

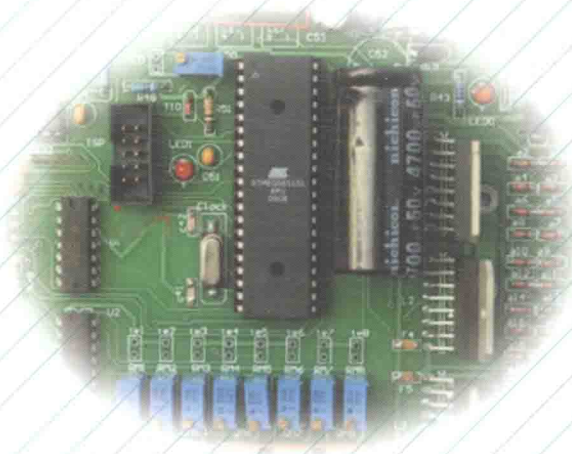


高职高专工科类精品教材

模拟电子技术实验教程

MONI DIANZI JISHU SHIYAN JIAOCHENG

主编◎陶玉贵



中国科学技术大学出版社



高职高专工科类精品教材

模拟电子技术实验教程

MONI DIANZI JISHU SHIYAN JIAOCHENG

主 编 陶玉贵

参加编写 (以姓氏笔画为序)

许美珏 吴年祥

周群利 曹爱飞

中国科学技术大学出版社

内 容 提 要

本书是根据高职高专模拟电子技术基础课程教学大纲有关实验教学的基本要求和当前教学改革的要求编写而成的。包括验证性实验、综合设计性实验和仿真实验,突出基础训练和对综合应用能力、创新能力以及计算机应用能力的培养。

全书由模拟电子技术实验基础及二极管电路、三极管及其放大电路、场效应管及其放大电路、负反馈放大器、集成运算放大电路、功率放大电路、信号产生电路、直流稳压电源、晶闸管可控整流电路、模拟电子技术综合设计实验、EDA 仿真技术及实验等 11 章和附录组成。

本书可作为高职高专院校电子、电气、通信、计算机、自动化、机电等专业“模拟电子技术实验”课程的教材,也可供相关专业的教师和从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验教程/陶玉贵主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-312-02609-6

I. 模… II. 陶… III. 模拟电路—电子技术—实验—高等学校:技术学校—教材 IV. TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 221641 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026
网址:<http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥义兴印务有限责任公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×960 mm 1/16

印张 15.75

字数 309 千

版次 2010 年 1 月第 1 版

印次 2010 年 1 月第 1 次印刷

定价 24.00 元

前 言

本书是根据教育部工科电工教学指导委员会关于高职高专模拟电子技术基础课程教学大纲的基本要求,同时总结了编者近几年的实践教学经验,并按照当前教学改革的要求编写而成的,可作为高职高专院校电子、电气、通信、计算机、自动化、机电等专业的教材,也可供相关专业的教师和从事电子技术工作的工程技术人员参考。

模拟电子技术实验是高职高专院校实践教学环节的一个重要组成部分,通过对这门课程的学习,学生可将电子技术基础理论与实际操作有机联系起来,同时在实际应用中加深对所学理论课程的理解和掌握,逐步培养和提高自己的实验能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力以及创新思维能力和理论联系实际的能力。基于以上目的编写的《模拟电子技术实验教程》具有以下特点:

(1) 以培养学生的实践动手能力为根本,加强基本技能的训练,注重实验实训的基础性,注重理论与实践的有机结合,突出教材的指导性和操作性。

(2) 体现以培养应用能力为目标的高职教学特点,着眼于学生实践技能和创新能力的培养。努力反映高技术,采用新器件,紧跟现代电子技术的发展,拓宽学生视野。

(3) 教材涵盖验证性实验、综合设计性实验和仿真实验,突出基础训练和综合应用能力以及计算机应用能力的培养。

(4) 实验课题新颖、实用。实验实训过程能体现数据的正确处理、误差分析,注重测量仪器的使用,注重电子电路中常见故障的分析、寻找及排除。

(5) 顺应现代电子技术的发展潮流,充分利用计算机的辅助设计能力,将实物实验与虚拟仿真实验有机地、紧密地结合起来。

全书由模拟电子技术实验基础及二极管电路、三极管及其放大电路、场效应管及其放大电路、负反馈放大器、集成运算放大电路、功率放大电路、信号产生电路、直流稳压电源、晶闸管可控整流电路、模拟电子技术综合设计实验、EDA 仿真技术及实验等 11 章和附录组成。每个实验后都有实验总结与思考。

