

高等学校试用教材

电路实验指导书

华中工学院电工基础教研室 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系根据《高等工业学校电路教学大纲》(草案)编写的,并于1981年经电工教材编审委员会电路理论及信号分析小组评选、审订,作为高等工业学校电类(不包括无线电技术类)各专业试用教材。

本书编入电路实验22个,除了传统的实验内容外,还适当编入了若干较为新颖的内容。主要内容有:元件特性的伏安测量法和示波测量法;示波器与信号发生器的使用;线性有源一端口网络等效参数的测定;叠加定理和互易定理;交流参数的测定(三表法和电桥法);功率因数的提高;互感;串联谐振电路;三相星形联接电路;三相功率的测量;一阶电路响应;二阶电路响应与状态轨迹;冲激响应与正弦响应;二端口网络参数的测定;运算放大器和受控电源;负阻抗变换器及其应用;无源滤波器和有源滤波器;回转器;无损耗传输线上的电压分布;无损耗均匀传输线上的波过程等。此外,还有两个附录:电测量指示仪表概论,若干仪器设备及使用方法简介。

高等学校试用教材

电路实验指导书

华中工学院电工基础教研室 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 215,000

1983年1月第1版 1983年6月第1次印刷

印数 00,001—24,000

书号 15010·0468 定价 0.94 元

目 录

电路实验课概论	1
实验一 元件特性的伏安测量法	5
实验二 示波器和信号发生器的使用	9
实验三 元件特性的示波测量法	11
实验四 线性有源一端口网络等效参数的测定	14
实验五 叠加定理和互易定理	17
实验六 交流参数的测定(一)——三表法	20
实验七 交流参数的测定(二)——电桥法	23
实验八 功率因数的提高	24
实验九 交流电路中的互感	28
实验十 串联谐振电路	32
实验十一 三相星形联接电路	36
实验十二 三相电路功率的测量	38
实验十三 一阶电路的响应	41
实验十四 二阶电路的响应与状态轨迹	45
实验十五 冲激响应与正弦响应	48
实验十六 二端口网络参数的测定	53
实验十七 运算放大器和受控电源	56
实验十八* 负阻抗变换器及其应用	62
实验十九* 无源滤波器和有源滤波器	68
实验二十 回转器	75
实验二十一 无损耗传输线上的电压分布	79
实验二十二 无损耗均匀传输线上的波过程	81
附录一 电测量指示仪表概论	85
I 电测量指示仪表的基本知识	85
II 磁电系仪表	94
III 万用表	98
IV 电磁系仪表	100
V 电动系仪表	104
VI 电桥	114
VII 直流电位差计	123
VIII 测量方法及测量误差	128
附录二 若干仪器设备及使用方法简介	136

I	晶体管直流稳压电源·····	136
II	示波器及其基本测量方法·····	136
III	信号发生器·····	142
IV	调压变压器·····	142
V	电子管电压表和晶体管电压表·····	143

电路实验课概论

任何自然科学理论离不开实践。科学实验是科学技术得以发展的重要保证,是研究自然科学的手段。对于电路课程来说,要在系统学习本学科基础理论知识的基础上加强基本实验技能的训练,实验课则是这种技能训练的重要环节。

一、实验目的

1. 进行实验基本技能的训练。
2. 巩固、加深并扩大所学到的理论知识,培养运用基本理论分析、处理实际问题的能力。
3. 培养实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风和良好的实验习惯。

二、对实验技能的要求

根据《电路教学大纲》(草案),通过电路实验课,学生在实验技能方面应达到下列要求:

1. 正确使用电流表、电压表、万用表、功率表以及常用的一些电工实验设备;学会使用示波器、信号发生器、晶体管稳压电源、电子管电压表或晶体管电压表等电子仪器。
2. 按电路图连接实验线路和合理布线,能初步分析并排除故障。
3. 认真观察实验现象,正确地读取数据并加以检查和判断,正确书写实验报告和分析实验结果。
4. 正确地运用实验手段来验证一些定理和结论。

此外,还要求具有根据实验任务确定实验方案、设计线路和选择仪器设备的初步能力。

三、实验课进行方式

实验课一般分课前预习、进行实验和课后作实验报告三个阶段。各个阶段的要求如下:

1. 课前预习

实验能否顺利进行和收到预期的效果,很大程度上取决于预习准备得是否充分。因此,要求在预习时仔细阅读实验指导书和其它参考资料,明确实验的目的、任务,了解实验的基本原理以及实验线路、方法、步骤;清楚实验中要观察哪些现象,记录哪些数据和注意哪些事项。

