


MNDZJSSYJC

主编 钟化兰

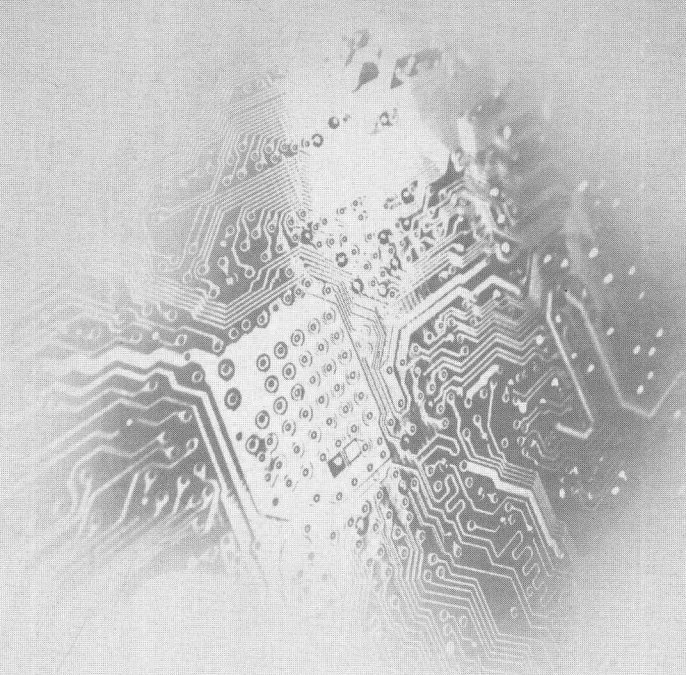
MONI DIANZI JISHU
SHIYAN JIAOCHENG


模拟电子技术 实验教程

 江西科学技术出版社

模拟电子技术 实验教程

主 编 钟化兰
副主编 曹 晖 徐敏道



 江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验教程/钟化兰主编. —南昌:江西科学技术出版社,2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5390 - 3205 - 4

I. 模… II. 钟… III. 模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教材

IV. TN710 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 109458 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:ZK2007033

图书代码:X09006 - 101

模拟电子技术实验教程

钟化兰主编

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	江西教育印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
字数	360千字
印张	14.5
印数	3000册
版次	2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷
书号	ISBN 978 - 7 - 5390 - 3205 - 4
定价	26.00元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前 言

模拟电子技术实验是电类各专业基础课程中重要的实践教学环节,它与专业教学紧密结合。对于加深理解课堂知识,强化基础训练,培养动手能力和初步设计电子电路的能力,具有十分重要的意义。为此,我们按照国家教育部工科电工课程指导委员会关于模拟电子技术课程与实验教学的基本要求,结合高校实践教学的具体情况,编写了本教材,以满足模拟电子技术实践教学的要求。

本书共分五章。第一章介绍了模拟电子技术实验的基础知识。包括模拟电子技术实验须知,常用仪器仪表的原理及使用,常用电子元器件介绍,电信号基本参数的测量方法,噪声干扰以及采取的措施。后四章分别介绍了模拟电路的基础型实验项目、提高型实验项目、综合设计型实验项目和 Multisim 软件的使用及仿真实验。本教材的编写,力求达到如下特点:

(1)通过基础型实验项目,加深课堂知识的理解,培养学生正确使用常见的仪器仪表。着眼于对学生创新能力的培养,具有指导性和启发性,适合自学。

(2)实验项目覆盖面宽。本教材设计的实验项目,适合于不同层次、不同条件的实践教学需要。

(3)与实验课程教学改革紧密结合。综合设计型实验适合于开放性实验的要求,符合培养学生动手能力,工程实践能力和创新能力的教改目标。

(4)使用性强。本书除了指导学生实验外,还编入了相关的测试技术的内容,可供学生在学习和工作中参考使用。

钟化兰同志为主编,负责全书的组织和定稿,曹晖同志为副主编,协助主编工作。钟化兰、曹晖和徐敏道共同编写了第一章;钟化兰编写了第二章的实验一至实验四,第五章的实验一至实验三;徐敏道编写了第二章的实验八至实验十一,第三章的实验一至实验四,第四章的实验三至实验八;曹晖编写了第二章的实验五至实验七,第四章的实验二,第五章的实验四至实验六;徐祥征编写了第四章的实验一和第三章的实验五至实验六;刘晓瑞编写了附录 I、附录 II 和附录 III。