本书由芜湖信息技术职业学院陶玉贵主编。第一、三章由安徽商贸职业技术学院许美珏编写,第二、九章和第十章的第一节由芜湖信息技术职业学院周群利编

写,第四章、第十章的第二节和附录由宿州职业技术学院曹爱飞编写,第五、八章由安徽国防科技职业学院吴年祥编写,第六、七、十一章和第十章的第三节至第五节由陶玉贵编写,全书由陶玉贵统稿。

本书在编写过程中得到中国科学技术大学出版社以及芜湖信息技术职业学院领导和老师的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,时间仓促,书中难免有疏漏或不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009年9月

目 录

| | |
|----------------------------|---------|
| 前言 | (i) |
| 第一章 模拟电子技术实验基础及二极管电路 | (1) |
| 第一节 常用电子元器件的识别与检测 | (1) |
| 第二节 常用电子仪器的使用 | (5) |
| 第三节 二极管应用电路 | (12) |
| 第二章 三极管及其放大电路 | (19) |
| 第一节 三极管特性的测试 | (19) |
| 第二节 共射极单管放大电路 | (23) |
| 第三节 射极跟随器 | (32) |
| 第四节 差动放大电路 | (37) |
| 第三章 场效应管及其放大电路 | (42) |
| 第一节 场效应管的识别与特性测试 | (42) |
| 第二节 场效应管放大电路 | (50) |
| 第四章 负反馈放大器 | (56) |
| 第一节 电压串联负反馈电路 | (56) |
| 第二节 电流串联负反馈电路 | (64) |
| 第五章 集成运算放大电路 | (69) |
| 第一节 比例求和运算电路 | (69) |
| 第二节 积分和微分电路 | (77) |
| 第三节 集成有源滤波器 | (81) |
| 第四节 电压比较器 | (92) |
| 第六章 功率放大电路 | (97) |
| 第一节 OTL 功率放大器 | (97) |
| 第二节 集成功率放大器 | (102) |

| | |
|------------------------------|-------|
| 第七章 信号产生电路 | (108) |
| 第一节 RC 正弦波振荡器 | (108) |
| 第二节 LC 正弦波振荡器 | (113) |
| 第三节 压控振荡器 | (117) |
| 第四节 非正弦波发生器 | (120) |
| 第八章 直流稳压电源 | (125) |
| 第一节 晶体管串联稳压电源 | (125) |
| 第二节 集成稳压器 | (133) |
| 第九章 晶闸管可控整流电路 | (143) |
| 第十章 模拟电子技术综合设计实验 | (148) |
| 第一节 报警电路设计 | (148) |
| 第二节 声光双控节电灯设计 | (151) |
| 第三节 温度监测与控制电路设计 | (156) |
| 第四节 简易万用电表的设计 | (164) |
| 第五节 函数信号发生器设计 | (170) |
| 第十一章 EDA 仿真技术及实验 | (177) |
| 第一节 Multisim 2001 概述 | (177) |
| 第二节 Multisim 的菜单命令和器件库 | (183) |
| 第三节 Multisim 中仪器仪表的使用 | (196) |
| 第四节 Multisim 2001 仿真实例 | (207) |
| 附录一 常用阻、容元件使用知识 | (222) |
| 附录二 半导体器件识别和型号命名法 | (232) |
| 附录三 模拟集成电路简介 | (237) |
| 参考文献 | (243) |

