



北京理工大学
Beijing Institute of Technology

本科生实验报告

课程名称： 电路分析基础实验 C

实验教师：					
实验日期：	7 周-12 周		实验地点：		
实验类型：	<input checked="" type="checkbox"/> 原 理 验 证 <input type="checkbox"/> 综 合 设 计 <input type="checkbox"/> 自 主 创 新				
学生姓名：		班级：		学号：	
学 院：	徐特立学院		专 业：	计算机科学与技术	
组 号：		同 组 同 学：			
成 绩：					



信息与电子学院

SCHOOL OF INFORMATION AND ELECTRONICS

实验 1 基本元件伏安特性的测绘

一、实验目的

1. 掌握线性、非线性电阻及理想、实际电压源的概念。
2. 掌握测试电压、电流的基本方法。
3. 掌握电阻元件及理想、实际电压源的伏安特性测试方法，学习利用逐点测试法绘制伏安特性曲线。
4. 掌握直流稳压电源、直流电流表、直流电压表的使用方法。

二、实验设备

1. 电路分析综合实验箱
2. 直流稳压电源
3. 万用表
4. 变阻箱

三、实验内容

1. 测绘线性电阻的伏安特性曲线

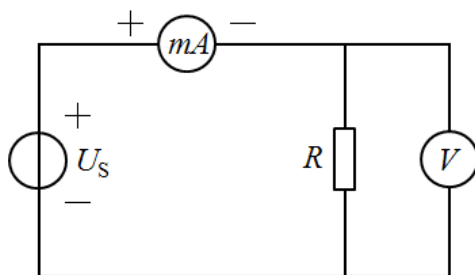


图 1.1

- 1) 测试电路如图 1.1 所示，图中 U_s 为直流稳压电源， R 为被测电阻，阻值 $R = 200\Omega$ 。
- 2) 调节直流稳压电源 U_s 的输出电压，当伏特表的读数依次为表 1.1 中所列电压值时，读毫安表的读数，将相应的电流值记录在表格中。

表 1.1

$V(V)$	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
$I(mA)$	0.0	10.1	20.1	30.6	40.1	50.7

- 3) 在图 1.3 上绘制线性电阻的伏安特性曲线，并将测算电阻阻值标记在图上。

2. 测绘非线性电阻的伏安特性曲线

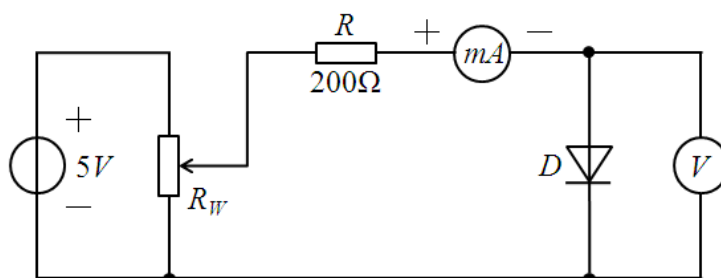


图 1.2

- 1) 测试电路如图 1.2 所示，图中 D 为二极管，型号为 1N4007， R_W 为可调电位器。

2) 缓慢调节 R_W , 使伏特表的读数依次为表 1.2 中所列电压值时, 读毫安表的读数, 将相应的电流值记录在表格中。

表 1.2

$V(V)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.72
$I(mA)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.6	1.6	4.8	13.5	

3) 在图 1.4 上绘制非线性电阻的伏安特性曲线。

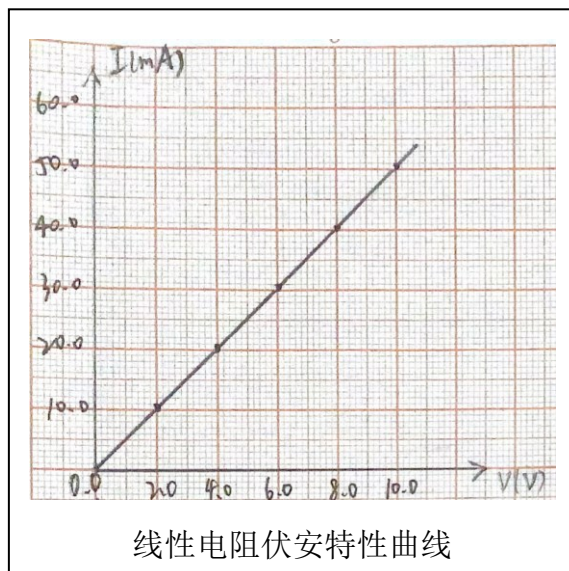


图 1.3

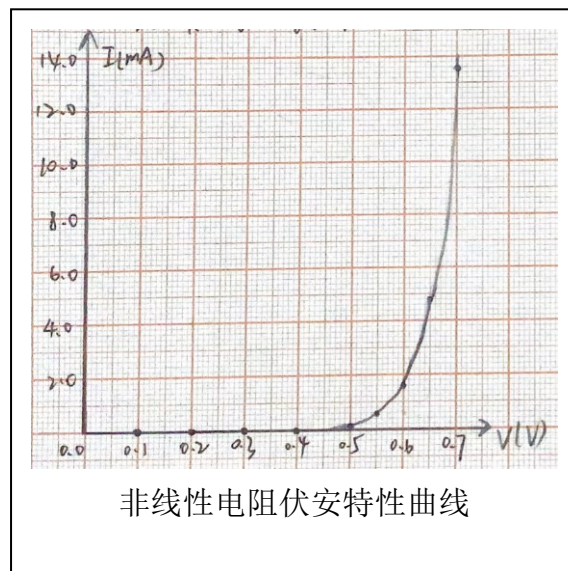


图 1.4

3. 测绘理想电压源的伏安特性曲线

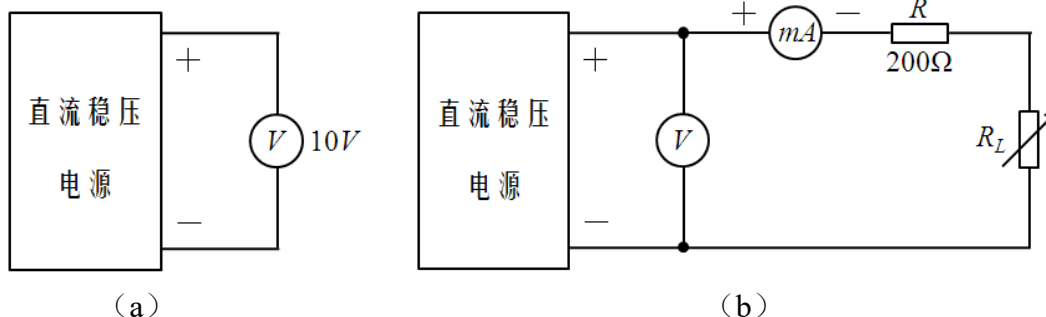


图 1.5

1) 首先, 连接电路如图 1.5 (a) 所示, 不加负载电路, 直接用伏特表测试直流稳压电源的输出电压, 将其设置为 10V。

2) 然后, 测试电路如图 1.5 (b) 所示, 其中 R_L 为变阻箱, R 为限流保护电阻。

3) 调节变阻箱 R_L , 使毫安表的读数依次为表 1.3 中所列电流值时, 读伏特表的读数, 将相应的电压值记录在表格中。

表 1.3

$I(mA)$	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0
$V(V)$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

4) 在图 1.7 上绘制理想电压源的伏安特性曲线。

4. 测绘实际电压源的伏安特性曲线

1) 首先, 连接电路如图 1.6 (a) 所示, 不加负载电路, 直接用伏特表测试实际电压源的输出电压, 将其设置为 10V。其中 R_S 为实际电压源的内阻, 阻值 $R_S = 51\Omega$ 。