学生只有认真做好预习后才能到实验室做实验,预习不合格者,不得进行实验。

2. 进行实验

良好的工作方法和操作程序,是使实验顺利进行的有效保证。一般实验按照下列程序进行:

(1) 教师在实验前讲授实验要求及注意事项。

(2) 学生到指定桌位上作实验,先作好三件事:

(i) 按设备清单清点设备。注意仪器设备的类型、规格和数量,辅助设备是否齐全,同时了解设备的使用方法。

(ii) 做好记录的准备工作。

(iii) 桌面的整洁工作。暂时不用的设备整齐地放在一边,仪器盖布、罩布叠放整齐。

(3) 接好实验线路。经自查无误并请教师复查同意后才能合上电源。

(4) 操作、观察现象、读数、记录与审查数据。

(5) 结尾工作

完成全部规定的实验项目,先自己查核实验数据,再经教师复查并在原始记录纸上签字通过后,方可进行下列结尾工作:

(i) 拆线。

(ii) 作好仪器设备、桌面和环境的清洁整理工作。

(iii) 经教师同意后方可离开实验室。

3. 实验报告

实验报告是实验工作的全面总结,要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。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,讨论深入。

报告纸采用学校规定的格式,实验报告除填好报告纸上各栏外,一般应包括如下几项:

(1) 实验目的;

(2) 实验任务;

(3) 实验原理;

(4) 实验线路;

(5) 注意事项;

(6) 数据图表及计算示例;

(7) 实验结果的分析处理(包括结论、分析讨论、收获体会及意见);

(8) 问题回答。

学生作完实验之后,应及时写好实验报告,不交报告者不得进行下一次实验。

四、几个问题的说明

1. 人身安全和设备安全

要求切实遵守实验室的各项安全操作规程,以确保实验过程中的安全。例如:

不擅自接通电源。

不触及带电部分,遵守“先接线后合电源,先断电源后拆线”的操作程序。

发现异常现象(声响、发热、焦臭等)应立即断开电源,保持现场,报告指导教师。造成仪器设备损坏者,需如实填写事故报告单。

注意仪器设备的规格、量程和操作规程,不了解性能和用法时不得随意使用该设备。

搬动仪器设备时,必须轻拿轻放。保持仪器设备的表面清洁。

2. 线路的联接

从准备连线到合上电源前要求做好下列工作:

(1) 选择设备

注意设备容量、参数要适当,工作电压、电流不能超过额定值。仪表种类、量程、准确度等级要合适。尽可能要求测量仪表对被测电路工作状态影响最小。

(2) 合理布局

合理布局的原则是：安全、方便、整齐、防止相互影响。

(3) 正确连线

联接线路的原则是：

(i) 根据电路的结构特点, 选择合理的接线步骤, 一般是“先串后并”, “先分后合”或“先主后辅”。

(ii) 接线前先弄清楚电路图上的节点与实验电路中各元件的接头的对应关系。

(iii) 养成良好的接线习惯, 走线要合理, 导线的长短粗细要合适, 防止连线短路, 接线片不宜过于集中于某一点, 电表接头上非不得已不接两根导线, 接线松紧要适当。

(4) 仔细调整

调整的内容有：电路参数要调整到实验所需值, 分压器、调压器等可调设备的起始位置要放在最安全处, 仪表指零要调好。

3. 操作、观察、读数和记录

注意同组之间的分工配合, 操作前要做到心中有数, 目的明确。

操作时要注意：手合电源, 眼观全局, 先看现象, 再读数据。

读数前要弄清仪表量程及刻度, 读数时注意姿势正确, 要求“眼、针、影成一线”。

记录要求完整清晰, 力求表格化, 一目了然。要合理取舍有效数字(最后一位为估计数字)。

数据必须记在规定格式的原始记录纸上, 要尊重原始记录, 实验后不得随便涂改。交报告时须将原始记录一起附上。

4. 图表、曲线的绘制

报告中的所有图表、曲线均按工程画要求绘制。

波形、曲线一律画在坐标纸上。比例要适当, 坐标轴上应注明物理量的符号和单位。标明比例和波形、曲线的名称。

作曲线时要用曲线板绘制, 力求曲线光滑。

5. 故障的检查

实验中常会遇到因断线、接错线等原因造成的故障, 使电路工作不正常, 严重时还会损坏设备, 甚至危及人身安全。

为了防止错接线路而造成的故障, 应按照线路合理布局, 认真接线, 接完线路后一定要经过仔细检查, 包括同学互查和教师复查。确认无误后方可合上电源。

实验所用电源一般都是可调的, 实验时电压应从零缓慢上升, 同时注意仪表指示是否正常, 有无声响、冒烟、焦臭味及设备发烫等异常现象; 一旦发现上述异常现象, 应立即切断电源, 或把电源电压的调节手轮(或旋钮)退到零位再切断电源。然后根据现象分析原因, 查找故障。

