

高等学校教材

电路与系统 实验教程

鲁昀 陈长兴 主编

高等教育出版社

高等学校教材

电路与系统 实验教程

鲁昀 陈长兴 主编
黄河 张建强 李佳 李少娟 参编



高等教育出版社·北京

内容简介

本书是为适应电路、信号与系统实验课程体系改革的需要,结合编者多年的实际教学经验编著而成的。全书内容共7章,包括实验概论、通用电子仪器仪表原理与使用、常用电子元件、电路实验、信号实验、Multisim 软件仿真及 MATLAB 软件仿真等内容。每个实验均设有拓展内容,为学生自主学习、发挥个性和创新实践留下空间。

本书可作为高等学校电子信息类专业本科生“电路分析基础”课程和“信号与系统”课程实验教材,也可作为其他专业学生和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路与系统实验教程/鲁昀,陈长兴主编.--北京:高等教育出版社,2017.8

ISBN 978-7-04-048009-2

I. ①电… II. ①鲁… ②陈… III. ①电路-实验-高等学校-教材 IV. ①TM13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 148832 号

策划编辑 平庆庆 责任编辑 黄涵玥 封面设计 赵阳 版式设计 马云
插图绘制 杜晓丹 责任校对 殷然 责任印制 赵义民

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	大厂益利印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	14.25	版 次	2017年8月第1版
字 数	330千字	印 次	2017年8月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	27.00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 48009-00

前言

电路、信号与系统实验是我国高等学校电子信息类专业的一门重要的专业基础课程,是学生进入专业基础课程学习阶段的首门实验课程,是学习后续专业基础课程和专业课程的基础。

随着社会对人才创新能力要求的提高,人们已认识到实验课程在培养学生动手能力、创新素质及工程实践等方面具有理论课程无法替代的作用。实践创新是工程最本质的属性,是高等教育改革和人才培养最根本的目标和最基本的抓手。为适应这种要求,结合编者多年的实际教学经验编写了本教材,希望本教材的出版有助于学生强化工程实践意识,强化实验基础理论和技能的实际应用。

本教材共分为7章,包括实验概论、通用电子仪器仪表原理与使用、常用电子元器件、电路实验、信号实验、Multisim 软件仿真及 MATLAB 软件仿真等内容。每个实验均设有拓展内容,引入大量工程应用实例,为学生自主学习、发挥个性和创新实践留下空间。本教材总体上力求简明,章节内容安排上既注重课程体系的连贯性,又保持一定的独立性,进行适当的内容裁剪,便于适应不同层次的教学要求。每个实验均附有思考题,可作为学生在实验过程及实验完成后的自我检查,帮助学生达到实验的目的。

本教材具有以下特点。

1. 实验内容的设置除了对理论的验证外,更注重实验基础知识、实验基本方法、基本实验技能及良好实验习惯的养成。

2. 每个实验项目都设有基本实验内容和拓展内容。拓展内容对基本实验电路在工程实践中的应用进行了说明,目的是调动学生学习的积极性和主动性。

3. 部分实验将现代电子电路计算机虚拟仿真技术引入基础实验,特别是将虚拟仪器的使用与实际实验结合起来,做到了虚实结合。虚拟仪器的使用,使学生掌握了一些电子设计自动化技术,也开阔了学生的视野。

4. 文中插入大量实物图片,特别是通用电子仪器仪表原理与使用和常用电子元器件章节,以图文并茂的编写形式,给予读者直观、真实的细节描述,不但可以提高学生实验的兴趣,同时对学生理解实验内容也大有裨益。

II 前 言

参加本教材编写工作的有鲁昀、陈长兴、黄河、张建强、李佳、李少娟等同志,由鲁昀、陈长兴统筹定稿。本教材的编写得到了全军电工电子基础课程教学协作联席会及空军工程大学理学院的支持与指导。在此对空军工程大学同事的热情帮助和高等教育出版社的大力支持表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不少错误和不妥之处,敬请指正。编者邮箱 xachenchangxing@126.com。

