



高等学校电子信息类“十二五”规划教材

电路基础与信号系统 实验教程

孙中禹 张君 李少娟 李佳 赵颖娟 编著
黄河 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

014009570

TM13-33

84

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

电路基础与信号系统 实验教程

孙中禹 张君 李少娟 李佳 赵颖娟 编著
黄河 主审



西安电子科技大学出版社



北航

C1696234

TM13-33
84

014009250

内容简介

本书共分五章。第一章讲述了电路基础与信号系统实验的意义和学习方法,实验电路和仪器仪表的通用连接以及实验故障与一般排除方法等。第二章介绍了电路实验基础知识,包括实验误差及数据处理,常用仪器仪表的基本功能及其使用,常用基本元器件的功能及其使用等。第三章为常用 EDA 软件工具,介绍了 Multisim 10、MATLAB 等虚拟仿真软件的基本知识和仿真使用方法,以及 DSOLAB 虚拟综合测试仪的操作使用。第四章是电路与信号系统的基础实验,其中每个实验均设有拓展实验,为学员自主学习、发挥个性和创新实践留下了空间。第五章是电路及信号部分的虚拟仿真实验,其中所列大量的仿真示例全部经过了实际编程、调试并通过。

本书可作为大学电类专业学生电路基础与信号系统课的实验教材,也可作为高年级学生课程设计及部队军事武器装备方面相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础与信号系统实验教程/孙中禹等编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.9

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3172-1

I. ① 电… II. ① 孙… III. ① 电路—实验—高等学校—教材 ② 信号系统—实验—高等学校—教材 IV. ① TM13-33 ② TN911.6-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 213425 号

策 划 李惠萍

责任编辑 李惠萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 13.5

字 数 316 千字

印 数 1~3000 册

定 价 23.00 元

ISBN 978-7-5606-3172-1/TM

XDUP 3464001-1

如有印装问题可调换

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

电路基础与信号系统实验教程

编委会名单

主 编 孙中禹 张 君

编 委 李少娟 李 佳 赵颖娟 刘 宏 张建强 鲁 昀

姬正洲 马静因 王聪敏 陈丹亚 沈淑渭

主 审 黄 河

前 言

电路基础实验和信号与系统基础实验是电子信息类专业必修的专业基础实验课程,更是学员进入专业基础课程学习阶段的第一门实践课程。该课程具有承上启下的作用,是由物理实验向专业实践跨越挺进时必经的桥梁。

长期以来,电路、信号基础实验都是从属于相应的理论课程,仅仅作为理论课的辅助教学手段而设置的,其目的是为了验证理论,帮助学员加深对概念的理解。近年来,人们虽然已认识到电路、信号基础实验在培养学员动手能力、创新素质及工程实践等方面具有理论课无法替代的作用,但终究因受传统观念的影响,重理论、轻实验的现象在很多地方还不时有所表现,在实验教学观念和目的、实验项目设置和内容、实验教学方法和手段等方面,总摆脱不了理论课的约束。尤其是没有把实验的工程意识摆在首要位置,更不用说和军事武器装备实践相结合了。对学员来说,这门实验课也就无法起到一个很顺畅的桥梁作用了。

实践创新是工程最本质的属性,是部队武器装备革新的动力源泉,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。新世纪以来的高等教育教学规划和人才培养整个过程中,实践创新被赋予了极为重要的地位。为适应这种要求,克服实验的理论从属性,从而强化实验的工程实践意识,强化实验基础理论和技能在军事武器装备上的应用,我们尝试新编写了这本教材,希望本教材的出版有助于实验教学的改革和进步,为学员架起一道通往专业实践学习的桥梁。

本教材的特点和意图如下:

(1) 本教材在编写过程中,力求打破实验从属于理论的传统观念,而重点强调电路、信号基础实验课程的独立性、自洽性、桥梁性和实践性。实验内容的设置上不满足于只对理论原理的验证,着重在于实验基础知识、实验基本过程、基本测量方法、基本实验技能以及良好的实验习惯的养成上。