第一章 模拟电子技术实验基础及 二极管电路

学习目标

- ◇ 理解常用电子电路元器件的特性、使用方法及应用注意事项。
- ◇ 掌握常用电子测量仪器的使用方法。
- ◇ 掌握由二极管构成的几种典型应用电路的分析方法。

第一节 常用电子元器件的识别与检测

一、实验目的

- (1) 学会识别电阻器、电容器、电感器的种类、符号、标志。
- (2) 掌握使用万用表等仪器检测电阻器、电容器、电感器的一般方法。

二、实验原理

1. 电阻器、电容器的识别与检测

本实验内容涉及的电阻器、电容器的识别与检测方法详见附录 1 常用阻、容元件使用知识。

2. 电感器的识别与检测

(1) 电感器的分类

电感器一般由线圈构成。为了增加电感量 L , 提高品质因素 Q 和减小体积, 通常在线圈中加入软磁性材料的磁芯。

根据电感器的电感量是否可调, 电感器分为固定、可变和微调电感器。可变电感器的电感量可利用磁芯在线圈内移动而在较大的范围内调节。它与固定电容器

配合使用于谐振电路中起调谐作用。微调电感器可以满足整机调试的需要和补偿电感器生产中的分散性,调好后,一般不再变动。

根据电感器的结构可分为带磁芯、铁芯和磁芯有间隙的电感器等,它们的符号如图 1.1 所示。

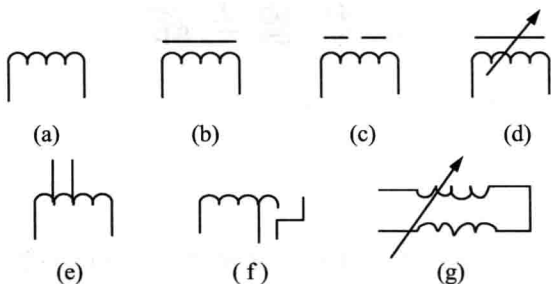


图 1.1 电感器的符号

- (a) 电感器线圈 (b) 带磁芯、铁芯的电感器
 (c) 磁芯有间隙的电感器 (d) 带磁芯连续可调电感器
 (e) 有抽头电感器 (f) 步进移动触点的可变电感器 (g) 可变电感器

除此之外,还有一些小型电感器,如色码电感器、平面电感器和集成电感器等,可满足电子设备小型化的需要。

(2) 电感器的主要性能指标

① 电感量 L

电感量是指电感器通过变化电流时产生感应电动势的能力。其大小与磁导率 μ 、线圈单位长度中的匝数 n 以及体积 V 有关。当线圈的长度远大于直径时,电感量

$$L = \mu n^2 V \quad (1.1)$$

电感量的常用单位为 H(亨利)、mH(毫亨)、 μ H(微亨)。

② 品质因数 Q

品质因数 Q 反映电感器传输能量的本领。 Q 值越大,传输能量的本领越大,即损耗越小。一般要求 $Q=50\sim 300$ 。

$$Q = \frac{\omega L}{R} \quad (1.2)$$

其中: ω 为工作角频率;

L 为线圈电感量;

R 为线圈电阻。

③ 额定电流

额定电流主要对高频电感器和大功率调谐电感器而言。通过电感器的电流超

过额定值时,电感器将发热,严重时会烧坏。

(3) 电感器的简单测试

测量电感的方法与测量电容的方法相似,也可以用电桥法、谐振回路法。常用测量电感的电桥有海氏电桥和麦克斯韦电桥。

三、实验设备与器件

- (1) 指针式万用表。
- (2) 不同类型的电阻器、电容器、电感器若干。

四、实验内容与步骤

1. 电阻器的测量

(1) 选择 5 只不同的电阻器,用指针式万用表判别上述各电阻器的阻值,看测量阻值是否与标称阻值相符,填入表 1.1 中。

表 1.1 电阻器的测量

| 序号 | 电阻标称阻值 | 电阻测量阻值 | 误差 |
|----|--------|--------|----|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

