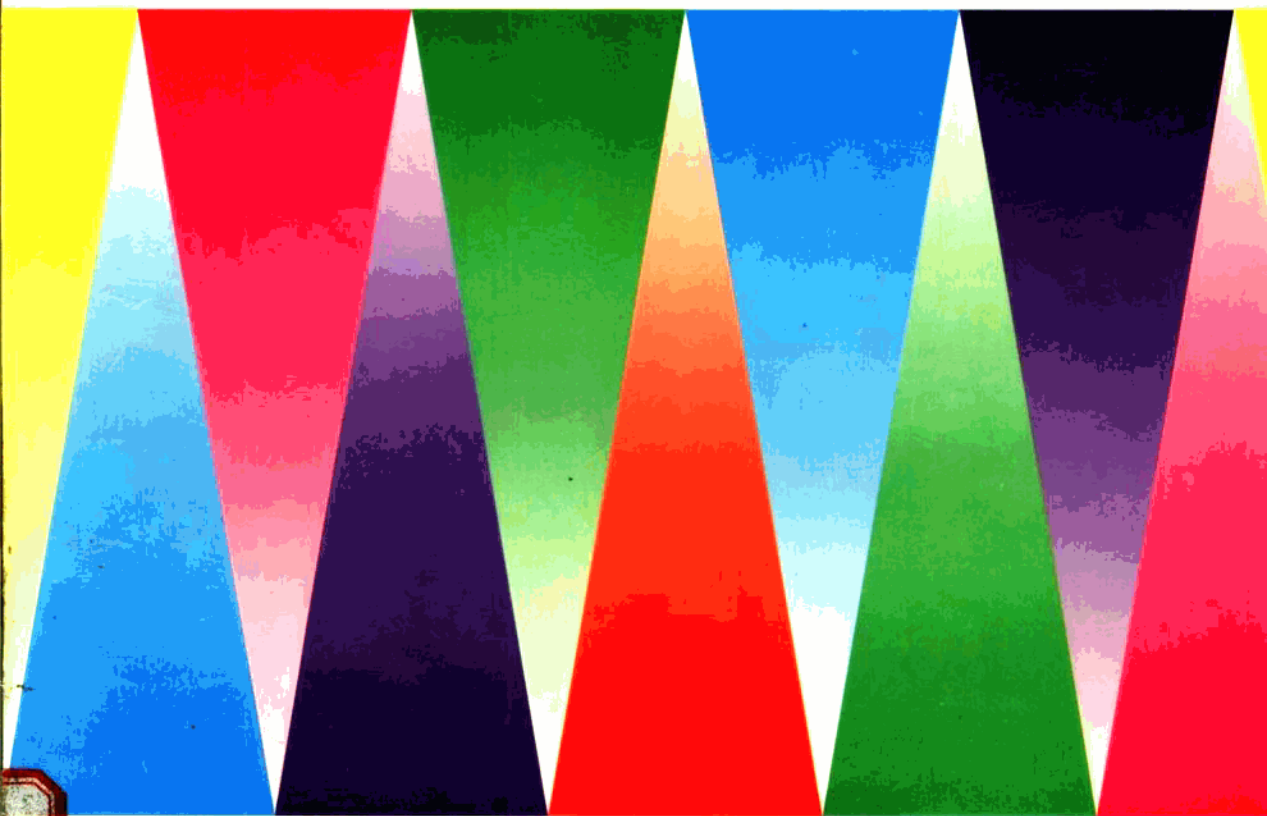


电子技术实验与测试技术系列教材

电子技术实验基础

吕名正 主编



电子科技大学出版社

电子技术实验与测试技术系列教材

电子技术实验基础

吕名正 主编

电子科技大学出版社

内 容 提 要

本书为《电子技术实验及测试技术》系列实验教材之一,系统介绍电子技术实验基础知识及基本电子测量技术。本教材分为基础篇及实验篇。内容包括:电子技术实验基础知识、交直流测试技术、电路元器件参数及特性测试、基本放大电路的测试以及基本数字逻辑电路的测试等,共分成四章及十一个实验项目。

本书可作为高等工院校电子类各专业的实验教材,也可供高等院校其它专业师生和有关工程技术人员参考。

声 明

本书无四川省版权防盗标识,不得销售;版权所有,违者必究,举报有奖,举报电话:(028) 6636481 6241146 3201496

电子技术实验与测试技术系列教材 电子技术实验基础

出 版:电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号,邮编:610054)