编 者
2016.12

目录

上篇 电路与信号实验基础知识

第1章 实验概论	3	2.5 数字示波器	27
1.1 实验的目的与意义	3	2.6 虚拟综合测试仪	30
1.2 实验学习方法与要求	4	第3章 常用电子元器件	32
1.3 电路与常用仪器仪表的正确连接 ..	10	3.1 电阻器	32
第2章 通用电子仪器仪表的原理	18	3.2 电容器	43
2.1 仪器仪表的分类及系统组成	18	3.3 电感器	54
2.2 数字万用表	20	3.4 二极管	59
2.3 交流毫伏表	22	3.5 开关	65
2.4 数字合成函数信号发生器	24		

中篇 电路与信号实验

第4章 电路实验	71	4.8 三相交流电路的测量	104
4.1 电路元件伏安特性的测绘	71	4.9 日光灯电路及功率因数的提高 ..	108
4.2 线性电路的特性研究	76	4.10 数字温度计的装调	112
4.3 受控源的特性研究	80	第5章 信号实验	120
4.4 一阶动态电路的响应	84	5.1 滤波器的特性研究	120
4.5 二阶动态电路的响应	89	5.2 信号的卷积积分	127
4.6 RLC 串联谐振电路的测试	94	5.3 非正弦周期信号的分解与合成 ..	130
4.7 RC 选频网络特性的测试	99	5.4 取样定理	135

下篇 电路与信号实验仿真

第 6 章 Multisim 软件仿真	141	第 7 章 MATLAB 软件仿真	163
6.1 Multisim 13 简介	141	7.1 MATLAB 简介	163
6.2 Multisim 实验仿真	156	7.2 MATLAB 实验仿真	180
附录 A 常用工具	189		
附录 B 常用仪表的使用方法	194		
参考文献	218		

| 上篇 电路与信号实验基础知识 |

—— 第1章 实验概论 ——

本章简要介绍了实验课的目的和意义,指明了电路、信号实验预习、实验、总结三阶段学习程序,并提出了一些具体要求,同时对实验中电路系统及仪器仪表的正确连接做了说明。这些内容对整个实验的学习具有很好的指导意义。

1.1 实验的目的与意义

在科学技术实践中,为验证阐明某一现象,常需创造特定的条件,借以观察它的变化和相应的结果,这一工作全过程称为实验。1820年奥斯特在—项实验中观察到放置在通有电流的导线周围的磁针会受力偏转,由此他认识到电流能产生磁场。这一发现使原来分离的电与磁的研究结合起来,从而开拓了电磁学这一新领域。显然,实验在科学技术工作中具有重要意义。

电路与信号系统基础实验是一门操作性很强的课程,注重理论指导下的实践、技能的培训及综合能力的提高,旨在将所学理论过渡到应用,为后续实验课、专业课的学习及今后的工作打下—个良好的基础。

同学们在学习理论时,可能会有这样的疑问:现在所学的知识究竟用在哪里?可以解决哪些实际问题?实验课的开设,其目的之一就是为大家提供—把打开这些疑问之门的钥匙。

进入21世纪,社会对学生的综合能力、创新能力更为关注。而综合能力、创新能力的提高单凭扎实的理论基础是不够的,还必须具有一定的实践经验和动手能力。因此,各高校逐渐重视—问题,并采取了相应措施及教学改革,不断改进和加强实践教学环节,使学员的动手能力得到更好的培养。实验课就是围绕着提高实践经验和动手能力而设置的。

电路与信号系统基础实验是实际能力及技能培养教学环节的入门课程,它的开设有别于中学物理及大学物理中的实验,已不再只是为了巩固理论知识、验证某个定理或者观察几个电路的功能是否与理论—致,而是侧重于在实验室这个模拟现场的环境里,逐步学会运用从书本中学到的理论知识,去培养分析、解决实际问题的能力,了解将理论转化为产品的各个环节和过程。

