

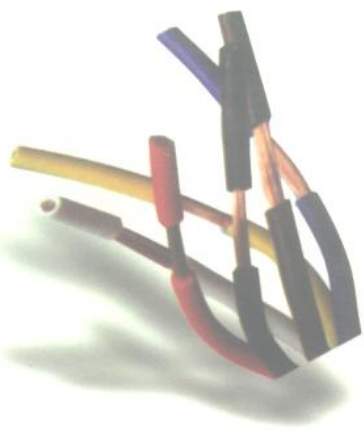
电工及电子实验

DIANGONG JI DIANZI SHIYAN

电工及电子实验

(非电类专业)

朱承高 陈钧娴 主编



版社

上海交通大学出版社

TM-33

乙86

432901

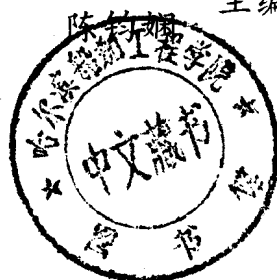
电工及电子实验

(非电类专业)

朱承高

主编

陈钧耀



上海交通大学出版社

DZ 16/28
内 容 简 介

本实验教材是根据国家教育委员会所颁发的高等工业学校《电工技术》(电工学 I)课程和《电子技术》(电工学 II)课程教学基本要求(1993 年修订稿)编写的,在编写中结合校内现有的实验设备条件适当加深加宽实验内容,以适应现代技术的发展。

实验内容包括电路、电机及控制、模拟电子技术、数字电子技术四大部分,每部分安排 8 个实验项目,总共为 32 个实验,其中包括了必做实验和选做实验内容。实验所用的仪器设备使用方法均以附录形式附在第一次使用该仪器的实验后面,便于参考。

本教材可供高等工业学校非电类专业学生使用,亦可供其他类型学校有关专业学生使用和参考。



电工及电子实验

(非电类专业)

上海交通大学出版社出版、发行

上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030

全国新华书店经销

江苏太仓印刷厂印刷

开本:787×1092(毫米)1/16 印张:14.75 插页:2 页 字数:360000

版次:1997 年 8 月 第 1 版 印次:1997 年 8 月 第 1 次

印数:1-3000

ISBN 7-313-01851-7/TM·102

定价:17.50 元

前 言

本教材是根据高等工业学校《电工技术》(电工学 I)课程及《电子技术》(电工学 II)课程教学基本要求(1993 年修订)并结合现有的实验设备条件编写的。在教学基本要求(修订稿)中强调了实验环节的重要性,并指出“实验是本课程重要的实践性教学环节。实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是要训练他们的实验技能,树立工程实际观点和严谨的科学作风,使学生能独立进行实验。”在教学基本要求(修订稿)中对于学生的实验技能训练还提出了如下的具体要求:

- 能使用常用的电工仪表、仪器及电工设备;
- 能使用常用的电子仪器;
- 能按电路图接线、查线和排除简单的线路故障;
- 学习查阅手册,对常用的电路元件和半导体器件具有使用的基本知识;
- 学会使用半导体二极管、半导体三极管和集成运算放大器、集成稳压器、门电路、触发器、移位寄存器、计数器及 7 段译码器等中、小规模集成电路;
- 能进行实验操作、读取数据、观察实验现象和测绘波形曲线;
- 能整理分析实验数据、绘制曲线,并写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

可见电工技术及电子技术实验课的任务是对广大的非电类专业学生进行实验技能训练,也就是进行使用常用仪器、仪表及电气设备的能力,使用常用电子元器件的能力,进行实验操作、接线、查线、读数、观察记录的能力以及编写实验报告能力的培养。本着这一指导思想,在实验教材的编写中,已经考虑到把实验教学的重心从单纯的验证理论转移到实验操作与扩展知识面上,使得实验教学与理论教学的关系不再是简单的重复,而是彼此各有所侧重,又相互呼应。

本书以学生动手实验内容为主,包括电路、电机及控制、模拟电子技术、数字电子技术四大部分,每部分安排 8 个实验项目,总共为 32 个实验。上述安排体现了侧重于应用技术,四大部分比重相同的原则。与以前实验教材的内容相比,减少了电路及传统的经典内容,减少了单纯验证性的内容,增加了电子技术特别是集成电路的内容,增加了新技术的内容,拓宽了知识面。在每部分实验项目中都有必做实验及选做实验。必做实验包括了教学基本要求中规定的所有实验内容范围,选做实验则是加深、加宽的实验内容。其中既有实践性实验项目,如常用电子仪器的使用、单相供电电路的安装、单管电压放大电路的装接、晶闸管交流调压、集成定时器及其应用……等等;也有反映新技术应用的实验项目,如可编程控制器的认识与使用、用可编程控制器控制交流异步电动机、三相异步电动机的变频调速、集成电压比较器、数模转换器、模数转换器……等等。