处理故障的一般步骤是：

(1) 若电路出现严重短路或其它可能损坏设备的故障时, 应立即切断电源查找故障。不属于上述情况者可以用电压表带电检查, 一般首先检查接线是否正确。

(2) 根据出现的故障现象和电路的具体结构判断故障的原因, 确定可能发生故障的范围。

(3) 逐步缩小故障范围, 直到找出故障点为止。

检查电路故障时可以用以下两种方法:

(1) 电压表法

带电(或降低电源电压)用电压表测量可能产生故障的各部分电压。根据电压的大小和有无, 判断电路是否正常。

(2) 欧姆表法

断开电源, 检查各支路是否连通, 元件是否良好。

总之, 只要认识实验的目的和意义, 按照上述要求认真地做好每一个实验, 一定能收到预期的效果。

实验一 元件特性的伏安测量法

一、实验目的

1. 研究实际独立电源的外特性。
2. 学习用电压表、电流表测定独立电源和电阻元件的伏安特性。

二、原理与说明

1. 独立电源和电阻元件的伏安特性可以用电压表、电流表测定,称为伏安测量法(伏安表法)。伏安表法原理简单,测量方便,同时适用于非线性元件伏安特性的测定。由于仪表的内阻会影响到测量的结果,因此,必须注意仪表的合理接法^①。

2. 理想电压源的端电压 $u_s(t)$ 是确定的时间函数,而与流过电源的电流大小无关。如果 $u_s(t)$ 不随时间变化(即为常数),则该电压源称为直流理想电压源 U_s , 其伏安特性曲线如图 1-1 中曲线 a 所示。实际电压源的特性曲线如图 1-1 中曲线 b 所示,它可以用一个理想电压源 U_s 和电阻 R_s 相串联的电路模型来表示(图 1-2)。显然, R_s 越大,图 1-1 中的角 θ 也越大,其正切的绝对值代表实际电压源的内阻值 R_s 。

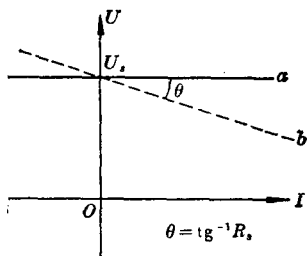


图 1-1

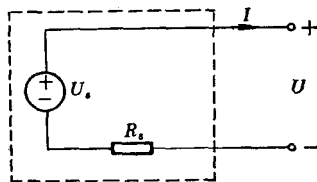


图 1-2

3. 理想电流源向负载提供的电流 $i_s(t)$ 是确定的时间函数,与电源的端电压大小无关。如果 $i_s(t)$ 不随时间变化(即为常数),则该电流源称为直流理想电流源 I_s , 其伏安特性曲线如图 1-3 中曲线 a 所示。实际电流源的伏安特性曲线如图 1-3 中曲线 b 所示,它可以用一个理想电流源 I_s 和电导 G_s 相并联的电路模型来表示(图 1-4)。显然, G_s 越大,图 1-3 中的 θ 角也越大,其正切

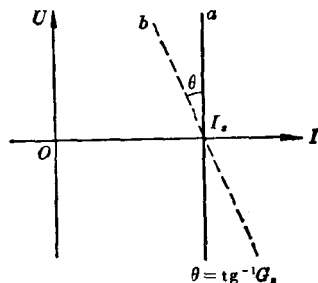


图 1-3

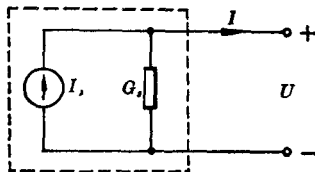


图 1-4

^① 参见本实验思考题 2。

的绝对值代表实际电流源的电导值 G_s 。

4. 电阻元件的特性可以用该元件两端的电压 u 与流过元件的电流 i 的关系来表征。在 $u \sim i$ 坐标平面上, 线性电阻的特性为一条通过原点的直线。

5. 对于非线性电阻元件, 可以分为下述三种类型:

(1) 若元件的端电压是流过该元件电流的单值函数, 则称为电流控制型电阻元件, 示例的特性曲线见图 1-5a。

(2) 若流过元件的电流是该元件端电压的单值函数, 则称为电压控制型电阻元件。示例的特性曲线见图 1-5b。

(3) 若元件的伏安特性曲线是单调增加或减小的, 则该元件既是电流控制型又是电压控制型的电阻元件, 示例的特性曲线见图 1-5c。

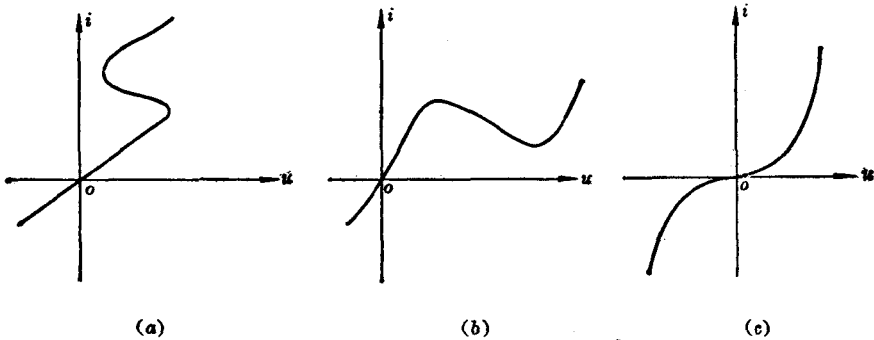


图 1-5

用伏安表法测定非线性电阻元件的伏安特性时, 若是电压(或电流)控制型的, 则要选取电压(或电流)作自变量。

三、任务与方法

1. 测定实际电压源的伏安特性曲线

按图 1-6 接线。实验中实际电压源用一台直流稳压电源① U_s 串联一个电阻 R_s 来模拟, 图中, R_0 为限流保护电阻。

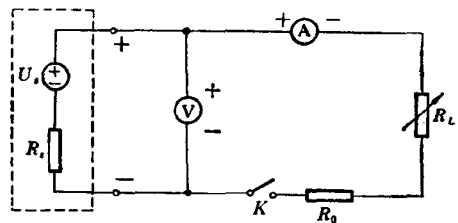


图 1-6

(1) 开关 K 断开, 把直流稳压电源的电压 U_s 及电阻 R_s 调到给定的数值。

(2) 接通开关 K , 调节 R_L 以改变电路中的电流, 分别测量对应的电流和电压的数值, 并记录于表一。

注意, 调节 R_L 数值时, 不得使电流表过载。

(3) 增大电阻 R_s , 重复上述实验步骤, 将数据记录于表二。

2*. 测定实际电流源的伏安特性曲线

① 直流稳压电源的内阻很小, 可以看成理想电压源, 但它只能向负载提供功率而不能吸收功率。

表 一

给定值	$R_L(\Omega)$						
测量值	$I(\text{mA})$						
	$U(\text{V})$						

 $R_s =$

表 二

给定值	$R_L(\Omega)$						
测量值	$I(\text{mA})$						
	$U(\text{V})$						

 $R_s =$

按图 1-7 接线, 实验中实际电流源用一台直流稳流电源① I_s 并联一个电导 G_s 来模拟。

(1) 在 $R_L = 0$ 时, 把直流稳流电源的输出电流 I_s 及电导 G_s 调到给定的数值, 然后调节电阻 R_L , 以改变被测电流源两端的电压, 分别测量对应的电压与电流的数值, 并记录于表三。