2. 电容器的测量

(1) 固定电容器的检测

检测电容是否存在短路与断路现象。

(2) 电解电容器的检测

极性判断:两次测量中漏电阻小的一次,黑表笔所接为负极。

漏电流及性能测量的判断:万用表的黑表笔接电容器的正极,红表笔接电容器的负极,此时表针迅速向右摆动,然后慢慢退回,待指针不动时其指示的电阻值越大表示电容器的漏电流越小;若指针根本不向右摆,说明电容器内部已断路或电解质已干涸而失去容量,如图 1.2 所示。

选择 3 只不同的电解电容,用万用表检测它们的极性及漏电阻,填入表 1.2 中。

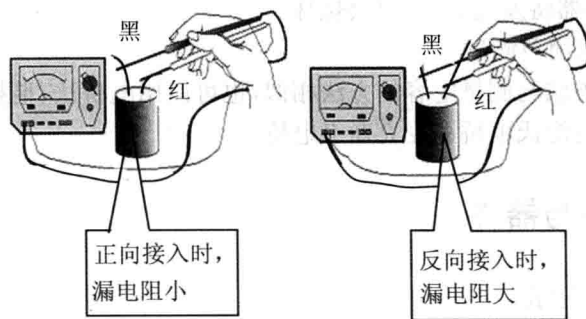


图 1.2 电容器的测试方法

表 1.2 电解电容的识别与漏电阻的检测

| 序号 | 电容标称容值 | 万用表挡位选择 | 漏电阻 |
|----|--------|---------|-----|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

3. 电感器的测量

用万用表的欧姆挡测量线圈的直流电阻,若为无穷大,说明线圈(或与引出线间)有断路;若为零,则线圈被完全短路。

五、实验报告

(1) 按实验目的、实验原理、实验内容及主要步骤、有关的数据记录及处理、问题讨论等内容,撰写实验报告。

(2) 总结色环电阻的读数方法、电容好坏的检测方法和极性的判别方法,电感器好坏的判别方法。

六、实验总结与思考

(1) 测量电阻前,万用表为什么要调零?

(2) 检测电容时依据的原理是什么?

第二节 常用电子仪器的使用

一、实验目的

(1) 掌握万用表、示波器、函数信号发生器、频率计、交流毫伏表、直流稳压电源等常用电子仪器的操作和使用。

(2) 掌握用双踪示波器观察各种信号的波形;用示波器测量交流电压的幅值、频率、相位等参数的方法。

二、实验原理

在模拟电子技术实验中,用来测量分析电路动、静态特性和工作状况的常用电子仪器有:万用表、示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表和频率计等。

实验中要对各种电子仪器进行综合使用,可按照信号流向,以连线简洁、调节顺手、观察与读数方便等原则进行合理布局,各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1.3 所示。接线时应注意,为防止外界干扰,各仪器的公共接地端应连接在一起,称共地。信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线,示波器接线使用专用电缆线,直流电源的接线用普通导线。

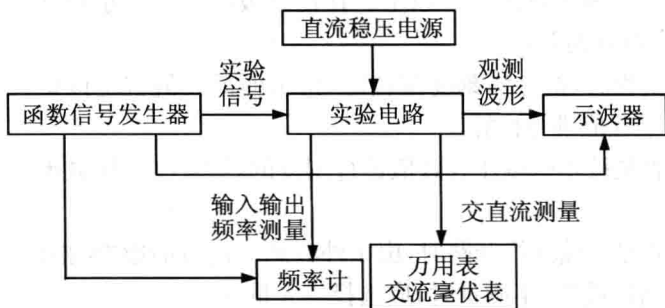


图 1.3 模拟电子技术实验中常用电子仪器连接图

1. 万用表

万用表是一种最常用的测量仪表,又叫多用表、三用表、复用表,是一种多功能、多量程的测量仪表,一般可测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电