(2) 教材中对仪器仪表的介绍不贪大求全,以实用通用的原则淡化仪器使用说明书中的细枝末叶,通过常用仪器通用测量原理、使用方法及注意事项的学习使学员掌握基础仪器的使用和测试技术。

(3) 实验设置上既有一般验证性的实验项目,也有设计性、综合性实验安排。通过设计性、综合性实验学习使学员认识工程实践中一些基本技术思路和设计方法的应用,以及对整机装配调试流程的初步了解。设计性实验一般不在基本内容中设置。

(4) 每个实验项目都设有基本实验内容和拓展实验内容。拓展实验中对一些电路、信号基本理论在武器装备中的应用进行了概要说明。目的在于给学员一种身临其境的感觉,调动其学习实验的积极性和主动性。

(5) 结合实验思考与讨论,拓展实验中还安排了一些与实际工程实践密切相关的问题,将部分指导书改为任务书,要求学员自行设计或研制,极大地加强了电路、信号基础实验的实践性、工程性及创新性,也为因材施教,分流培养做了点尝试。

(6) 将现代电子自动化技术引入基础实验。分别介绍了 Multisim 10、MATLAB 等虚拟仿真软件以及 DSOLAB 虚拟综合测试仪,并列举了大量的仿真示例。这些仿真实验和实物硬件实验基本相对应,要求学员在实物硬件实验前必须完成实际电路的计算机仿真。DSOLAB 虚拟综合测试仪提供了一种半实物仿真实验的方法,既有别于纯粹的实物硬件实验,也有别于纯粹的计算机仿真模拟,是实物硬件实验和计算机仿真的有机结合。这些虚拟仿真软件的使用使学员多了解了一门电子设计自动化技术,开阔了学员的视野。

(7) 教材中强调引导、启发,多了一些仿真示例,多了一些思路提示。同时,“注意事项”一改集中罗列于每个实验项目最末的习惯做法,而是分散在需要注意的条款下面,学员易看、易学、易懂、易会、易思考、易总结。

本书共分五章。其中第一章讲述了电路基础与信号系统实验的意义和学习方法,实验室用电安全,实验电路和仪器仪表的通用连接方法以及实验故障与一般排除方法等。第二章介绍了电路实验基础知识,包括实验误差及数据处理,常用仪器仪表的基本性能、功能及使用操作方法,常用基本元器件的功能、用途及使用、辨识等。第三章是常用 EDA 软件工具,介绍了 Multisim 10、MATLAB 等虚拟仿真软件的基本知识和仿真使用方法。还介绍了 DSOLAB 虚拟综合测试仪的原理、功能和操作使用。第四章为电路实物硬件基础实验、信号与系统半实物虚拟仿真基础实验等项目。第五章是电路及信号系统部分的 Multisim 10 和 MATLAB 仿真实验项目,其中所列大量仿真示例全部经过了实际编程、调试并通过。

本书各实验项目均附有思考及讨论题目,作为学员在实验过程或实验完成后的自我检查。这些思考题目能帮助学员更好地达到实验的目的。

本书第一至三章内容的大部分或全部要求学员以自学为主,教员可以适当引导。第四章实验部分在计划学时内进行。第五章仿真实验部分要求学员在实物实验前或后完成,以便和实物实验对比分析。实验项目中的拓展内容,学员可以在课堂上完成,也可在课下或作为第二课堂活动予以完成。由于有的实验拓展内容较多,学员可以选做,但要求至少完成一项内容。

本书第一章、第二章的 2.1、2.3 节、第四章的 4.1~4.7 节由孙中禹编写,第二章的 2.2 节由孙中禹和赵颖娟共同编写。第三章的 3.1 节、第五章的 5.1~5.6 节由李少娟编写。第三章的 3.2 节、第五章的 5.8~5.10 节由李佳编写。第三章的 3.3 节、第四章的 4.8~4.11 节、第五章的 5.7 节由张君编写。刘宏参与了本书的讨论并提供了部分材料。张建强、鲁昀、姬正洲、马静因、王聪敏、陈丹亚、沈淑渭也参与了本书的具体编写工作。孙中禹负责本书的规划和全书统稿,张君负责部分章节的统稿。黄河参与本书的规划和讨论并审阅了全书。