按照“电工及电子实验”课程的规定时数(45 学时),可以安排电路实验 5 次、电机及控制实验 5 次、模拟电子技术实验 5 次、数字电子技术实验 5 次;加上必须的讲课 3 学时,实验考试 2 学时。对于“电路及电子实验”课程规定的 36 学时来说,可以安排电路实验 5 次、模拟电子技术实验 6 次、数字电子技术实验 5 次;加上必须的讲课 2 学时,实验考试 2 学时。另外学生还可

以在课余的实验室开放时间内加选所感兴趣的选做实验内容,这样可以达到拓宽知识面、接触新技术的目的。

我们在编选实验内容时,每一个实验项目的教学内容都控制在2学时内完成,这样有利于教学安排。另外在每个实验项目中都安排有必做及选做的内容(选做项目用*表示),这样有利于因材施教,适应实验条件的变化及学生基础的差别。

为了便于预习,本书把与实验有关的仪表及仪器设备使用知识作为附录,并分别安排在第一次使用该仪器的实验后面,做到与实验内容配合紧密,并节省篇幅。附录内容也力求简炼,尽可能不与理论教材重复。另外在预习内容中也编入了若干简明的预习思考题,有利于学生对实验过程中所出现的现象进行判断,也便于教师检查学生的预习情况。

本书是一本非电专业学生使用的基本实验教材,其教学目的是对学生进行规范化的实验能力训练及独立工作能力的培养,同时又要求学生掌握必要的实验基础知识及增加一些实用知识。由于实验课教学时数的限制,不可能在课程中面面俱到地反映电工及电子应用技术领域的新发展;亦不可能在课程中安排大型实验及设计实验,因为对量大面广的非电类专业学生全面开设大型实验,在教学安排、设备配置、师资条件、消耗费用等方面都存在困难。我们以为教学的重点还应该在基础训练及基础知识,要使学生敢于实际操作,善于实际操作,把动脑和动手结合起来,这样在今后条件成熟时,让学生进行大型实验或设计性实验将是可能的。

为此本书在编选实验内容时强调其基础性,但是我们没有狭窄地把“基础”限制在某些经典的、传统的知识范围内,而是有所扩展。另外“基础性”还体现在要求学生按规范操作,要求学生建立测试条件的观念,要求学生对实验结果进行深入的分析 and 思考等等。我们还尽可能让学生通过实验接触多种仪器设备,增加感性知识,拓宽视野,这也是“基础性”的内容。

本教材是在上海交通大学电工学教研室、电工及电子实验中心的教师们多年实验课教学经验的基础上组织编写的。参加编写的教师有傅桂荣(实验1~实验4、实验6~实验11),朱承高(实验12),陈钧娴(实验5、实验13),余家美(实验14~实验16),余槐铨(实验17、实验18、实验23、实验24),谢庆贤(实验19~实验22),朱慧红(实验25~实验32)。由朱承高、陈钧娴担任主编。

由于我们的水平有限,所编教材中若存在不妥之处,衷心希望使用本教材的师生给予批评、指正。

编 者

1996年3月于上海

学生实验守则

- (1) 实验前,必须认真预习,并写好预习报告。
- (2) 接通电源前,应由教师检查线路。
- (3) 注意人身安全,严禁带电改接线路。
- (4) 爱护仪器仪表,遵守使用规则,防止设备事故。
- (5) 不要随意动用与实验无关的设备。
- (6) 发生事故及设备故障,均应由指导教师处理。
- (7) 保持环境整洁,不得随地吐痰,实验室内严禁吸烟。
- (8) 实验结束,拆除线路,做好整理工作。
- (9) 凡违反操作规程及玩弄仪器设备而造成事故或损坏器材者,视情节轻重予以批评教育或停止实验,以至赔偿损失处理。
- (10) 每次实验结束,凡轮到卫生值日的同学,负责清扫教室、实验桌、椅、门、窗等的清洁工作。

绪 论

一、实验的重要性

实验是人们认识自然、设计制造和进行科学研究工作的重要手段。一切真知都是来源于实践,同时又通过实践来检验其正确性,实验就是一种重要的实践方式。

电工及电子技术是在物理电学的基础上发展起来的,人们最初对电的认识是摩擦生电及雷电现象,公元 1747 年富兰克林通过实验证实了闪电和摩擦生电所产生的电荷是相同的,而后在 1800 年伏打制成了第一个铜—锌电池,1820 年奥斯特和安培先后在实验中发现电流对磁针的作用力和载流线圈之间的作用力,1831 年法拉第通过实验后发表了电磁感应定律,1873 年麦克斯韦用数学方法创立了电磁场理论,直至 1889 年赫兹实现了无线电波的传播,证实了麦克斯韦的理论。大发明家爱迪生也是在他的实验室里实现了众多的发明,形成了绚丽多彩的广泛应用电能的时代。

