

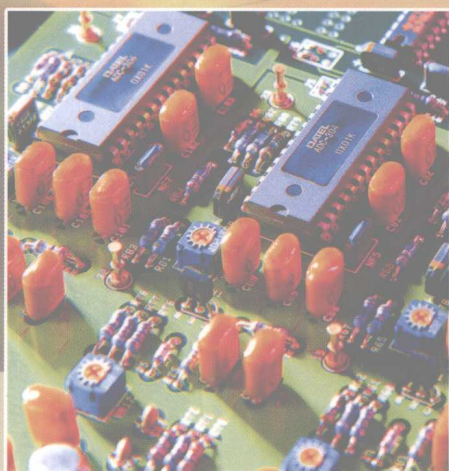
● 高等学校“电工学”课程实验系列教材

电工技术与电子技术实验

中国矿业大学电工电子教学实验中心 编

王香婷 刘 涛 主编

朱承高 主审



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

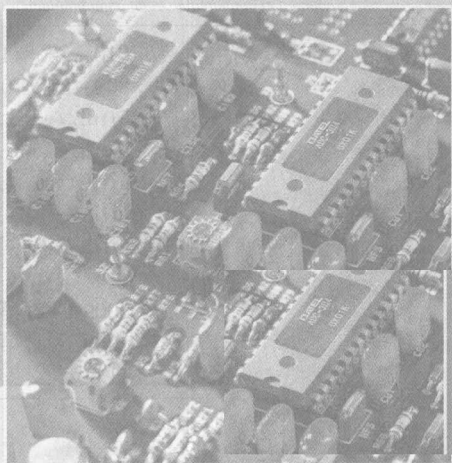
● 高等学校“电工学”

电工技术与电子技术实验

中国矿业大学电工电子教学实验中心 编

王香婷 刘 涛 主编

朱承高 主审



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书是为高等学校理工科非电类专业“电工技术与电子技术”课程编写的实验教程。本书实验内容共30个,包括电工技术、模拟电子技术、数字电子技术、电动机与电气控制技术及电子线路CAD等方面。

本书可作为高等学校理工科非电类专业和计算机专业本、专科电工与电子技术实践教程,也可供有关专业的工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术与电子技术实验/王香婷,刘涛主编;中国矿业大学电工电子教学实验中心编. —北京:高等教育出版社, 2009.3

ISBN 978-7-04-026141-7

I. 电… II. ①王…②刘…③电… III. ①电工技术—实验②电子技术—实验 IV. TM-33 TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第013191号

策划编辑	金春英	责任编辑	唐笑慧	封面设计	于文燕	责任绘图	尹莉
版式设计	陆瑞红	责任校对	张颖	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京新丰印刷厂

开本 787×1092 1/16
印张 9.25
字数 220 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrace.com>
<http://www.landrace.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2009年3月第1版
印次 2009年3月第1次印刷
定价 11.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26141-00



前 言

电工技术与电子技术实验是“电工技术与电子技术”课程重要的实践性教学环节。实验教学的目的不仅是使学生巩固和加深理解所学的理论知识，更重要的是训练学生的实验技能，提高学生的动手能力和综合实践能力，同时培养学生电气操作技能的综合素质和严谨的科学作风。

本实验教程在编写上结合了理工科非电类专业“电工技术与电子技术”课程的教学要求，并充分考虑了非电类专业学生的学习特点和21世纪对人才培养的要求，具有以下特点。

1. 注重实用性

在实验内容的安排上由浅入深，循序渐进，增加了设计性实验的比例、增设了综合性实验，偏重实用性，提高学生的学习兴趣，增强学生的综合实验和分析问题、解决问题的能力。

2. 注重先进性

跟踪新技术的发展，将EDA技术、可编程控制器（PLC）等引入实验教学，进一步提高学生的计算机应用能力和电气技能素质。

3. 注重能力的培养

教材编写突出“更新、拓宽、综合、实用”的原则，有利于学生创新意识的培养和个性的发展。

本书的编写目标是适应新形势、新要求，因此内容涵盖面广，有一定深度。它既适用于多学时的教学要求，又是一本普遍适用的实践教程。使用时可根据不同专业的要求，对内容进行不同的安排和选择。本书还为实验室开放提供丰富的选题。