本书在编写过程中得到了许多老师的关心和帮助,李彦教授、王署钊教授、陈长兴教授、蔡理教授、王立志教授等提出了许多宝贵的建议和修改意见,对保证本书的质量起到了很大的作用。在此,对给予我们帮助的所有老师诚意致谢。

由于作者水平有限且时间紧迫,书中必有错误和不足之处,还望广大学员、老师和读者批评指正,以便重印时改正。

作者

2013 年 8 月于
空军工程大学(西安)

◆◆◆ 目 录 ◆◆◆

第一章 绪论	1
1.1 电路基础与信号系统实验课的目的与意义	1
1.2 电路基础实验学习方法与要求	2
1.2.1 实验室规则	2
1.2.2 实验学习方法	3
1.2.3 实验要求及良好习惯的养成	6
1.3 电路与常用仪器仪表的正确连接	8
1.3.1 实验室供电与电子仪器的动力电引入	8
1.3.2 电路与仪器仪表的连接	10
1.3.3 安全用电	11
1.3.4 实验故障及一般排除方法	12
第二章 电路实验基础知识	16
2.1 电子测量误差知识与实验数据处理	16
2.1.1 电子测量的内容与分类	16
2.1.2 测量误差	17
2.1.3 测量数据的有效数字	21
2.1.4 测量数据的处理	23
2.2 常用仪器仪表的基本功能与使用	25
2.2.1 仪器仪表的分类及系统组成	25
2.2.2 数字万用表	27
2.2.3 交流毫伏表	35
2.2.4 数字合成函数信号发生器	38
2.2.5 数字示波器	45
2.3 常用元器件简介	52
2.3.1 无源器件	52
2.3.2 有源器件	62
2.3.3 集成电路	66
第三章 常用 EDA 软件工具介绍	71
3.1 Multisim10 简介	71
3.1.1 创建电路的操作方法	71
3.1.2 元件库与虚拟仪器的使用	75
3.1.3 基本分析方法	80

3.2	MATLAB 简介	86
3.2.1	基础知识及入门	87
3.2.2	基本编程方法	88
3.2.3	MATLAB 绘图与数据可视化	98
3.3	DSOLAB 虚拟综合测试仪简介	102
3.3.1	概述	102
3.3.2	常用虚拟仪器	103
第四章 电路与信号系统部分基础实验		112
(电路基础部分)		112
4.1	线性电路特性实验研究	112
4.2	受控源特性实验研究	118
4.3	RLC 串联谐振电路的测试	122
4.4	RC 选频网络特性测试	127
4.5	一阶电路的响应	133
4.6	二阶电路的响应	139
4.7	数字万用表的装调	144
(信号系统部分)		153
4.8	滤波器特性研究	153
4.9	信号的卷积积分	160
4.10	非正弦周期信号的分解与合成	164
4.11	取样定理	168
第五章 虚拟与仿真实验		172
5.1	叠加原理与戴维南定理的 Multisim 仿真	172
5.2	受控源特性的 Multisim 仿真	176
5.3	RLC 串联谐振电路的 Multisim 仿真	178
5.4	RC 选频网络特性的 Multisim 仿真	181
5.5	一阶电路的 Multisim 仿真	183
5.6	二阶电路的 Multisim 仿真	187
5.7	滤波器电路的 Multisim 仿真	190
5.8	基于 MATLAB 的非正弦周期信号的频谱分析	194
5.9	基于 MATLAB 的连续时间信号的抽样与频谱分析	199
5.10	基于 MATLAB 的卷积积分	203
参考文献		208



第一章 绪 论

本章简要介绍了开设电路基础与信号系统实验课的目的和意义,指明了电路基础与信号系统实验预习、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作了说明。这些内容对于学员在整个实验课程中的学习具有很好的指导意义。