从本世纪 50 年代初期出现半导体晶体管开始,一直到 60 年代出现半导体集成电路,直至今日超大规模集成电路的普遍使用都反映了半导体技术、微电子技术的飞速发展。目前由于各种电力电子器件的出现,并且在各种电源变换装置中广泛地采用电子器件,使得电子技术不仅在计算机、通信、信号测量与变换等领域中占主导地位,而且在电力系统、工业控制系统中亦得到广泛的应用。以上这些成就都是由无数的科学家、工程技术人员在实验室里面研究开发成功的。无论是电工技术或者电子技术的发展,或是每一个新概念、新理论的建立,一项新产品的开发成功,一种新方法的应用与推广,都离不开实验的研究与检验,并通过实验进一步完善才付诸实用。

实验在电工技术与电子技术中的重要意义还在于实验是观察与感知电现象与电路中物理过程的重要手段。众所周知,电气现象及电路过程不是那么直观的,电压的变化、电流的流动都是看不见、摸不到的,只有通过检测仪表间接地观察,而且电压、电流的变化瞬息万变,观察的时效性很强,只有熟悉电工仪表、电子仪器的使用,掌握正确的测试方法,了解电路中电压与电流变化的基本规律,才能对所设计的电路或装置进行研究和测试。

掌握电工及电子实验的基本实验手段是工科大学教学的教学要求之一,为了实现这一目标,加强实验动手能力的培养,我们已经把电工及电子实验单独设课,单独考试及记分,以引起教师、学生对实验环节的重视。

在工科大学生的培养过程中实验是一项重要的实践性教学环节,我们要求大学生毕业以后能够独立地研究问题和解决问题,其中主要是指一些实践中碰到的问题以及在研究和开发过程中的许多新问题,解决这些问题相当程度上有赖于他们的实验能力以及相应的工作经验。所以在高等工业学校《电工技术》(电工学 I)课程及《电子技术》(电工学 II)课程教学基本要求(修订稿)中特别强调了实验环节的重要性,指出“实验是本课程重要的实践性教学环节。实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是要训练他们的实验技能,树立工程实际的观点和严谨的科学作风,使学生能独立进行实验。”

鉴于实验这一实践性教学环节的重要性,学校在建设实验室、装备实验设备方面投入了大量的人力、物力,为同学们创造了一个优良的实验环境和一流的实验条件。实验室是同学们通过自身的实践获取新知识、学习操作技能、锻炼实际工作能力和科学作风的重要场所,因而同学们进入实验室以后,应该珍惜这一来之不易的条件,虚心接受指导教师的教导,遵守实验室规则,爱护仪器设备,充分利用已有的实验条件,做好实验,认真总结,写好报告。同时也希望同学们对实验及实验室存在的问题提出意见。

二、电工及电子实验课的任务

在现代科学技术及工程建设中,电工技术及电子技术的应用可以说是随处可见,对于非电类专业的学生同样要掌握现代电工技术及电子技术的基础知识及实验基本技能,在教学时数缩减,教学内容更新的情况下,更增加了完成这一教学要求的难度。

1. 对学生实验技能训练的具体要求

(1) 能使用常用的电工仪表及电工设备。常用电工仪表是指直流电流表、电压表、交流电流表、电压表、功率表、万用表、数字万用表、兆欧表等。正确使用的要求是指要了解仪表的工作原理及使用场合,了解仪表的准确度等级,掌握仪表的正确接线方法,掌握仪表的正确读数方法(量程选择、分度值、避免读数方法误差)。

常用电工设备是指单相变压器,接触式调压变压器,三相异步电动机,日光灯,小型直流并励电动机,常用控制电器(空气开关、接触器、热继电器、按钮),变频调速器等。正确使用的要求是指要了解电工设备的工作原理及使用场合,掌握电工设备的正确接线方法及正确的操作方法。

(2) 会用常用的电子仪器。常用电子仪器是指直流稳压电源、双线通用示波器、晶体管毫伏表(单路、双路)、正弦波信号发生器、函数发生器、数字频率计。正确使用的要求是指要了解仪器的组成方框及功能,了解仪器的主要技术性能,掌握仪器的正确接线方法、主要操作旋钮及操作开关的功能及正确调节方法、正确观察及读数方法。

(3) 能按电路图接线、查线和排除简单的线路故障。具有熟练的按图接线能力,默记简单的电路图,能判别电路的正常工作状态及故障现象,能够检查线路中的断线及接触不良,特别是不能因接线错误而出现短路。了解实验接线板的功能及接线要求,能够正确地把仪器、仪表接入接线板。

(4) 会使用半导体二极管、三极管和集成运算放大器、集成稳压器及主要的数字集成电路(门电路、触发器、寄存器、计数器、译码器)。能够判别二极管的极性、三极管管脚,识别集成电路的管脚,了解所用集成电路的功能及典型接线方法,了解所用集成电路的主要工作电压范围。