高海生教授担任本书的主审,对本书提出了许多宝贵的修改意见。在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者
2009 年 6 月

内 容 简 介

本书按照国家教育部工科电工课程指导委员会关于模拟电子技术课程及实验教学的基本要求,在总结了作者多年的模拟电子课程的教学经验及在原实验教材的基础上编写而成的。

全书共分五章:模拟电子技术实验基础知识,内容包括:模拟电子技术实验须知,常用仪器仪表的原理及使用,常用电子元器件介绍,电信号基本参数的测量方法,噪声干扰以及采取的措施;模拟电路基础型实验;模拟电路提高型实验;模拟电路综合设计型实验;Multisim 在模拟电路实验中的应用。

本书可作为理工类院校相关专业电工电子课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

目 录

第一章 模拟电子技术实验基础知识	(1)
1.1 模拟电子技术实验须知	(1)
1.1.1 电子电路实验的意义、目的、要求	(1)
1.1.2 模拟电子技术实验环节	(2)
1.1.3 实验电路安装与调试技术	(4)
1.1.4 实验安全措施及注意事项	(7)
1.2 常用仪器仪表的原理及使用	(8)
1.2.1 万用表的原理及使用	(8)
1.2.2 信号发生器的原理及使用	(15)
1.2.3 晶体管毫伏表的原理及使用	(22)
1.2.4 示波器的原理及使用	(24)
1.3 常用电子元器件介绍	(33)
1.3.1 电阻器	(33)
1.3.2 电容器	(38)
1.3.3 电感器	(42)
1.3.4 二极管	(43)
1.3.5 晶体管	(47)
1.3.6 集成运算放大器	(55)
1.4 电信号基本参数的测量方法	(57)
1.4.1 电压的测量方法	(57)
1.4.2 电流的测量方法	(59)
1.4.3 阻抗的测量方法	(60)
1.4.4 周期的测量方法	(61)
1.4.5 频率的测量方法	(61)
1.4.6 相位差的测量方法	(62)
1.4.7 幅频特性与通频带的测量	(63)
1.4.8 增益和损耗的测量	(64)
1.5 噪声干扰以及采取的措施	(66)
1.5.1 干扰的分类及原因	(66)
1.5.2 干扰的抑制	(67)

第二章 模拟电路基础型实验	(71)
实验一 常用电子仪器的使用	(71)
实验二 晶体管共射极单管放大器	(74)
实验三 场效应管放大器	(82)
实验四 负反馈放大器	(88)
实验五 差动放大器	(92)
实验六 集成运算放大器参数测试	(96)
实验七 集成运放的应用(一)	(102)
实验八 集成运放的应用(二)	(106)
实验九 RC 正弦波振荡器	(110)
实验十 OTL 功率放大器	(114)
实验十一 串联型晶体管稳压电源	(118)
第三章 模拟电路提高型实验	(124)
实验一 共射极放大器的设计	(124)
实验二 多级交流放大器的设计	(130)
实验三 测量放大器的设计	(135)
实验四 有源滤波器的设计	(138)
实验五 函数发生器的设计	(146)
实验六 直流稳压电源的设计	(150)
第四章 模拟电路综合设计型实验	(157)
实验一 模拟集成运算放大器组成万用电表的设计	(157)
实验二 晶体管 β 值自动测量分选仪	(160)
实验三 多路防盗报警器	(162)
实验四 集成运算放大器简易测试仪	(164)
实验五 温度测量与控制器	(166)
实验六 电子配料称	(167)
实验七 扩音机的设计	(168)
实验八 电压 / 频率变换器的设计	(168)
第五章 MULTISIM 在模拟电路实验中的应用	(170)
实验一 晶体管单管放大电路的测量	(170)
实验二 晶体管输出特性曲线的测量	(174)
实验三 有源滤波器特性曲线的测量	(177)
实验四 集成运放的参数测试	(183)
实验五 RC 桥式正弦波振荡电路	(186)
实验六 直流稳压电源的设计和调测	(190)

