

实验一 基尔霍夫定律的验证

班级：DL062048 姓名：白顺文 学号：2020303092

一. 实验任务

1、利用色环法读各电阻阻值，并测量各电阻阻值，计算真实值和标定值之间的误差。记录在实验报告中。

2、正确搭接电源进行供电，正确搭接电路，并验证基尔霍夫电压电流定律。

3、能够使用Multisim进行软件模拟仿真电路。

二. 实验原理

1. 基尔霍夫电压定律：

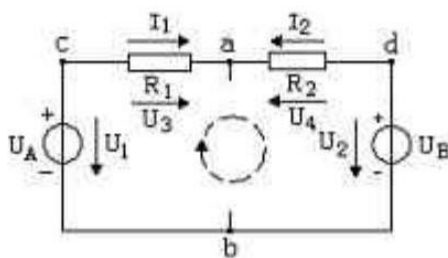


图 2.1

从回路中任意一点出发，以顺时针或逆时针方向沿回路循行一周，则在这个方向上的电位升之和应该等于电位降之和。就是在任一瞬时，沿任一回路循行方向（顺时针或逆时针方向）回路中各段电压的代数和恒等于零（如果规定电位升为正号，则电位降为负号）。在电阻电路中的另一种表达式，就是在任一回路循行方向上，回路中电动势的代数和等于电阻上电压降的代数和。

2. 基尔霍夫电流定律：

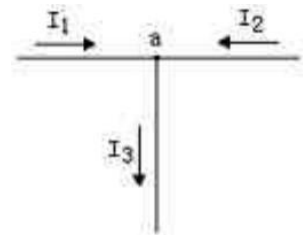


图 2.2

在任一瞬时，流向某一节点的电流之和应该等于由该节点流出的电流之和，即在任一瞬时，一个节点上电流的代数和恒等于零。

三. 实验电路方案

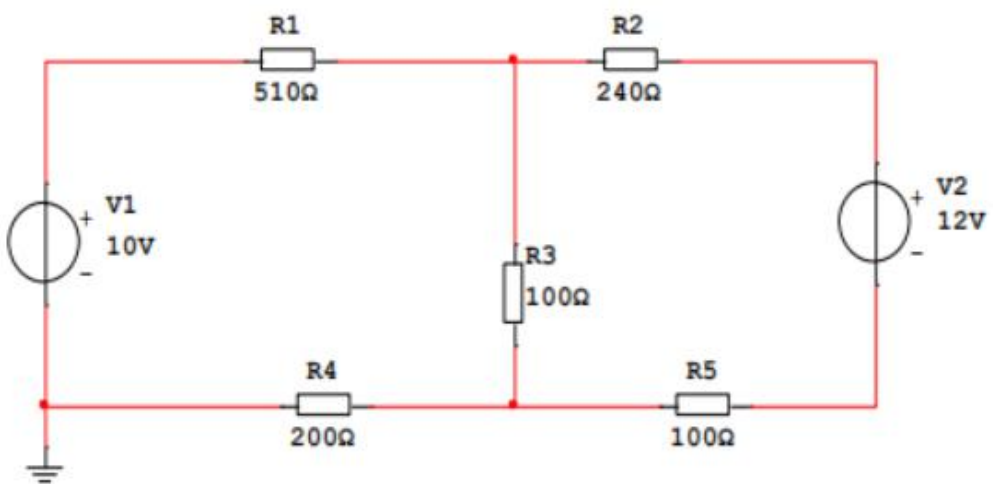


图 3.1

四. 测试和分析

1. 测试用仪器

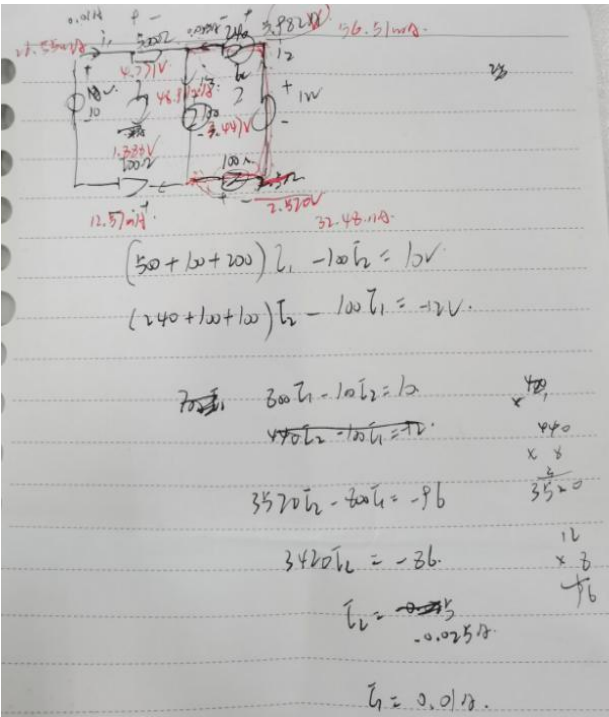
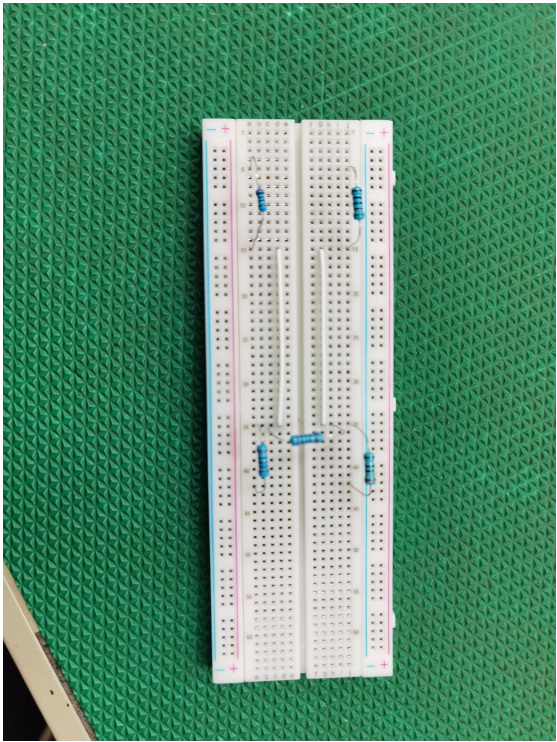
仪器名称	数量
万用表	1
100Ω 电阻	2
240Ω 电阻	1
510Ω 电阻	1
200Ω 电阻	1