本书在中国矿业大学电工教学组全体教师多年实验教学经验的基础上编写而成，由王香婷和刘涛任主编并进行统稿，吴春燕、廖红梅、徐瑞东、汤中于、周书颖、张晓春等参与编写。

本书由上海交通大学朱承高教授主审，朱教授提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请使用本书的师生批评指正。

编 者

2008年11月

目 录

实验要求	1
实验一 电路的基本定律和定理	3
实验二 常用电子仪器仪表的使用	6
实验三 单相交流串联电路	12
实验四 功率因数的改善	16
实验五 三相电路及变压器	21
实验六 三相异步电动机的继电器接触器控制基本实验	25
实验七 三相异步电动机的时间控制和行程控制	28
实验八 电动机的可编程序控制系统	30
实验九 交通灯可编程序控制系统	35
实验十 单相整流及稳压电路	37
实验十一 单管交流电压放大电路	41
实验十二 运算放大器的基本运算电路	45
实验十三 集成运算放大器的应用	49
实验十四 单相半波可控整流电路	52
实验十五 组合逻辑电路及其应用	55
实验十六 触发器及其应用	59
实验十七 计数译码显示电路	63
实验十八 555 集成定时器及其应用	68
实验十九 数字钟——综合性实验一	73
实验二十 篮球比赛 24 s 计时器——综合性实验二	76
实验二十一 温度控制电路——综合性实验三	78
实验二十二 电源过电压、欠电压保护电路——综合性实验四	80
实验二十三 触摸开关电路——综合性实验五	82
实验二十四 简易数字电压表——综合性实验六	84
实验二十五 步进电动机驱动控制系统设计——综合性实验七	87
实验二十六 彩灯控制电路——综合性实验八	89
实验二十七 基本电路仿真实验——仿真实验一	91
实验二十八 交流放大电路仿真实验——仿真实验二	97
实验二十九 集成运算放大器应用仿真实验——仿真实验三	101
实验三十 数字电路及其应用仿真实验——仿真实验四	105
附录一 V-252 型示波器	111
附录二 GFG-8016G 型函数发生器	116

附录三	PF66B 型数字多用表	119
附录四	数字集成电路芯片引脚图	121
附录五	EWB 软件简介	123
附录六	西门子 S7-200 可编程序控制器编程软件 STEP7 - Micro/WIN32 简介	135
参考文献		141
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		
101		
102		
103		
104		
105		
106		
107		
108		
109		
110		
111		
112		

实验要求

一、实验目的

实验是“电工技术与电子技术”课程中重要的实践性教学环节，实验的目的不仅要巩固和加深理解所学的理论知识，更重要的是训练实验技能，提高动手能力和综合实践能力，树立工程实际观点和严谨的科学作风。

通过实验训练以下几方面的基本技能：

1. 能正确使用常用的电工仪表、电子仪器、电机和常用电气设备
2. 能独立操作和完成简单的电工、电子技术实验
3. 学习查阅手册，能正确使用常用的电子元器件
4. 能准确读取实验数据，观察实验现象，测绘波形曲线
5. 能整理分析实验数据，独立撰写出条理清楚、整洁的实验报告
6. 具备一定的安全用电知识，遵守操作规程

二、实验预习

1. 实验前必须进行预习，明确实验目的，熟悉实验电路，掌握实验原理，了解实验仪器与设备的使用方法
2. 写出实验预习报告，内容包括：实验目的，实验仪器与设备，实验原理及实验电路图，数据记录表格，实验数据理论计算值，预习内容中的思考题、选择题和填空题等

三、实验规则

1. 做好实验前的预习，凡没有预习报告者一律不得参加实验
2. 严格遵守实验室的各项规章制度，保持实验室的安静和整洁，爱护实验室的仪器设备
3. 禁止动用与实验无关的仪器设备，凡因违反操作规程而损坏仪器设备者，按照学校有关规定酌情赔偿
4. 接线完毕后，要认真复查，确认无误后，方可接通电源进行实验。强电实验时，通电前应由指导教师检查线路
5. 注意用电安全，严禁带电接线、拆线或改接线路
6. 实验中，如发现仪器异常或机器故障，应立即切断电源或停止实验，并及时报告指导教师
7. 实验数据必须经指导教师签阅后，才能拆除实验电路，实验完毕应及时将仪器设备及其他用具归放原位，待指导教师检查合格后，方可离开
8. 实验室仪器设备不能擅自搬动、调换，更不能擅自带出实验室
9. 设计型实验中若用到实验箱上没有的元器件时，应提前通知实验室做好准备