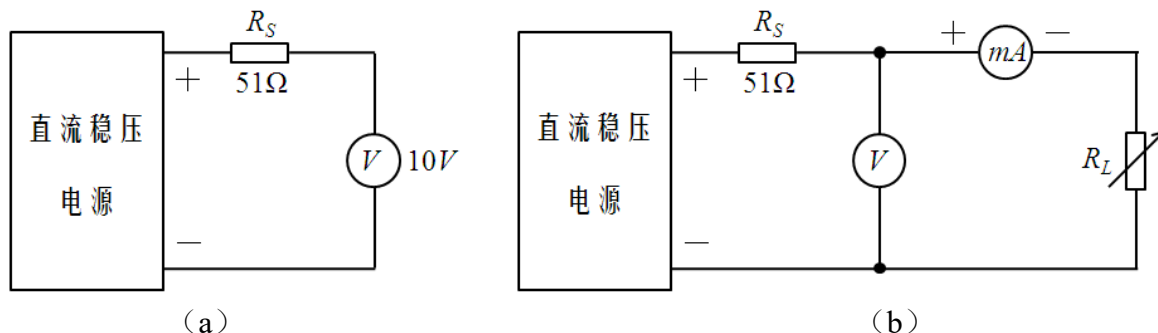


图 1.6

2) 然后, 测试电路如图 1.6 (b) 所示, 其中 R_L 为变阻箱。

3) 调节变阻箱 R_L , 使毫安表的读数依次为表 1.4 中所列电流值时, 读伏特表的读数, 将相应的电压值记录在表格中。

表 1.4

$I(mA)$	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0
$V(V)$	10.0	9.49	8.98	8.48	7.98

4) 在图 1.7 上绘制实际电压源的伏安特性曲线, **要求:** 理想电压源和实际电压源的伏安特性曲线画在同一坐标轴中。

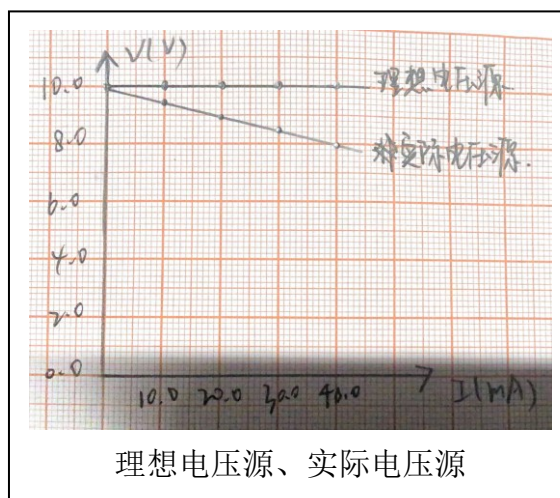


图 1.7

四、实验结论及总结

线性电阻在简单电路中阻值保持不变, 所以其伏安特性曲线是一条过原点的直线, 线性电阻两端的电压与通过它的电流成正比关系。非线性电阻 (如二极管) 在电路中阻值并不是稳定的, 其正向电流随着正向电压增加而巨增, 伏安特性曲线在正向电压超过 0.5V 后, 是一条陡峭的曲线。理想电压源指的是输出电压恒定不变的电压源, 其伏安特性曲线是一条与 x 轴平行的直线, 无论外电路电流如何变化, 理想电压源两端的电压都始终保持不变。实际电压源则是有内阻的, 在考虑实际电压源的输出电压时, 不可忽略其内阻的影响。

3. 4-1

1. 测绘线性电阻的伏安特性曲线

$V(V)$	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
$I(mA)$	0.02	10.1	20.1	30.6	40.1	50.7
		10.1	20.1	30.6	40.1	50.7

2. 测绘非线性电阻的伏安特性曲线

$V(V)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.72
$I(mA)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.6	1.6	4.8	13.5	

3. 测绘理想电压源的伏安特性曲线

$I(mA)$	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0
$V(V)$	10.0	10.00	10.00	10.00	10.00

4. 测绘实际电压源的伏安特性曲线

$I(mA)$	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0
$V(V)$	10.0	9.49	8.98	8.48	7.98 7.98

粘贴原始数据

实验 2 含源线性单口网络等效电路及其参数测定

一、实验目的

1. 验证戴维南定理和诺顿定理，加深对两个定理的理解。
2. 通过对含源线性单口网络外特性及其两种等效电路外特性的测试、比较，加深对等效电路概念的理解。
3. 学习测量等效电路参数的一些基本方法。

二、实验设备

1. 电路分析综合实验箱
2. 直流稳压电源
3. 万用表
4. 变阻箱

三、实验内容

1. 含源线性单口网络端口外特性测定

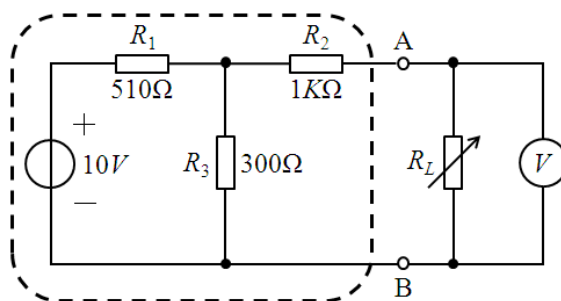


图 2.1

- 1) 测量电路如图 2.1 所示， R_L 为变阻箱，直流稳压电源的输出电压为 10V。
- 2) 调节变阻箱 R_L ，使其阻值依次为表 2.1 中所列电阻值时，读伏特表的读数，将相应的电压值记录在表格中，并计算通过负载 R_L 的电流值填写在表格中。

表 2.1

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.69	2.34	2.67	2.84	3.00
$I_{AB}(mA)$	1.69	1.17	0.89	0.71	0.60

- 3) 在图 2.7 上绘制含源线性单口网络的外特性曲线。

2. 等效电路参数测定

1) 测量含源线性单口网络开路电压 U_{oc}

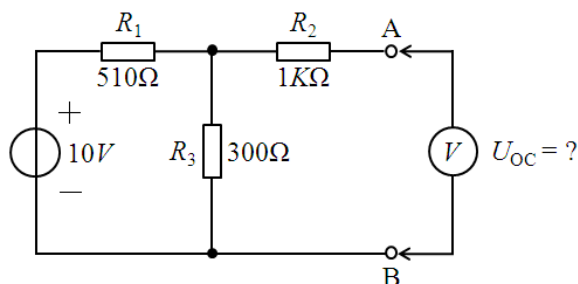


图 2.2

- (1) 测量电路如图 2.2 所示，直流稳压电源的输出电压为 10V。
 (2) 用伏特表测量含源线性单口网络两个端口 A、B 间的电压，即为开路电压 U_{OC} 。

$$U_{OC} = \underline{3.67V}$$

2) 测量含源线性单口网络短路电流 I_{SC}

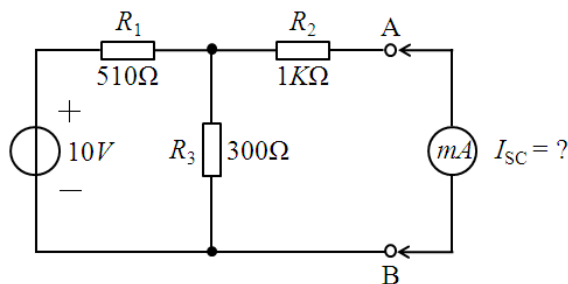


图 2.3

- (1) 测量电路如图 2.3 所示，直流稳压电源电压为 10V。
 (2) 用毫安表测量通过含源线性单口网络两个端口 A、B 间的电流，即为短路电流 I_{SC} 。

$$I_{SC} = \underline{3.0mA}$$

3) 测量含源线性单口网络等效内阻 R_0

(1) 半压法

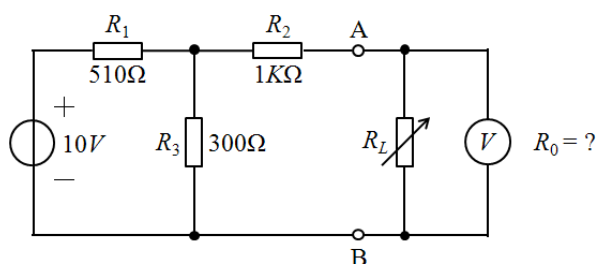


图 2.4

- a. 测量电路如图 2.4 所示，直流稳压电源的输出电压为 10V。
 b. 调节变阻箱 R_L ，当 $U_{AB} = 0.5U_{OC}$ 时，记录变阻箱的阻值。

$$R_0 = \underline{1125.0\Omega}$$

(2) 开路电压、短路电流法

$$R_0 = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} = \underline{1223.3\Omega}$$