直流稳压电源	1
面包板	1
导线	若干

表 1

2. 测试步骤

首先通过色环法读取不同电阻的阻值并记录，之后再用万用表测得实际阻值并记录。待搭接电路完成后，分别测量某个节点各支路的电流值来验证基尔霍夫电流定律，测得整个环路的电压来验证基尔霍夫电压定律。



实验电路搭建和实验前的计算

3. 数据记录

序号	实测值	标称值	相对误差
R ₁	99.9	100	0.10%
R ₂	199.15	200	0.43%

R_3	497.6	510	2.43%
R_4	239.3	240	0.29%
R_5	100.1	100	0.10%

表2

被测量	U1/v	U2/v	U3/v	U4/v	U5/v	I1/mA	I2/mA	I3/mA
计算值	2.00	5.00	3.50	6.00	2.50	10	25	35
测量值 (平均值)	1.845	4.629	3.417	5.984	2.531	8.71	27.31	35.11
相对误差	1.4%	3.2%	1.5%	2.3%	3.7%	2.1%	1.4%	0.88%

表3

4. 结论

从回路中一点出发，顺时针或逆时针方向沿回路循行一周，则在这个方向上的电位升之和应该等于电位降之和。

就是在任一瞬时，沿任一回路循行方向（顺时针或逆时针方向）回路中各段电压的代数和恒等于零（如果规定电位升为正号，则电位降为负号）即

$$10-1.845-4.629-2.531=0.095\approx 0$$

$$\sum U=0。$$

故基尔霍夫电压定律得证。

在任一瞬时，流向某一节点的电流之和应该等于由该节点流出的电流之和，即在任一瞬时，一个节点上电流的代数和恒等于零，即

$$35.11-27.31-8.71=-0.91\approx 0$$

$$\sum I=0$$

故基尔霍夫电流定律得证。五.分

析与结论

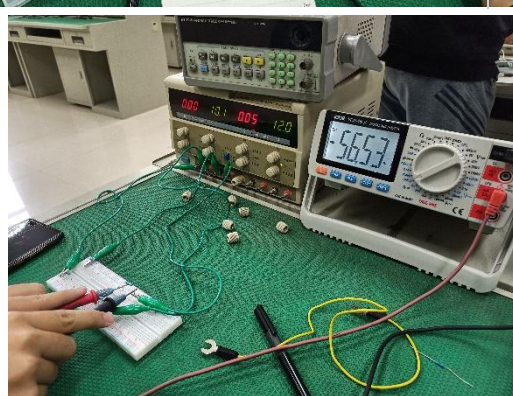
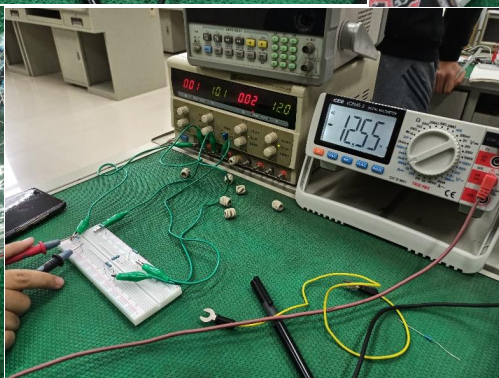
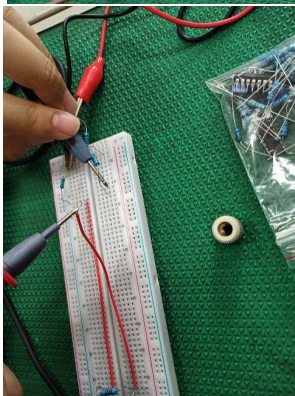
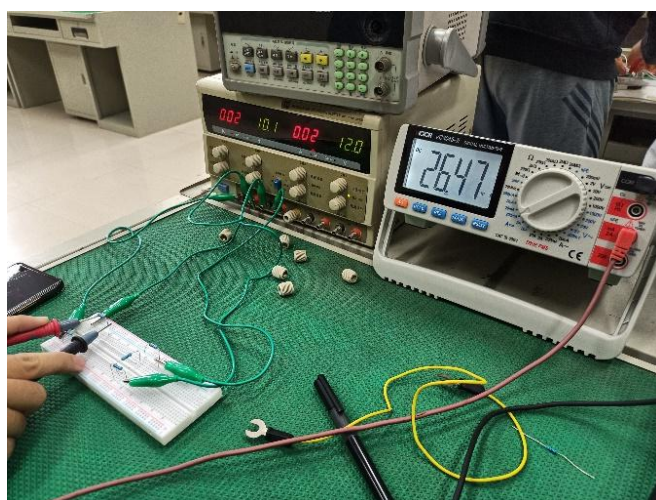
通过色环法读取相应的电阻值与实际值比较，可以发现实验所提供电阻基本为合格电阻。