平等,有的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体的 β 值等参数。在模拟电子技术实验中,主要用来测量电路的静态工作点和直流信号的值。因具有结构简单、使用方便、测量范围广、便于携带等特点,在电路的安装、调试、维修工作中被广泛使用。

2. 直流稳压电源

直流稳压电源主要为实验电路提供电能,在模拟电子技术实验中常用的有 $\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 9\text{ V}$ 、 $\pm 12\text{ V}$ 等。

3. 函数信号发生器

函数发生器是一种能产生多种波形的信号发生器,为实验电路提供各种幅值和频率的输入信号。可以输出正弦波、方波或三角波等,是一种用途广泛的通用设备。通过输出衰减开关和输出幅度调节旋钮可使输出电压在毫伏级到伏级范围内连续调节。函数信号发生器的输出信号频率可以通过频率分挡开关进行调节。

函数信号发生器作为信号源,它的输出端不允许短路。

4. 交流毫伏表

交流毫伏表在模拟电子技术实验中主要用于测量实验电路的交流输入、输出信号的有效值。交流毫伏表只能在其工作频率范围内用来测量正弦交流电压的有效值。

交流毫伏表的使用方法及注意事项如下:

(1) 机械调零:在未打开电源前,指针应指在零点,否则要调节“机械零”调节螺丝,使指针位于零点。

(2) 选择适当量程:一般是从大的量程开始,向小的量程逐渐减小,选择的量程应使指针偏转至满刻度的 $1/3$ 以上。在比较被测信号大小时,应尽可能选择同一量程,以减小测量误差。

(3) 选定量程后,指针满刻度偏转时,指示的最大值就是该量程值,实际测量时根据满刻度量程值进行换算。

(4) 毫伏表是按正弦电压有效值进行刻度的,如被测电压波形不是正弦波,则会引起很大误差。

(5) 毫伏表输入端连线开路时,由于外界感应信号的影响,指针可能超限量偏转。为了避免指针撞弯,不测量时,应选择较大量程。

5. 双踪示波器

示波器是一种能直接观察各种电信号波形并可测量电信号的幅度、频率、周期、相位、脉冲宽度、上升和下降时间等参数的电子测量仪器。它不仅能观测电路的动态过程,还能对一些能转化成电信号的非电量进行观测,因而它还是一种应用非常广泛的、通用的电子测量仪器。

双踪示波器的操作方法简介如下:

(1) 寻找扫描光迹。将示波器 Y 轴显示方式置“Y₁”或“Y₂”,输入耦合方式置“GND”,开机预热后,若在显示屏上不出现光点和扫描基线,可按下列操作去找到扫描线:① 适当调节亮度旋钮。② 触发方式开关置“自动”。③ 适当调节垂直(↑↓)、水平(←→)“位移”旋钮,使扫描光迹位于屏幕中央(若示波器设有“寻迹”按键,可按下“寻迹”按键,判断光迹偏移基线的方向)。

(2) 双踪示波器一般有 5 种显示方式,即“CH1”、“CH2”、“CH1+CH2”3 种单踪显示方式和“交替”、“断续”2 种双踪显示方式。“交替”显示一般适宜于输入信号频率较高时使用。“断续”显示一般适宜于输入信号频率较低时使用。

(3) 为了显示稳定的被测信号波形,“触发源选择”开关一般选为“内”触发,使扫描触发信号取自示波器内部的 Y 通道。

(4) 触发方式开关通常先置于“自动”,调出波形后,若被显示的波形不稳定,可置触发方式开关于“常态”,通过调节“触发电平”旋钮找到合适的触发电压,使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。

有时,由于选择了较慢的扫描速率,显示屏上将会出现闪烁的光迹,但被测信号的波形不在 X 轴方向左右移动,这样的现象仍属于稳定显示。

(5) 适当调节“扫描速率”开关及“Y 轴灵敏度”开关使屏幕上显示 1~2 个周期的被测信号波形。在测量幅值时,应注意将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底,且听到关的声音。在测量周期时,应注意将“X 轴扫速微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底,且听到关的声音。还要注意“扩展”旋钮的位置。