3. 验证戴维南等效电路

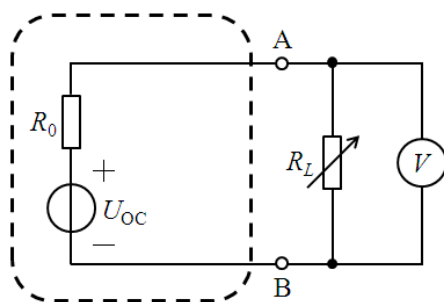


图 2.5

- 1) 测量电路如图 2.5 所示， R_L 为变阻箱，注意： U_{OC} 和 R_0 分别为前面测得的开路电压和等效内阻。

2) 调节变阻箱 R_L ，使其阻值依次为表 2.2 中所列电阻值时，读伏特表的读数，将相应的电压值记录在表格中，并计算通过负载 R_L 的电流值填写在表格中。

表 2.2

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.74	2.37	2.69	2.89	3.03
$I_{AB}(mA)$	1.74	1.18	0.90	0.72	0.61

3) 在图 2.7 上绘制戴维南等效电路的外特性曲线。

4. 验证诺顿等效电路

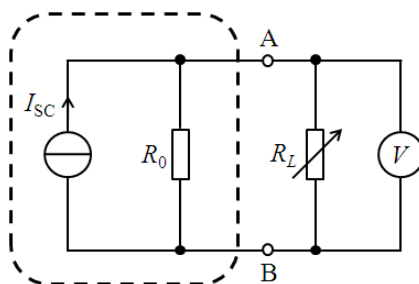


图 2.6

1) 测量电路如图 2.6 所示， R_L 为变阻箱，**注意：** I_{SC} 和 R_0 分别为前面测得的短路电流和等效内阻。

2) 调节变阻箱 R_L ，使其阻值依次为表 2.3 中所列电阻值时，读伏特表的读数，将相应的电压值记录在表格中，并计算通过负载 R_L 的电流值填写在表格中。

表 2.3

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.65	2.30	2.67	2.80	2.97
$I_{AB}(mA)$	1.65	1.15	0.89	0.70	0.59

3) 在图 2.7 上绘制诺顿等效电路的外特性曲线。**要求：**将本实验 1、3、4 部分要求的含源线性单口网络、戴维南等效、诺顿等效三条外特性曲线画在同一坐标轴中。

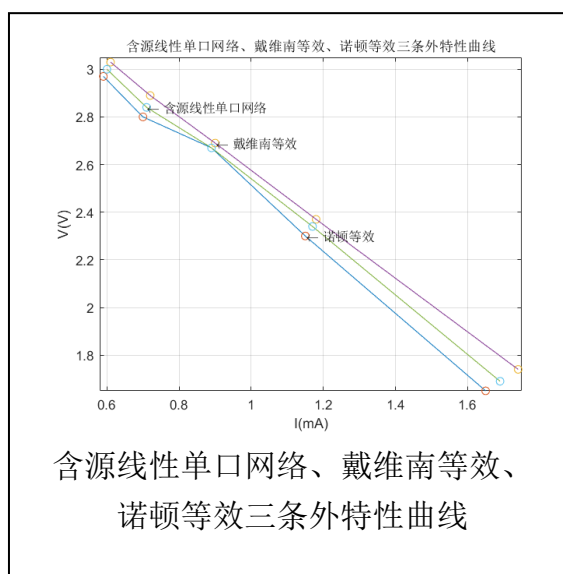


图 2.7

四、实验结论及总结

对于一个含源线性单口网络，我们可以将其等效为一个电压源和一个电阻串联的单口网络，也可以将其等效为一个电流源和一个电阻并联的单口网络。前者就是戴维南等效电路，后者是诺顿等效电路。其中，电压源的电压等于单口网络在负载开路时的电压 U_{oc} ，电流源的电流等于单口网络外部短路时的端口电流 I_{sc} ，电阻 R 是单口网络的等效内阻。这样的等效可以将一个比较复杂的电路结构用更加简单的结构替代，而且替代之后对外电路的作用效果相同，可以在作电路分析时简化分析过程。

在测量等效电路的参数（等效内阻、开路电压和短路电流）时，如果等效内阻和电表内阻相比不太小且不太大，可以直接将电表两端接在单口网络的两个端口，测量它的开路电压和短路电流。如果等效内阻与电流表内阻相比太小，就不能这样直接测量单口网络的短路电流，否则短路电流会损坏电源；如果等效内阻与电压表内阻相比太大，就不能这样直接测量单口网络的开路电压，否则电压表会因并联分压而误差过大。测量等效内阻有两种基本方法。第一种是利用开路电压/短路电流=等效内阻，直接进行计算。第二种是利用半压法，当负载电阻阻值与等效内阻阻值相同时，负载电阻上的电压应该为开路电压的一半，所以当我们测得负载电压是开路电压的一半时，就认为此时的负载电阻阻值与等效内阻阻值相同。

另外，我们可以应用电路分析方法计算本实验给定电路中含源线性单口网络的等效内阻、开路电压和短路电流。等效内阻 R_0 为 $1000+[300*510/(300+510)]=1188.9\Omega$ ；开路电压 U_{AB} 为 $10*300/(300+510)=3.7V$ ；短路电流为 $3.7/1188.9=311mA$ 。实验测得其开路电压、短路电流均略低，可能是由于电压表、电流表均存在一定内阻，电压表并联分压、电流表串联分流的影响。因为测得的开路电压相比真实值更小，所以应用半压法测量得到的等效内阻较真实值更小。在等效内阻、电压、电流均存在测量误差的情况下，对应的戴维南等效、诺顿等效外特性曲线就与原来的含源线性单口网络外特性曲线有误差。以上分析说明电路的实际应用与测量还是存在一些不可避免的误差，只要测量结果在误差范围内，我们就可以认为实验成功。

1. 含源线性单口网络端口外特性测定

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.69	2.34	2.67	2.84	3.00
$I_{AB}(mA)$	1.69	1.17	0.89	0.71	0.60

2. 等效电路参数测定

1) $U_{OC} = 3.67V$

2) $I_{SC} = 3.04mA$

3) (1) 半压法

$R_0 = 115.0\Omega$

(2) 开路电压、短路电流法

$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 122.3\Omega$

3. 验证戴维南等效电路

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.74	2.37	2.69	2.89	3.03
$I_{AB}(mA)$	1.74	1.18	0.90	0.72	0.61

4. 验证诺顿等效电路

$R_L(K\Omega)$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$V_{AB}(V)$	1.65	2.30	2.67	2.80	2.97
$I_{AB}(mA)$	1.65	1.15	0.89	0.70	0.59

3.2 19/4

粘贴原始数据

实验3 一阶电路响应的研究

一、实验目的

1. 掌握 RC 一阶电路零状态响应、零输入响应的概念和基本规律。
2. 掌握 RC 一阶电路时间常数的测量方法。
3. 熟悉示波器的基本操作，初步掌握利用示波器监测电信号参数的方法。