既然电路与信号系统基础实验是入门课程,那么同学们在本课学习中就不要期望有什么惊人的事情发生,自己的努力也未必能取得令人振奋的成果。相反,大家接触到的多为一些简单的、基本的、甚至有点枯燥、教条的内容。但这是未来工程师所必须具备的知识,对开始涉足工程问题的初学者来说,这些都是最基础的、非常重要的,也是最容易出错的问题。本课中遇到的、要解决的就是这些表面上看似很简单、很教条的问题,但它们却是今后工作道路上的铺路石,是通往成功之路的先决条件。

本课程要讨论并要求掌握的内容有以下几个方面:

- (1) 实验室基本常识。
- (2) 电子仪器的正确使用。
- (3) 常见电子元器件的识别与应用。
- (4) 基本电子测量方法。
- (5) 实验结果的分析与数据处理。
- (6) 实验预习与总结报告的撰写。
- (7) 严谨的科学实验态度及良好的操作习惯。
- (8) 善于发现问题、分析问题、解决实际问题的能力。

学员们通过以上诸方面的学习,能够对实验的意义有一个正确认识,在实验方法、技巧及综合动手能力方面得到锻炼,并初步掌握如何运用所学理论知识去指导具体操作,了解进行实验要经历哪些步骤,对理论与实践的关系建立一定的感性认识,掌握实验报告的撰写方式等,以便为后续实验课的学习及今后的工作奠定良好的基础。

1.2 实验学习方法与要求

一般来讲,一次完整的实验应包括定性和定量两方面的工作。做实验首先强调观察,要集中精力于研究对象,观察它的现象、对某些影响因素的响应、变化规律和性质等,这些属于定性;研究对象本身的量值,以及它影响外部条件而变化的程度等做数量上的测量和分析,这些属于定量。定性是定量的基础,定量是定性的深化,两者互为补充。

在完成定性观察和定量测量之后,工作并未结束。要对数据资料进行认真整理和分析,去伪存真,由表及里,最后对实验现象和结果得出正确的理解和认识。

1.2.1 实验室规则

实验室是教学、实验和科学研究的场所,为培养学员严肃认真、实事求是、理论联系实际科学作风和良好的实验习惯提供必要条件。为确保人身安全和设备安全,确实做到安全第一,

进入实验室的学员必须遵守下列规则:

- (1) 实验课必须按时到达,不得迟到或无故离开。
- (2) 操作前必须充分做好预习,明确实验目的、内容、方法、步骤和应注意的问题。
- (3) 爱护仪表、仪器、设备,未搞清使用方法之前,不得随意动用。使用时应轻拿轻放,摆放合理,以确保操作安全,便于操作、观察和测量。
- (4) 严禁带电进行拆改线等操作。接好线后,必须经老师和有关人员检查并允许,才能通电实验。
- (5) 实验过程要养成手始终不触及任何带电金属部分而只摸拿绝缘部分的习惯,以防意外触电。也不要随便动用与本次实验无关的仪器、仪表、设备等。
- (6) 实验中要随时注意异常现象的观察。如果发生故障,必须立即断开电源,保留现场,及时报告指导老师,不得自行处理,也不得挪用其他桌上的仪器仪表。
- (7) 要始终保持实验室安静和整洁,不得在室内吸烟、吃零食、扒桌子、串座位、喧哗、打闹或随意走动,未经允许不得将室内物品带出。
- (8) 对违反操作规定以及损坏仪器、仪表、设备、工具和元器件者应检查原因。对情节严重者,除对其批评教育,停止实验外,还要按学校有关规定进行赔偿。
- (9) 实验结束后,应先断开各自仪器电源开关,再断开实验台上电源开关。把实验所用仪器、仪表、设备、导线、座凳等归位,整理就绪,填写实验仪器使用登记本,打扫卫生后经允许方能离开。
- (10) 如需借用实验室器材、仪器设备、工具等,应按规定制度办理,履行登记手续。丢失或损坏实验器材、设备,应由本人写出书面报告,对情节严重者,除对其批评教育,停止实验外,还要按学校有关规定进行赔偿。
- (11) 离开实验室要关好门窗、切断主电源,节假日要有安保措施,遇到可疑情况应立即报告上级主管部门和保卫处。