1.1 电路基础与信号系统实验课的目的与意义

电路基础实验是进入技术基础课学习阶段后的第一门实验课。它以应用理论为基础,以专业技术为指导,是一门操作性很强的课程,并侧重于理论指导下的实践、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、技术基础课、专业课的学习及今后的工作打下一个良好的基础。

从中学到大学,同学们已习惯了课堂上听教员讲,课下完成作业的学习方法,并逐渐学到了理论课教师的思维方式和处理问题的方法,具有了理论知识的求知欲和接受知识的主动性、自觉性。但在学习理论和完成作业的同时,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?电路基础实验课的开设,就是为大家提供一把打开这些疑问之门的钥匙。

由于本课程与理论课程关系密切及历史原因,在传统观念的影响下,该课程的开设意义及其重要性容易被人们忽视。但部队对人才需求的反馈信息告诉我们,只重视理论而轻视实验、放松能力的培养,往往与部队的人才实际需求不相适应。

进入 21 世纪,军队建设面临新的要求,建设一支能够打赢复杂电磁环境、高技术条件下的局部战争的军队,除了列装新装新技术武器系统之外,军队作战人员的综合能力、作战素质才是决定战争成败的关键因素。所以,新时期对学员的综合能力、创新能力的要求显得更为突出。而学员们综合能力、创新能力的提高单凭扎实的理论基础还远远不够,还必须具有一定的实践经验和动手能力。因此,这一问题逐渐被学校所重视,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。实验课程就是围绕着实践经验和动手能力的培养而设置的。

电路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一致,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,培养分析、解决实际问题的能力,了解将理论生成为战斗力的各个环节



和过程。

电路基础实验既然是入门课程,那么同学们在本课程的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,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。本课程中遇到的、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) 进入实验室后的一些基本常识。
- (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。

通过以上诸方面的学习,使学员们对实验的意义有一个正确的认识,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起一定的感性认识,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 电路基础实验学习方法与要求

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、理论联系实际的科学作风和良好的实验习惯,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,不得随意动用仪器、仪表、设备。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路等操作。接好线后,必须经教员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,并报告教员进行检查处理。



(7) 要始终保持实验室安静和整洁,不得在室内吸烟、吃零食、趴桌子上睡觉、串座位、喧哗、打闹或随意走动,未经允许室内物品不得带出。

(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,应先断开各自仪器的电源开关,再断开实验台上的电源开关。把实验所用仪器、仪表、设备、导线、凳子等归位,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。

1.2.2 实验学习方法

1. 实验学习程序

实验学习程序一般分为实验课前预习、课堂上的实验操作、课后总结并撰写实验报告三个阶段。

1) 实验课前预习

实验能否顺利进行和达到预期效果,取决于认真预习和充分准备。尤其是思想上的准备。实验是培养科技人才动手能力、创新素质的必经之路,一定要认真对待。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能力。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) 必须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,以及需观察的现象、要测量的数据,明确实验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、额定指标与主要特性,以及正确使用的方法和条件,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) 实验小组要预先讨论、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,自己应负的责任等,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或辅助性设计与验证,再到实验室进行实际操作以验证之。

2) 课堂上的实验操作

实验是对每位同学综合能力的培养和考验。课堂上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,一要完成实验任务,二要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、解决问题并对实验中出现的现象(成功或失败)、原始测量数据做详细记录。另外,还应认识到:课堂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、锻炼应变能力才是本课程的目的。



希望每位学员从第一个实验开始就养成只要干一件事,就尽量把它彻底干好的习惯,不仅会测试了、会用了、会算了,更要知道为什么要这样测、这么用、这么算。多问几个为什么(问自己、问教员、问书本),遇到问题多想一些办法,多出一些主意,处处体现出分析问题和解决问题的水平和能力,使每次实验都确有收获。

实验操作中一定要做到:

(1) 实验操作前认真听教员所讲的具体要求,即实验中要看的、用的、测的、算的,要干的都是什么?又怎样去看、去用、去测、去算?实际操作步骤、方法、条件是什么?理论根据又是什么?怎样解决实验中的问题?怎样能保证安全?注意事项是什么?这些都清楚了,再进行具体操作。对于没听清、没看懂的事项要及时发问,千万不要不懂就操作,造成不应该发生的意外和损失。

(2) 实验操作和测量过程中,首先熟悉实验箱(台)上各种实验电路模块、仪表、电源等的布局,检查仪器仪表是否完好。然后按正确使用要求,合理摆放各部分模块,使台面整齐,使之既便于操作又便于观察、测量和读数,而不相互影响。然后按实验内容要求进行电路参数选择、核对和电路的正确连接,接好线路后要先经自查无误,再请教员复查,经同意后才能接通电源开始实验。

(3) 实验课的收尾工作: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,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,记录各实验仪器、仪表、设备的名称型号、量程、编号,把桌面和座位等整理归位,经教员验收后方可离开。对于没有客观原因的错误测量和数据记录,应该重测。

3) 课后总结及撰写实验报告

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,掌握和巩固实验原理,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,可能会出现这样那样的问题,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出实验报告,具体要求见下文。

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,总结经验;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,应该深入到问题的本质,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) 与物理实验的联系和区别

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。

“电路基础与信号系统实验”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”课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,也是本课程研究的问题之一。

2) 与理论课的联系和区别

“电路基础与信号系统实验”与“电路分析”及“信号与系统”课有着密切的联系。“电路分析”及“信号与系统”是“电路基础与信号系统实验”课的理论基础,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如何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,则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) 与仿真软件的联系和区别

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,不管是在系统的前期设计中,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。在进入实验室之前,先对要做的实验进行仿真,可预知实验结果、了解实验的各个过程,这样会对此次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进行,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。了解这些很重要,否则在实验课的学习中会产生喧宾夺主的认识,重仿真,轻实际操作,这是不科学的。

总而言之,以上实验学习方法及注意事项仅仅是一个原则性的指导,它不是唯一的,更不是对每位学员都完全适用的。但是,我们想请同学们记住下面的话:聪明人能利用每一个可能利用的条件来充实、锻炼、提高自己,而糊涂人则把来之不易的条件白白扔掉;聪明人宁可重复做三遍,而不去抄别人的数据和结论,而糊涂人以轻取别人的数据和结论为“便宜”、浪费自己的时间,走过场;聪明人每次都踏踏实实地去做、去测,收获永远是自己的,糊涂人毫不吝惜地扔掉不该扔掉的,造成自己的损失。

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,同时按照一定的要求去做也是必须的。

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的;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以下几点:

(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确有提高和收获,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、对不上号就盲目胡乱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、预算及测量每个数据,每进行一步都做到心中有数的好习惯。克服对其结果不知是否正确合理,是否符合规律,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、仪表前都要仔细看看是否拿



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0V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,听、看、闻全方位观察和判断各种现象正常与否,以及表针指示是否符合规律,养成经观察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,弄清所测数据是否符合规律、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、废人习气。克服凑数、抄结果、抄实验报告的不良作风和习惯。

(9) 事故的判断处理。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,提出排除故障的方法,还能吸取教训,增强自信。

(10) 注意能力、素质的提高。整个试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) 做好实验后的就序工作。实验结束后要养成及时清理归位,并对实验中所发生的事情有个交待的习惯。发现了什么问题,是如何解决的,或者提出合理建议、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。克服出了问题不明说,弄坏了东西不吭声,有意无意给下一拨学员添麻烦出难题或根本不负责的坏习惯。

3. 预习报告撰写要求

- (1) 明确实验目的、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) 设计出记录实验数据的表格,自己记录实验数据。
- (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) 对思考讨论题的回答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) 实验完成后的心得体会。

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、线电压为 380 V、相电压为 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,因此常采用 Y-Y 型连接。从配电室到实验室的供电线路如图 1.1 所示。