二、实验设备

1. 电路分析综合实验箱
2. 双踪示波器

三、实验内容

1. RC 一阶电路的零状态响应

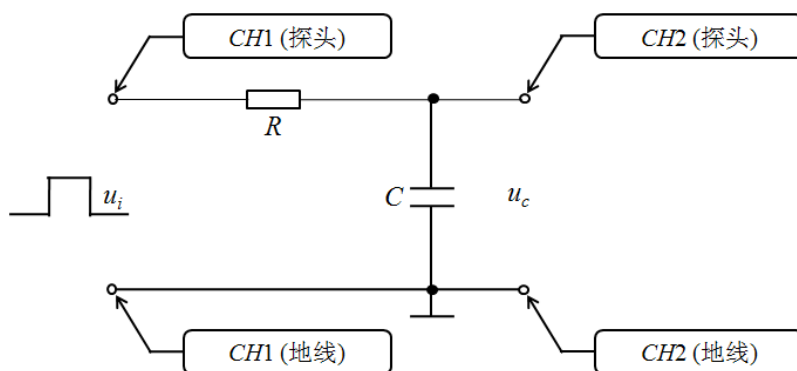


图 3.1

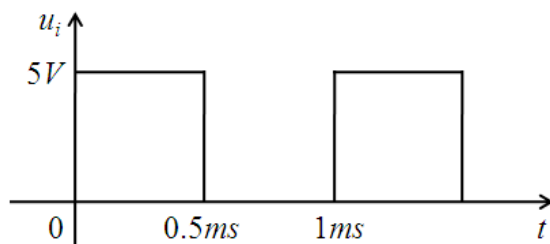


图 3.2

- 1) 测试电路如图 3.1 所示，电阻 $R = 2k\Omega$ ，电容 $C = 0.01\mu F$ 。
- 2) 零状态响应的输入信号如图 3.2 所示，幅度为 $5V$ ，周期为 $1ms$ ，脉宽为 $0.5ms$ 。
- 3) 将观测到的输入、输出波形（求 τ 值放大图）存储到 U 盘，课后粘贴在图 3.3 上相应方框处。**要求：**在图上标记相关测量数据。
- 4) 测量响应波形的稳态值 $u_c(\infty)$ 和时间常数 τ 。

$$u_c(\infty) = \underline{5.11V}$$

$$\tau = \underline{22.40 \mu s}$$

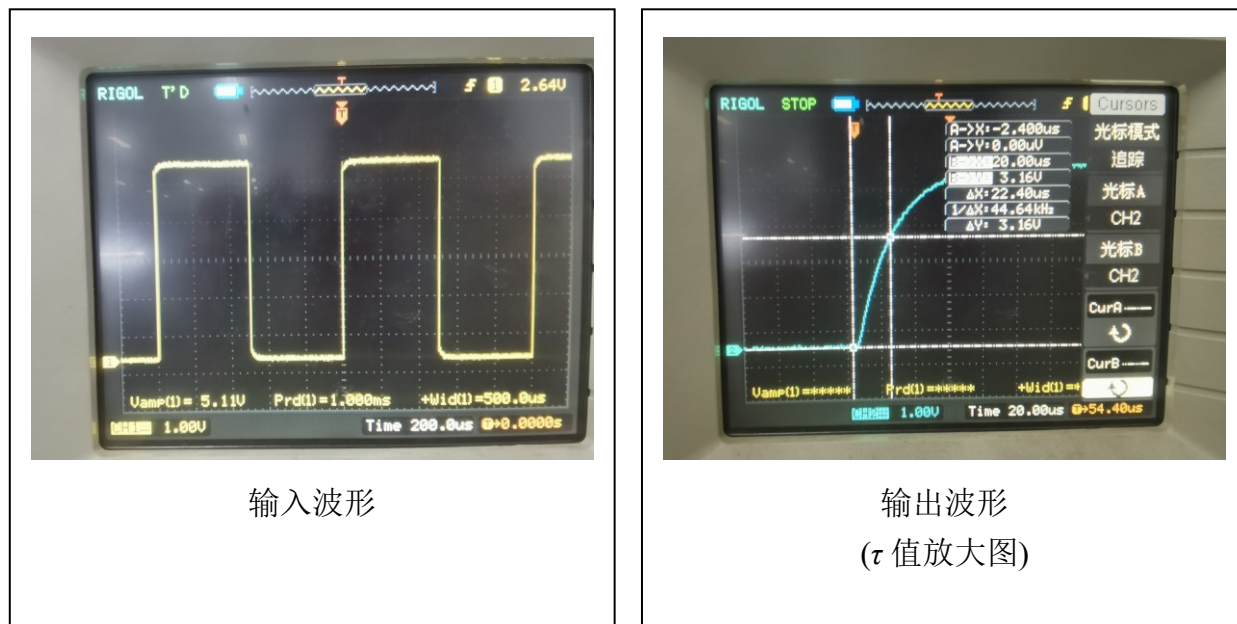


图 3.3

2.RC 一阶电路的零输入响应

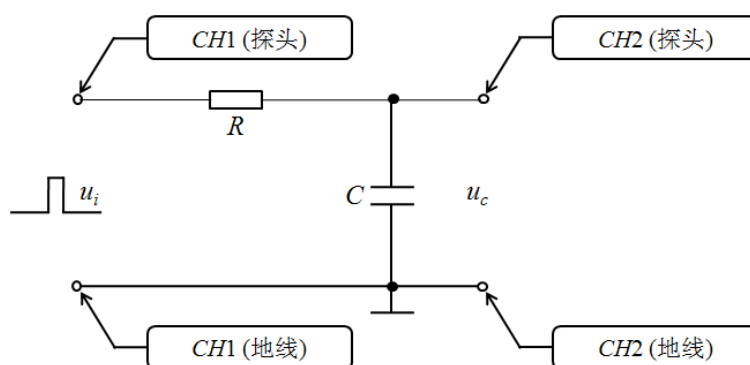


图 3.4

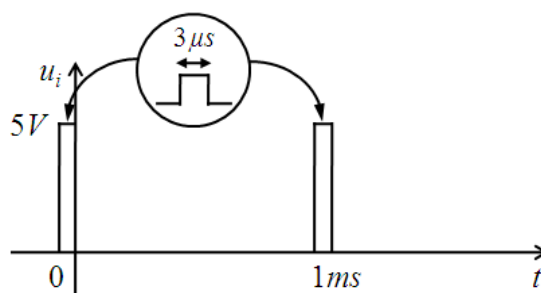


图 3.5

- 1) 测试电路如图 3.4 所示，电阻 $R = 2\text{k}\Omega$ ，电容 $C = 0.01\mu\text{F}$ 。
- 2) 零输入响应的输入信号如图 3.5 所示，幅度为 5V，周期为 1ms，脉宽为 $3\mu\text{s}$ 。
- 3) 将观测到的输入、输出波形（求 τ 值放大图）存储到 U 盘，课后粘贴在图 3.6 上相应方框处。**要求：**在图上标记相关测量数据。
- 4) 测量响应波形的初始值 $u_c(0)$ 和时间常数 τ 。

$$u_c(0) = \underline{736\text{mV}}$$

$$\tau = \underline{22.00\mu\text{s}}$$

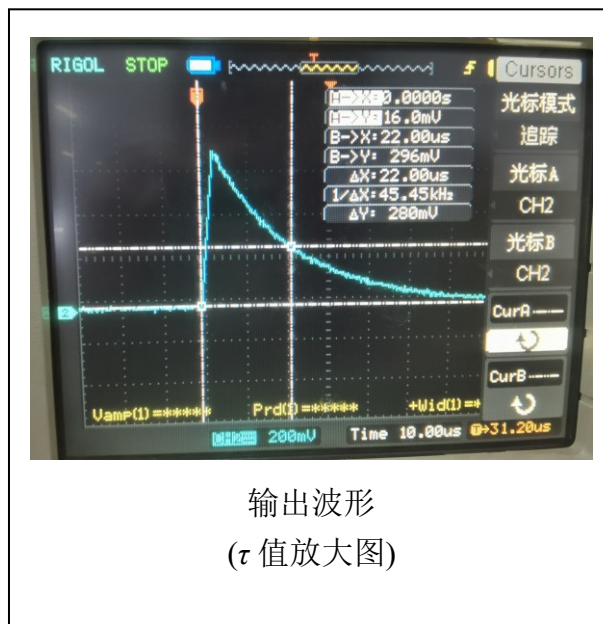
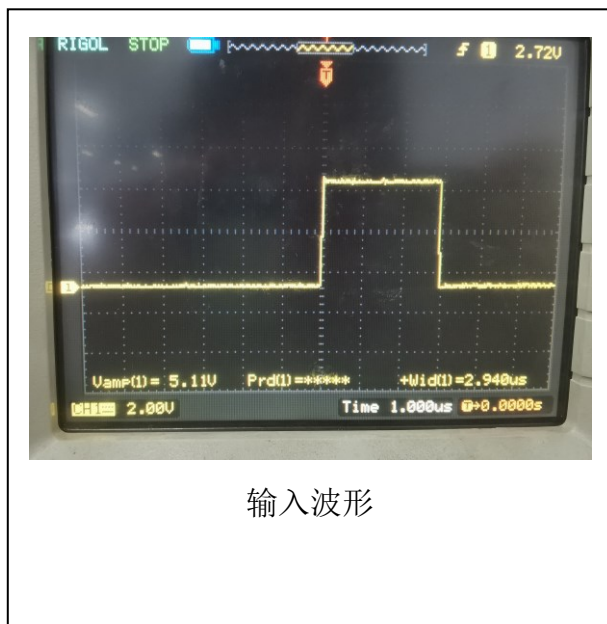