责任编辑:曾 艺

发 行:电子科技大学出版社

印 刷:电子科技大学出版社印刷厂

开 本:16开 1/16 印张 10.125 字数 243 千字

版 次:1998年10月第一版

印 次:1998年10月第一次印刷

书 号:ISBN7-81065-023-8/TN·3

印 数:3000册

定 价:12.00元

前 言

面对 21 世纪人才培养的需求,根据电子类学科发展的规律,我们对电子技术实验课程进行了系统改革。结合当前高校电子技术实验教学的具体情况,将原附属于各门技术基础课程的电子技术实验独立设课,将电子技术实验课程按照实验能力培养的基本规律和学科发展的需要分成三段进行,进行三级考核制即:

第一级 电子技术实验基础

第二级 集成电路应用

第三级 现代电子技术综合实验及测试技术

为此开出了相应的《电子技术实验及测试技术》系列课程。

《电子技术实验基础》为本系列教材的第一册,适用于电子类各专业教学。本教材的指导思想是培养学生掌握基本的电子测试技术和实验技能。本教材分为《基础篇》和《实验篇》两大部分。在教学过程中,实验基础知识讲授可与实验结合进行。对于一些按实验项目开出实验的,可用实验篇内容独立开出实验,将基础篇作为教学的重要参考资料。

在《基础篇》第一章中系统介绍了电子测量误差分析和测量数据处理;基本电子测量仪器的工作原理及使用方法;实验室安全用电知识。第二章系统介绍了交、直流测试技术及典型基本放大电路的测试方法;三相电源及功率因数的测试。第三章介绍了基本元器件的分类和识别以及基本特性和参数的测试方法。第四章对负反馈放大器、运算放大器和集成功率放大器等基本放大器的组成、调整及测试方法进行了系统介绍。

《实验篇》中收集了十一个电子技术基本实验。本篇实验内容可分为四部分:第一部分为常用电子测量仪器的使用 and 开发,特别对最常用的示波器、函数发生器、晶体管毫伏表等的使用进行了深入浅出的讲授。电子测量仪器的使用必须通过大量实践才能掌握,因此本部分内容贯穿在全部实验之中。第二部分为基本放大电路的测试技术。第三部分为半导体器件的图测方法及集成电路特性、参数的测试。第四部分介绍了实验室不可缺少的供电系统和功率因数测试等知识。以上四个部分组成了基本电子测试技术和实验技能培养教学体系。由于实验内容的模块化,有利于内容的不断更新,本教材也可供仍然按原有体系

进行电子技术实验教学的单位使用。

本教材基础篇第一、三章由吕名正编写,第二章由杨德俊编写,第四章由何克礼编写。实验篇中由吕名正编写实验一、五、十一,张晓霞编写实验二、三、四,何利编写实验六,陈骏莲编写实验七,付炜编写实验八,梁俊峰编写实验九、十。陈先荣老师对实验篇作了校核工作。本教材由吕名正主编,负责全书统稿。

本教材的编写得到了电子科技大学电子实验中心同志们的大力支持,在此向他们表示衷心感谢!由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

1998 年 10 月于电子科技大学

目 录

基础篇

第一章 电子技术实验基础知识

- § 1.1 电子测量误差及测量数据处理 (1)
- § 1.2 电子技术实验系统的基本组成和基本电子测量仪器的使用方法 (7)
- § 1.3 实验室安全用电知识 (9)

第二章 交、直流测试技术

- § 2.1 直流稳压电源 (11)
- § 2.2 直流电压、电流的测试 (22)
- § 2.3 正弦信号的测试 (30)
- § 2.4 三相交流电路的测试 (38)

第三章 电路元器件参数及特性的测试

- § 3.1 R 、 L 、 C 元件的分类和识别 (46)
- § 3.2 半导体二极管 (51)
- § 3.3 晶体管 (52)
- § 3.4 电子元件参数的测试 (53)
- § 3.5 半导体器件特性及参数的测试 (54)

第四章 基本放大电路的测试

- § 4.1 放大电路简介 (55)
- § 4.2 放大电路的组成 (59)
- § 4.3 多级放大电路及反馈 (61)
- § 4.4 放大电路的调整与测试 (68)
- § 4.5 集成运算放大电路 (74)
- § 4.6 集成功率放大电路 (80)