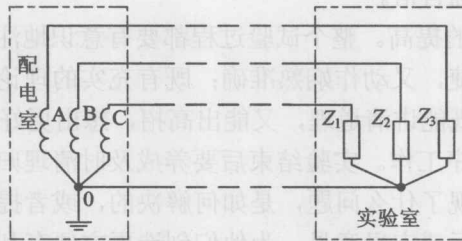


图 1.1 实验室供电系统

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,并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 1.2 所示。

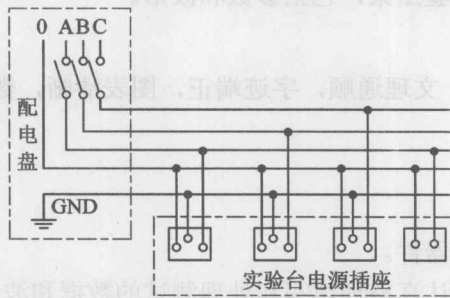


图 1.2 实验室供电线路



220 V 的交流电从配电盘分别引到各个实验台的电源接线盒上, 电源接线盒上有两芯插座和三芯插座供用电器使用。按照电工操作规程要求, 两芯插座与动力电的连接是左孔接零线, 右孔接火线, 即左“0”, 右“火”。三芯插座除了按左“0”右“火”连接之外, 中间孔接的是保护地线(GND)。因此, 实验室的供电系统比较确切的叫法应该是三相四线一地制, 即三条火线、一条零线、一条保护地线。

2. 零线与保护地线的区别

零线与保护地线虽然都与大地相接, 但它们之间有着本质的区别。

(1) 接地的地点不同。零线通常在低压配电室即变压器次级端接地, 而保护地线则在靠近用电器端接地, 两者之间有一定距离。

(2) 零线中有电流, 即零线电压为 0、电流不为 0, 且零线中的电流为三条火线中电流的矢量和。保护地线在一般情况下电压为 0, 电流亦为 0, 只有当漏电产生时或发生对地短路故障时, 保护地线中才有电流。

(3) 零线与火线及用电负载构成回路, 保护地线不与任何部分构成回路, 只为仪器的操作者提供一个与大地相同的等电位。因此零线和保护地线虽说都与大地相接, 但不能把它们视为等电位, 在同一幅电路图中不能使用相同的接地符号, 在实验室里更不能把零线作为保护地线、测量参考点。了解这一点非常重要, 否则会造成短路, 在瞬间产生大电流, 烧毁仪器、实验电路等。

了解零线与保护地线的区别是有实际意义的, 因为在实验室内, 要求所有一起使用的电子仪器, 其外壳要连在一起并与大地相接, 各种测量也都是以大地(保护地线)为参考点的, 而不是零线。

3. 电子仪器动力电的引入

电子仪器中的电子器件只有在稳定的直流电压下才能正常工作。该直流电压通常是将动力电(220 V/50 Hz)经变压器降压后, 再通过整流—滤波—稳压得到的。

目前多采用三芯电源线将动力电引入电子仪器, 连接方式如图 1.3 所示。电源插头的中间插针与仪器的金属外壳连在一起, 其他两针分别与变压器初级线圈的两端相连。这样, 当把插头插在电源插座上时, 通过电源线即把仪器外壳连到地球上, 火线和零线也接到变压器的初级线圈上。当多台仪器一起使用并都采用三芯电源线时, 这样通过电源线就能将所有的仪器外壳连在一起, 并与大地相连。

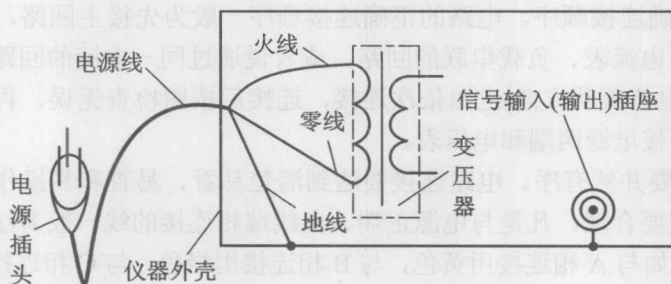


图 1.3 电源线、信号输入/输出线的连接