图 3.6

四、实验结论及总结

RC 一阶电路在电路的储能元器件（电容元件）无初始储能，仅由外部激励作用产生响应时，这种情况我们称为零状态响应，也是电路的充电过程。这种响应随时间按指数规律增长。 RC 一阶电路在系统没有初始储能或称为状态为零的情况下，仅由外加激励源引起响应时，这种情况我们称为零输入响应，也是电路的放电过程。这种响应的基本规律取决于初始状态和电路特性，并随时间按指数规律衰减。

我们可以利用信号发生器输出的方波来模拟直流电路接通与断开的过渡过程所产生的阶跃激励信号，方波的上升沿作为零状态响应的正阶跃激励信号，方波的下降沿作为零输入响应的负阶跃激励信号。测量时间常数 τ 需要先测得电路达到稳态时的 $U_c(\infty)$ 。当 $t=\tau$ 时， $U_c(t) = 0.632U_c(\infty)$ ，所以时间常数 τ 可以用零状态响应波形增加到 $0.632U_c(\infty)$ 所对应的时间、或者零输入响应波形衰减到 $0.368U_c(\infty)$ 的时间来测得。

示波器监测电信号参数有两种方法，一种是利用仪器的自动测量功能，一种是使用光标手动测量。示波器的自动测量可以在屏幕上反馈信号的各种相关参数比如幅度、周期、正脉宽等。通过旋转光标定位旋钮将光标移动到所要测量的点位，可以获取两个光标点位之间的 Δx 、 Δy 。

1. RC 一阶电路的零状态响应

$$u_c(\infty) = \underline{5.11\text{ V}}$$

$$\tau = \underline{22.40\text{ }\mu\text{s}}$$

2. RC 一阶电路的零输入响应

$$u_c(0) = \underline{736\text{ mV}}$$

$$\tau = \underline{22.00\text{ }\mu\text{s}}$$



粘贴原始数据

实验4 二阶电路响应的研究

一、实验目的

1. 观测二阶电路在过阻尼、临界阻尼和欠阻尼三种状态下的响应波形，加深对二阶电路响应的认识和理解。
2. 掌握振荡角频率和衰减系数的概念。
3. 进一步熟悉示波器的操作。

二、实验设备

1. 电路分析综合实验箱
2. 双踪示波器
3. 变阻箱

三、实验内容

1. RLC 二阶电路的零状态响应

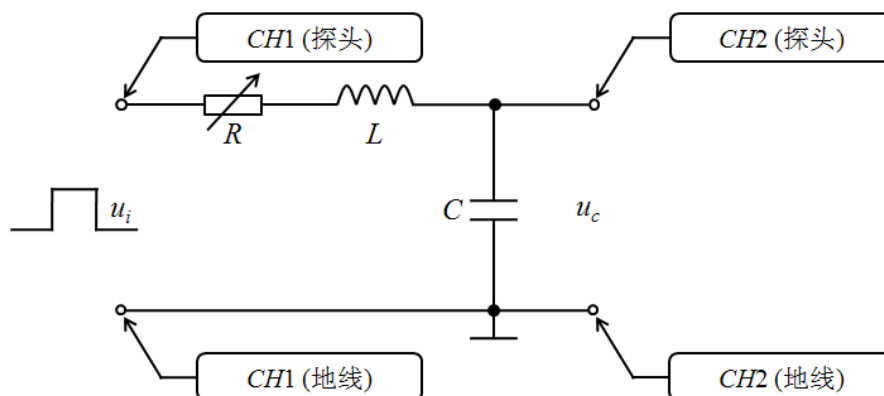


图 4.1

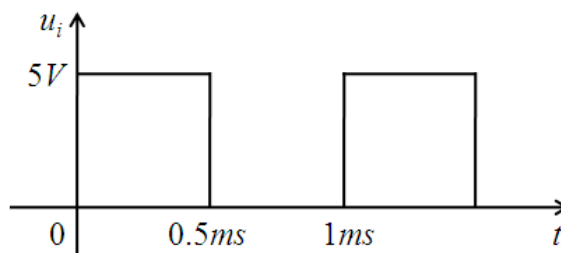


图 4.2

- 1) 测试电路如图 4.1 所示, R 为变阻箱, 电容 $C = 0.01\mu F$, 电感 $L = 2.7mH$ 。
- 2) 零状态响应的输入信号如图 4.2 所示, 幅度为 $5V$, 周期为 $1ms$, 脉宽为 $0.5ms$ 。
- 3) 调节变阻箱 R , 观察 RLC 二阶电路零状态响应的三种状态波形 (欠阻尼、临界阻尼和过阻尼), 将波形存储到 U 盘, 课后粘贴在图 4.3 上相应方框处。**要求:** 记录临近阻尼状态下的临界阻值:

$$R_{\text{临界}} = \underline{700\Omega}$$

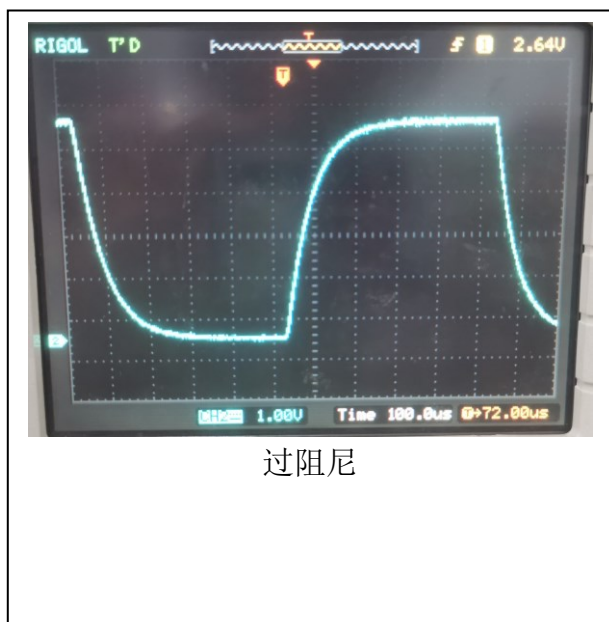
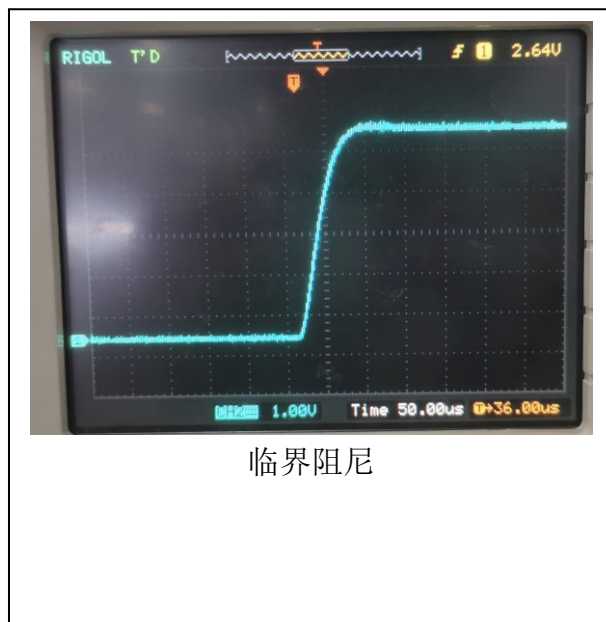
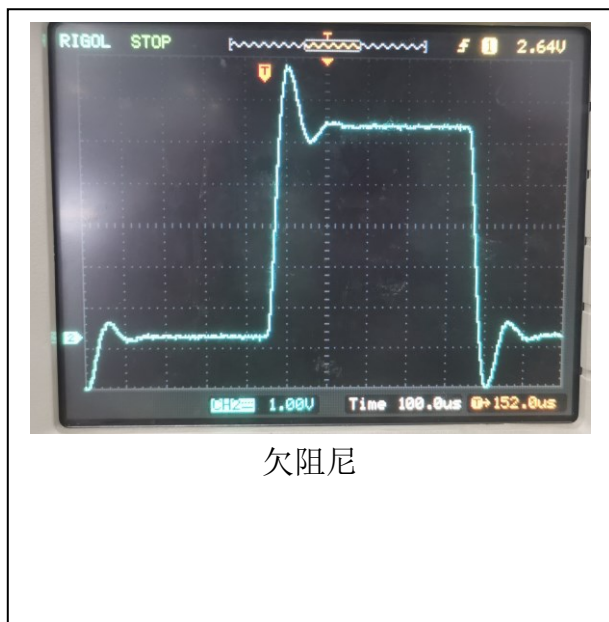