实 验 篇

实验一	常用电子测量仪器的使用	(86)
实验二	直流电压电流及正弦信号的测试	(96)
实验三	三相交流电路的测试	(100)
实验四	功率因数的测试及改善	(107)
实验五	半导体器件特性的图测方法	(110)
实验六	负反馈放大器的研究	(121)
实验七	集成运算放大器的放大性能研究	(126)
实验八	集成功率放大器特性参数测试	(131)
实验九	逻辑门电路的特性及功能测试	(135)
实验十	多谐振荡器和分频器的研究	(139)
实验十一	示波器测量技术	(143)
参考资料		(155)

基础篇

第一章 电子技术实验基础知识

§ 1.1 电子测量误差及测量数据处理

测量是人们对客观事物定量认识的必要手段。自古以来人们对测量技术就十分重视。在中国“度、量、衡”的统一使得测量有了统一的量度标准，为科学技术的发展作出了突出贡献。而伴随着科学技术的飞速发展，对测量的精确度和可靠性等方面的要求也越来越高，促进了测量手段和测量方法不断完善。然而无论用什么测量方法和测量设备都必然会产生一定的测量误差。因此正确选择测量方法，完善测试手段，进行测量误差分析和数据处理就变得十分重要。

§ 1.1.1 测量误差的分类

所有的实验数据必须经过测量获得。而测量中由于仪器的精确度、测量方法、测量环境以及人为因素等限制，测量结果和被测量对象的真实值之间必然会存在误差。我们的任务是了解测量误差产生的原因，对误差进行分析和处理，使测量误差限制在允许的范围之内。

为了对测量误差进行系统了解，从测量误差的定义出发，通常可以分为绝对误差和相对误差两种。

一、绝对误差

绝对误差又称为绝对真误差，它可以表示为：

$$\Delta x = x - x_0 \quad (1-1)$$

式中 Δx ——绝对误差；

x ——被测量的指示值或量具、元件的标称值；

x_0 ——被测量的真值。

十分清楚，绝对误差被定义为被测量的指示值和真值之差。在一定的条件下真值是客观存在的。在有的情况下真值可以从理论上给出。但在通常情况下要准确给出真值的大小是很困难的，因此常用更高一级的标准仪器所测得的量值来代替真值，称为实际值。

在实际测量中还经常用修正值的概念来表示绝对误差

$$C = A - x \quad (1-2)$$

式中 C ——修正值
 x ——测量示值
 A ——实验值

由公式(1-2)可看出修正值就是绝对误差,只是符号相反。在有的测量仪器中,在校准仪器时测出修正值,并以表格或曲线形式给出修正值,以提高测量精确。在自动测量仪器中,通常将修正值编入程序,对测量结果自动进行修正,大大提高了测量精度。

二、相对误差

绝对误差往往不能确切反映测量的精度,因此提出了相对误差的概念。相对误差通常用符号 γ 表示,为绝对误差与真值之比,用百分比来表示:

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_0} \times (100\%) \quad (1-3)$$

在实际应用中通常用标称相对误差的概念:

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x} \times (100\%) \quad (1-4)$$

它定义为绝对误差 Δx 与测量值 x 之比。这种近似算法适用于误差较小的情况。

相对误差也常用对数形式表示,称为分贝误差:

$$\gamma[\text{dB}] = A[\text{dB}] - A_0[\text{dB}] \quad (1-5)$$

式中 A_0 为真值, A 为测量值

在指针式电子仪表中,我们通常用引用误差 γ_n 来表示仪表准确程度,又称为满度相对误差:

$$\gamma_n = \frac{\Delta x}{x_m} \times (100\%) \quad (1-6)$$

其中 γ_n ——引用相对误差

Δx ——绝对误差

x_m ——仪表满刻度值

常用的电工仪表分为 ± 0.1 、 ± 0.2 、 ± 0.5 、 ± 1.0 、 ± 1.5 、 ± 2.5 、 ± 5.0 七级,表示引用相对误差的最大百分比。例如精度为 0.5 级的电压表,表示其最大引用相对误差为 $\pm 0.5\%$ 。

根据引用相对误差和仪表精度等级的概念我们可以正确地选用仪表的量程和精度。

如果某仪表精度等级为 N , 仪表满量程为 x_m , 被测量的真值为 x_0 , 则测量的绝对误差为

$$\Delta x \leq x_m \cdot N\% \quad (1-7)$$

测量的相对误差为:

$$\gamma \leq \frac{x_m \cdot N\%}{x_0} \quad (1-8)$$

从表达式可以看出:

(1) 当仪表等级 N 选定后, x_0 越接近 x_m , 相对误差 γ 越小, 测量越准确。因此尽量使被测量值在仪表满刻度的三分之二以上。

(2) 进行测量时不是仪表的等级越高越好。由(1-8)式可知当 γ 一定时仪表等级反比于 x_m/x_0 。如仪表量程太大, x_0 大大小于 x_m , 高等级的仪表也可能产生较大的相对误差。

我们根据测量误差的性质和特点, 可将测量误差分为系统误差、随机误差和过失误差三

大类:

1. 系统误差

如果在相同条件下对某一量进行多次重复测量,其误差值不变,或者在条件改变时按一定的规律变化,这种误差称为系统误差。由于系统误差具有一定的规律,可以根据系统误差的产生原因和变化规律,采用一定的技术措施来消除或削弱。

2. 随机误差

如果在相同条件下对同一量进行多次测量,其测量误差的数值和符号是随机变化的,这种测量误差称为随机误差。如果测量次数足够多,随机误差的平均值趋近于零。例如噪声干扰、热骚动等多种因素均会造成随机误差。对某一量进行一次性测量,其随机误差没有规律,不能预测,也不能用实验方法消除。但进行足够多次测量时随机误差具有以下规律:随机误差的绝对值具有有界性,不会超过一定的界限;随机误差具有对称性;在多次测量中随机误差具有抵偿性,如果取多次测量值的平均值,可以削弱或消除随机误差的影响。

3. 过失误差

过失误差又称为粗大误差,是指在一定测量条件下由于读数错误、记录错误、仪器故障、操作方法不当等原因造成的测量值显著偏离真值的误差。过失误差测得的数据称为坏值。特别在对某一量进行多次重复测量或进行平滑特性曲线测试时坏值是显而易见的,应该剔除。

§ 1.1.2 消除或减小系统误差的一般方法

一、系统误差的分析

系统误差是测量误差的一个重要方面,可以通过对它的分析、判别和处理,使之得到削弱或消除。对于系统误差没有通用的处理方法,但通常总涉及到以下几个方面:

(1) 设法检验系统误差是否存在

通常的测量误差包含系统误差和随机误差。在测量恒值系统误差时,可利用随机误差的抵偿特性,进行足够多次重复测试,测量误差的算术平均值即为系统误差值。通常用 ϵ 表示。对变值系统误差的判别就比上面的恒值系统误差困难。可以通过其它方法来分析。

(2) 产生系统误差的原因

消除系统误差的重要方法是在测量前尽可能消除产生系统误差的根源。对于不同的测试对象、不同的测量方法和不同的测试手段,产生系统误差的主要原因不同,具体问题要具体分析。通常产生系统误差有以下几个原因:

① 仪器误差

仪器误差指仪器本身存在的误差。仪器在出厂时必须保证其测量精度满足一定的技术指标。仪器的安装、使用不当也将使测量仪器出现附加误差。因此仪器在安装、调试后应进行校准,才能保证一定的测量精度。特别值得指出的是对测量仪器应定期进行检定和校准。通常应用标准计量进行校正。在实际工作中常用经过校正的高等级测量仪器作为计量标准,所测得的量值作为实际值。

②人为误差:

人为误差是由于测量人员主观因素造成的系统误差。例如测量者的错误读数习惯,不是垂直于仪表表面进行读数造成。又如人的生理分辨能力的限制带来的误差。此类误差可以通过提高测量人员素质,改进测量设备来消除或减小。

③方法误差或理论误差

通常由于测量方法不完善或依据的理论不严密造成。例如用电压表和电流表测量电阻两端的电压和流过电阻的电流时由于电表内阻的影响,采用不同的连接方法可能产生方法误差。

④测量环境变化,例如温度、湿度、电源电压变化等因素带来的误差。

二、减小系统误差的方法

除了在测量之前注意分析和避免产生系统误差的来源外,在测量过程中还可以采用一些专门的测量技术和测量方法来减小系统误差。消除固定误差主要有以下几种方法:

(1)零示法

本方法主要用于消除指示仪表不准造成的误差。主要工作原理是利用已知的标准量与被测量相抵消,使指示仪表为零,这时的被测量就等于已知的标准量。本方法的精确度只取决于标准量,而与指示仪表的读数准确度无关。在电子仪表中广泛使用的平衡电桥就是应用零示法进行测量。在测试电路中用过零检流计作为指示仪表,逐步提高检流计灵敏度可以提高测量精确度。

(2)代替法

代替法又称为置换法,其基本测量原理是保持测量条件不变,用一标准已知量去代替被测量,使两种情况下指标值不变,则被测量等于标准已知量。本方法排除了仪器误差和其它因素造成的系统误差。例如在Q表中测量电容就是利用代替法。

(3)交换法

本方法又称为误差抵消法或对照法。通常用于消除单一方向的系统误差。利用交换被测量在测量系统中的位置或测量方向,使两次测量所产生的系统误差符号相反,取两次测量值的平均值,即可大大削弱系统误差的影响。

(4)微差法

在前面的测量方法中标准量很难实现连续可变,因此很难做到使标准量与被测量完全相等。如果标准量与被测量的差别较小,可以采用微差法,使指标仪表的误差对测量结果的影响大大减弱。其基本原理如下:

设 x ——被测量

B ——和被测量相近的标准量

A ——被测量与标准量的微差。 A 的数值可由指示仪表读出。

由定义可写出:

$$\begin{aligned}x &= B + A \\ \frac{\Delta x}{x} &= \frac{\Delta B}{x} + \frac{\Delta A}{x} \\ &= \frac{\Delta B}{A + B} + \frac{A}{x} \frac{\Delta A}{A}\end{aligned}$$

由于 $A \ll B$ 可以认为 $A + B \approx B$ 则测量误差可以表示为:

$$\frac{\Delta x}{x} \approx \frac{\Delta B}{B} + \frac{A}{x} \cdot \frac{\Delta A}{A} \quad (1-9)$$

由公式(1-9)可见用微差法测量时,测量误差由两部分组成。其中 $\Delta B/B$ 为标准相对误差,一般情况下数值很小。第二部分是指示仪表的相对误差 $\Delta A/A$ 和系数 A/x 的乘积。系数 A/x 为微差与被测量之比,在微差较小的时远小于 1。因此测量误差 $\Delta x/x$ 将大大小于指示仪表误差 $\Delta A/A$ 。即采用微差法使指示仪表误差对测量的影响被大大地削弱。我们在对稳压电源的稳定度测试中就常采用微差法。

§ 1.1.3 测量数据有效数字的处理

通过测量得到的数据通常需要进行数据处理,进行误差分析、运算和整理。在进行数据处理中,必须正确进行有效数字的正确取舍。

一、有效数字的表示方法

在电子测量中测量数据往往是一个近似值。为了准确反应测量数据,必须要规定测量值的准确度。通常规定测量值的误差不得大于最后一位数字的一半。此时测量值从最左边第一位不为零的数值起至右边最后一位数值止都称为有效数字。例如:

测量值	有效数字位数
225.3V	四位有效数字
0.025V	两位有效数字
1.00A	三位有效数字
$12 \times 10^3 \text{k}\Omega$	两位有效数字
$12 \times 10^3 \text{k}\Omega$ 可以写为 $1.2 \text{M}\Omega$, 不能写为 $1200 \text{k}\Omega$	

二、有效数字的舍入规则

在进行数据处理时,如果需要 n 位有效数字,则对超过 n 位的数字就应根据舍入规则进行处理。传统的“四舍五入”方法是日常生活中常采用的。但这种方法产生的误差大,因此为了减小误差,当前广泛采用改进的“四舍五入”方法。其法则如下:

如果求保留 n 位有效数字,第 n 位以后的数字需作以下处理:

- (1) 小于第 n 位单位数字的 0.5 就舍掉;
- (2) 大于第 n 位单位数字的 0.5 就向第 n 位进 1;
- (3) 当保留 n 位有效数字以后的余数恰好为 n 单位数字的 0.5, 则当第 n 位数为偶数或零时就舍掉后面的数值;若第 n 位数值为奇数,则第 n 位数值加 1。

例如把下面数值的有效数字保留三位则:

37.45 $\longrightarrow$ 37.4 (第 4 位为 5 即第 3 位单位数字的 0.5, 同时第 3 位为偶数, 所以第 4 位值舍掉)

36.257 $\longrightarrow$ 36.3 (第 3 位以后的数为第 3 位单位数字的 0.57, 大于 0.5 所以向第 3 位进 1)