表 三

给定值	$R_L(\Omega)$						
测量值	$U(\text{V})$						
	$I(\text{mA})$						

 $G_s =$

表 四

给定值	$R_L(\Omega)$						
测量值	$U(\text{V})$						
	$I(\text{mA})$						

 $G_s =$

(2) 增大电导 G_s , 重复上述实验步骤, 并将数据记录于表四。

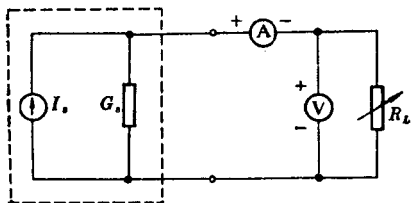


图 1-7

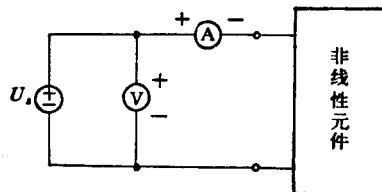


图 1-8

3. 测定非线性元件的伏安特性曲线

按图 1-8 接线, 给定电压控制型非线性元件, 选取电压作自变量, 调节电压源的输出电压, 逐一记录其相应的电流值。为使特性曲线测得准确, 先从低到高给出一组电压数值初测一次, 由测量结果直接在图 1-9 中描出曲线的草图, 然后根据曲线形状合理选取电压值进行测量。曲线曲率大的地方, 相邻电压数值要选得靠近一些; 曲率小的地方, 可选得疏一些。将最后测量结果记录于表五。

表 五

$U(\text{V})$											
$I(\text{mA})$											

① 直流稳流电源的内阻很大, 可以看成理想电流源, 但它只能向负载提供功率而不能吸收功率。

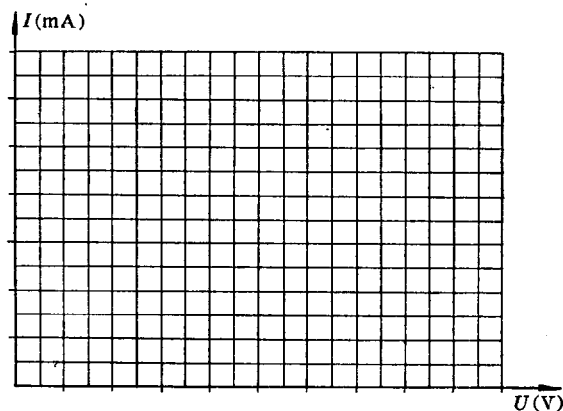


图 1-9

四、注意事项

1. 实验过程中, 直流稳压电源不能短路, 直流稳流电源不能开路, 以免损坏电源设备。
2. 仪表读数和实验数据的运算要注意按有效数字的有关规则进行。
3. 绘制特性曲线时, 注意坐标比例的合理选取。
4. 记录实验所用仪表的量程和内阻值, 以备分析测量误差。

五、思考题

1. 图 1-10a、b、c、d 各图中 R 的存在对虚线框所示的电源外特性有何影响? 试定性作出各图的外特性曲线。

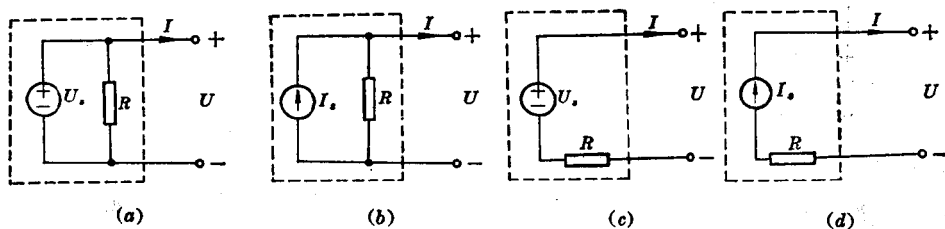


图 1-10

2. 用伏安表法测量电阻元件的伏安特性曲线的电路如图 1-11a 所示, 由于电流表内阻不为零, 电压表的读数包括了电流表两端的电压, 给测量结果带来了误差。为了使被测元件的伏安特

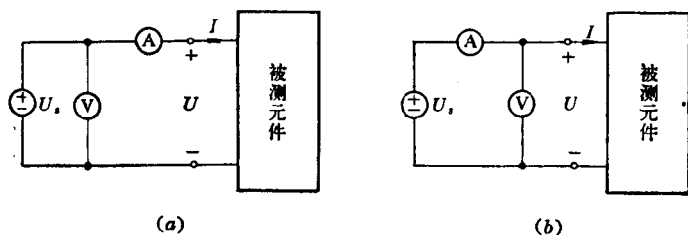


图 1-11

性更准确, 设电流表的内阻已知, 如何用作图的方法对测得的伏安特性曲线进行校正? 若将实验电路换为电压表后接, 如图 1-11b 所示, 电流表的读数包括了流经电压表支路的电流, 设电压表的内阻已知, 对测得的伏安特性又如何进行校正?