附 录	(194)
附录 I THM - 5 型模拟电路实验箱介绍	(194)
附录 II Multisim 2001 电路仿真软件的基础知识	(196)
附录 III 用万用电表对常用电子元器件检测	(220)

第一章 模拟电子技术实验基础知识

1.1 模拟电子技术实验须知

1.1.1 电子电路实验的意义、目的、要求

模拟电子技术是一门工程性和实践性很强的课程,而模拟电子技术实验是该课程的重要教学环节之一。模拟电子技术实验就是按教学、生产和科研的具体要求对所设计的电子电路进行安装、调试与测试的过程。在实验过程中,既能验证理论的正确性和实用性,又能从中发现理论的近似性和局限性。在实验过程中,往往可以发现新问题,产生新的设想。既促使电子电路和应用技术的进一步发展,又培养了学生的创新意识和创造能力。

目前,电子技术的发展日新月异,新器件、新电路相继产生并迅速转化为生产力。要认识和掌握应用种类繁多的新器件和新电路,最为有效的途径就是进行实验。通过实验,可以分析器件和电路的工作原理,完成性能指标的检测,可以验证和扩展器件、电路的性能或功能的使用范围;可以设计并制作出各种实用电路、实用产品。可见,熟练掌握模拟电子技术实验技术,对从事电子技术工作的人员来说是至关重要的。

模拟电子技术实验可以巩固和加深电子技术的基础理论和基本概念,使学生受到必要的基本实验技能的训练,学会识别和选择所需的元器件,设计、安装和调试实验电路,分析实验结果,从而提高实际动手能力、分析问题和解决问题的能力。使学生达到下述要求:

(1)看懂基本电子电路图,具有分析电路的能力;具有合理选用元器件并构成小系统电路的能力。

(2)掌握查阅和利用技术资料解决实际问题的方法;具有分析和排除基本电子电路一般故障的能力。

(3)正确使用常用电子仪器,如示波器、信号发生器、数字万用表、稳压电源等;掌握常用电子测量仪器的选择、仪器说明书的使用和仪器的使用方法;掌握各种电信号的基本测试方法。

(4)能够根据实验任务拟定实验方案,独立完成实验,写出严谨的、有理论分析的、实事求是的、文字通顺和字迹端正的实验报告。

(5)具有严肃、认真的工作习惯和实事求是的科学态度。初步具有正确处理实验数据、分析误差的能力。

(6)掌握实验室的安全用电知识。

1.1.2 模拟电子技术实验环节

模拟电子技术实验分三个层次进行：

1. 验证性实验

它主要是以基本单元电路为主。根据实验目的、实验电路,运用仪器设备,按照较详细的实验步骤,通过实验操作来验证模拟电子技术的有关理论,从而进一步巩固学生的基本知识和基本理论。

2. 提高性实验

它主要根据给定的实验由学生自行选择测试仪器,拟定实验步骤,完成规定的电路性能指标测试任务,从而进一步掌握电路的工作原理。

3. 综合性和设计性实验

学生根据给定的实验题目、内容和要求,自行设计实验电路,选择合适的电子元器件来组装实验电路,拟定出调整测试方案,最后达到设计要求。通过这个过程,培养学生综合运用所学知识解决实际问题的独立工作能力。

为了达到上述模拟电子技术实验的预期目的和实验效果,可以通过课内实验与课外实践相结合的方式。课内实验必须做好实验前的预习,进行实验和实验报告等几个主要环节。课外实践使用 EWB、Multisim 虚拟仿真设计软件,进行仿真实验练习,以提高学生综合应用能力。

一、实验预习

实验能否顺利进行并收到预期的效果,很大程度上取决于实验前的预习和准备工作是否充分。因此每次实验前,必须仔细阅读实验教材,明确本次实验的目的与任务,掌握必要的实验理论和方法,了解实验内容和仪器的使用方法,在此基础上简要地写出实验预习报告,其内容包括:

- (1)实验名称、日期、班级、姓名、学号;
- (2)实验目的及要求;
- (3)完成设备、型号;
- (4)实验原理与步骤、电路图、记录数据;
- (5)实验结果及分析;
- (6)思考题。