39036 $\longrightarrow$ 390×10^4 (第 3 位以后的数为第 3 位单位数字的 0.36, 小于 0.5 所以舍掉)

如:15.1111→50.00等)舍位以后为第3位单位数字的0.0,且第2位为奇数所以向第3位进1。

三、有效数字的规则

由于测量值均为近似值,测量结果的计算也是近似计算。怎样来处理运算结果,目前尚无统一的规定,通常一个测量结果用被测量的量值和不确定度共同表示,它们的最低位保持一致。例如电压值表示为 $1.23 \pm 0.05\text{V}$,电流值表示为 $3.15 \pm 0.03\text{A}$ 。

在对一个数值进行运算时往往不附加不确定度,但为了提高运算的准确程度,往往首先由误差(或不确定度)的大小来确定测量值的有效数字的最低位,然后测量时再在有效数字末位之后多取1~2位安全数字,运算完后再按舍入规则处理。

在作减法运算时,如果两个数相近应尽量多取几位有效数字或避免出现这种情况。

在作指数运算时,当指数的底远大于或小于1时,指数很小的变化都将产生很大的误差,此时指数应尽可能多保留几位有效数字。

在进行测量数据处理中,除了应用前面介绍的误差知识、掌握有效数值的舍入规则外还需要掌握处理非等精度测量数据的方法,了解最小二乘原理和回归分析方法。

§1.1.4 测量数据的图示知识

为了了解测量数据的规律、各物理量之间的关系和便于进行数据分析,常常用曲线来表示数据。我们仅在这里介绍绘制数据曲线的基本方法和注意事项:

(1)首先将测量数据的自变量、应变量、参变量以及测量条件列出数据表。

(2)正确选择坐标系统。常用的座标有直角座标和极座标。座标轴可以是线性刻度、对数刻度等。

(3)根据测量函数要求,在座标轴上标明自变量和应变量名称或符号,确定变量单位和刻度。曲线座标原点不一定为零,但必须标志清楚。

(4)每条测量曲线的测试数据点必须明确标注,可用空心圆、实心圆、十字形、三角形、正方形等符号标记,其中心与测量数据点相重合。同一条曲线的测试点用相同的标记符号,而对不同的曲线应采用不同的标记。

(5)用曲线板将测量数据点连接起来,形成光滑曲线。由于可能存在过失误差,对于明显偏离曲线的测试点可以不连入曲线之中,但也应画在图表上,以免丢失你没有意识到的跃变现象,特别对多次测量仍然存在的跃变点,在处理时更应谨慎。

(6)测量点的选择应根据曲线的具体形状而定。通常在曲线急剧变化的地方测量点适当选得密一点,而一些稳定不变区域测量点可以选择稀一点,不需要均匀分布。特别是对一些按指数规律变化的曲线更需要注意。因此在正式记录测试数据之前应先调节自变量,宏观观测曲线的变化规律,再确定测量点的分布。对于一些特殊点应选作为测试点,例如测量放大电路的幅频特性时频率座标应采用对数座标,在中频范围内可选用1~2个测试点。电平变化的半功率点(-3dB)应作为测试点,并在半功率点的左右还应加选测量点。图1-1是一个点典型的测量曲线。