(5) 能进行实验操作、读取数据,观察实验现象和测绘波形曲线。

(6) 能整理分析实验数据、绘制曲线,并写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

2. 对实验基础知识及实验内容的要求

(1) 电路部分。通过电路实验应掌握电路基本物理量的测量方法、电信号波形参数的测量方法,掌握电路的基本定律。掌握交流电能传输电路的基本构成及电路特性,掌握 RC 电路的频率特性和暂态特性的测量方法。

电路实验中必做实验为直流网络定理、单相交流电路、三相交流电路、 RC 电路的暂态响应

及其应用等4个,其余4个选做实验中可以加选1~2个,这样在电路部分可安排5~6个实验。加选实验的确定应根据专业需要及学生的基础,一般首先考虑单相供电电路的安装及 RC 电路的频率特性,然后再考虑 RLC 串联谐振和 $RL-C$ 并联谐振以及常用电子仪器的使用。

(2) 电机及控制部分。本部分实验内容侧重在控制,通过实验应掌握单相变压器的基本性能,掌握三相异步电动机的常用控制方法,了解直流并励电动机的接线和操作,了解可编程控制器的功能和使用方法。

电机及控制实验中必做实验为单相变压器、三相异步电动机基本控制电路、三相异步电动机的变频调速等3个,其余5个选做实验中可以加选1~3个,这样在电机及控制部分亦可安排4~6个实验。加选实验首先考虑直流并励电动机、可编程控制器基本使用操作、用可编程控制器控制交流异步电动机,然后再考虑三相异步电动机时间控制电路及可编程控制器功能指令的应用。

(3) 模拟电子技术部分。本部分实验内容要求学生熟悉基本模拟电子器件,掌握其基本性能及使用方法。实验中涉及的电子器件有晶体三极管、稳压二极管、集成运算放大器、集成电压比较器、集成稳压器、集成功率放大器、双向晶闸管等,所以每个实验只能介绍一种器件,不可能用几个实验对某一种器件作深入的研究。

模拟电子技术实验中必做实验为单管电压放大电路的测试、集成运算放大器的基本运算电路、集成电压比较器、直流稳压电源等4个,其余4个选做实验中可以加选1~2个,这样就可以安排5~6个实验。加选实验首先在单管电压放大电路的装接及晶闸管交流调压两个实验中任择其一,让学生有一个装接实践的机会,然后再在功率放大电路及信号发生电路中选择一个。

(4) 数字电子技术部分。本部分实验内容应该系统地反映数字电路的各个典型环节及其应用,要求学生掌握其中的基本内容,即基本逻辑门的逻辑功能、集成触发器的逻辑功能,熟悉常用组合逻辑电路及计数、译码显示电路的构成,了解集成定时器、数模转换器及模数转换器的功能及应用。

数字电子技术实验中必做实验为集成逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、集成计数器及译码显示电路等4个,其余4个选做实验中可以加选1~2个,这样可以安排5~6个实验。加选实验首先在集成定时器及其应用、数模转换器、模数转换器3个实验中选择,然后再考虑译码、编码和数据选择、分配。

(5) 实验讲课。必要的实验讲课内容有绪论、电工测量仪表、示波器的原理和使用、低压控制电器、可编程控制器的编程操作、晶闸管交流调压等,根据实验课的需要及学时的情况可以选择其中3~4个内容作专题讲解,每个内容约1学时左右。考虑到与电工技术、电子技术理论课的协调及教材内容上尽可能避免重复,实验讲课中某些内容需参考电工技术教材,某些内容已包括在实验附录内。

三、实验课的进行方式

1. 实验课的组织与安排

实验课以小班为单位安排,在规定的时间内到实验室上课。每学期的实验进度在开学的第一周内通知学生班级,另外在实验室的通告栏中排出本周及下周的实验进度及实验地点,实验课的指导教师应把下一次实验的内容、时间、地点通知学生。

实验分组根据实验内容而定,一般分 16 组(2 人一组),部分实验 1 人 1 组,以提高学生的动手能力及独立工作能力。每小班由两名教师负责指导,实验课教师负责检查学生的预习情况,讲解实验内容及仪器使用方法,检查实验接线,处理实验故障,检查实验结果;指导学生实施正确的实验操作方法,负责实验课进行中的安全用电,解答学生在实验中所出现的问题;批改实验报告,期终考核学生的实验能力及评定成绩。

每次实验课需要经过预习、熟悉设备、接线、通电操作、观察读数、整理数据、编写实验报告等环节,学生对每一个环节都必须重视,有始有终地完成每个实验。

2. 实验课的预习

每个实验的预习要求已在实验教材中明确提出,学生应认真阅读实验教材,熟悉实验接线图及操作步骤,拟好实验数据及实验结果记录表格,解答预习要求中所列出的练习题。

在实验课开始时指导教师应在实验内容、实验接线图、主要操作步骤、预习练习题、实验注意事项等方面检查学生的预习情况。

3. 熟悉设备与接线

教师讲解以后,学生首先检查所用仪器设备是否齐全,并记录其型号规格。然后再熟悉第一次使用的仪器设备的接线端、刻度、各旋钮位置及作用、电源开关的位置、仪表量程变换的方法、接线端极性标志等。