对不同类型实验在实验前应具有不同的预习要求,具体的预习报告的要求如下:

1. 验证性实验

(1)首先搞清实验目的,熟悉所用仪器设备,根据《模拟电子技术》所学的理论知识,弄清电路的工作原理及各元器件的作用。根据器件手册查出所用器件的外部引脚排列、主要参数等。

(2)认真预习实验内容、实验步骤和测试方法,设计实验数据记录表格等。

(3)回答有关的思考题。

2. 提高性实验

- (1) 在搞清实验目的、实验内容及要求的基础上,列出本次实验所需仪器、仪表等设备。
- (2) 拟定详细的实验步骤,包括调试步骤和测试步骤,设计实验数据记录表格等。

3. 综合设计性实验

- (1) 根据教师对本次实验提出的要求,结合自己学习的实际情况,认真选择实验方案。
- (2) 根据方案要求,设计或选用实验电路和测试电路。设计电路时,计算要正确,步骤要清楚,画出的电路要整洁,元器件符号要标准化,参数要符合系列化标准值。
- (3) 本次实验所用元器件、仪器、仪表和详细清单,在实验前一天交实验室。
- (4) 确定详细的实验步骤,包括实验电路的调试步骤和测试步骤。
- (5) 设计实验数据记录表。

二、实验过程

正确的操作程序和良好的工作方法是实验顺利进行的保证。因此,实验时要求做到:

(1) 按编号固定各自的实验台进行实验。进入实验室后,认真检查本次实验使用元器件的型号、规格和数量是否符合要求,检查所用电子仪器设备的状况,若发现故障应报告指导教师及时排除,以免耽误上课时间。

(2) 认真听取指导教师对实验的介绍。

(3) 根据实验电路的结构特点,采用合理的接线步骤。一般按“先串联后并联”,“先接主电路后接辅助电路”的顺序进行,以避免遗漏和重复。接线完毕,要养成自查的习惯。

(4) 实验电路接好后,检查无误方可接入电源。接入电源前要调整好电源,使其大小和极性满足实验要求。要养成实验前“先接实验电路后接通电源”,实验完毕后,“先断开电源后拆实验电路”的操作习惯。

(5) 电路接通后,不要急于测定数据,要按实验预习时所预期的实验结果,概略地观察全部现象以及各仪表的读数变化范围。然后开始逐项实验,测量时要有选择地读取几组数据(为便于检查实验数据的正确性,实验时应带计算器)。读取数据时,要尽可能在仪器仪表的同一量程内读数,减少由于仪器仪表量程不同而引起的误差。

(6) 如实验中要求绘制曲线,至少要读取 10 组数据,而且在曲线的弯曲部分应多读几组数据,这样画出的曲线就比较平滑准确。

(7) 测量数据经自审无误后交指导教师复核,经检查正确后才拆掉电路,避免因数据错误需要重新接线测量,而花费不必要的时间。

(8) 实验结束后,应做好仪器设备和导线的整理以及实验台面的清洁工作,做到善始善终。

三、实验报告

实验报告是实验工作的全面总结,写报告的过程,就是对电路的设计方法和实验方法加以总结,对实验数据加以处理,对所观察的现象、所出现的问题以及采取的解决方法加以分析、总结的过程。实验报告要求文理通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、结论正确、分析合理。

对于工科学生来说,撰写实验报告是一种基本技能训练,通过写实验报告,能够深化对基础理论的认识,提高对基础理论的应用能力;提高记录、处理实验数据、分析与判断实验结果的

能力;培养严谨的学风和实事求是的科学态度;锻炼科技文章的写作能力等。因此,撰写实验报告是实验工作不可缺少的一个重要环节,不可忽视。具体要求如下:

(1)在预习报告的基础上,对实验的原始数据进行整理,用适当的表格列出测量值和理论值,按要求绘制好波形图、曲线图等。

(2)运用实验原理和掌握的理论知识对实验结果进行必要的分析和说明,从而得出正确的结论。

(3)对实验中存在的一些问题进行讨论,并回答思考题。

1.1.3 实验电路安装与调试技术

一、实验电路安装

进行实验时,要达到实验目的,取得满意的实验结果,不仅取决于电路原理和测试方法的正确性,而且还与电路安装的合理性紧密相关。例如,安装一个高增益的放大器,由于布线不合理,就可能产生寄生振荡,而使放大器不能正常工作。