3. 由实验测得的非线性元件伏安特性曲线求出对应于电压值分别为 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 (由指导教师给出) 时的动态电阻值 $\left(\frac{du}{di}\right)$ 。

六、实验报告要求

1. 根据测量数据, 在坐标纸上按比例绘出各伏安特性曲线, 由特性曲线求出各种情况下实际电源的内阻值, 并与实验给定的内阻值相比较, 分析引起误差的主要原因。

2. 回答思考题 2。

七、仪器设备

1. 直流稳压电源	1 台
2. 直流稳流电源	1 台
3. 直流电压表	1 只
4. 直流电流表	1 只
5. 非线性元件板	1 块
6. 电阻箱	3 只
7. 单刀开关板	1 块

实验二 示波器和信号发生器的使用

一、实验目的

1. 通过本实验, 要求能够大致了解示波器的原理, 熟悉示波器面板上的开关和旋钮的作用, 初步学会示波器的一般使用方法。

2. 学习信号发生器的使用方法。

二、原理与说明

1. 示波器是一种综合性的电信号特性测试仪。用它可以直接显示出电信号的波形, 测量其幅值、频率以及同频率两信号的相位差等。电路实验中, 这种基本电子测量仪器会多次用到。

2. 信号发生器是产生各种波形的信号电源。常用的有正弦信号发生器、方波信号发生器、脉冲信号发生器等。信号电源的频率(周期)和输出幅值一般可以通过开关和旋钮加以调节。它也是电路实验中常用的一种基本仪器。

3. 示波器的结构较为复杂, 面板上的开关和旋钮较多, 而信号发生器又是初次接触, 因此, 为使本实验能顺利进行, 要在课前预习示波器和信号发生器简介(参见附录二中的有关部分)的

基础上, 仔细听取教师针对具体仪器进行的讲解和演示, 然后再动手操作。

三、任务与方法

1. 熟悉示波器和信号发生器的各主要开关和旋钮的作用。

(1) 示波器置于扫描(连续)工作方式, 接通电源并经预热以后, 在示波器的荧光屏上调出一条水平扫描亮线来。分别旋动[聚焦]、[辅助聚焦]、[亮度]、[标尺亮度]、[垂直位移]、[水平位移]等旋钮, 体会这些旋钮的作用和对水平扫描线的影响。

(2) 把信号发生器输出调到零值位置并接至示波器的输入端, 然后合上信号发生器的电源开关, 预热后再给定一输出电压, 在示波器的荧光屏上, 调出被测信号的波形来。分别旋动(或转换)示波器的水平扫描系统(X通道)和垂直系统(Y通道)的各旋钮(或开关), 体会这些旋钮(或开关)的作用以及对输入信号波形的形状和稳定性的影响。

分别改变信号的幅值和频率, 重复调节和加以体会。

2. 用示波器测量给定信号电源的幅值和频率, 把测出的频率与信号发生器的标称频率相比较, 记下测量步骤和方法。

3. 按图 2-1 接线。由正弦信号发生器输出一给定电压, 用示波器观察电容器的端电压 u_C 和流过电容器的电流 i_C 的波形。图中 r 为电流取样电阻, u_r 的波形即表示 i_C 的波形。然后用示波器测量 u_C 和 i_C 的相角差。

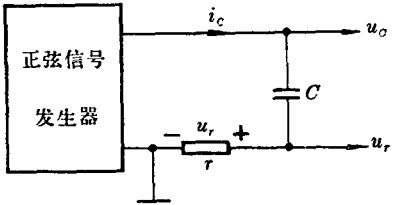


图 2-1

改变电源频率, 重复测量。

四、注意事项

1. 在大致了解示波器、信号发生器的使用方法以及各旋钮和开关的作用之后, 再动手操作。使用这些仪器时, 旋动各旋钮和开关不要用力过猛。

2. 用示波器观察信号发生器的波形时, 两台仪器的公共地线要接在一起, 以免引进干扰信号。

五、思考题

用一台工作正常的示波器测量正弦信号时, 观察到如图 2-2 所示的现象, 试指出应该首先旋动哪些旋钮, 才有可能得到清晰和稳定的波形。

六、实验报告要求

1. 记录用示波器测得的各个波形, 标明被测信号的幅值和频率等。
2. 总结用示波器测量信号电压的幅值、频率和两个同频率信号相角差的步骤和方法。
3. 回答思考题。