通过选择节点验证 KCL 定理，可以发现所得数值基本为 0，因此 KCL 定理得证。

通过选择左半回路验证 KVL 定理，可以发现所得数值也基本为 0，误差较小，因此 KVL 定理得证。

误差：出现误差的原因可能是因为导线上存在电阻，并且万用表测量数据有抖动，可以多次测量取平均值。

实验过程拍照



实验二 线性电路线性特性的验证

班级：DL062048 姓名：白顺文 学号：2020303092

一. 实验任务

1. 学习并了解LM317 三端可调节输出正电压稳压器的使用，并实现恒流输出。
2. 掌握齐次定理的测定方法, 验证齐次定理, 加深对线性电路的理解。
3. 掌握叠加定理的测定方法, 验证叠加定理, 加深对线性电路的理解。

二. 实验原理

1. 线性电路中任一条支路电流或电压等于各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电流或电压的代数和。叠加时代数和的意义：若激励单独作用时的响应分量与原响应分量方向一致取正号，反之取负。
2. 线性电路中，当所有激励同时增大K 倍时，其响应也相应增大K 倍。

三. 实验电路方案

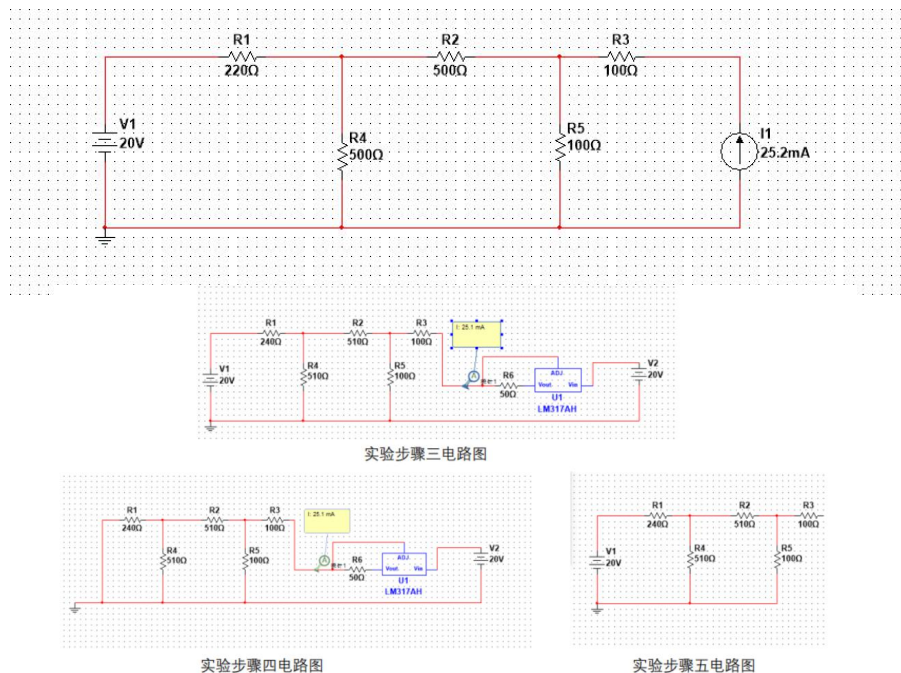


图 3.1

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
100 Ω 电阻	2
220 Ω 电阻	1
500 Ω 电阻	2
50 Ω 电阻	1
LM317 模块	1
直流稳压电源	1
面包板	1
导线	若干

表 1

2. 实验步骤

- 1、按正确方法将 LM317 芯片和电阻及电源相连，用万用表测量其输出的电流
- 2、搭建电路，连上电源
- 3、测量电压源（20V）和芯片电流源（25mA）共同工作时各电阻的电压电流
- 4、电压源用导线替代，测量芯片电流源单独工作时各电阻的电压电流
- 5、电流源断路，测量电压源单独工作时各电阻的电压电流
- 6、将电流源和电压源输出的量降低为 1/2 倍（10V 12.5mA），测量此时各电阻的电压电流
- 7、计算对比数据，得出结论

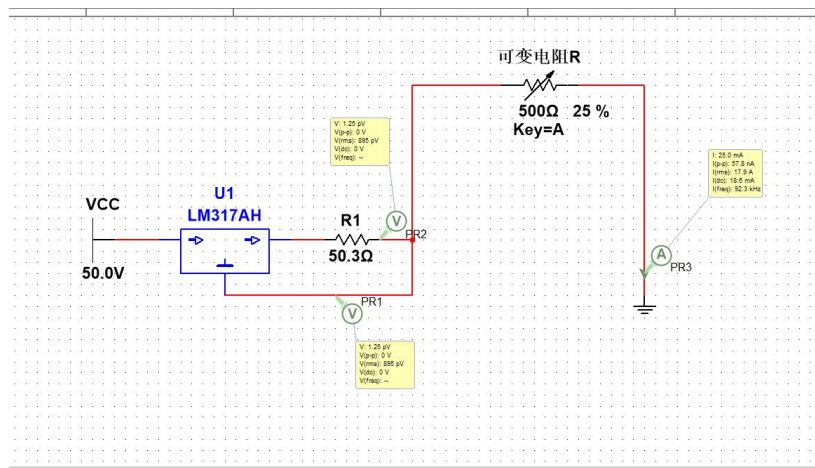


图 4.1

3. 数据记录

V1	A1	I1/mA	I2/mA	I3/mA	Ur1/V	Ur2/V	Ur3/V	Ur4/V	Ur5/V
20	0	12.03	1.01	1.12	9.02	9.01	0.75	10.75	1.14
0	24	1.11	27.31	27.12	1.82	5.66	8.57	1.82	7.49
20	24	10.21	30.47	29.21	7.49	3.86	7.66	12.23	8.35