四、实验报告

实验报告的具体内容如下：

1. 实验目的、实验仪器与设备、实验原理及实验电路图、实验数据
2. 课前完成的预习内容：预习中要求的理论计算、回答问题、设计记录表格等
3. 实验数据与处理：根据实验原始记录，整理实验数据，按实验报告要求加以必要的处理
4. 综合设计型实验，除完成上述要求外，还应给出标准的设计电路及详细的设计说明
5. 根据实验要求，绘制相关的曲线和图表，写出心得体会及建议

五、实验安全用电

1. 不得擅自接通电源，尤其是室内总电源
2. 强电实验在电源接通后，不允许用手触及带电部分，以防触电。严格遵守“先接线后通电”、“先断电后拆线”的操作程序
3. 在强电实验时若遇触电事故，应立即切断电源，或用绝缘工具迅速将电源线断开，使触电者脱离电源
4. 实验中当被测值难以预测时，仪表量程应置最大，再根据测量情况减小量程。否则将因过电压、过电流而烧坏仪表
5. 实验中若发现异常现象，如设备过热、绝缘烧焦发出异味、电动机转动声音不正常等，也应立即切断电源，查找原因

实验一 电路的基本定律和定理

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律和叠加定理，理解电流、电压参考方向的意义
2. 通过实验实现线性有源二端网络的等效变换
3. 测定电压源的外特性

二、实验仪器与设备

1. 直流电路实验挂件 一件
2. 直流毫安表 一只
3. 直流电压表 一只

三、实验原理

1. 基尔霍夫定律和叠加定理

实验电路如图 1.1 所示。根据基尔霍夫电流定律，结点处 3 条支路的电流应满足 $I_1 + I_2 = I_3$ 。若电流的实际方向与参考方向相同，电流值为正值；若电流的实际方向与参考方向相反，电流值为负值。根据基尔霍夫电压定律，闭合回路的电压应满足 $U_1 + U_3 = E_1$ ， $U_2 + U_3 = E_2$ 。若电压的实际方向与参考方向相同，电压值为正值；若电压的实际方向与参考方向相反，电压值为负值。

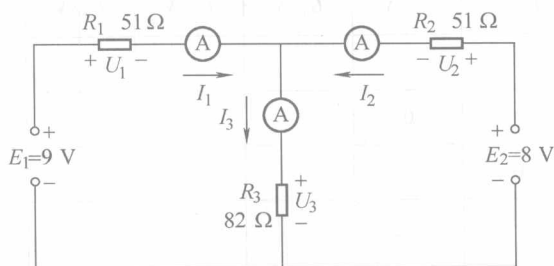


图 1.1 验证基尔霍夫定律和叠加定理的实验电路

2. 戴维宁定理

图 1.2 (a) 所示是由电源 E_1 、 E_2 和若干电阻构成的线性有源二端网络；图 (b) 所示是由 3 个阻值不同的电阻构成的负载；图 (c) 所示是由电阻、电动势构成的戴维宁等效电路， $100\ \Omega$ 电位器和 $10\ \Omega$ 电阻用于构成线性有源二端网络的等效电阻。

线性有源二端网络的等效参数可用开路电压、短路电流法确定。在线性有源二端网络输出端开路时，用电压表测量其输出端的开路电压 U_{oc} ，将输出端短路，用电流表测量短路电流 I_{sc} ，则有源二端网络的等效内阻