1.2.2 实验学习方法

实验是培养科技人员动手能力、创新素质的必经之路,一定要认真对待。实验能否顺利进行并达到预期效果,取决于实验学习方法是否正确。从第一个实验开始就要严格要求自己,不仅要认真按要求去做,还要学会基本测量方法及仪器、仪表、设备的正确使用,真正学会解决实验中的问题,逐渐培养自己学以致用用的能力。

1. 学习程序

实验学习程序一般分为课前预习、实验操作、总结并撰写实验报告三个阶段。

(1) 课前预习

课前预习要求写出预习报告(具体要求见下文),因此同学们一定要做到以下几点:

- ① 认真阅读实验指导书和复习有关理论,查阅有关资料,明确实验目的、任务,彻底弄清实

验原理、具体内容和要解决的问题,明确需观察的现象、测量的数据、采取的方法和正确的操作步骤等。

② 尽可能熟悉仪器、仪表、设备的工作原理和技术性能、额定指标和主要特性,以及正确使用的条件和条件,牢记使用当中应注意的问题。

③ 准备好实验待测数据的记录表格、记录与计算工具,并预先计算出待测量的数值范围。这些数值范围既可作为仪表量程、仪器参数选择的依据,又可作为实验中随时与测量范围值进行比较和分析的依据。

④ 设计性实验要组成实验小组,小组要预先讨论、商量并进行合理分工。每个成员都要牢记实验中应注意和要解决的问题,以及可能出现的现象和自己应负责的责任等,做到心中有数,实验中才可能密切配合,达到事半功倍的效果。

⑤ 有些实验还应事先通过一些计算机仿真软件如 Multisim、EDA 等对电子电路进行仿真、辅助性设计或验证,再到实验室进行实际操作以验证之。

(2) 实验操作

实验是对每位同学综合能力的培养和考验。实验操作的任务是将预定方案付诸实施的过程。在此过程中,一是完成实验任务,二是锻炼实验能力并养成一个良好的工作习惯,同时逐渐积累实践经验。因此在该过程中,要做到脑勤、手勤、善于发现问题、思考问题并解决问题;对实验中出现的(成功或失败)、原始测量数据做详细记录。另外还应认识到:课上操作完成某一实验内容只是一种手段,提高综合实际动手能力、养成良好的工作作风、培养善于发现问题及思考问题的习惯、锻炼应变能力才是实验课的终极目的。

实验操作中一定要做到:

① 操作前认真听取老师所讲的实验方法、操作步骤、注意事项等内容,这些知识是实验老师多年总结的实践经验,关乎实验每个细节,决定实验的成败,千万不要不懂就操作,造成不应该发生的意外和损失。

② 实验操作过程中,按照合理规范的连线、操作、测量和记录程序进行实验。复杂实验内容要求核对电路连接自查无误,再请教员复查,经同意后才能接通电源开始实验。

③ 完成全部规定的实验项目后,检查实验记录项目、数量、单位是否正确,需画曲线的点是否选择合理,关键点、拐点是否测准。经自查计算、分析认为正确无误后,应先关掉各仪器、有源器件及电路的工作电源和实验箱总电源,方可进行拆线,记录设备的使用情况,把桌面和座位等整理归位,经教员验收后方可离开。

(3) 课后总结

课后总结这一教学环节有两个中心任务:一是对前两个环节的最后评估,一般以实验报告或论文的形式给出;二是提高撰写实验报告或科技论文的能力。实验报告是实验工作的全面总结,是分析和提高的重要阶段。科技工作者、工程技术人员、学员能否写好实验报告,也是体现其基本功和科研能力的一个重要方面。