表 2 验证叠加性数据记录表格

V1	A1	I1/mA	I2/mA	I3/mA	Ur1/V	Ur2/V	Ur3/V	Ur4/V	Ur5/V
10	0	5.7	0.61	0.51	3.84	4.23	0.23	5.17	0.62
0	12	0.52	14.01	13.86	0.78	2.24	4.21	0.62	3.41
10	12	5.12	15.2	14.89	3.14	1.71	3.41	6.21	3.41

表 3 验证齐次性数据记录表格

五、数据分析

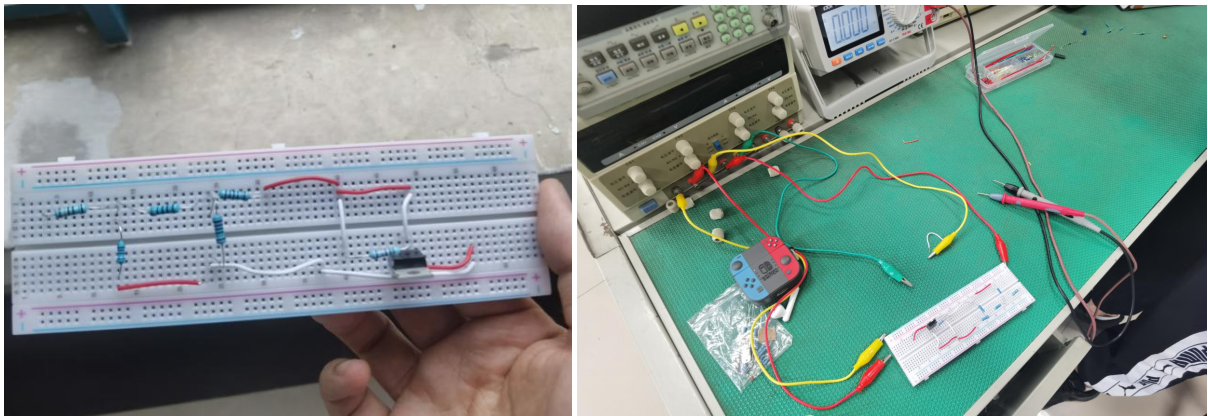
1. 由叠加性表格数据分析可得：将第一二行分别作用时的数据相加减，刚好能够得到第三行相应的数据和，因此线性电路中任一条支路电流或电压等于各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电流或电压的代数和误差在1.32%内。

2. 由叠加性表格数据分析可得：第一行所用激励为第二行激励的一半，并且第一行的数据扩大一倍刚好是第二行的数据，因此多个独立源的激励同时增大/缩小 n 倍，电路中所对应的响应相应的增大/缩小 n 倍，误差在0.95%内。

六、实验结论

- 1、叠加定理成立：线性电路中任一条支路电流或电压等于各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电流或电压的代数和。
2. 齐次定理需要多个独立源的激励同时增大/缩小 n 倍，电路中所对应的响应才会相应的增大/缩小 n 倍，如果只有单独的一个激励增大，电路中的响应不会相应的增大倍数。
3. 运用lm317进行恒定电流源验证实验，验证上面两个定理，误差也在允许范围内。

实验过程照片



实验三 电源的等效变换和等效电源定理

班级：DL062048 姓名：白顺文 学号：2020303092

一. 实验任务

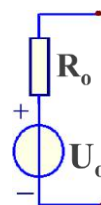
利用戴维南定理把下述除 100Ω 、 500Ω 支路外其余部分电路化简，并验证等效电路的正确性。

要求：

1. 从半偏法、开路短路法、二次测量法中选一种方法测内阻，与直接测量法比较。
2. 验证戴维南等效电路的正确性，记录数据，画出曲线，分析结果。

二. 实验原理

1. 线性有源单口网络对外电路作用可等效为一个理想电压源和电阻的串联组合或一个理想电流源和电阻的并联组合。其中：电压源电压 U_0 为该有源单口网络的开路电压 U_{oc} ，电阻 R_0 为该有源单口网络的除源输入电阻 R_0 。该定理称为等效电压源定理，也称为戴维南定理。



2. 移除 R_L ，测量开路电压，为等效电压源的电压。
3. 内阻用电压半偏法测量：在原来 R_L 处连接一可变电阻，测量可变电阻两端电压，当两端电压为开路电压一半时，可变电阻的阻值即为等效电压源内阻。

三. 实验电路方案

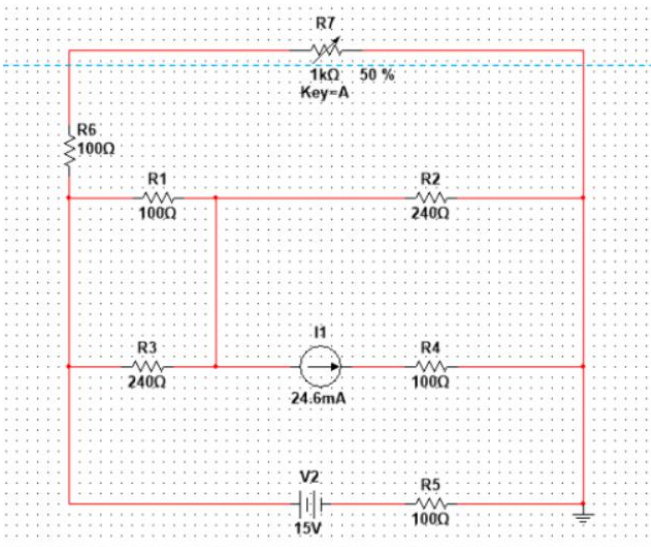


图 3.1

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
100 Ω 电阻	4
240 Ω 电阻	2
51 Ω 电阻	1
直流稳压电源	1
LM317 模块	1
面包板	1
导线	若干