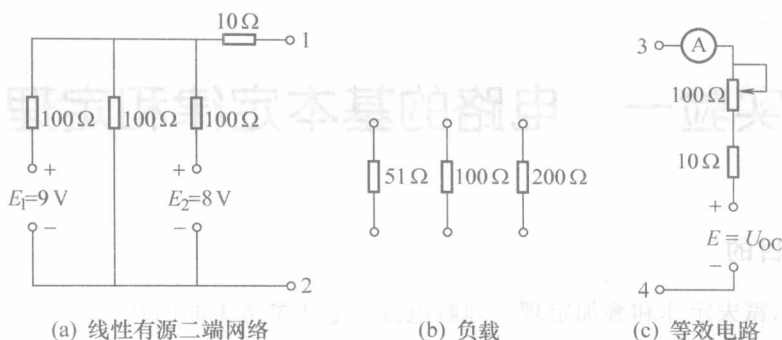


图 1.2 戴维宁定理实验电路

$$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

四、实验内容与步骤

1. 验证基尔霍夫定律及叠加定理

(1) 按图 1.1 所示连接电路, 直流电路实验挂件上的一路固定电源输出 E_1 为 9 V, 另一路可调电源调至 E_2 为 8 V, 用电压表测量各电源的输出电压。

(2) E_1 和 E_2 共同作用时, 测量表 1.1 中各量并记录。

(3) E_1 单独作用, 即令 $E_1 = 9$ V, $E_2 = 0$ V, 测量表 1.1 中各量并记录。

(4) E_2 单独作用, 即令 $E_1 = 0$ V, $E_2 = 8$ V, 测量表 1.1 中各量并记录。

(5) 根据叠加定理将各电源单独作用时的电压、电流测量值叠加, 记入表 1.1 中。

表 1.1 验证基尔霍夫定律及叠加定理

条件	E_1 /V	E_2 /V	U_1 /V	U_2 /V	U_3 /V	I_1 /mA	I_2 /mA	I_3 /mA
E_1 、 E_2 共同作用								
E_1 单独作用		0						
E_2 单独作用	0							
用测量数据计算 E_1 、 E_2 共同作用								

2. 通过实验实现线性有源二端网络的等效变换

(1) 按图 1.2 (a) 所示连接电路。

(2) 测量线性有源二端网络的开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} , 记入表 1.2 中。

(3) 计算等效电源内阻 R_0 , 记入表 1.2 中。

(4) 依次接入各电阻负载, 测量表 1.2 中各量并记录。

(5) 将电路改接成如图 1.2 (c) 所示的戴维宁等效电路。调节可调电源的输出电压为线性有源二端网络开路电压值 U_{oc} 的测量值, 记入表 1.2 中。

表 1.2 线性有源二端网络的等效变换

条件	负载	∞	200 Ω	100 Ω	51 Ω	
	项目					
线性有源二端网络	U/V					计算 $R_0 =$
	I/mA	0				$I_{sc} =$
等效电路	U'/V					
	I'/mA	0				$I_{sc} =$

(6) 将 3、4 两端短接，调节电位器使短路电流等于线性有源二端网络短路电流 I_{sc} 的测量值，记入表 1.2 中。

(7) 依次接入各电阻负载，测量表 1.2 中各量并记录。

五、实验预习内容

1. 填写表 1.3

复习实验相关内容，根据图 1.1 和图 1.2 所示电路给出的参数计算表 1.3 中各量。

表 1.3 理论计算数据

基尔霍夫定律及叠加定理						戴维宁定理					
U_1/V	U_2/V	U_3/V	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_{oc}/V	I_{sc}/mA	R_0/Ω	$I_{51\Omega}/mA$	$I_{100\Omega}/mA$	$I_{200\Omega}/mA$

2. 完成下列填空题

(1) 测量电压时，应将电压表与被测电路_____；测量电流时，应将电流表与被测电路_____。

(2) 根据图 1.1 中所标电压、电流的参考方向，当 E_1 单独作用时，表 1.1 中_____、_____的测量值应为负值，当 E_2 单独作用时，表 1.1 中_____、_____的测量值应为负值。

(3) 在本实验中，当 E_1 单独作用时，应先将电源 E_2 从电路中去掉，然后再将图 1.1 所示电路中_____的两端短接。在实验时若出现 U_2 和 I_2 的测量值为 0 的现象，则说明_____处于开路状态。