七、仪器设备

- | | |
|----------|-----|
| 1. 示波器 | 1 台 |
| 2. 信号发生器 | 1 台 |
| 3. 电阻箱 | 1 只 |

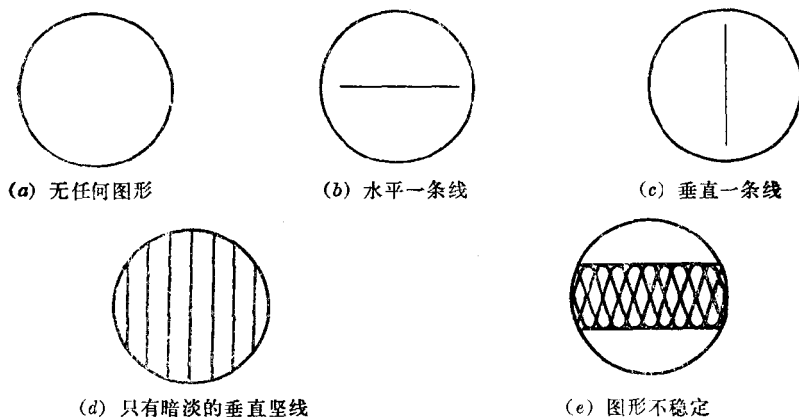


图 2-2

4. 电容箱

1 只

实验三 元件特性的示波测量法

一、实验目的

1. 学习用示波器测量元件的特性曲线。
2. 加深对电路元件特性的认识。

二、原理与说明

1. 用示波器的水平工作方式能够显示出两个互相关联的电信号的平面坐标图形, 如测量元件的特性曲线等。

2. 对于电阻元件的伏安特性曲线, 除了可以用实验一中的伏安表法测定外, 也可以用示波法直接在荧光屏上测量出来, 其原理如图 3-1 所示。图中 $u_s(t)$ 是交流电压源, R 是被测电阻器, r 是取样电阻。示波器置于水平工作方式, 将电阻器 R 两端的电压 $u_R(t)$ 接入示波器的 Y 轴输入端, 取样电阻 r 两端的电压 $u_r(t)$ (正比于 $i_R(t)$) 接入 X 轴输入端, 适当调节 Y 轴和 X 轴的幅值, 荧光屏上就能清楚地显示出电阻 R 的伏安特性曲线。

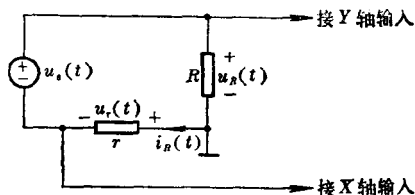


图 3-1

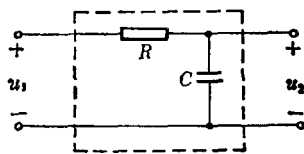


图 3-2

3. 用示波法测量电感元件和电容元件的特性曲线时, 需要借助于积分器。简单的积分器电路如图 3-2 所示, 在它的输入端加入一个交变信号 u_1 时, 只要 u_1 的周期远远小于 R, C 的乘积,

则电容上的电压就远小于电阻上的电压。因此,可以认为回路电流

$$i = \frac{u_1}{R}$$

电容器两端的电压

$$\begin{aligned} u_c(t) = u_2(t) &= \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt \\ &= \frac{1}{RC} \int_0^t u_1(t) dt \end{aligned}$$

可见,输出电压信号为输入电压信号对时间的积分。

4. 电感元件的特性可以用下列关系式来表征:

$$\psi_L(t) = f[i_L(t)]$$

当初始值 $\psi_L(0) = 0$ 时,有

$$\psi_L(t) = \int_0^t u_L(t) dt$$

其中 $i_L(t)$ 为流过电感器的电流, $\psi_L(t)$ 为由此电流产生的磁通链, $u_L(t)$ 为电感器的端电压。

显然,将 $u_L(t)$ 输入积分器以后,其输出就反映了 $\psi_L(t)$ 的变化规律。测量电感元件 $\psi \sim i$ 特性曲线的原理接线图示于图 3-3,图中 $u_s(t)$ 仍是交流电压源, r 为电流取样电阻。示波器置于水平工作方式,将积分器输出的 $\psi_L(t)$ 接入示波器的 Y 轴输入端, $u_r(t)$ 接入 X 轴输入端。适当调节 Y 轴和 X 轴的幅值,就可以在荧光屏上观察到电感元件的 $\psi \sim i$ 特性曲线。