表 1

2. 测试步骤

在设计好的电路中对原电路的各组数据进行测量，之后根据等效定理对电路进行等效，再次测量之前的各组数据。

第二步绘图比较，验证戴维南等效电路的正确性。

3. 数据记录

直接测量法：

R/ Ω	92	420	744	784	800
U ₀ /V	1.232	2.457	2.719	3.145	3.574
I ₀ /mA	13.59	5.85	3.65	3.12	2.73

表 2

开路短路法：

R/ Ω	92	420	744	784	800
U ₁ /V	1.312	2.517	2.813	3.046	3.478
I ₁ /mA	13.42	5.99	3.72	3.12	2.61

表 3

直接测量法内阻： $R_{\text{内}}=167.0\Omega$

开路短路法内阻：

$$U_{oc}=4.740V \quad I_{oc}=54.85mA$$

$$\text{可得 } R_{oc}=\frac{U_{oc}}{I_{oc}}=177.5\Omega$$

4. 绘制曲线并进行比较

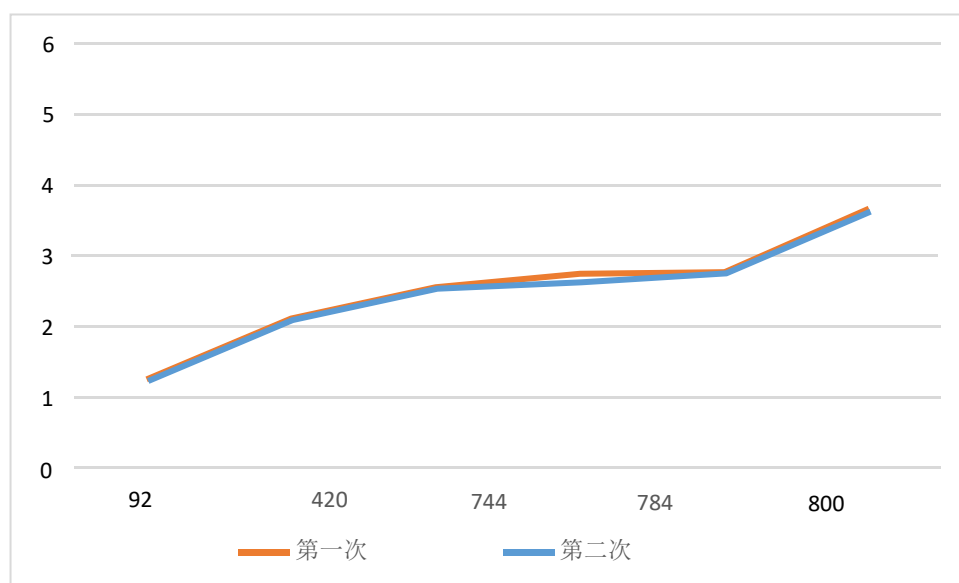


图 4.1 电压曲线对比 (横轴为电阻/ Ω 纵轴为电压/V)

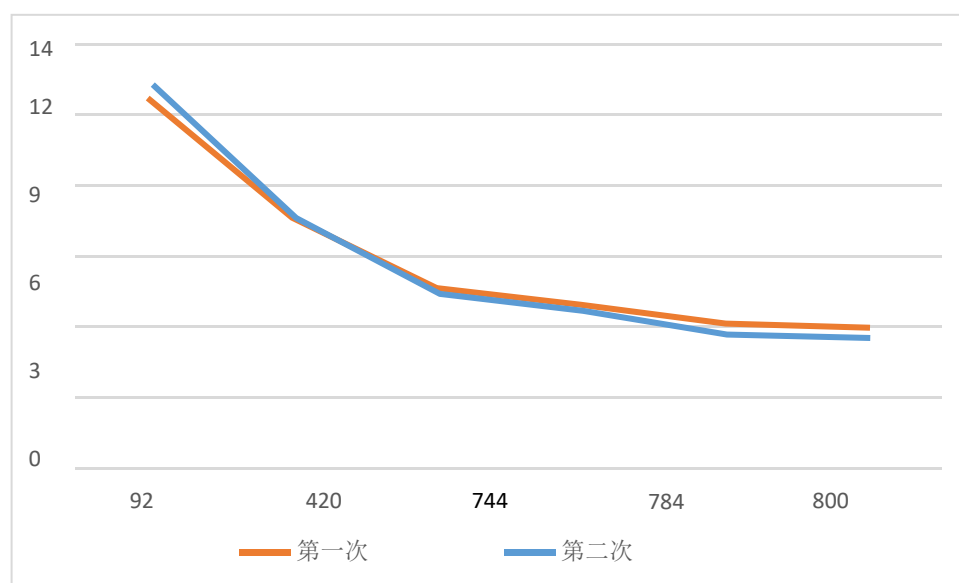


图 4.2 电流曲线对比 (横轴为电阻/ Ω 纵轴为电流/mA)

5. 结论

由上述数据和曲线可知,数据误差较小,绘图曲线基本重合,因而等效电源定理成立。

五. 分析与讨论

根据绘图，所测数据与真实数据基本吻合，曲线也基本一致，可以验证等效电源定理的成立。

要注意合理布线，安全操作，这样可以提高效率，测得更准。误差出现的原因还可能是因为导线上存在电阻，并且万用表测量数据有抖动，可以多次测量取平均值。同时，我对直接测量法和开路短路法的优缺点进行了分析对比：