六、实验报告要求

1. 比较表 1.1 中的第一组数据和表 1.3 中的理论计算数据，分析误差产生的原因
2. 画出图 1.2 (a) 线性有源二端网络的实测等效电压源电路，并标出电路参数
3. 用表 1.2 中的第二组数据绘出电源的外特性曲线 $U' = f(I')$ ，并分析当负载（指电流）增加时，电源端电压的变化趋势

实验二 常用电子仪器仪表的使用

一、实验目的

1. 熟悉示波器、函数发生器面板上各操作键及旋钮的作用
2. 学会用示波器测量信号幅值、频率和两个同频率正弦信号的相位差
3. 学会使用函数发生器及数字多用表

二、实验仪器与设备

- | | |
|---------------------|----|
| 1. V-252 型示波器 | 一台 |
| 2. GFG-8016G 型函数发生器 | 一台 |
| 3. PF66B 型数字多用表 | 一只 |
| 4. THM-1 模拟电路实验箱 | 一台 |

三、实验原理

1. 用示波器观察和测量电压信号

示波器是用来观察波形和测量波形参数的仪器。

示波器的扫描速度表示在 X 轴方向偏转一格所需要的时间。已知扫描速度就可以根据波形在 X 轴上的偏转格数来测量时间。例：将波形一个周期在 X 轴方向上的偏转格数乘以 TIME/DIV 刻度值，可求出波形的周期，同时可计算出频率。

示波器的灵敏度表示在 Y 轴方向偏转一格所代表的电压值，已知灵敏度就可以根据波形在 Y 轴上的偏转格数乘以 VOLTS/DIV 刻度值，可测出电压的大小。

波形的幅值为波形正向或负向的最大值，峰-峰值是指波形正向最大值和负向最大值间的距离。当波形对称时，峰-峰值为幅值的两倍，如图 2.1 所示。

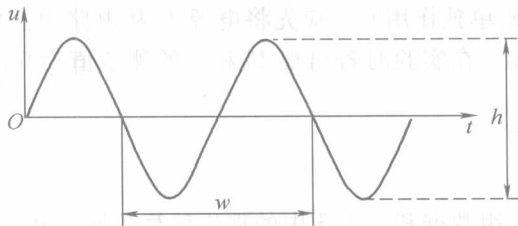


图 2.1 正弦交流电压波形

计算公式：

$$\text{峰-峰值 } U_{p-p} = h (\text{DIV}) \times \text{灵敏度 (V/DIV)}$$

$$\text{有效值 } U = U_{p-p} / 2\sqrt{2}$$

周期 $T = w (\text{DIV}) \times \text{扫描速度} (\text{TIME/DIV})$

式中, h 为在 Y 轴上波形峰-峰值所占的大格数; 灵敏度为 Y 轴上每大格 (DIV) 所代表的电压值; w 为在 X 轴上波形一个周期所占的大格数; 扫描速度为 X 轴上每大格 (DIV) 所代表的时间。

图 2.2 (a) 所示波形为正方波, 它包含交流分量及直流分量, 如图 2.2 (b)、(c) 所示。当示波器输入耦合方式开关置于 AC 时, 由于隔直电容的作用, 只能观察到波形中的交流分量; 当示波器输入耦合方式开关置于 DC 时, 才能观察到如图 2.2 (a) 所示的正方波。

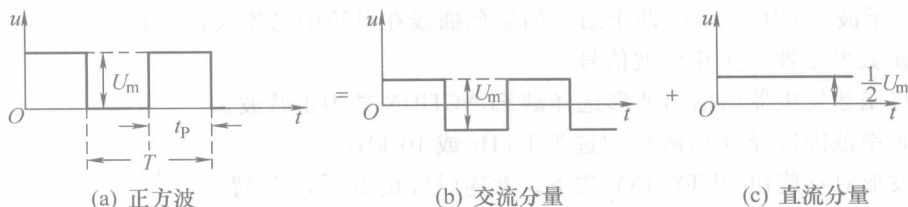


图 2.2 含有交直流分量的信号

图 2.2 所示正方波的周期为 T , 脉冲宽度为 t_p , 脉冲波形的占空比为

$$\text{占空比} = \frac{\text{脉冲宽度}}{\text{脉冲周期}} = \frac{t_p}{T}$$

2. 测量两个同频率正弦信号的相位差

测量两个同频率正弦信号相位差的电路如图 2.3 所示。函数发生器输出的正弦信号作为 RC 串联电路的输入信号, 示波器的 CH1 通道输入电压信号、CH2 通道输入电流信号 (因示波器只能输入电压信号, 故电流信号用电阻两端的电压反映)。

