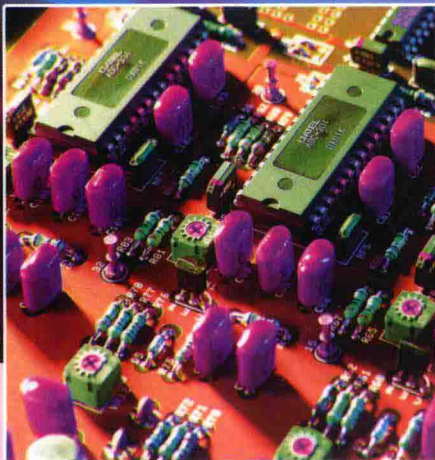




“十二五”江苏省高等学校重点教材

电工技术与电子技术实验 (第二版)

主 编 王香婷 徐瑞东
副主编 张晓春



高等教育出版社



“十二五”江苏省高等学校重点教材

电工技术与电子技术实验 (第二版)

主 编 王香婷 徐瑞东

副主编 张晓春

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是高等学校理工科非电类专业《电工技术与电子技术实验》教材的修订版,为“十二五”江苏省高等学校重点教材(编号:2015-1-050)。本次修订的实验教材为主教材+配套数字课程,实验内容共32个,包括电工技术实验9个、电子技术实验9个、综合性实验10个及仿真实验4个。主教材有配套数字课程,内容有多媒体电子教案、实验仿真及相关实验视频等,形成优质立体化教材。

本书适合作为高等学校理工科非电类专业电工技术与电子技术实验课程教材,以及电类相关专业本科生的实验参考书,同时也可供大学生电子设计竞赛及有关专业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,徐瑞东主编
--2版.--北京:高等教育出版社,2017.2
ISBN 978-7-04-047033-8

I. ①电… II. ①王… ②徐… III. ①电工技术-实验-高等学校-教学参考资料 ②电子技术-实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①TM-33 ②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第301965号

策划编辑 金春英 责任编辑 张江漫 封面设计 于文燕 版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 窦丽娜 责任印制 尤 静

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京机工印刷厂		http://www.hepmall.com
			http://www.hepmall.cn
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	2009年3月第1版
印 张	11.5		2017年2月第2版
字 数	270千字	印 次	2017年2月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	22.50元
咨询电话	400-810-0598		

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 47033-00

二、配套教学资源包含的文件内容及使用说明：

1. PPT 电子讲稿

包括电工技术实验、电子技术实验、综合性实验及仿真实验等四个方面全部 32 个实验的电子讲稿（PPT 文件），可供教师授课使用，或学生学习复习课程使用。

2. EWB 实验仿真

仿真软件采用 Electronics Workbench，共完成 EWB 仿真实验 53 个，涉及 24 个实验内容。

3. MP4 实验教学视频

MP4 实验教学视频 8 个，包含实验仪器设备使用及相关实验视频。

第二版前言

本教材为《电工技术与电子技术实验》教材的修订版,为“十二五”江苏省高等学校重点教材。本教材的编写修订本着“坚实基础、注重综合、强化设计、旨在创新”的原则,以符合基本教学规律和满足实验教学改革需要为出发点,构建以学生能力培养为核心的开放式实验教学体系,编写了基础型实验、综合性实验、计算机仿真综合实验共计32个,各学科专业根据实验学时和教学要求的不同选择使用课外开放性实验。

修订教材的特点:

1. 突出学生个性化培养,更新和拓展实验内容

修订教材包含基础型实验18个,其中电路和电机与控制实验9个、模拟电路实验5个、数字电路实验4个。更新了基础性实验内容,增加了扩展性实验内容,以满足学生差异化需求。基础实验在实验指导中给出了参考电路和实验方法步骤,扩展性实验多为设计性实验内容。

修订教材包含综合设计性实验10个,在原教材基础上增加了2个综合设计性实验。综合设计性实验体现学生的开放自主性学习,学生根据实验要求自行设计实验、进行电路仿真、选择芯片器件、进行硬件实验调试等,最终自主完成实验。

2. 结合新的实验平台和设备,编写相关新实验

第一版实验教材所涉及实验使用的是未更新的实验平台和模拟实验仪器仪表,本次教材修订针对新实验平台和数字仪器仪表使用以及所涉及的相关实验等进行了重修编写,满足学生课内实验和课外实践的需求。

3. 主教材与实验数字课程一体化设计,实验教学资源可通过网站免费下载获取

通过访问 <http://abook.hep.com.cn/1237053> 可免费下载获取实验教学资源。包括与主教材配套多媒体课件、实验仿真课件及相关实验视频等。

编写了针对电工技术与电子技术实验的多媒体电子教案,学生通过网站可免费下载获取,供课内外实验使用。

提供了应用计算机仿真软件制作的基础性实验和综合仿真实验的仿真课件源文件,供学生学习浏览。

提供了实验仪器设备使用及相关实验教学视频(MP4文件),供学生实验课前预习使用。

本教材是在中国矿业大学电工教学组全体教师多年实验教学改革与实践的基础上编写而成的,由王香婷和徐瑞东进行统稿,刘涛、张晓春、周书颖、汤中于、吴春燕、廖红梅、刘玉英、戴新联等教师参加编写。