实验电路通常采用焊接和在实验板上插接两种方法。焊接安装可提高学生的焊接技术,但器件可重复利用率低。在实验板上装电路,便于调试。由于使用时,可将元器件简单地在插件电路板上插入或拔出,可快速地改变电路布局,元器件可长期重复使用。目前,实验室广泛应用插件实验板(面包板)进行实验电路安装调试。因此必须掌握实验电路的安装方法。

1. 插件实验电路板的使用方法

一般插件板的结构如图 1.1 所示。每块插件电路板中央有一凹槽,是为直接插入集成电路器件而设置的。凹槽两边各有小孔,每列小孔的 5 个小孔相互连通,插件电路板上、下各有一排相互连通的小孔,一般可作为电源线或地线插孔用(注意不同型号的插件电路板上、下两排的插孔连通方式是不同的,使用时应先万用表判别其连通方式)。

目前插件电路板有好多种规格。但不管哪一种,其结构和使用方法大致相同,即每列五个插孔内均用一个磷铜片相连。这种结构造成相邻两列插孔之间分布电容大。因此,插件电路板一般不适用于高频电路实验中。

使用插件电路板时要注意清洁。切勿将焊锡或其他异物掉入插孔内,用毕要用防护罩包好,以免灰尘进入插孔造成接触不良。

2. 集成电路的安装

为防止集成电路受损,在插件电路板上插入或拔出时要非常细心。插入时应使器件的方向一致,缺口朝左,使所有引脚均对准插件电路板上的小孔,均匀用力按下,拔出时,最好用专用拔钳,夹住集成块两头,垂直往上拨起,或用小起对撬,以免其受力不均匀使引脚弯曲或断裂。

3. 电路的安装

采用插件电路板安装实验电路板时,元器件的安装方式可根据实验电路的复杂程度灵活掌握。但安装电路时均应注意以下几点:

(1)通常实验板左端为输入、右端为输出。应按输入级、中间级、输出级的顺序进行安装。

(2)同一块实验板上的同类元器件应采用同一安装方式,距实验板表面的高度应大体一

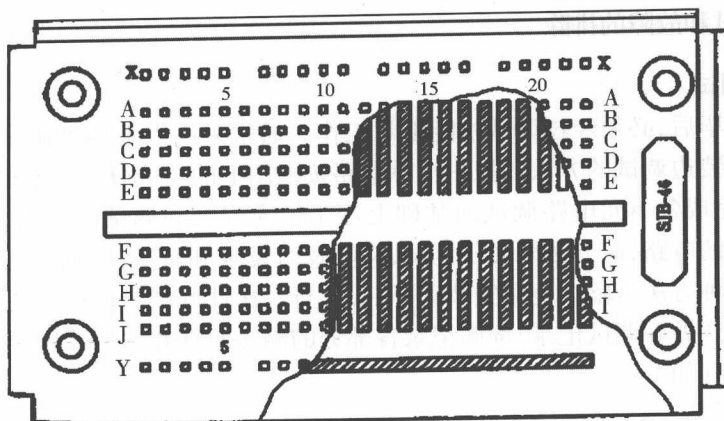


图 1.1 SJB-46 型插座板结构图

致。若采用立式安装,元器件型号或标称值应朝同一方向,而卧式安装的元器件型号或标称值应朝同上方,集成电路的定位标志方向应一致。

- (3) 凡具有屏蔽罩的磁性器件,如中频变压器等,其屏蔽罩应接到电路的公共地端。
- (4) 元器件的引线一般不宜剪得过短,以利于重复利用。

二、布线的一般原则

实践证明,虽然元器件完好,但由于布线不合理,也可能造成电路工作失常。这种故障不像脱焊、断线(或接触不良)或器件损坏那样明显,多以寄生干扰形式表现出来,很难排除。

元器件之间的连接均由导线完成。所以,合理布线的基础是合理地布件(即确定各元器件在实验板上的位置,也称排件)。布件不合理,一般布线也难以合理。

一般布线原则如下:

- (1) 应按电路原理图中元器件图形符号的排列顺序进行布件,多级实验电路要成一直线布局,不能将电路布置成“L”或“π”字形。如受实验板面积限制,非布成上述字形不可,则必须采取屏蔽措施。

- (2) 布线前,要弄清管脚或集成电路各引出端的功能和作用。尽量使电源线和地线靠近实验电路板的周边,以起到一定的屏蔽作用。

- (3) 信号电流强的与弱的引线要分开;输出与输入信号引线要分开,还要考虑输入、输出引线各自与相邻引线之间的相互影响,输入线应防止邻近引线对它产生干扰(可用隔离导线或同轴电缆线),而输出线应防止它对邻近导线产生干扰;一般应避免两条或多条引线互相平行;所有引线应尽可能地并避免形成圈套状或在空间形成网状;在集成电路上方不得有导线(或元件)跨越。

- (4) 所用导线的直径应和插件电路板的插孔粗细相配合,太粗会损坏插孔内的簧片,太细导线接触不良;所用导线最好分色,以区分不同的用途,即正电源、负电源、地、输入与输出用不同颜色导线加以区分,例如,习惯上正电源用红色导线、地线用黑色导线等。

- (5) 布线应有步骤地进行,一般应先接电源线、地线等固定电平连接线,然后按信号传输方向依次接线并尽可能使连线贴近实验面板。

三、电路调试和故障的排除

1. 电路的调试

电路安装完毕后,必须经过调试才能正常工作。通常采用以下两种调试电路的方法。第一种是采用边安装边调试的方法。把一个总电路按框图上的功能分成若干单元电路分别进行安装和调试,在完成各单元电路调试的基础上逐步扩大安装和调试的范围,最后完成整机调试。对于新设计的电路,此方法既便于调试,又能及时发现和解决问题,该方法适合于课程设计中采用。第二种方法是整个电路安装完毕后,实行一次性调试。这种方法适合于定型产品。

调试时应注意做好调试记录,准确记录各部分的测试数据和波形,以便于分析和运行时参考。一般调试步骤如下:

(1) 通电前检查

电路安装完毕后,首先应检查电路各部分的接线是否正确,检查电源、地线、信号线、元器件的引脚之间有无短路,器件有无接错。

(2) 通电检查

接入电路所要求的电源电压,观察电路中各部分器件有无异常现象。如果出现异常现象,应立即关断电源,待排除故障后方可重新通电。

(3) 单元电路调试

在调试单元电路时应明确本部分的调试要求,按调试要求测试性能指标和观察波形。调试顺序按信号的流向进行,这样可以把前面调试过的输出信号作为后一级的输入信号,为最后的整机统调创造条件。电路调试包括静态和动态调试,通过调试掌握必要的数据、波形、现象,然后对电路进行分析、判断、排除故障,完成调试要求。

(4) 整机统调

各单元电路调试完成后就为整机调试打下了基础。整机统调时应观察各单元电路连接后各级之间的信号关系,主要观察动态结果,检查电路的性能和参数,分析测量的数据和波形是否符合设计要求,对发现的故障和问题及时采取处理措施。

2. 电路故障的排除

电路故障的排除可以按下述八种方法进行。

(1) 信号寻迹法。寻找电路故障时,一般可以按信号的流程逐级进行。在电路的输入端加入适当的信号,用示波器或电压表等仪器逐级检查信号在电路内各部分传输的情况,根据电路的工作原理分析电路的功能是否正常,如果有问题,应及时处理。调试电路时也可以从输出级向输入级倒推进行,从电路最后一级的输入端加入信号,观察输出端信号是否正常,然后逐级将适当信号加入前面一级电路输入端,继续进行检查。这里所指的“适当信号”是指频率、电压幅值等参数应满足电路要求,这样才能使调试顺利进行。

(2) 对分法。把有故障的电路分为两部分,先检查这两部分中究竟是哪部分有故障,然后再对有故障的部分对分检测,一直到找出故障为止。采用“对分法”可减少调试工作量。

(3) 分割调试法。对于一些有反馈的环形电路,如振荡电路、稳压电路,它们各级的工作情况互相有牵连,这时可采取分割环路的方法,将反馈环去掉,然后逐级检查,可更快地查出故障部分。对自激振荡现象也可以用此法检查。