接线前应根据实验线路合理布置仪表及实验器材,以便于接线、读数及操作,并做到整齐美观。布置仪表时应避免电感线圈过于靠近电表而造成读数不准。

接线时应注意选择适当长度和线径的导线,不要选用过长或过细的导线。并注意检查导线与接线叉、香蕉插头或鳄鱼夹的连接是否良好。接线柱要旋紧,插头要插准插紧,不要把几根导线都接在一个接线端上。

电子仪器的输入、输出信号线一律用屏蔽电缆线,其芯线接红色鳄鱼夹表示信号接线端,其屏蔽层接黑色鳄鱼夹表示信号接地端。电子仪器的接线端应联在一起形成公共接地点,以避免引入干扰信号。

学生在预习的基础上应逐步培养默记线路图、熟练地按图接线及查线的能力,养成按回路依次接线的习惯,在有串并联电路的场合,先接串联回路再接并联回路。

接线完成后应按图查线,最好与相邻的同学交替检查,这样容易查出接线错误。

在改接线路时应事先考虑如何改接,力求改动量最小,避免全部拆开重接,也应注意避免该拆的线没有拆去而造成短路事故。

4. 通电操作及读数

接线完成经检查无误后,再检查仪表的零位、电子仪器各旋钮的位置、接触式调压变压器的零位、滑线变阻器电刷的位置、稳压电源输出电压的档级位置是否正常,以避免通电瞬间发生事故。

线路及仪器设备检查通过后才能通电,通电时操作者必须密切注意线路的工作状态变化,若有异常应立即断开电源,检查原因。

在正常情况下就可以根据实验要求进行操作、观察和读数,仪表读数时应弄清仪表的量程及每一格所代表的数值,注意仪表应按规定位置(水平或垂直)放置,注意指针应与表面镜子中的影子重合,以避免读数产生视差。仪表读数的位数应根据仪表精度确定,对于 0.5 级仪表,其最大相对误差是量程的 $\pm 0.5\%$,其读数精度亦应为量程的 $\pm 1/200$,故低于量程 $1/200$ 的尾数

是无效的。

实验完成后应对实验数据进行估算,以检查数据是否正确,实验结果是否合理,若发现错误可以立即重新测定。只有在确认实验结果正确合理时,才能断开电源拆除线路。

5. 整理实验结果与编写报告

实验报告应每人写一份,其目的是培养对实验结果的处理和分析能力、学生的文字表达能力及严谨的科学作风。实验报告应包括实验目的、仪器设备、实验内容及线路图,实验数据记录及整理结果,对实验现象及结果的分析讨论,实验的收获和体会、意见建议等。

实验数据通常用列表及作图两种方法进行处理,关系曲线图应作在毫米方格纸及对数计算纸上,方格纸的尺寸不应小于 $10 \times 10 \text{cm}^2$,作图应充分利用幅面。坐标轴起点不一定从零开始,坐标轴的标度应该是 $1、2、2.5、5 \times 10^n$ 倍,以便于直接读数。曲线图的布置不要偏于一边或一角,图形不过分扁平或窄长。在画数据点时,要用 $\times$ 、 $\triangle$ 或 $\circ$ 标志把点子圈起来,每根曲线用一种符号表示。实验曲线应该是平滑的,应尽量使各点平均地分布在曲线两侧,并可明显偏离太远的点去除,不能简单地把各点连成折线。

波形的描绘应该在实验观测时进行,应力求真实,注意坐标的均匀及表示出波形的特征,必要时可用箭头标注说明。波形图尽量描在毫米方格纸上,其时间轴不宜小于 8cm ,其波幅不宜小于 2cm (单向)。

实验报告应写在专门的实验报告纸上,按照报告纸的格式要求填入实验名称、实验日期、组别、同组者姓名、指导教师等。

四、实验中的安全操作

一般情况下 $80 \sim 90 \text{V}$ 的交流或直流电压作用于人体就会产生生命危险,因此直接采用市电电源的电路实验及电机实验中始终要注意安全用电。在实验操作中应注意以下几点。

(1) 在电路通电时,手不能触及电路中的带电部位如不绝缘的金属导线或连接点。只有在切断电源以后才能拆线或改接电路,拆线时应首先拆断电源线。

(2) 接通电源应该在指导教师检查接线后允许通电时进行,电路改接后亦应该经指导教师同意才能通电。

(3) 接通电源必须通知同组同学,以防止因不注意而触电。

(4) 电路的接线要整理好,防止钩住电机转轴、衣扣或其他移动物品而发生事故。

(5) 不能用电流表及万用表的电阻档或电流档去测量电压,亦不允许把功率表的电流线圈并联在电路中。

(6) 电动机转轴转动时,应防止其他物品卷入,特别要防止手套、围巾及长发等卷入轴内。禁止用手或脚压住转轴使电机制动,用手持式转速表测转速时,亦应特别小心。

(7) 所有接线的连接应十分牢固,防止实验过程中线头拉脱造成碰线短路或触电事故,或直流并励电动机励磁线圈断开造成飞车事故。

(8) 电烙铁在使用时应妥善放在散热支架上,周围不能有塑料制品及易燃物品,亦不能把电烙铁平放在木制桌面上,以防止烫坏物品及引起燃烧。

(9) 在规定需要接大地的场合,必须妥善接地。在不能接地的地方,不允许接“地线”。特别是在用三眼插头的示波器观测交流电路中的波形时,示波器地线(信号接地端)决不能接电源的相线端,否则形成电源短路。若必须要把相线电路内的信号接入示波器观察时,必须把三眼