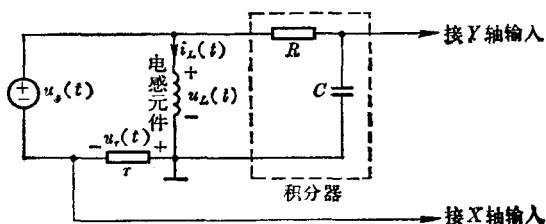


图 3-3

5. 电容元件的特性可以用下列关系式来表征:

$$q(t) = f[u_c(t)]$$

当 $q(0) = 0$ 时,有

$$q(t) = \int_0^t i_c(t) dt$$

其中, $u_c(t)$ 为电容器的端电压, $q(t)$ 为电容器上积累的电荷, $i_c(t)$ 为流过电容器的电流。

同样,采用图 3-4 所示的原理接线图,用积分器将 $u_r(t)$ 积分以后 ($u_r(t)$ 正比于 $i_c(t)$) 接入示波器的 X 轴输入端,将 $u_c(t)$ 接入 Y 轴输入端,适当调节 Y 轴和 X 轴的幅值,就可以测出电容元件的 $u \sim q$ 特性曲线。

三、任务与方法

1. 测量线性电阻器的伏安特性曲线

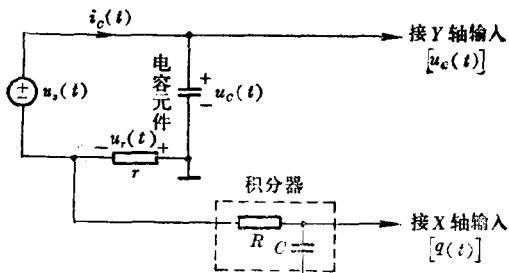


图 3-4

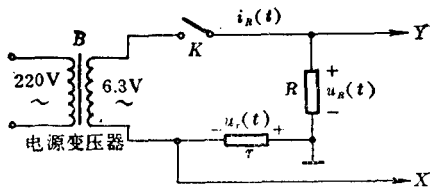


图 3-5

接线图如图 3-5 所示。将被测电阻 R 和取样电阻 r 调到给定值，然后将示波器的 X 轴偏转系统置于水平工作状态，调节 Y 轴和 X 轴的位移旋钮，使荧光屏上的亮点移在正中间位置。合上开关 K ，将 $u_R(t)$ 及 $u_r(t)$ 分别接入 Y 轴和 X 轴输入，适当调节 Y 轴和 X 轴的幅值，观察和描绘出线性电阻器 R 的特性曲线。分别改变 R 和 r 的阻值，观察特性曲线的变化情况。

2. 测量非线性电阻元件的伏安特性曲线

接线图仍如图 3-5。将被测电阻 R 换为非线性电阻元件（采用实验一中的非线性元件）。将 r 调到给定值，观察和描绘出伏安特性曲线。

3. 测量非线性电感器的 $\psi \sim i$ 特性曲线

接线图如图 3-6 所示。非线性电感器采用带铁芯的电感线圈，将 r 调到给定值，适当改变 Y 轴和 X 轴的幅值，观察和描绘出 $\psi \sim i$ 曲线。

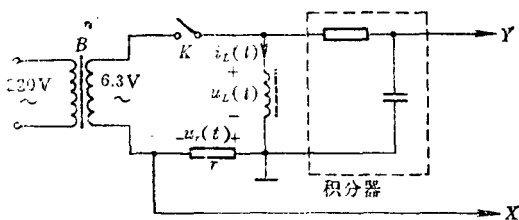


图 3-6

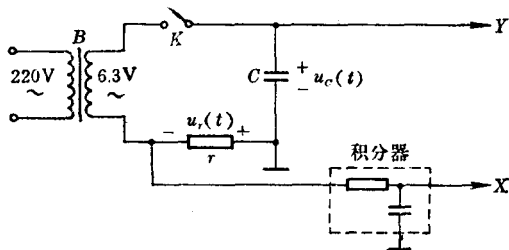


图 3-7

4*. 测量线性电容器的 $u \sim q$ 特性曲线

接线图如图 3-7 所示，实验步骤同上。

四、注意事项

1. 实验前必须预习示波器的使用说明。
2. 注意示波器公共端的接法。

五、思考题

1. 为什么用示波器测量电路中的电流时要加取样电阻 r ？分别结合本实验的各电路，具体说明对 r 的阻值有何要求。
2. 若将测量非线性电感元件的 $\psi \sim i$ 特性曲线的电路改为图 3-8 所示，对比图 3-6，二者有何不同？