(4) 电容器旁路法。如遇电路发生自激振荡或寄生调幅等故障,检查时可用一只容量较

大的电容器并联到故障电路的输入或输出端,观察对故障现象的影响,从而分析故障的部位。在放大电路中,若旁路电容失效或开路,将使负反馈加强,输出量下降,此时用适当的电容并联在旁路电容两端,就可以看到输出幅度恢复正常,也就可以断定是旁路电容的问题。这种检查可能要多处试验才有结果。这时要细心分析引起故障的原因,这种方法也用来检查电源滤波和去耦电路的故障。

(5)对比法。将有问题的电路状态、参数与相同的正常电路进行逐项对比。此方法可以较快从异常的参数中分析出故障。

(6)替代法。把已调试好的相同的单元电路代替有故障或有疑问的单元电路(注意共地)。这样可以很快判断故障部位。有时元器件的故障不很明显,如电容漏电、电阻变质、晶体管和集成电路性能下降等。这时用相同规格的优质元器件逐一替代实验,就可以具体地判断故障点,加快查找故障点的速度,提高调试效率。

(7)静态测试法。故障部位找到后,要确定是哪一个或哪几个元件有问题,最常用的是静态测试法和动态测试法。静态测试法是用万用表测试电阻值、电容漏电、电路是否断路或短路,晶体管和集成电路各引脚电压是否正常等。这种测试是在电路不加信号时进行的,所以叫静态测试。通过这种测试可发现元器件的故障。

(8)动态测试法。当静态测试法还不能发现故障原因时,可以采用动态测试法。测试时在电路的输入端加上适当的信号再测试元器件的工作情况,观察电路的工作状况,分析、判断故障原因。

1.1.4 实验安全措施及注意事项

一、实验安全措施

为了人身与设备安全,保证实验顺利进行,进入实验室后要遵守实验室的规章制度和实验室安全规则。

1. 人身安全

(1)实验时不得赤脚;各种仪器设备应有良好的地线。

(2)仪器设备、实验装置中通过强电的连接导线应有良好的绝缘外套,芯线不得外露。

(3)在进行强电或具有一定危险性的实验时,应有两人以上合作;测量高压时,通常采用单手操作并站在绝缘垫上。在接通交流 220V 电源前,应通知实验合作者。

(4)万一发生触电事故时,应迅速切断电源,如距电源开关较远,可用绝缘器具将电源线切断,使触电者立即脱离电源并采取必要的急救措施。

2. 仪器安全

(1)使用仪器前,应认真阅读使用说明书,掌握仪器的使用方法和注意事项。

(2)使用仪器时,应按照要求正确接线。

(3)实验中要有目的地扳(旋)动仪器面板上的开关(或旋钮),扳(旋)动时切忌用力过猛。

(4)实验过程中,精神必须集中。当嗅到焦臭味、冒烟和火花、听到“劈”声、感到设备温度过高或出现保险丝熔断等异常现象时,应立即切断电源,在故障未排除前不得再次开机。

(5)搬动仪器设备时,必须轻拿轻放;未经允许不得随意调换仪器,更不准擅自拆卸仪器设备。

(6)仪器使用完毕,应将面板上各旋钮、开关置于合适的位置,如万用表功能开关应旋至“OFF”位置等。

二、实验注意事项

为了保证实验顺利进行,进入实验室后要遵守实验室的规章制度,应做到如下几点:

(1)实验课不迟到、旷课或早退。没有预习报告或无故迟到十五分钟以上者均不得参加本次实验。

(2)未经指导教师同意不得乱拿其他组的仪器和设备。

(3)实验时要严肃、认真、仔细观察实验现象,做好记录,实验结果经指导教师审阅签字,并检查仪器正常后,方可拆除实验接线,整理好所用的仪器,设备及工作台,填写实验仪器使用记录表后方可离开实验室。