1. 直接测量法

优点：较为准确。

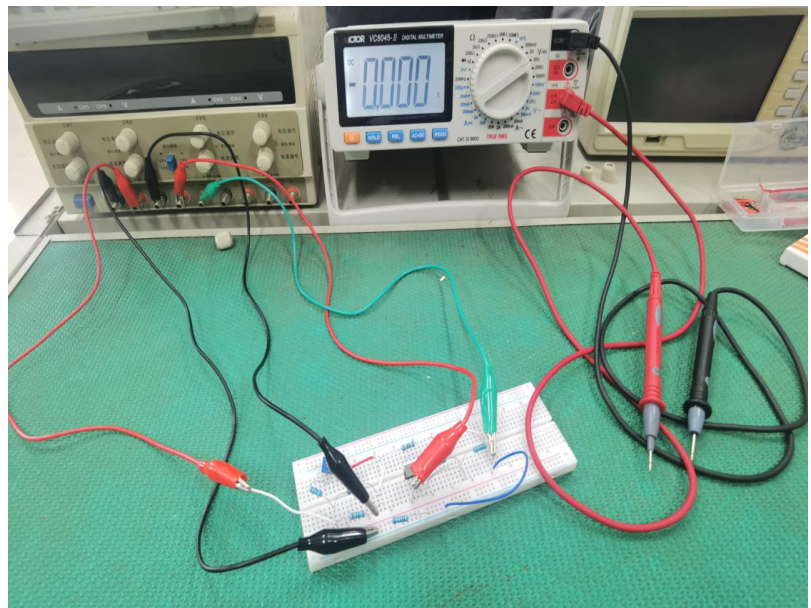
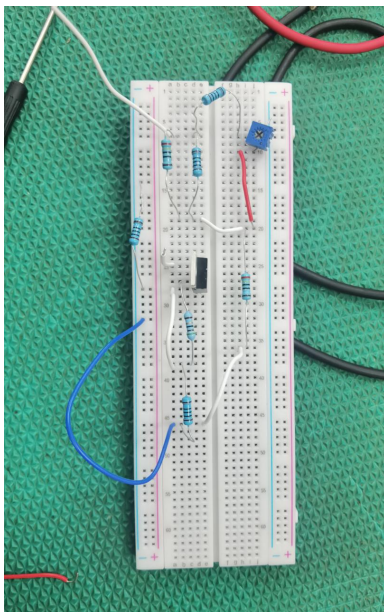
缺点：需要除源，改变电路连接方式，操作较为复杂。开路

2. 短路法

优点：最简单最快速。

缺点：当有源二端网络有受控源或受控电流源时，此时不能用实验方法确定。

实验过程拍照



实验四 功率因数的提高

班级：DL062048 姓 名：白顺文 学 号：2020303092

一. 实验任务

1. 根据电路原理图搭建电路, 通过测量不同情况下的 U 、 I 、 I_L 、 I_C 、 P 计算 S 、 Q 、 $\cos \phi$ 、 ϕ 并自行设计表格并记录并计算数据。
2. 定性分析上述三个实验情况下 I 、 I_L 、 I_C 相对于 U 的相量图。
3. 根据实验数据、画出三个实验情况下的功率三角形。

二. 实验原理

1. 功率因数提高的意义:

①可以充分利用供电设备的容量, 是同样的供电设备为更多用电器供电。

②减少供电线路上的电压降和能量损耗。

2. 遵循原理:

在原电路中并联一个电容, 从而使负载所需的无功功率部分或全部由电容补偿, 从而减少或消除了由电源供给的无功功率, 且不影响负载的有功功率, 达到了提高功率因数的目的。

3. 功率因数的提高方法:

① 调整负荷, 提高设备利用率, 减少空载轻载运行的设备。

② 恰当地选择电动机容量, 减少电动机无功消耗。

③ 合理配置变压器, 恰当选择容量。

④ 改善配电线路布局，避免迂回。

三. 实验电路方案

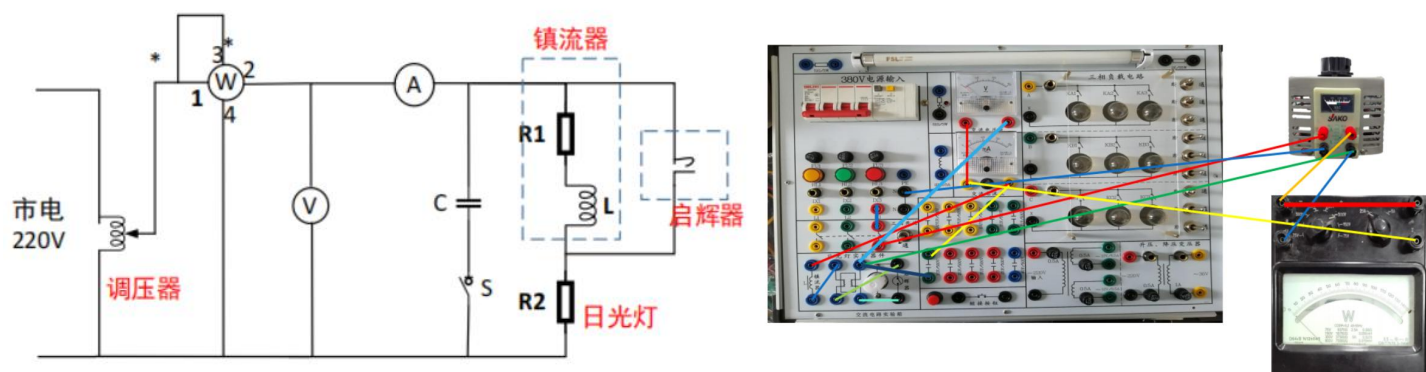


图 3.1

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
220V 交流电源	1
功率表	1
电压表	1
电流表	1
电感	1
电容	2
调压器	1
导线	若干

表 1

2. 测试步骤

慢慢旋转调压器

1. 缓慢增加调压器输出，让日光灯点亮，记录 U, I, P 。
2. 将电压调至220V，不接入电容 C ，测量 U, I, P ，计算 $S, Q, \cos\phi$ 和 ϕ
3. 接入1 μF ，合理改变电流表位置，测量支路 I_C （流经电容）， I_L （流经灯管）及总路电流 I, U, P
4. 接入2 μF ，重复上述步骤。