插头内的地线拆断,此时示波器的金属外壳将会带电,操作时不能触及其金属外壳,并将示波器的外壳与其他金属物品隔开,最好养成用右手进行单手操作的习惯,并注意人体与地的绝缘,避免发生触电事故。

目 录

绪论	(1)
----	-----

I 电路实验

实验 1 直流网络定理	(1)
附录 1-1 双路直流稳压电源的使用	(5)
附录 1-2 PF43 型数字万用表的使用	(6)
附录 1-3 磁电式仪表的工作原理及直流电流、电压的测量	(8)
实验 2 常用电子仪器的使用	(11)
附录 2-1 示波器的基本工作原理及使用说明	(14)
附录 2-2 DA-16FS 型晶体管毫伏表的使用	(19)
附录 2-3 XD-7 型低频信号发生器的使用	(20)
附录 2-4 MF-368 型万用表的使用方法	(21)
实验 3 单相交流电路	(23)
附录 3-1 单相接触调压变压器的使用	(27)
附录 3-2 日光灯的原理及电路元件的作用	(28)
附录 3-3 电磁式、电动式仪表的工作原理及交流电流、电压和功率的测量	(29)
实验 4 三相交流电路	(33)
实验 5 单相供电电路的安装	(37)
附录 5-1 DD28-2 型单相电度表	(41)
附录 5-2 漏电保护器	(43)
实验 6 RC 电路的频率特性	(44)
实验 7 RLC 串联谐振和 $RL-C$ 并联谐振	(51)
实验 8 一阶 RC 电路的暂态响应及其应用	(54)
附录 8-1 YB1631 型功率函数发生器的使用	(59)

I 电机及控制实验

实验 9 单相变压器	(61)
实验 10 三相异步电动机基本控制电路	(65)
附录 10-1 兆欧表的原理和使用	(69)
实验 11 三相异步电动机时间控制电路	(70)
实验 12 三相异步电动机的变频调速	(73)
附录 12-1 参数单元的操作及功能参数的设定范围	(80)
附录 12-2 变频调速器的结构框图及端子功能说明	(85)
实验 13 直流并励电动机	(87)

附录 13-1 直流并励电动机铭牌数据及接线端	(90)
实验 14 可编程控制器基本使用操作	(91)
附录 14-1 编程器键盘操作表	(102)
实验 15 用可编程控制器控制交流异步电动机	(105)
实验 16 可编程控制器功能指令的应用	(111)

III 模拟电子技术实验

实验 17 单管电压放大电路的装接	(118)
附录 17-1 电阻器主要性能参数	(123)
附录 17-2 电容器主要性能参数	(125)
附录 17-3 JT-1 型晶体管特性图示仪简介	(126)
附录 17-4 电子电路装接的基本知识	(130)
附录 17-5 SR-071 型双踪示波器简介	(131)
附录 17-6 S102 型多功能函数发生器简介	(133)
实验 18 单管电压放大电路的测试	(135)
实验 19 集成运算放大器的基本运算电路	(140)
实验 20 功率放大电路	(145)
实验 21 集成电压比较器	(149)
实验 22 信号发生器	(155)
实验 23 直流稳压电源	(160)
实验 24 晶闸管交流调压	(166)

IV 数字电子技术实验

实验 25 集成逻辑门电路	(172)
附录 25-1 NCL-1D 型数字实验板的使用	(177)
实验 26 组合逻辑电路	(179)
实验 27 编码、译码及数据分配、选择电路	(184)
实验 28 集成触发器	(191)
实验 29 集成计数器及译码显示电路	(197)
实验 30 555 集成定时器及其应用	(205)
实验 31 数模转换器	(210)
实验 32 模数转换器	(215)

I 电路实验

实验 1 直流网络定理

预习要求

- (1) 掌握叠加原理,等效发电机原理的含义。
- (2) 阅读附录,了解直流稳压电源,直流电表及数字万用表的使用方法。
- (3) 了解实验过程,熟悉接线图。
- (4) 完成下列预习作业及思考题:
 - ① 计算图 1-1 中的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和电压 U_0 。
 - ② 若按图 1-1(a)中电流的参考方向接线,当电路通电后, A_1 表及 A_3 表都有读数,而 A_2 表的指针却反偏,为什么? 怎样才能使 A_2 表也有读数。