由于我们水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请使用本教材的师生批评指正。编者的电子邮箱为:xiangtingw@163.com。

编者

2016年7月

第一版前言

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。实验教学的目的是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和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、可编程序控制器(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	实验二十二 电源过电压、欠电压保护 电路——综合性 实验四	82
第 1 章 电工技术实验	3	实验二十三 触摸开关电路—— 综合性实验五	84
实验一 电路的基本定律和定理	3	实验二十四 简易数字电压表—— 综合性实验六	87
实验二 常用电子仪器仪表的使用	7	实验二十五 步进电动机驱动控制 系统设计——综合性 实验七	90
实验三 单相交流串联电路	12	实验二十六 彩灯控制电路—— 综合性实验八	92
实验四 功率因数的改善	16	实验二十七 抢答电路的设计—— 综合性实验九	94
实验五 三相电路	20	实验二十八 小车控制系统—— 综合性实验十	96
实验六 三相异步电动机的继电 接触器控制的基本实验	24	第 4 章 仿真实验	99
实验七 三相异步电动机的时间 控制与行程控制	27	实验二十九 基本电路仿真实验 ——仿真实验一	99
实验八 电动机的可编程序控制 系统	29	实验三十 交流放大电路仿真实验 ——仿真实验二	105
实验九 交通灯可编程序控制系统	34	实验三十一 集成运算放大器应用 仿真实验——仿真 实验三	109
第 2 章 电子技术实验	37	实验三十二 数字电路及其应用 仿真实验——仿真 实验四	113
实验十 单相整流及稳压电路	37	第 5 章 附录	119
实验十一 单管交流电压放大电路	41	附录一 高性能电工综合实验 装置介绍	119
实验十二 运算放大器的基本 运算电路	45	附录二 UTD2102 型示波器	125
实验十三 集成运算放大器的 应用	50	附录三 SFG-1023 型函数 发生器	131
实验十四 单相半波可控 整流电路	53	附录四 DM3058 型数字台式 万用表	134
实验十五 组合逻辑电路 及其应用	56		
实验十六 触发器及其应用	61		
实验十七 计数译码显示电路	65		
实验十八 555 集成定时器及其应用	70		
第 3 章 综合性实验	75		
实验十九 数字钟——综合性 实验一	75		
实验二十 篮球比赛 24 s 计时器 ——综合性实验二	78		
实验二十一 温度控制电路—— 综合性实验三	80		

附录五	PF66B 型数字多用表	·····	139	附录九	西门子 S7-200 可编程序 控制器编程软件		
附录六	数字集成电路芯片 引脚图	·····	141		STEP7-Micro/WIN32 简介	···	159
附录七	Multisim10 软件简介	·····	143	附录十	常用元器件命名法	·····	165
附录八	EWB 软件简介	·····	147	参考文献	·····		171

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

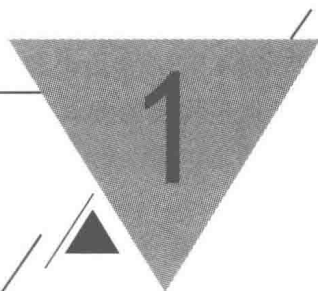
实验报告的具体内容如下:

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。

第1章 电工技术实验



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. 直流双路稳压源 | 一台 |
| 2. 电阻元件模块 | 一块 |
| 3. 直流电压表、电流表模块 | 一块 |
| 4. 测电流插孔模块 | 一块 |

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。

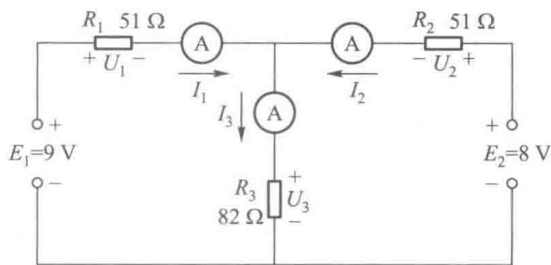


图 1.1 验证基尔霍夫定律和叠加定理的实验电路

2. 戴维宁定理

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

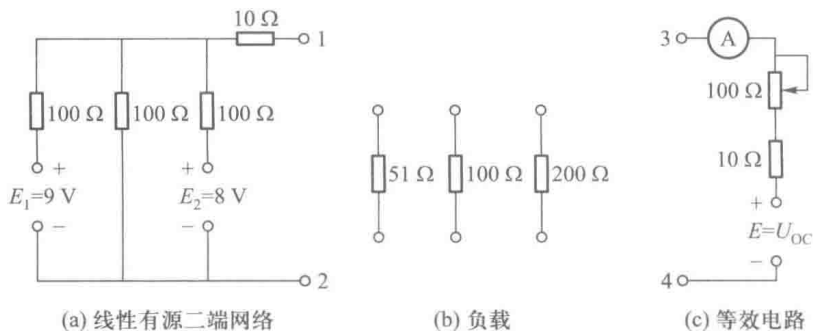


图 1.2 戴维宁定理实验电路

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

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

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,直流双路稳压电源的一路可调电源调至 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/ Ω	∞	200	100	51	
	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				$I_{sc} =$