总结要做的具体工作是:明确实验目的,掌握巩固实验原理,对原始测量数据进行整理,对

实验结果进行分析,对实验方法进行归纳改进并找出实验成功、失败的原因。在某次实验中,可能会出现各种问题,最终导致实验结果不理想,但通过总结,找出了原因(如操作上的失误,忽略了某些条件、因素等),实验的目的还是可以达到的。因此,总结是一个非常重要的环节,是收获环节。

总结的最终形式是撰写实验报告,具体要求见本章1.2.3节。

2. 经验积累

要把实验进行中发生的一些事情认真总结,找出规律;实验完成后要对实验结果进行理论分析,并通过与理论值比较,发现两者之间的差异,找出原因,得出结论。需要注意的是,寻找规律时,要全面地看问题,不要只根据某一现象就下结论。与理论值进行比较不仅仅是计算它们之间的误差,更重要的是通过误差分析得到实质性的结论(如理论上的、规律性的结论等)。分析原因时,也不能只做出像“仪表误差”“系统误差”“随机误差”等这样的宏观定论,应该深入到问题本质,找出具体原因。这样的要求对经验还不丰富的实验者来说,开始时有一定难度,但这是成功完成实验的基本要求。只有这样,经验才能不断地积累,实验的真正目的才能达到,分析问题解决问题的能力才能提高。

3. 本课程与其他相关课程的联系和区别

(1) 与物理实验的联系与区别

物理实验的开设目的在于加深概念理解及培养严谨的科学态度,在实验过程中强调操作要认真、观察要细心、测量结果要准确。只有这样,所得的实验结果才能和理论保持一致或有新的发现。

本实验属于工科范畴,除应具有严谨的科学态度外,还应注重其实用性,要多从工程的角度去处理问题。如测量精度的处理,在物理实验中,为了得到准确的结果,常采用多次测量求平均值的方法来排除随机误差,以提高测量准确度;而在电路基础实验中,从工程的角度考虑,仅需满足使用要求,达到一定的测量精度就够了(自动测量除外),处理的多为一次性测量误差,有时甚至不需要得出具体数值,只要观察到有无信号即可,如检查故障及定性分析。因此,电路基础实验强调的是正确的实验(测量)过程及用工程观点处理问题的方法。

需要注意的是:从工程角度处理问题并不等于粗枝大叶,不要精度,而是强调不要把精力、时间太多地花费在使用价值不大的追求高精度上,因为高精度是要高投入的。一旦实验环境、实验条件确定之后,如何利用现有设备提高测量精度并确保实验准确无误,也是本课研究的问题之一。

(2) 与理论课的联系与区别

本实验与“电路分析”及“信号与系统”课程有着密切的联系。“电路分析”及“信号与系统”是“电路与系统实验”课程的理论基础,一般为必修课,但前者的逻辑思维方式、处理问题的方法及解决问题的手段与后者有着很大不同。

一般理论课采用的思维方式、研究对象,是探讨问题在理论上的可行性及解决这些问题的方法。处理问题时往往是把一个复杂的问题简单化、理想化、抽象化,突出主要矛盾,忽略次要

矛盾,解决问题时多以数学为工具(仿真软件的应用也是建立在数学模型上的)。

实验课采用的思维方式、研究对象,是如何把一个成熟的理论、一个设计方案付诸实施,注重的是系统的实用性、可靠性等。处理问题时考虑的是各种因素的共同影响,讲究的是整体效果,面对的是问题的客观性、具体性,解决问题的工具是各种仪器设备,现在教学改革实践中更为关注的是利用实验手段分析问题、处理问题的过程和方法。