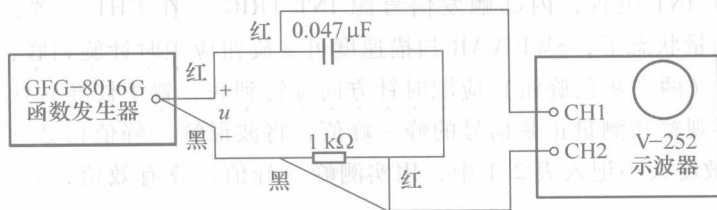


图 2.3 测量相位差的电路

将示波器工作方式选择开关置 ALT 双踪显示位置, 可在显示屏上显示出两个正弦波, 如图 2.4 所示。根据两波形在水平方向的间隔 d 及信号一周期在示波器上所占的格数, 可求得两个同频率正弦信号的相位差

$$\varphi = 360^\circ \times d(\text{DIV}) / w(\text{DIV})$$

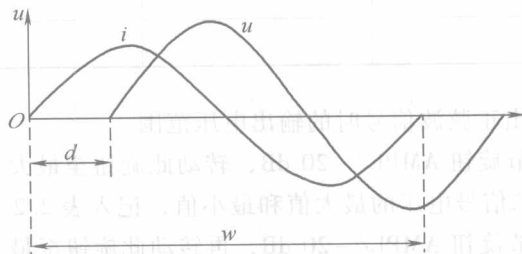


图 2.4 正弦交流信号相位差的测量

四、实验内容与步骤

1. 按下各仪器面板上的电源开关，预热仪器。

2. 检查示波器

按附录一中的使用说明设置示波器面板上各操作键及旋钮的位置。适当调节亮度 INTENSITY、聚焦 FOCUS 旋钮，使示波器显示屏上显示一条亮度适中、扫迹清晰的扫描线。

提示：示波器 CH1、CH2 两个通道的黑色插线在机箱中已连接在一起。

3. 用函数发生器产生正弦波信号

(1) 将函数发生器的输出波形选择键 FUNCTION 选为正弦波。

(2) 频率范围选择（粗调）键选为 1 kHz 或 10 kHz。

(3) 波形对称旋钮 DUTY/INV 按下，并逆时针旋至 CAL 位置。

(4) 直流补偿旋钮 OFFSET/ADJ 按下。

(5) 调节频率选择（细调）旋钮 MULT 和输出幅度调节旋钮 AMPL，使函数发生器输出频率为 1 kHz、有效值为 0.5 V 的正弦信号，正弦电压的有效值用数字多用表测量。

4. 用示波器测量正弦信号的峰-峰值、有效值

(1) 将频率为 1 kHz、有效值为 0.5 V 的正弦信号送入示波器 CH1 通道。

(2) 将示波器工作方式选择开关 MODE 置 CH1 位置，调节 X 轴扫描时间选择开关 TIME/DIV 和 Y 轴灵敏度选择开关 VOLTS/DIV，使示波器显示屏上的波形高度及周期个数便于观察与测量。若显示的波形不稳定，首先检查触发方式选择开关 MODE 应在 AUTO 位置；触发信号源 SOURCE 应在 INT 位置；内部触发信号源 INT TRIG 应在 CH1 位置；再调节触发电平 LEVEL 旋钮。在测量状态下，SWP VAR 扫描速度可变旋钮应顺时针旋到底，置于校准 CAL 位置；可变衰减旋钮（两个灰色旋钮）应顺时针方向旋转到底，置于校准 CAL 位置。

(3) 用示波器观察和测量正弦信号的峰-峰值，将波形峰-峰值格数 h 和 Y 轴 CH1 通道的 VOLTS/DIV 灵敏度大小记入表 2.1 中，用实测峰-峰值计算有效值，并与用数字多用表测量的有效值比较。