一、实验目的

- (1) 学习正确使用直流电表及稳压电源。
- (2) 学习基本直流电量的测量方法。
- (3) 验证叠加原理和等效发电机原理。

二、实验内容说明

1. 叠加原理的验证

叠加原理是指在线性电路中如有几个电源共同作用时,在电路的各部分所产生的电流和电压就等于这些电源分别单独作用时在电路的各部分产生的电流和电压的代数和。

叠加原理可以用图 1-1 的实验电路来证实,在 E_1 与 E_2 共同作用下的各支路电流(图 1-1a)应该是电路仅有 E_1 作用时(图 1-1b)以及仅有 E_2 作用时(图 1-1c)的各对应支路电流的代数和。由于实验中采用稳压电源,电源内阻可看作近似为零。

在分析一个复杂的线性网络时,可以根据叠加原理分别考虑各个电源的影响,从而使问题简化。

2. 等效发电机原理的验证

等效发电机原理是指在线性电路中任何一个有源二端网络总可以看作一个电源,即可以用一个电动势 e_0 与内阻 r_0 串联的支路(电压源)或用一个电激流 I_s 与内阻 r_0 并联的支路(电流源)来代替。电势 e_0 等于网络输出端开路时的端电压 U_0 ,内阻 r_0 为网络的入端电阻,即在网络中的所有独立电源的电动势均被短接、电激流均被断开时的等效电阻。电激流 I_s 等于网络输出端短接时的短路电流,内阻 r_0 为网络的入端电阻。在图 1-2 方框内用了戴维南等效电压源和诺顿等效电流源来分别代替图(a)、(c)及图(b)、(d)中的有源二端网络。