3. 数据记录

原电路

表 2

重
后
路

	U/v	I/A	I_C/A	I_L/A	P/w	电容
灯亮时		0.125	0	0.125	20.5	0
220V	220	0.145	0	0.145	25.5	0
	220	0.107	0.036	0.145	24.9	1 μf
	220	0.122	0.081	0.145	25.8	2 μf
	220	0.131	0.106	0.145	25.4	3 μf

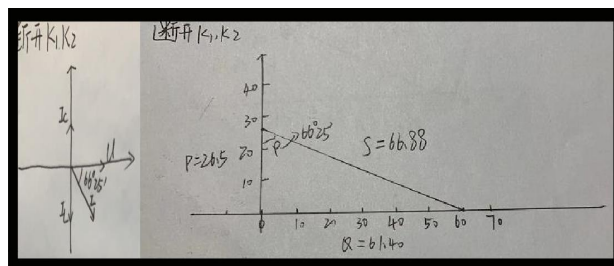
	S	Q	$\cos\phi$	ϕ
不接电容时	31.9	14.8	0.403	66.419°
1 μf	24.5	12.2	0.439	62.384°
2 μf	27.6	14.5	0.479	59.319°
3 μf	28.8	17.2	0.501	56.058°

搭
电

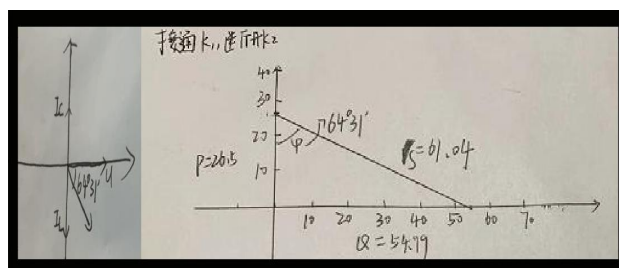
表 3

4. 相量图和功率三角形

断开 K1、K2 时的相量图和功率三角形：

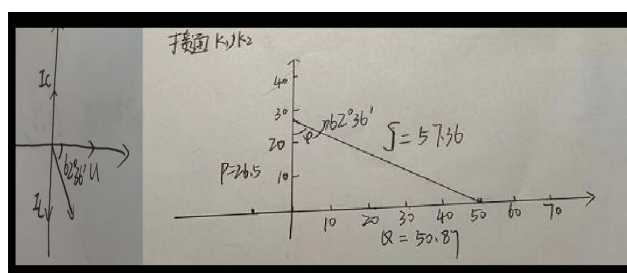


接通 K1、断开 K2 时的相量图和功率三角形：



接通 K1、K2 时的电感的电流超前于电压 90° ,

电容的电压超前于电流 90° , Z 表现为容性, 电压相量超前于电流。



五、分析与讨论

可以通过并联电容, 功率因数确实提高了一些。但是电容的选择一定要适当, 否则功率因数可能随着 C 的增大而减小。通过本次实验, 实验原理得到验证。由于本实验要接通 220V 市电, 一定要注意不能带电操作, 不要触碰任何金属表面, 安全是十分重要的, 一定要注意。

实验五 谐振

班级：DL062048 姓 名：白顺文 学 号：2020303092

一. 实验任务

1. 按照电路原理图搭建电路, $R=100\ \Omega$, $C=0.1\ \mu\text{F}$, $L=100\text{mH}$, 确定对应的谐振频率与通常范围并与理论值比较 (示波器或毫伏表任选)

2. 使用直接相连的方法, 在 $R=100\ \Omega$, $R=5000\ \Omega$ 两个不同阻值下测量 RLC 的频率特性曲线, 并确定 $100\ \Omega$ 对应的谐振频率与通带范围并与理论值比较, 观察 $5000\ \Omega$ 的频率特性曲线 (示波器或毫伏表任选)

3. 利用双表法测量 $R=100\ \Omega$ 时对应的频率特性曲线。

4. 实验报告要求以下内容

分析双表法与示波器或毫伏表法的结果。

思考信号源内阻的影响。

实验内容 2、3 中同样器件测量结果为何差异显著。

二. 实验原理

由电感 L 和电容 C 组成的, 可以在一个或若干个频率上发生谐振现象的电路, 统称为谐振电路。在电子和无线电工程中, 经常要从许多电信号中选取我们所需要的电信号, 而同时把我们不需要的电信号加以抑制或滤除, 为此就需要有一个选择电路, 即谐振电路。

由电感 L 和电容 C 串联而组成的谐振电路称为串联谐振电路。

其中 R 为电路的总电阻，即 $R=R_L+R_C$ ， R_L 和 R_C 分别为电感元件与电容元件的电阻； U_s 为电压源电压， ω 为电源角频率。该电路的输入阻抗为

其中 $X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$ 。故得 Z 的模和幅角分别为

当 $X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$ 时，即有 $\phi=0$ ，即 X_L 与 X_C 相同。此时我们就说电路发生了谐振。而电路达到谐振的条件即为