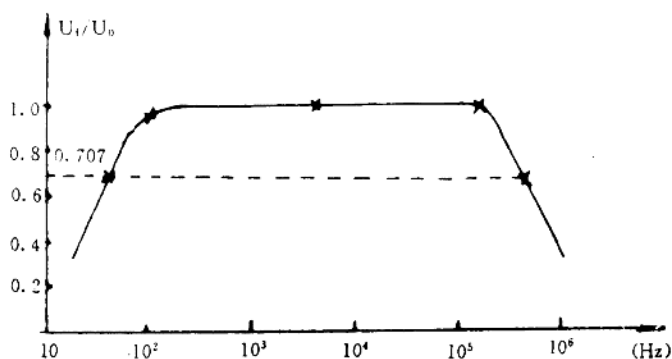


图 1-1 放大器的幅频特性曲线

§ 1.2 电子技术实验系统的基本组成和基本电子测量仪器的使用方法

§ 1.2.1 电子技术实验系统的基本组成

所谓电子技术实验系统仅仅是指电子技术实验基础课程所设及到的被测量系统和基本电子测量仪器。一个最基本的电子技术实验系统由以下几个基本部分组成：

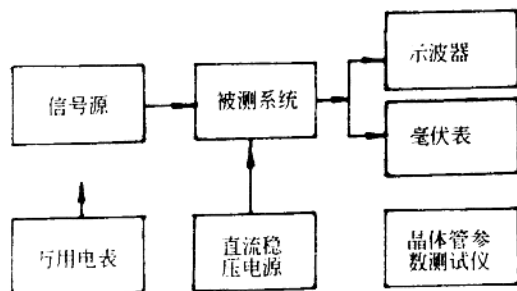


图 1-2 基本电子技术实验系统

一、被测系统

被测系统可以是无源网络或有源网络电路。在本书中的被测系统包含 RC 网络、单管放大器、负反馈放大器、集成功率放大器、运算放大器等等电路。但可以将它们都看成是一个黑匣子，同样进行测试。我们通常需要对它的输入特性、输出特性、传递函数（通常也称为放大倍数）、频率特性、失真度、输出功率、噪声等电特性进行测试。

二、基本电子仪器

1. 信号源

常用的信号源按功能分类有:正弦信号发生器、函数信号发生器、脉冲信号发生器、噪声信号发生器等。我们常用的正弦信号管生器又可分为低频信号发生器(又称音频信号发生器),和高频信号发生器。低频信号发生器的频率范围为 $1\text{Hz} \sim 100\text{kHz}$ 。高频信号发生器的频率范围一般为 $100\text{kHz} \sim 300\text{MHz}$ 。此外还有超低频信号发生器、超高频信号发生器和猝发信号发生器等类型。

当前函数发生器的使用日益广泛。由于函数发生器的频率范围宽、工作频率稳定,可以输出正弦波、三角波、锯齿波、方波、扫频波以及各种脉冲波形,因此可以同时用于模拟电路和数字电路实验之中。在实验教学中已得到广泛的应用。

2. 示波器

示波器是电子测量中的一种重要的综合测量仪器,可以用来测量连续电信号的幅度、频率、周期、相位差、调幅度等特性,也可以用来测量脉冲信号的脉冲宽度、上升时间、重复周期、峰值电压等参数。其突出特点是可以直观地观察信号的波形。示波器按功能分类有通用示波器、取样示波器、数字存贮示波器等。通用示波器又可按信号通道带宽分类,有 20MHz 、 40MHz 、 60MHz 、 100MHz 、 250MHz 等。按讯道可分为单踪、双踪和多踪。本书主要使用 20MHz 双踪示波器。示波器是我们使用的电子仪器中最常用的之一。其原理和使用方法,贯穿在我们全部教学活动之中。

3. 晶体管毫伏表

在低频信号检测中,放大——检波式晶体管毫伏表是测量正弦低频信号有效值的理想仪器。它的灵敏度高,频率范围宽,输入阻抗高。典型的晶体管毫伏表有 DA—16 型,其频率范围为 $20\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$;测量电压范围为 $10\mu\text{V} \sim 300\text{V}$;输入阻抗在 1kHz 时为 $1.5\text{M}\Omega$ 。

4. 直流稳压电源

直流稳压电源是将电网交流电源转换为被测电路所需要的稳定的直流电源的电子仪器。当前常用的直流稳压电源可分为串联型稳压电源和开关型稳压电源。彩色电视机、微型计算机中都是使用开关型稳压电源,而在实验室中使用的要求稳定度高、电压可调范宽的直流电源,多采用串联型稳压电源。此外从电路元件、结构上还可分为:分离电路稳压电源和集成稳压电源;固定电压稳压电源和可调式稳压电源。

5. 数字式万用电表

指针式万用表长期以来是一种最基本的测量工具。但近年来随着数字式万用表的发展,不但在测量精确度、直接读数和综合功能上具有绝对优势,在价格上也能够被接受。因此数字万用表已成为实验室中必备的基本工具。数字式万用表通常用来测量直流电压、交流电压、直流电流、电阻值等电参量。有的还可以用来测量半导体二极管、晶体管、电容等。

§ 1.2.2 常用电子测量仪器的使用方法

常用电子测量仪器的使用是本课程的一个重点。仪器的使用必须在大量的实践中才能掌握,因此我们从第一个实验起就教授常用电子仪器的使用方法,并通过多次实践使学生能正确使用和开发通用电子仪器功能。示波器的使用是实验教学中的一个重点和难点,因此我们在实验一中,重点介绍了示波器的组成、工作原理和使用方法。在其它实验中再将示波器作为主要测量工具。最后在实验十一中深化示波器测量技术的研究。