(4)实验时,先开总电源开关,后开仪器电源开关。实验完成后,先关仪器电源开关,后关电源总开关。

(5)实验时必须认真、仔细、严格遵守实验操作规程,认真检查接线是否正确,加电之前必须确认电源电压符合所需的数值,极性连接无误后,并且经指导教师许可,才可通电以免出现由于接线错误而造成的不必要的损失。

(6)实验中若发现有不正常情况,如打火,冒烟等或其他事故时,应立即切断电源,保持现场,立即向指导教师或实验室负责人报告。

(7)实验中若由于粗心大意或违反实验操作规程损坏仪器、设备,必须及时报告,认真检查原因,从中吸取教训,并按规定的赔偿办法处理。

(8)要养成只有在测试或测量操作时才打开电源,其他情况下及时关掉电源的好习惯。

1.2 常用仪器仪表的原理及使用

1.2.1 万用表的原理与使用

万用表是一种最常用的测量仪表,以测量交/直流电压、交/直流电流和电阻为主。国家标准中称为复用表。有些万用表还可以用于测量电容、电感及半导体晶体管的直流电流放大倍数等。

万用表的种类很多,根据测量结果的显示方式不同,可分为模拟式(指针式)和数字式两大类。

一、模拟式万用表

模拟式万用表的测量过程是通过一定的测量电路,先将被测电量转换成电流信号,再由电流信号去驱动磁电式表头,根据表头指针的偏转,在刻度尺上指示出被测量的大小,测量过程

如图 1.2.1 所示。

1. 直流电流测量的基本原理

一个磁电式表头就是一个电流表,只不过它的量程为微安级(一般为几微安至几十微安),若要测量较大的电流时,根据并联电阻可以分流的原理,在表头两端并联一个适当阻值、适当功耗的电阻即可,如图 1.2.2 所示。

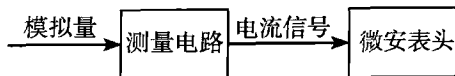


图 1.2.1 模拟式万用表测量过程

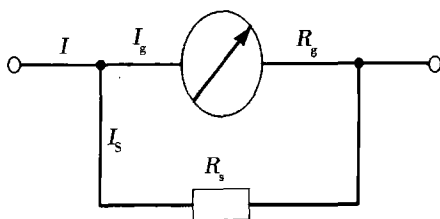


图 1.2.2 并联电阻扩展表头的电流量程

其中 R_s 为分流电阻,阻值的大小可按式计算:

$$R_s = R_g / (n - 1) \quad (1.2.1)$$

式中, $n = I/I_g$ 称为分流系数,它表示表头量程扩大的倍数。当 R_s 为定值时,被测电流与流过表头的电流大小成一定的比例关系,因此表头指针的偏转角可以反映被测电流的大小。

2. 直流电压测量的基本原理

用磁电式表头就可测量小于 $U_g (u_g = I_g \times R_g)$ 的直流电压,若要测量较大的电压时,根据串联电阻可以分压的原理,在表头上串联一个适当阻值的电阻即可,如图 1.2.3 所示。

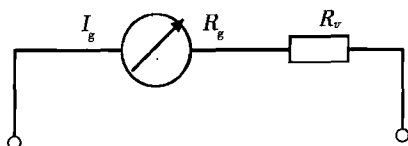


图 1.2.3 串联电阻扩展表头的电压量程

图中 R_v 称为分压电阻,阻值大小按下式计算:

$$R_v = (U - I_g \times R_g) \quad (1.2.2)$$

3. 交流电流测量的基本原理

磁电式表头不能直接用来测量交流电参数,因为其可动部分的惯性较大,跟不上交流电流流过表头线圈所产生的转动力矩的变化,因而不能指示交流电的大小。若把交流电转换成单方向的直流电,让直流电流过表头,则表针偏转角的大小就间接反映了交流电的大小。把交流电转变为直流电的过程称为整流。整流分为半波整流和全波整流。其原理分别如图 1.2.4 和图 1.2.5 所示。

它们都是利用二极管的单向导电性,把交流电流转化为直流电流。由于磁电式有表头可

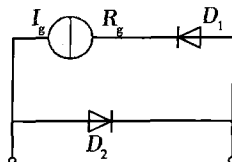


图 1.2.4 半波整流式表头原理