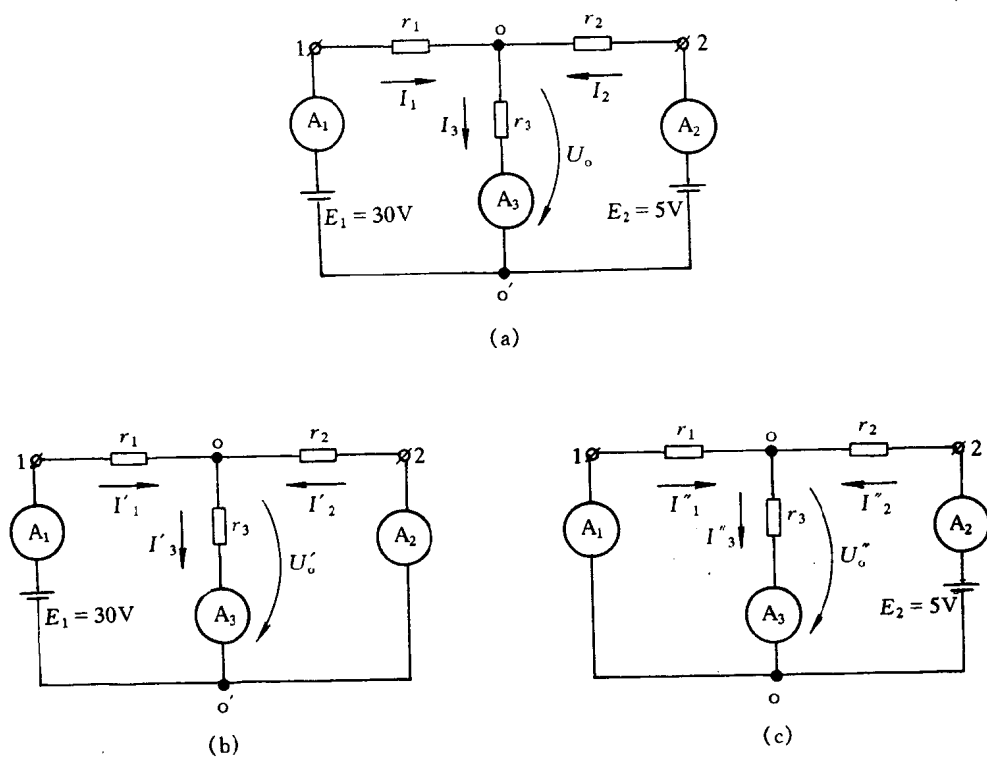


图 1-1 叠加原理

(a) E_1 及 E_2 共同作用；(b) E_1 单独作用；(c) E_2 单独作用

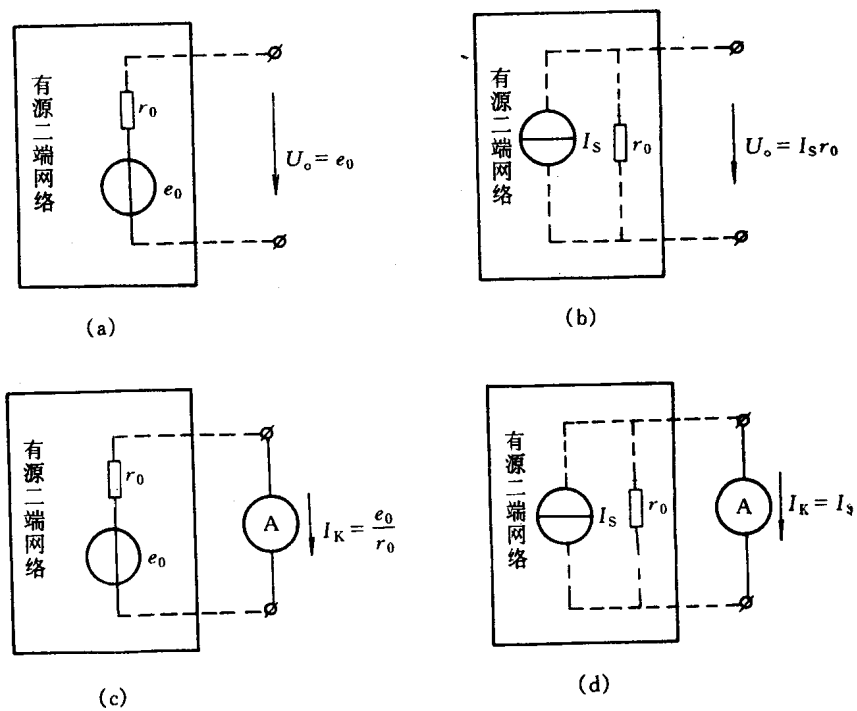


图 1-2 戴维南和诺顿等效电路

(a) 等效电压源的开路；(b) 等效电流源的开路；(c) 等效电压源的短路；(d) 等效电流源的短路

有源二端网络的等效电压源或等效电流源参数可以通过实验来测定。一般可以采用测量开路电压 U_o 和短路电流 I_k 的方法来求得 e_o 及 I_s ; 而且也可以根据 U_o 及 I_k 来计算等效内阻 r_o , 计算公式为

$$r_o = \frac{U_o}{I_k}$$

当有源二端网络不便于短接时, 可以在网络输出端接一已知电阻 R , 如图 1-3 所示, 因为在等效电路中 R 的端电压 U_R 与内阻 r_o 的压降 $(e_o - U_R)$ 之比等于电阻之比, 即

$$\frac{U_R}{e_o - U_R} = \frac{R}{r_o}$$

所以只要测量出电阻 R 的端电压 U_R 和开路电压 $U_o = e_o$, 就可以根据下式算出等效内阻 r_o

$$r_o = \left(\frac{e_o}{U_R} - 1 \right) R$$

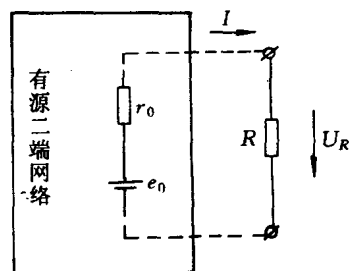


图 1-3 等效电源接已知电阻 R

三、实验仪器设备

- | | | |
|--------------|-----------------------------|-----|
| (1) 双路直流稳压电源 | GD1722—W301 型 0~30V 1A | 1 台 |
| (2) 直流电流表 | C31—mA 型 100-200-500-1000mA | 3 只 |
| (3) 数字万用表 | PF43 型 | 1 台 |
| (4) 直流网络接线板 | | 1 块 |

四、实验步骤

1. 验证叠加原理

将接线板及电表、电源按图 1-1(a) 接线, 测量电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及电压 U_o 。然后分别在图 1-1(b) 及图 1-1(c) 两种情况下, 测量电流 I'_1 、 I'_2 、 I'_3 、 U'_o 及 I''_1 、 I''_2 、 I''_3 、 U''_o , 记入表 1-1 内, 把两种情况下的对应电流值代数相加, 验证是否与第一次测出的数值相同(电流实际方向与假定方向一致则电流为正值, 反之为负值)。

表 1-1 验证叠加原理

	$I_1(\text{mA})$	$I_2(\text{mA})$	$I_3(\text{mA})$	$U_o(\text{V})$
图 1-1(a)				
图 1-1(b)				
图 1-1(c)				
叠加数值				

电势测量值: $E_1 = \underline{\hspace{2cm}} (\text{V})$ $E_2 = \underline{\hspace{2cm}} (\text{V})$

图 1-1(a) 中, $r_1 = 150\Omega$, $r_2 = 51\Omega$, $r_3 = 75\Omega$

预习计算电流 $I_1 = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mA})$ $I_2 = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mA})$ $I_3 = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mA})$ $U_o = \underline{\hspace{2cm}} (\text{V})$

2. 验证等效发电机原理

(1) 按图 1-4(a) 接线, 把虚线方框部分看作需变换的有源二端网络。断开“2”端, 测出 o 与 o' 之间的开路电压 U_o 。

(2) 按图 1-4(b) 接线, 把 o 与 o' 点通过电流表短接, 测量短路电流 I_k , 并求出 r_o 。