§ 1.3 实验室安全用电知识

§ 1.3.1 实验室供电系统

在电子技术实验室中供电是最基本的设施。通常实验用电应由动力电源电网供给。电子技术实验室供电,要求电网电压稳定,无干扰信号。例如不与电焊车间、电炉冶金车间等用户共线。同时实验室供电要有良好的供电保证,不能随意停电,应作为一级供电单位对待。

我国的低压电力网供电通常采用三相四线制,工频为 50Hz,相电压为 220V,线电压为 380V。在电子技术实验室中除三相电源实验和少数加工设备使用三相电源外,一般电子仪器均为单相供电。单相电源使用三芯电源插座:有地线、中线和相线三条线。在实验室供电中既要考虑三相供电的需要,还要考虑作为单相供电时三相电网的各相负载平衡。如图 1-3 所示:

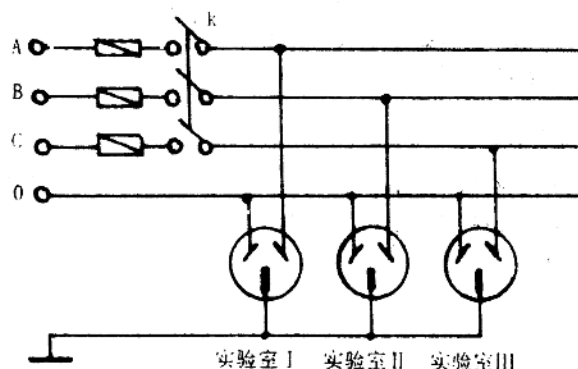


图 1-3 实验室供电平衡分配示意图

图中 A、B、C 为相线,也称为火线。O 为三相电源星形连接时的中点称为中线,由于中线往往与地连接也称为零线。而地线是为安全而设置的。虽然在供电平衡时均为零电位,但在电网供电不平衡时就可能产生较大的电位差。因此在使用时不得将零线和地线混接,以免出现触电危险。实验室地线的接地电阻不得大于 4Ω ,对于一些特殊场合接地电阻要求小于 1Ω 。

在电气设备中,保护接地或保护接零是一种安全措施。在中线接地的供电情况下,设备的金属外壳可以接零线,称为保护接零。中线不接地的供电,设备金属外壳必须接专门的地

线,称为保护接地。

在单相三芯电源插座上不得将中线与地线短接共用,如果电气设备的插头排序接反,就可能使设备外壳带电,出现触电危险。

§ 1.3.2 实验室供电配置

实验室的供电配置应根据实验室性质不同而有不同的要求。但各类实验室又具有一致的基本原则。我们以一个通用电子技术实验室为例来说明。实验室用电应分为三路。一路为实验室照明供电,通常由照明电源系统供电。第二路为实验用电,提供实验仪器、装置用电。第三路为专用设备供电,如电烘箱、台式电钻、空调设备等。三路电源均应分别控制。

各实验室的实验供电系统应包括以下几个部分组成:

1. 总配电板

各实验室电源进线处应设立总配电板或配电盘,工作时合上总闸,实验室工作人员离开时必须切断总电源。通常总配电板应设立在实验室进口处。总配电板上应装置保险丝盒和总电源开关,一般实验室多采用闸刀开关,新装修的实验室可采用空气开关。通常在总配电板上还要安装电源指示灯,用来显示是否正常供电或合闸。需要安装交流稳压电源的实验室,在总配电板上还必须安装交流稳压器的输入、输出插座。

2. 分配电板

为将电源接到实验桌上供教学使用,实验室周边墙上应安装分配电板。分配电板上应安装保险丝盒和开关(或闸刀开关),在个别实验桌出现故障或电源短路时,仅切断分电源而不影响全实验室用电。如果实验仪器直接由分配电板供电,配电板上应有足够的插座。在大型实验室中,由于仪器众多,通常再通过接线板供实验用电。

3. 实验室电源布线

实验电源布线,可以采用明线或暗线,但一定要敷设阻燃的穿线管道,不得使用瓷夹板或槽板,更不能直接将电源线埋入墙中。线径要足够粗,通常用 $4\sim 6\text{mm}^2$ 钢芯皮线。实验室中严禁乱接、乱拉电源线!