根据被测波形在屏幕坐标刻度上垂直方向所占的格数(div 或 cm)与“Y 轴灵敏度”开关指示值(V/div)的乘积,即可算得信号幅值的实测值。根据被测信号波形一个周期在屏幕坐标刻度水平方向所占的格数(div 或 cm)与“扫速”开关指示值(t/div)的乘积,即可算得信号频率的实测值。

三、实验设备与器件

- (1) 万用表(数字式或指针式)。
- (2) 双踪示波器。
- (3) 函数信号发生器。
- (4) 交流毫伏表。
- (5) 直流稳压电源。
- (6) 频率计。

(7) 电阻器 $10\text{ k}\Omega$, 电容器 $0.01\text{ }\mu\text{F}$ 。

四、实验内容与步骤

1. 直流稳压电源与万用表的使用

接通直流稳压电源开关, 通过粗调和细调调节使两路电源分别输出 $\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 12\text{ V}$ 和 $\pm 24\text{ V}$ 的直流电压, 用万用表“DC”挡测量输出电压的值, 将测量结果填入表 1.3 中。

表 1.3 万用表测量稳压电源的输出电压

| | | | | | | |
|-------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 稳压电源输出电压(V) | +5 | -5 | +12 | -12 | +24 | -24 |
| 万用表测量电压(V) | | | | | | |

2. 函数信号发生器与交流毫伏表的使用

调节函数信号发生器使之输出频率为 1 kHz 的正弦波, 调节“输出调节”旋钮, 使输出电压幅值为 5 V , 然后分别置衰减开关于 0 dB 、 10 dB 、 20 dB 、 30 dB 、 40 dB 、 60 dB , 用交流毫伏表分别测出相应的电压值, 记入表 1.4 中。

表 1.4 交流毫伏表测量信号发生器的输出电压

| | | | | | | |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 函数信号发生器衰减级别 | 0 dB | 10 dB | 20 dB | 30 dB | 40 dB | 60 dB |
| 交流毫伏表测量值 | | | | | | |

3. 示波器的使用

(1) 双踪示波器扫描基线的调节

将示波器的显示方式开关置于“单踪”显示(CH1 或 CH2), 输入耦合方式开关置“GND”, 触发方式开关置于“自动”。开启电源开关后, 调节“辉度”、“聚焦”、“辅助聚焦”等旋钮, 使荧光屏上显示一条细而且亮度适中的扫描基线。然后调节“X 轴位移”和“Y 轴位移”旋钮, 使扫描线位于屏幕中央, 并且能上下左右移动自如。

(2) 机内“校正信号”波形的测试

将示波器的“校正信号”通过专用电缆线引入选定的 Y 通道(CH1 或 CH2), 将 Y 轴输入耦合方式开关置于“AC”或“DC”, 触发源选择开关置“内”, 内触发源选择开关置“CH1”或“CH2”。调节 X 轴“扫描速率”开关(t/div)和 Y 轴“输入灵敏度”开关(V/div), 使示波器显示屏上显示出一个或数个周期稳定的方波波形。

① 校准“校正信号”幅度

将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置“校准”位置, “Y 轴灵敏度”开关置适当位置, 读取校正信号幅度, 记入表 1.5 中。

② 校准“校正信号”频率

将“扫速微调”旋钮置“校准”位置，“扫速”开关置适当位置，读取校正信号周期，记入表 1.5 中。

表 1.5 示波器机内校正信号的测试

| 参数 | 标称值 | 测量值 |
|--------------|----------------------|-----|
| 幅值 U_{P-P} | 1 V | |
| 频率 f | 1 kHz | |
| 上升沿时间 | $\leq 2 \mu\text{s}$ | |
| 下降沿时间 | $\leq 2 \mu\text{s}$ | |