图 4.3

2. RLC 二阶电路的零输入响应

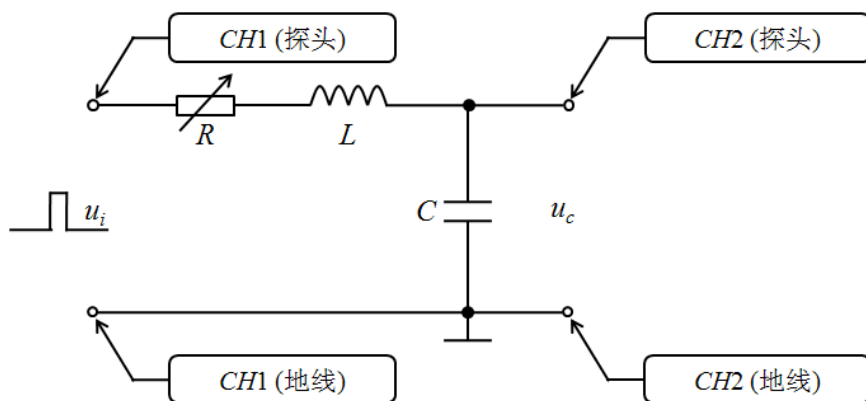


图 4.4

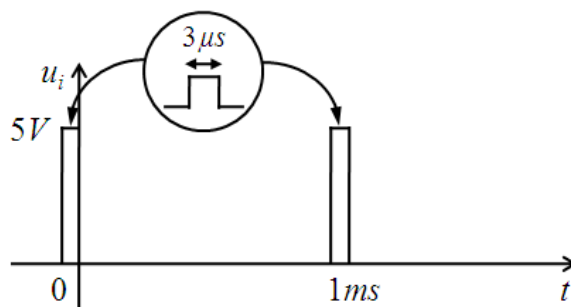


图 4.5

1) 测试电路如图 4.4 所示, R 为变阻箱, 电容 $C = 0.01\mu\text{F}$, 电感 $L = 2.7\text{mH}$ 。

2) 零输入响应的输入信号如图 4.5 所示, 幅度为 5V , 周期为 1ms , 脉宽为 $3\mu\text{s}$ 。

3) 调节变阻箱 R , 观察 RLC 二阶电路零输入响应的三种状态波形 (欠阻尼、临界阻尼和过阻尼), 将波形存储到 U 盘, 课后粘贴在图 4.6 上相应方框处。**要求:** 记录临界阻尼状态下的临界阻值:

$$R_{\text{临界}} = \underline{690\Omega}$$

4) 取 $R = 100\Omega$, 观测波形相邻两个波峰或波谷的电压值 u_{1m} 、 u_{2m} 和振荡周期 T_d , 计算振荡角频率 ω_d 和衰减系数 α 。

$$\omega_d = \frac{2\pi}{T_d} = \underline{0.208\text{rad} \cdot \mu\text{s}^{-1}}$$

$$\alpha = \frac{1}{T_d} \ln \frac{u_{1m}}{u_{2m}} = \underline{0.0485 \mu\text{s}^{-1}}$$



欠阻尼



临界阻尼

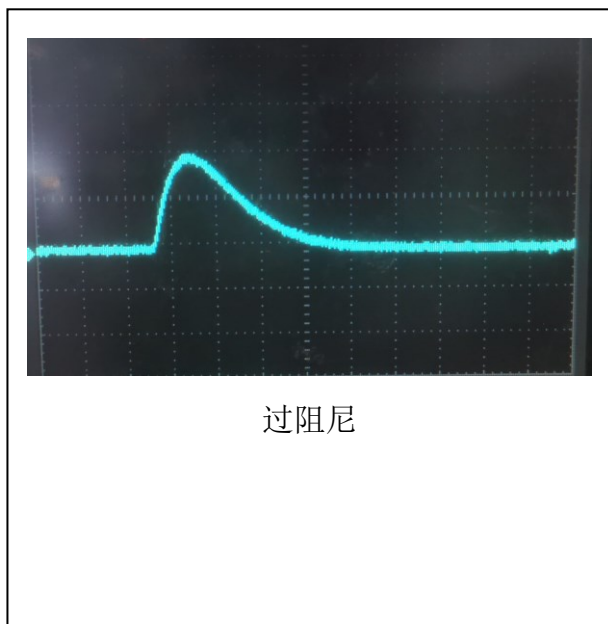


图 4.6

四、实验结论及总结

二阶电路指的是含两个独立储能元件的电路，可以用二阶常微分方程来描述。本次实验通过观测二阶零输入响应电路和二阶零状态响应电路在过阻尼、临界阻尼和欠阻尼三种状态下的响应波形，加深对二阶电路响应的认识和理解。

我们可以调节电路的元件参数值，使电路的固有频率分别为负实数、共轭复数以及虚数，对应的分别是过阻尼、欠阻尼和临界阻尼状态。通过观察波形可以发现，在欠阻尼状态下，二阶电路衰减振荡放电，临界阻尼状态和过阻尼状态的波形类似，均做非振荡放电。

在二阶电路处于欠阻尼衰减振荡放电状态时，我们可以测量此时电路的振荡角频率和衰减系数。振荡角频率指的是一个二阶电路此时正弦振荡的频率，衰减系数表征的是正弦幅值衰减的快慢。

对二阶零输入响应和二阶零状态响应电路，临界阻尼相似，理论上来说它们应当是相等的。因为二阶电路的性质取决于特征根，特征根取决于电路结构和参数，与激励无关、与初值无关。二阶电路响应的波形变化轨迹也是，取决于电路的固有频率，与激励和初值无关。之所以两次测量临界阻尼的值不相等，我认为这是由于在示波器上观察临界阻尼波形时，过阻尼状态和临界阻尼状态十分相似，变阻器的阻值改变很大才能使图像有微小的改变，所以测量出的临界阻尼值不准确。这启示我们如果需要精准测量，还是需要使用精确度更高的仪器。

1. RLC 二阶电路的零状态响应

$$R_{\text{临界}} = \underline{700\Omega}$$

2. RLC 二阶电路的零输入响应

$$R_{\text{临界}} = \underline{690\Omega}$$

$$u_{1m} = \underline{2.04V}$$

$$u_{2m} = \underline{472mV}$$

$$T_d = \underline{30.20\mu s}$$



粘贴原始数据

实验5 R 、 L 、 C 单个元件阻抗频率特性测试

一、实验目的

1. 掌握交流电路中 R 、 L 、 C 单个元件阻抗与频率间的关系，测绘 R - f 、 X_L - f 、 X_C - f 特性曲线。
2. 掌握交流电路中 R 、 L 、 C 元件各自的端电压和电流间的相位关系。
3. 观察在正弦激励下， R 、 L 、 C 三元件各自的伏安关系。