(4) 使函数发生器输出有效值为 2 V 的正弦信号，重复步骤 (2)、(3)。

表 2.1 实验数据记录

函数发生器输出 电压有效值	Y 轴灵敏度/V/DIV	峰-峰值格数 h /DIV	峰-峰值/V	有效值（计算）/V
0.5 V				
2 V				

5. 测量函数发生器输出正弦波信号时的输出电压范围

(1) 推入输出幅度调节旋钮 AMPL/-20 dB，转动此旋钮至最大和最小位置，用数字多用表测量函数发生器输出正弦信号电压的最大值和最小值，记入表 2.2。

(2) 拉出输出幅度调节旋钮 AMPL/-20 dB，再转动此旋钮至最大和最小位置，用数字多用表测量经衰减后，函数发生器输出的正弦信号电压的最大值和最小值，记入表 2.2。

表 2.2 输出电压范围

旋钮、开关名称	旋钮、开关状态	最大输出电压	最小输出电压
AMPL/ -20dB	推入		
	拉出		

6. 用示波器测量正弦信号的周期和频率

(1) 使函数发生器输出频率为 500 Hz 的正弦波信号，接入示波器。

(2) 将示波器 Y 轴 VOLTS/DIV 旋钮置于适当位置，调节 X 轴 TIME/DIV 旋钮（检查 SWP VAR 可变旋钮应在 CAL 位置）和 LEVEL 旋钮，使显示屏上出现 2~3 个周期完整、稳定的波形。

(3) 读取波形周期格数 w 和 X 轴的 TIME/DIV 旋钮位置，记入表 2.3。

(4) 使函数发生器输出频率为 4 kHz 的正弦波信号，重复步骤 (2)、(3)。

表 2.3 测量周期和频率

函数发生器输出频率	X 轴扫描时间/(ms/DIV)	周期格数 w /DIV	周期 T /ms	频率 f /Hz
500 Hz				
4 kHz				

7. 用函数发生器输出方波、正方波信号，用示波器观察方波、正方波信号

(1) 调整示波器的基准线。

将示波器耦合方式开关置 GND，调节 Y 轴位移旋钮，使扫描线落在显示屏正中央的水平刻度线上作为基准线，再将耦合方式开关置 AC。

(2) 输出、观察方波信号。

① 将函数发生器的输出波形选择 FUNCTION 选为方波，频率范围选择（粗调）选为 1 kHz 或 10 kHz，直流补偿旋钮 OFFSET/ADJ 按下（此时无直流补偿），波形对称旋钮 DUTY/INV 按下，并逆时针旋至 CAL 位置。

② 调节频率选择（细调）旋钮 MULT，使输出方波的频率为 $f=1$ kHz。

③ 调节输出幅度调节旋钮 AMPL/ -20 dB，使示波器显示的方波信号的幅值为 1 V，将示波器显示的波形记入表 2.4 中。

(3) 输出、观察正方波信号。

① 将示波器耦合方式开关置 GND，调节 Y 轴位移旋钮，使扫描线落在显示屏正中央的水平刻度线上作为基准线，再将耦合方式开关置 DC。

② 调节频率选择（细调）旋钮 MULT，使输出信号的频率为 $f=1$ kHz。

③ 调节输出幅度调节旋钮 AMPL/ -20 dB，使示波器显示波形的峰-峰值为 1 V。

④ 将直流补偿旋钮 OFFSET/ADJ 旋转到中间位置后拉出。

⑤ 顺时针方向旋转 OFFSET/ADJ 旋钮，使波形上移（此操作是为波形加入正的直流分量），直到示波器显示屏上波形的最底端正好压在基准线上，且信号的峰-峰值为 1 V（可能需要反复调节 OFFSET/ADJ 旋钮及幅度旋钮 AMPL），这时函数发生器输出的信号即为频率 $f=$

