变化的。因此,在任何时刻,沿任一回路绕行方向,回路中各段电压的代数和恒等于零,即 $\sum \dot{U} = 0$ 。如果按绕行方向电位升取正号,则电位降就取负号。

2. 叠加原理

在线性电阻电路中,任何一条支路中的电流(或支路电压)都可以看成是由电路中各个独立电源(电压源或电流源)单独作用时,在此支路中产生的电流(或电压)的代数和。叠加原理不适用于非线性网络,也不适用于线性网络的功率计算。在运用该定理进行叠加的过程中,应注意电流、电压的参考方向;求和时要注意电流和电压的正、负符号。实验电路如图 1.11 所示。

三、实验器材

实验需用设备与器材如表 1.7 所示。

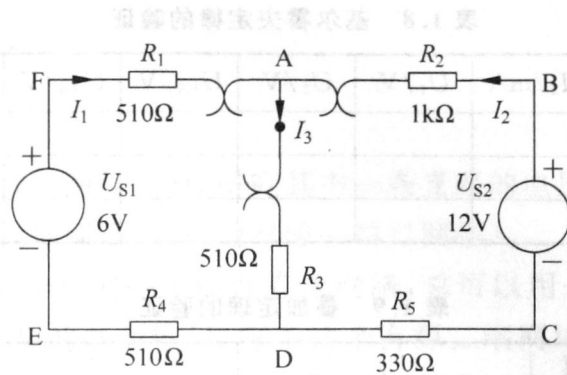


图 1.11 实验电路图

表 1.7 实验需用设备与器材

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流数字毫安表		1	
2	可调直流稳压源	0~30V	1	
3	万用表	MF500	1	
4	色环电阻		若干	

四、实验内容与步骤

1. 验证基尔霍夫定律

(1) 按图 1.11 所示接好电路, 先任意设定三条支路和三个闭合回路的电流正方向。图 1.11 中, I_1 、 I_2 和 I_3 的方向已设定, 三个闭合回路的电流正方向可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF。

(2) 将稳压电源调到 $U_{S1} = 6V$, $U_{S2} = 12V$, 然后接入电路, 分别测量流过电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 , 并填入表 1.8, 验证电流定律。

(3) 用万用表分别测量电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 两端的电压 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} , 然后填入表 1.8, 并分别取回路 I 及回路 II 来验证电压定律。

2. 验证叠加定理

(1) 按图 1.11 所示接好电路, 稳压电源保持 $U_{S1} = 6V$ 接入电路, 电源 U_{S2} 短路, 然后分别测量各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 两端的电压 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} , 并填入表 1.8。

(2) 同样地, 把稳压电源保持 $U_{S2} = 12V$ 接入电路, 而使电源 U_{S1} 短路, 分别测量电流 I_1 、 I_2 、 I_3 以及电压 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} , 并填入表 1.9。

(3) 将稳压电源 $U_{S1} = 6V$, $U_{S2} = 12V$ 同时接入电路, 然后分别测量 I_1 、 I_2 、 I_3 及 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} , 并填入表 1.9。

注意: 毫安表的极性不要接错。电表读数应根据选定的参考方向标以正、负号。