二、实验设备

1. 电路分析综合实验箱
2. 低频信号发生器
3. 双踪示波器

三、实验内容

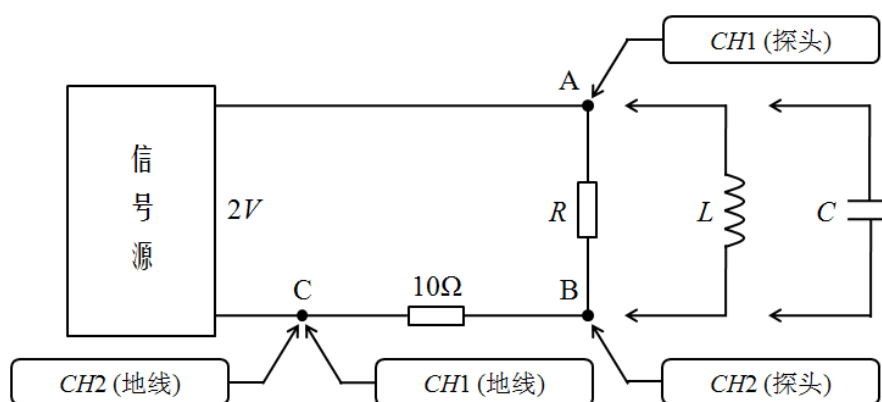


图 5.1

测试电路如图 5.1 所示， R 、 L 、 C 三个元件分别作为被测元件与 10Ω 采样电阻相串联，其中电阻 $R=2k\Omega$ ，电感 $L=2.7mH$ ，电容 $C=0.1\mu F$ ，信号源输出电压的有效值为 $2V$ 。

1. 测绘 R 、 L 、 C 单个元件阻抗频率特性曲线

1) 按照图 5.1 接好线路。**注意：**信号源输出电压的幅度须始终保持 $2V$ 有效值，即每改变一次输出电压的频率，均须监测其幅度是否为 $2V$ 有效值。

2) 改变信号源的输出频率 f 如表 5.1 所示，利用示波器的自动测量功能监测 2 通道信号的电压有效值，并将测量数据填入表中相应位置。

3) 计算通过被测元件的电流值 I_{AB} 以及阻抗的模 $|Z|$ ，并填入表 5.1 中相应位置。

$$I_{AB} = I_{BC} = \frac{U_{BC}}{10}$$

$$|Z| = \frac{U_s}{I_{AB}} = \frac{2}{I_{AB}}$$

4) 在图 5.2 上绘制 R 、 L 、 C 单个元件阻抗频率特性曲线，**要求：**将三条曲线画在同一坐标轴中。

表 5.1

$f(\text{KHz})$		10	20	30	40	50
$U_s(V)$		2				
$U_{BC}(mV)$	R	9.80	9.83	9.81	9.88	9.83
	L	122	62.8	42.9	32.6	26.3
	C	127	271	327	494	578
$I_{AB}(mA)$	R	0.980	0.983	0.981	0.988	0.983
	L	12.2	6.28	4.29	3.26	2.63
	C	12.7	27.1	32.7	49.4	57.8
$ Z (K\Omega)$	R	2.041	2.035	2.039	2.024	2.035
	L	0.164	0.318	0.466	0.613	0.760
	C	0.157	0.074	0.061	0.041	0.035

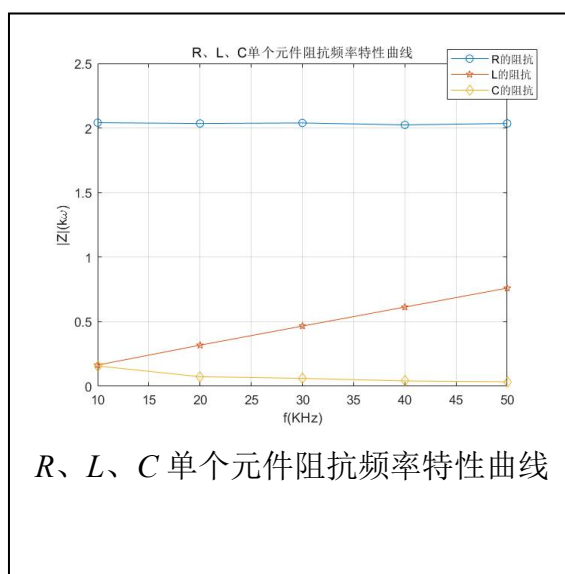


图 5.2

2. R 、 L 、 C 单个元件的相位测量

- 1) 测试电路不变，信号源的输出电压有效值为 2V，输出频率为 10kHz。
- 2) 在示波器上观察 R 、 L 、 C 三个元件各自端电压和电流的相位关系，将波形存储到 U 盘，课后粘贴在图 5.3 上相应方框处。
- 3) 计算 R 、 L 、 C 三个元件各自的相位差 $\Delta\phi$ ，并用文字描述 R 、 L 、 C 三个元件各自电压、电流的相位关系。

$$R: \Delta\phi = \frac{CD}{AB} \times 360^\circ = \underline{0^\circ}$$

结论：电流与电压同相位

$$L: \Delta\phi = \frac{CD}{AB} \times 360^\circ = \underline{83.52^\circ}$$

结论：电压超前电流 83.52°

$$C: \Delta\phi = \frac{CD}{AB} \times 360^\circ = \underline{83.52^\circ}$$

结论：电流超前电压 83.52°

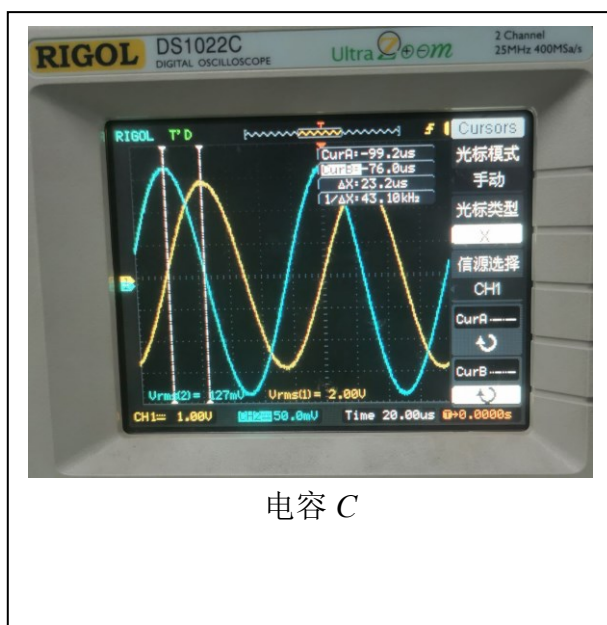
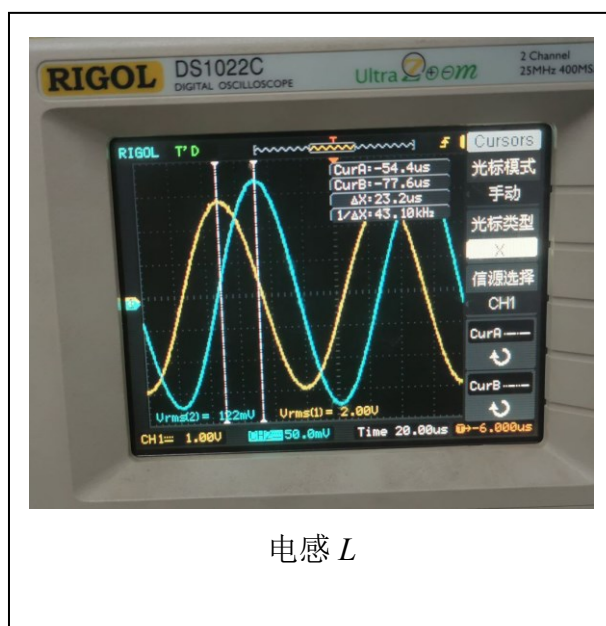
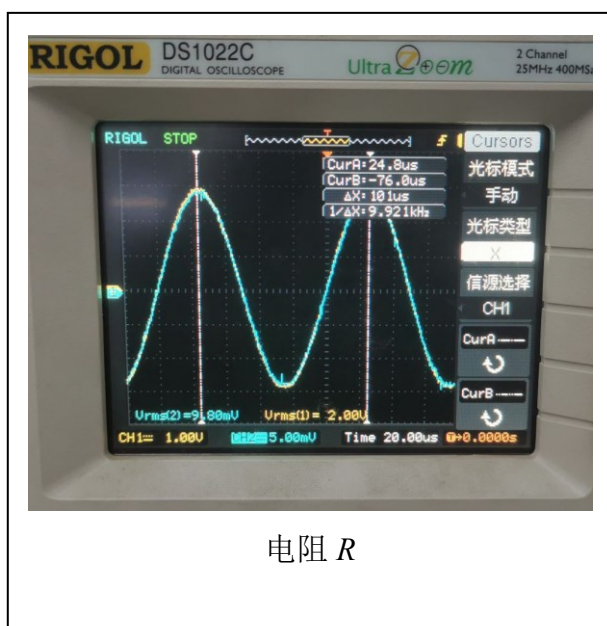