(3) 与仿真软件的联系与区别

使用电路仿真软件可以进行虚拟电路实验,给同学们的理论课学习提供了更接近理想的教学环境。可以说,电路仿真软件是一种很好的学习工具。另一方面,不管是在前期系统的设计中,还是在后期电路参数的调整中,电路仿真软件的使用都会给开发者带来很大益处。它既可缩短产品的开发周期,又可节省大量的硬件费用开支,因此也是工程技术人员的有力帮手。在预习实验时,进行电路仿真,可预知实验结果、了解实验的各个过程,这样会对实验起到事半功倍的作用。但是,有些工作目前乃至将来也不可能在仿真软件上完成,如分布参数的影响、集中接地问题、电磁兼容及器件标称值对电路的影响等,这方面的工作还必须在实验室中,通过搭接实际电路,再经过实际测量才能完成。因此,仿真软件可以帮助同学们了解电路的工作过程,确定系统的可行性,但解决不了工艺问题,代替不了技能训练。仿真结果不能当成真实的实验结果,虚拟仪器的使用也代替不了电子仪器的实际操作。在实验课的学习中不能重仿真、轻实际操作,这是不科学的。

1.2.3 实验要求及良好习惯的养成

为了学好实验课程,一要掌握好学习方法,二要养成良好的实验学习习惯,三要按照一定的要求去做。

1. 实验要求

实验课与其他理论课相比,具有自己的特殊性。一是受环境的限制,该环境是由实验室空间、室内设备及实验秩序构成;二是操作性强,实验课除了面对课堂和书本外,还要面对各种各样的仪器,仪器操作是实验课的主要任务和对象。

由于上述这些特点,同学们在学习实验课时要求做到如下几点:

(1) 要遵守实验室制订的一切规章制度,自觉地维护实验室秩序,保持一个良好的实验环境。

(2) 要做到手勤脑更勤,要先想到、后手到,避免盲目操作。

(3) 实验中要胆大心细,不断积累实践经验。

(4) 认真对待实验课的各个教学环节,养成良好习惯。

2. 实验良好习惯的培养

思路决定出路,性格决定命运,细节决定成败。作风和习惯的好坏就是细节问题,是实验成功与否的关键和前提,所以要想真正做好实验并有提高和收获,必须养成良好的作风和习惯。

(1) 拉合电源要与合作者打招呼,养成对个人和他人安全绝对负责的习惯。实验时还要养成手不乱摸乱碰和始终只摸拿绝缘部分的习惯。

(2) 连接线路要做到心中有图。要养成背图接线的习惯,电路图记不清,背不下来,先不进行连接。根除未看懂、对不上号就盲目接线的不良作风和习惯。

(3) 接线后要及时清理现场。养成接线后随时拿开多余导线、导体,及时清理现场和认真进行自查、互查,不放过任何可疑点的作风和习惯。

(4) 做到事事心中有数。养成认真预习、估算及测量每个数据,每进行一步都做到心中有数的习惯。克服不知其结果是否正确合理、是否符合规律,就盲目从事操作与测量的不良习惯。

(5) 每次使用仪器、仪表前都要仔细查看。每次使用仪器、仪表前都要仔细查看是否拿错、用错,检查仪表起始位置、量程范围是否选择正确、合理,测量接线是否连接准确无误,克服不管不顾,拿起来就用、就测的不良习惯。

(6) 要进行预通电。预通电是指在各项检查无误后,先试通电(如果电源电压可调,应从0 V或低电压开始逐渐调整增加到测试电压)。通电瞬间,一定要聚精会神,“眼观六路,耳听八方”,全方位观察和判断各种现象是否正常,表针指示是否符合规律,养成经观察确认全部现象正常无误后,再按要求逐项进行测试的习惯。

(7) 认真读取和记录数据。实验中数据记录很关键,要养成数量级、量纲、单位、条件一起记,边记边核算并与预算值进行比较,弄清是否符合规律、合理的根据和理由。一定要克服总想看别人的数据,自己心中无数,总想问教员“对不对”的陈年老病。要有“宁可重做三遍,也决不轻取别人数据”这种“不到长城非好汉”的英雄气概。