五、实验预习内容

1. 填写表 1.3

复习教材有关内容, 根据图 1.1 和图 1.2 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 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 _____ 是处于开路状态。

3. 电流插孔的使用方法

在只有一块直流电流表, 而需要测量多个电流时, 我们可以借助电流插孔测量电流。需要测量电流的支路串联一个电流插孔, 将 1 和

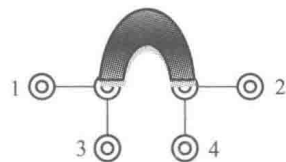


图 1.3 测电流插孔

2 两端接入电路。测电流时,将电流表接入 3 和 4 两端,拔掉短接插件,电流表则以串联方式接入电路,如图 1.3 所示。完成测量以后,接入短接插件,断开电流表。

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)所示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、数字万用表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、有效值和频率。
3. 学会使用数字万用表、函数发生器及示波器。

二、实验仪器与设备

- | | |
|-----------------------------|----|
| 1. UTD2102 型示波器 | 一台 |
| 2. SFG-1023 型函数发生器 | 一台 |
| 3. DM3058 型数字万用表 | 一台 |
| 4. TT-CX-2D 型现代电工电子创新设计实验系统 | 一台 |

三、实验原理

1. 方波、正方波

图 2.1(a) 所示波形为正方波,它包含交流分量及直流分量,如图 2.1(b)、(c) 所示。当示波器输入耦合方式开关置于“交流”时,由于隔直电容的作用,只能观看到波形中的交流分量;当示波器输入耦合方式开关置于“直流”时,才能观察到如图 2.1(a) 所示的正方波。

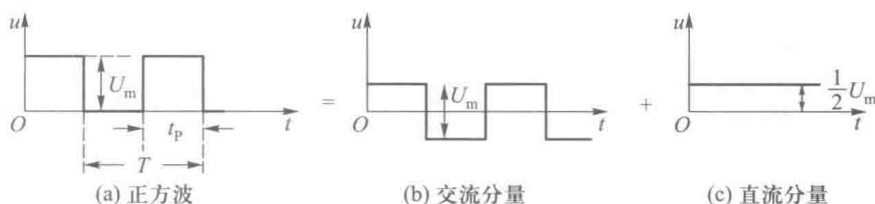


图 2.1 含有交直流分量的信号

图 2.1 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 2.2 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 CH_1 通道输入电压信号、 CH_2 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)。

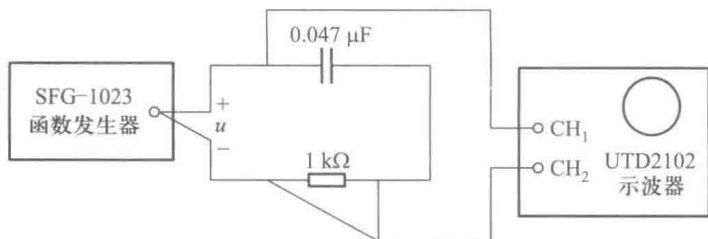


图 2.2 测量两个同频率正弦信号相位差的电路

示波器显示屏上显示出两个正弦波,如图 2.3 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

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

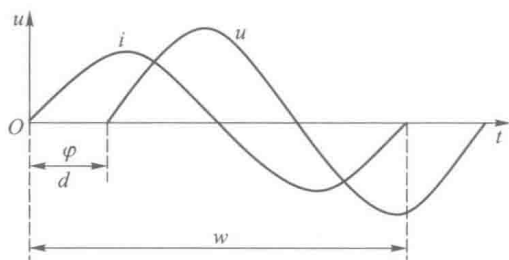


图 2.3 正弦交流信号相位差的测量

四、实验内容与步骤

1. 按下各仪器的电源开关,预热仪器

2. 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 WAVE 设置为正弦波。

(2) 按下波形对称旋钮 DUTY。

(3) 按下直流补偿旋钮 OFFSET。

(4) 频率设置为 1 kHz。

(5) 按下输出键 OUTPUT。

3. 用示波器观察和测量信号

(1) 将信号连接到示波器的 CH₁。

(2) 按下 AUTO 按钮。示波器将自动设置使波形显示达到最佳。在此基础上,可以进一步手动调节垂直、水平挡位,直至波形的显示符合要求。

(3) 自动测量信号的电压和时间参数。数字存储示波器可对大多数显示信号自动测量其测量信号的频率和峰峰值,按如下步骤操作。

① 按 MEASURE 按键,显示自动测量菜单;

② 按下 F1 键,进入测量菜单种类选择;

③ 按下 F3 键,选择电压类;