图 5.3

3. R 、 L 、 C 单个元件的伏安关系轨迹线

- 1) 测试电路不变，信号源的输出电压有效值为 2V，输出频率为 10kHz。
- 2) 将示波器置于 X-Y 工作方式下，直接观察 R 、 L 、 C 单个元件的伏安关系轨迹线，将波形存储到 U 盘，课后粘贴在图 5.5 上相应方框处。
- 3) 记录图 5.4 中标记的 a 、 b 的数值，并将数据标记在图 5.5 上相应位置。

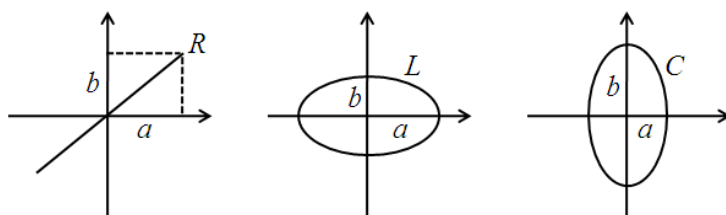


图 5.4

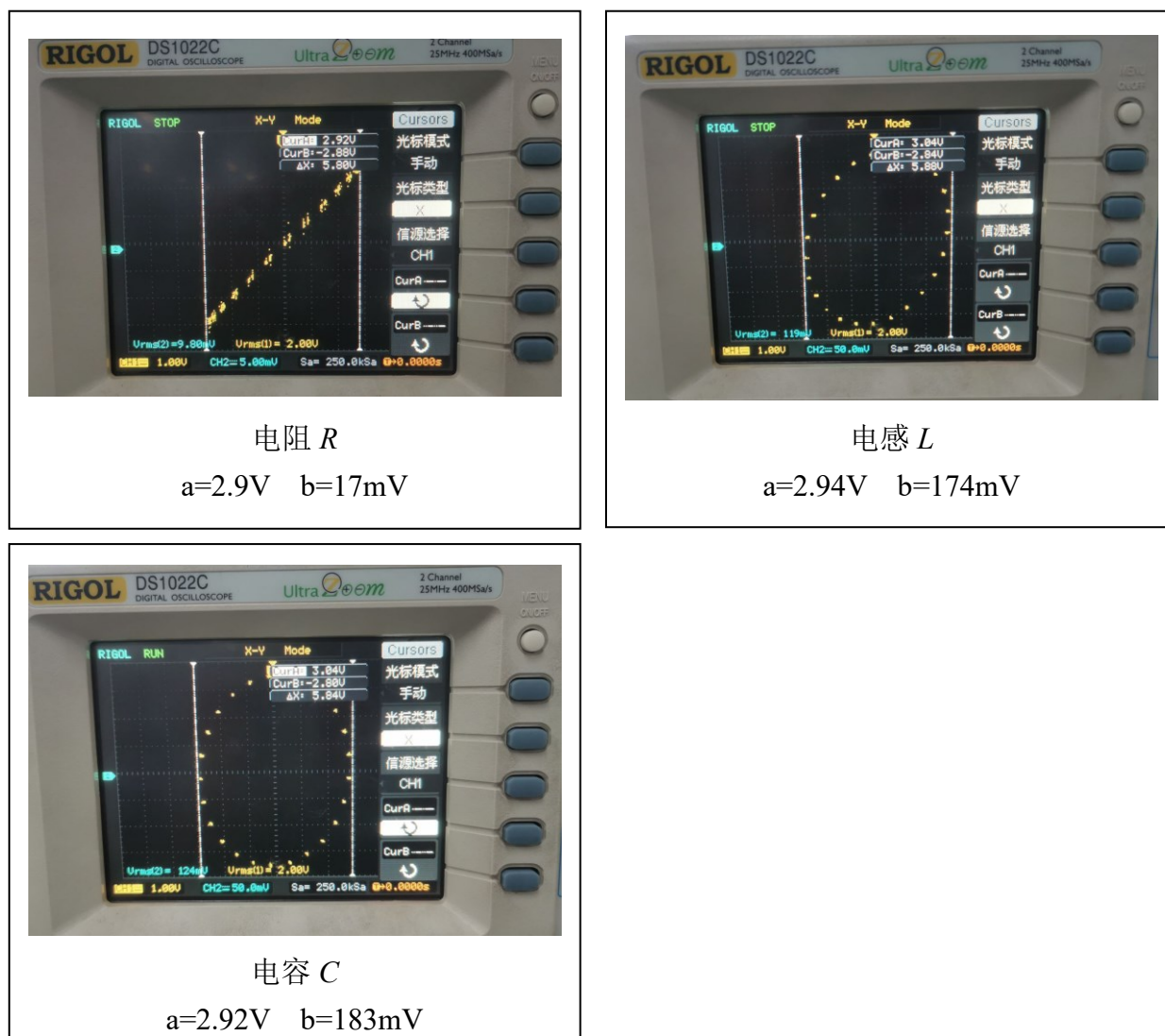


图 5.5

四、实验结论及总结

通过本次实验，我掌握了交流电路中 R 、 L 、 C 单个元件阻抗与频率间的关系：电阻元件的阻抗与频率无关、电感元件的阻抗与频率呈正相关、电容元件的阻抗与频率呈负相关。

同时，我也掌握了通过双迹法利用示波器的光标测量交流电路中 R 、 L 、 C 元件各自的端电压和电流间的相位关系：电阻元件端电压与电流同相位、电感元件端电压相位超前电流相位、电容元件端电流相位超前电压相位。依照理论值，电感元件端电压相位应当超前电流相位 90° ，电容元件端电流相位应当超前电压相位 90° ，实际测量情况与理论值相似，但由于取样电阻存在可能有一定误差。使用取样电阻是因为，示波器只能检测电压信号，我们需要把电流信号转化为电压信号。电阻元件的电压与电流同相位，振幅呈固定的倍数关系，使用一个取样电阻来转换信号。

在正弦激励下， R 、 L 、 C 三元件各自的伏安关系轨迹线均与理论图相符，其中电阻元件的伏安关系轨迹线是一条通过原点的直线、电感元件和电容元件的伏安关系轨迹线是椭圆。

在此次实验中，发现示波器的 CH2 通道有一些接触不良，在实验连接电路时需要小心谨慎。

1. 测绘 R 、 L 、 C 单个元件阻抗频率特性曲线

$f(\text{KHz})$		10	20	30	40	50
$U_s(V)$		2				
$U_{BC}(mV)$	R	9.80	9.83	9.81	9.88	9.83
	L	122.8	62.8	42.9	32.6	26.3
	C	127.1	271	327	494	578

2. R 、 L 、 C 单个元件的相位测量

$R: AB = 101\mu s$

$CD = 0.0\mu s$

结论: 电压和电流没有超前、落后关系。

$L: AB = 100\mu s$

$CD = 23.2\mu s$

结论: 电压超前电流 $23.2\mu s$

$C: AB = 100\mu s$

$CD = 23.2\mu s$

结论: 电流超前电压 $23.2\mu s$

3. R 、 L 、 C 单个元件的伏安关系轨迹线

$R: a = 2.9V$

$b = 17mV$

$L: a = 2.94V$

$b = 174mV$

$C: a = 2.92V$

$b = 183mV$



粘贴原始数据