(8) 要全身心投入、善始善终。无论做什么实验,都要养成有头有尾,亲自动手做好每个实验内容的作风和习惯。克服自己糊弄自己,把自己当成局外人,既讲不清道理,又什么都不想干、什么都干不好的懒人庸人习气。克服凑数、抄结果、抄实验报告的不良作风和习惯。

(9) 养成遇到事故、异常现象时头脑冷静、判断准确、处理果断的习惯。不仅能迅速断电保护现场,积极主动进行回忆、分析、查找原因,提出排除故障方法,还要能吸取教训,增强自信。

(10) 注意能力、素质的提高。整个实验过程都要有意识地注重自身科研素质和能力的提高,培养自己既思路敏捷,又动作娴熟准确;既有充实的理论基础,又有分析问题和解决实际问题的能力。养成既能讲清道理,又能出高招,想出更好、更科学方法的习惯。

(11) 做好实验后的就绪工作。实验结束要养成及时清理归位,并对实验中所发生的事情有个交代的习惯。对于发现的问题提出合理建议、办法,尽量做到给下一拨学员留下提示或宝贵意见,为他们创造更方便有利的条件。如果出了问题不明说,弄坏了东西不吭声,会给下一拨学员添麻烦、出难题,这是根本不负责任的坏习惯。

3. 预习报告撰写要求

(1) 明确实验目的和要求。

(2) 明确实验仪器仪表性能及型号。

(3) 简述实验涉及的基本原理,拟出实验方法和步骤。

- (4) 设计记录实验数据的表格以记录实验数据。
- (5) 初步估算或分析实验结果,包括参数和波形。

4. 实验报告撰写要求

实验报告要简明扼要,文理通顺,字迹端正,图表清晰,数据完整,实事求是,独立完成。报告内容应包括:

- (1) 实验项目名称。
- (2) 实验目的。
- (3) 主要仪器设备及元器件。
- (4) 实验内容及步骤。认真整理填写和处理测试的数据和波形。
- (5) 对测试结果进行理论分析,给出主要实验结论,并做相应误差分析,找出原因,提出减少实验误差的措施。
- (6) 回答思考讨论题及对实验的改进建议。
- (7) 实验中如有故障发生,应在实验报告中写明故障现象,分析故障原因,阐述排除方法。
- (8) 总结心得体会。

1.3 电路与常用仪器仪表的正确连接

1.3.1 实验室供电与电子仪器的动力电引入

1. 实验室供电系统

在实验室做实验要用到各种电子仪器,这些电子仪器都是在动力电(或称“市电”)下工作的。因此,了解实验室的供电系统是必要的。

实验室通常使用的动力电是频率为 50 Hz、线电压 380 V、相电压 220 V 的三相交流电,由于在实验室里很难做到三相负载平衡工作,所以常采用 Y-Y 形连接。从配电室到实验室的供电线路如图 1-3-1 所示。

A、B、C 为三条火线,0 为回流线。回流线通常在配电室一端接地,因此又称零线,其对地电位为 0。该供电系统称为三相四线制供电系统。

实验室的仪器通常采用 220 V 供电,经常是多台仪器一起使用。为了保证操作人员的人身安全,使其免遭电击,需要将多台仪器的金属外壳连在一起并与大地连接,因此在用电端的实验室需要引入一条与大地连接良好的保护地线。从实验室配电盘(电源总开关)到实验台的供电线路如图 1-3-2 所示。

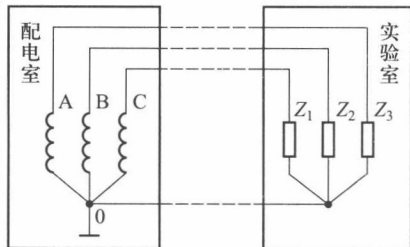


图 1-3-1 实验室供电系统