③ 测量“校正信号”的上升时间和下降时间

调节“Y 轴灵敏度”开关及微调旋钮，并移动波形，使方波波形在垂直方向上正好占据中心轴，且上、下对称，便于阅读。通过扫速开关逐级提高扫描速度，使波形在 X 轴方向扩展(必要时可以利用“扫速扩展”开关将波形再扩展 10 倍)，并同时调节触发电平旋钮，从显示屏上清楚地读出上升时间和下降时间，记入表 1.5 中。

(3) 交流信号电压与频率的测量

调节函数信号发生器使之输出频率分别为 100 Hz、1 kHz、10 kHz、100 kHz，有效值均为 5 V(交流毫伏表测量值)的正弦波信号。

改变示波器“扫速”开关及“Y 轴灵敏度”开关等位置，使示波器显示屏上能观测到完整、稳定的正弦波，测量信号发生器输出电压频率及峰-峰值，记入表 1.6 中。

表 1.6 示波器测量交流信号电压与频率的实验数据

| 信号电压频率 | | 100 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|----------------------------|-----------------------|--------|-------|--------|---------|
| 示 波 器 测 量 值 | 示波器 t/div 位置 | | | | |
| | 一个信号周期占有水平格数 | | | | |
| | 周期(ms) | | | | |
| | 频率(Hz) | | | | |
| | 示波器 V/div 位置 | | | | |
| | 信号峰-峰波形占有垂直格数 | | | | |
| | 峰-峰值(V) | | | | |
| | 有效值(V) | | | | |
| | 交流毫伏表测量值 | | | | |

(4) 交流信号相位的测量

测量两个频率相同信号之间的相位关系时,应把“显示方式”开关置于“交替”或“断续”工作状态,用内触发形式启动扫描。

① 按图 1.4 连接实验电路,调节函数信号发生器使之输出频率为 1 kHz,幅值为 2 V 的正弦波信号,经 RC 移相网络获得频率相同但相位不同的两路信号 u_i 和 u_R ,分别连接到双踪示波器的 CH1 和 CH2 输入端。

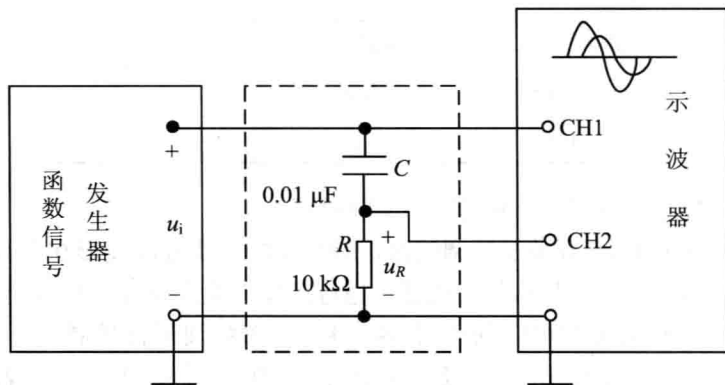


图 1.4 两波形间相位差测量电路

为便于稳定波形,比较两波形相位差,应使内触发信号取自被设定作为测量基准的一路信号。

② 把显示方式开关置“交替”挡位,将 CH1 和 CH2 输入耦合方式开关置“⊥(接地)”挡位,调节 CH1、CH2 的移位旋钮,使两条扫描基线重合。

③ 将 CH1、CH2 输入耦合方式开关置“AC”挡位,调节触发电平、扫描速度开关及 CH1、CH2 灵敏度开关位置,使在荧屏上显示出易于观察的两个相位不同的正弦波形 u_i 及 u_R ,如图 1.5 所示。根据两波形在水平方向差距 X 及信号周期 X_T ,则可求得两波形相位差为

$$\theta = \frac{X(\text{div})}{X_T(\text{div})} \times 360^\circ \quad (1.3)$$

式中: X_T 为信号一个周期所占格数, X 为两波形在 X 轴方向差距格数。

测量两波形相位差记入表 1.7 中。

五、实验报告

- (1) 整理实验数据,并将记录填入表格,分析产生误差的原因。
- (2) 总结各常用电子仪器的主要性能指标、功能、使用范围及使用注意事项。