1 kHz、幅值为 1 V 的正方波，将波形绘入表 2.4 中。

(4) 观察 DUTY/INV 旋钮的作用。

① 将波形对称旋钮 DUTY/INV 顺时针旋转，观察并记录正方波宽度、周期和占空比的变化，将波形绘入表 2.4 中。

② 拉出 DUTY/INV 旋钮，观察波形的变化，将波形绘入表 2.4 中。

表 2.4 方波、正方波信号

条件	旋钮、开关名称	旋钮、开关位置	波形或波形的变化情况
方波	OFFSET/ADJ DC - AC	OFFSET (推入) AC	扫描基线
正方波	DUTY/INV OFFSET/ADJ DC - AC	CAL ADJ (拉出) DC
		DUTY (推入) (顺时针旋转)
	DUTY/INV	DUTY (拉出)

*8. 观察及测量正弦信号的相位差

(1) 按图 2.3 接线，使函数发生器输出频率 $f=1$ kHz、有效值为 1 V 的正弦信号。

(2) 示波器工作方式选择开关 MODE 置 ALT 位置双踪显示。按下 GND，调节 Y 轴位移旋钮，使 CH1 和 CH2 的扫描线重合，并压在水平刻度线上。拉出 GND，显示屏上同时显示两个正弦波，如图 2.4 所示。若显示的波形不稳定，可调节 LEVEL 旋钮。读取并记录 d 及 w ，计算 u 、 i 的相位差 φ 及信号周期 T 。

五、实验预习内容

1. 阅读附录一，熟悉 V-252 型示波器面板上主要旋钮的作用及使用方法。

2. 阅读附录二，熟悉 GFG-8016 型函数发生器面板上主要旋钮的作用及输出信号的调节方法。

3. 阅读实验指导书，掌握用数字多用表和示波器分别测量信号幅值的方法及用示波器测量信号周期的方法，进一步理解峰-峰值和有效值之间的换算关系及周期和频率之间的换算关系。

4. 完成下列填空题

(1) 若在示波器上看到的波形幅度太小，应调节_____旋钮，使波形的大小适中。

(2) 若在示波器上看到的波形周期个数太多，应调节_____旋钮，使波形的个数适中。

(3) 示波器 Y 轴输入耦合转换开关置 DC 是_____ (直接耦合、通过隔直电容耦合), 置 AC 是_____ (直接耦合、通过隔直电容耦合)。若要观察交流信号或信号中的交流分量时, 开关应置_____ (AC、DC) 挡; 若要全面观察含有直流分量的信号时, 开关应置_____ (AC、DC) 挡。

(4) 将频率为 1 kHz、峰-峰值为 1 V 的矩形波 (方波) 信号输入示波器, 若荧光屏上显示矩形波的峰-峰值在 Y 轴上占 5 DIV, 一个周期在 X 轴上占 5 DIV。那么“Y 轴灵敏度”选择开关应置于_____/DIV 位置, “X 轴灵敏度 (扫描速度)”选择开关应置于_____/DIV 位置。

5. 思考题

(1) 调节函数发生器波形对称旋钮 DUTY/INV 能改变频率, 但能否用其调节函数发生器的输出频率?

(2) 在观察及测量正弦信号的相位差时, 示波器 CH1 为什么只接红色插线? CH1 测量的是什么电压信号?

六、实验报告要求

1. 根据实验结果列出数据表格

2. 若要观察图 2.5 所示波形, 说明示波器 Y 轴输入耦合方式开关应置于何位置



图 2.5

3. 说明 Y 轴 VOLTS/DIV 旋钮和 X 轴 TIME/DIV 旋钮的功能

4. 若要使函数发生器输出 $f=200$ Hz、幅值为 2 V 的正弦信号, 说明应调节哪几个旋钮才能使输出信号符合要求, 如果输出正弦信号的有效值为 30 mV 时, 说明 AMPL/ -20 dB 旋钮应处于推入还是拉出状态

5. 在调节正方波时, 若示波器上始终显示图 2.6 所示的波形, 试说明函数发生器和示波器上各有哪个旋钮的位置不合适

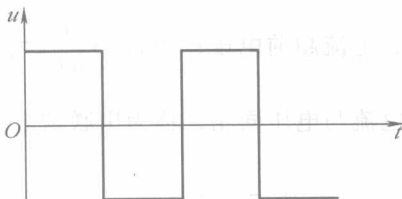


图 2.6