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

三. 实验电路方案

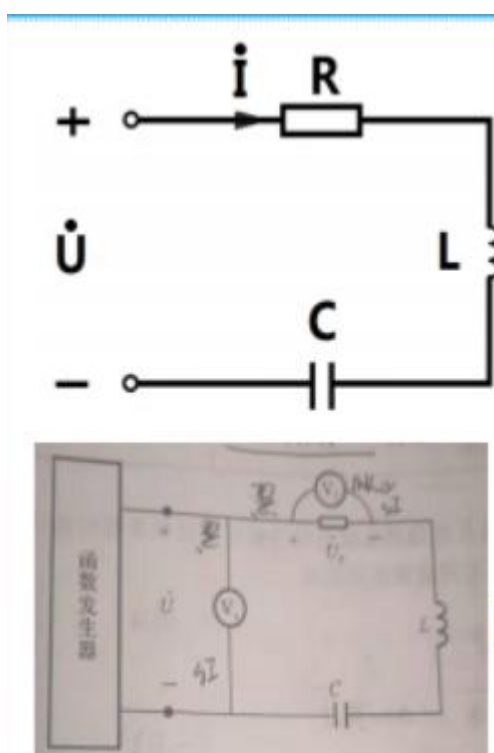


图 3.1

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
100Ω 电阻	3
5KΩ 电阻	1
直流稳压电源	1
面包板	1
导线	若干
0.1 μF 电容	1
100mH 电感	1

表 4.1

2. 测试步骤

首先使用面包板并使用 100Ω 电阻搭建电路对原电路的各组数据进行测量，之后在不使用面包板直接相连电路，再次测量之前的各组数据。再使用 5000Ω 电阻进行各组数据的测量，对各组数据进行比较，观察波形曲线。

最后，使用双表法测量R=100Ω 时对应的频率特性曲线。3.

数据记录

1. R=100Ω，面包板（使用示波器）

理论值： $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1.591 \text{ khz}$

实测数据记录表格：

$U_r=0.471V$	$F_0=1.7kHz$	
$0.707 U_r$	1.79 kHz	1.67 kHz
$0.5U_r$	2.01 kHz	1.35 kHz
$0.3U_r$	2.35 kHz	1.01 kHz
$0.1U_r$	3.80 kHz	0.79 kHz

表 4.2

2. $R=100\Omega$ ，双表法

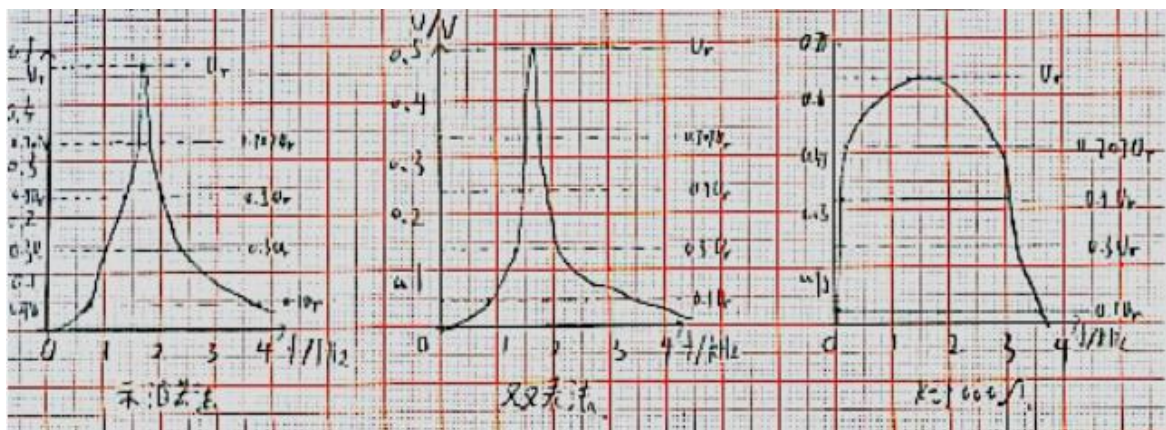
$U_r=0.491V$	$F_0=1.7kHz$	
$0.707 U_r$	1.81 kHz	1.65 kHz
$0.5U_r$	1.93 kHz	1.49 kHz
$0.3U_r$	2.09 kHz	1.32 kHz
$0.1U_r$	3.60 kHz	0.76 kHz

表 4.3

3. $R=5000\Omega$ ，直接相连（使用示波器）

$U_r=0.657 V$	$F_0=1.5kHz$	
$0.707 U_r$	2.9 kHz	0.3 kHz
$0.5U_r$	3.0 kHz	0.15 kHz
$0.3U_r$	3.2 kHz	0.1 kHz
$0.1U_r$	3.60 kHz	0.7 kHz

表 4.3



五. 分析与讨论

实验内容 2、3 中同样器件测量结果差异显著的原因：

通过对使用面包板和直接相连两种情况进行对比，可以看出使用面包板会造成较大的误差，因为面包板内部有非常多的导线，会带来很大的寄生电容。同时示波器读数的偶然性较大，很容易出现很大的偏差。

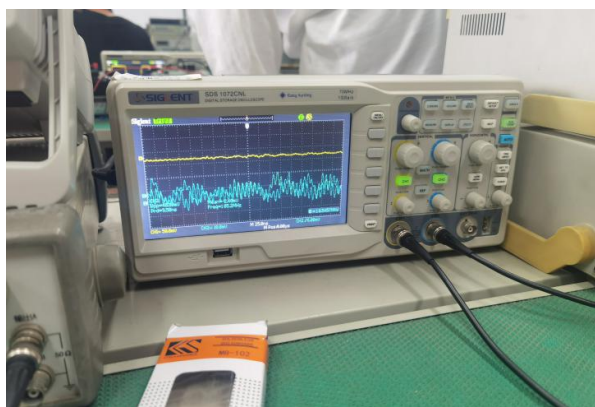
示波器法和双表法测量结果分析对比：

虽然示波器法更直观，但示波器读数的偶然性较大，很容易出现很大的偏差。信号发生器的内部阻抗必然影响输给电路的电压值，结果必然产生较大偏差。为了克服这一影响采用在每个实验频率点处进行电源幅度调节，尽可能维持电源的输出电压不变

双表法的优点在于读数十分方便，并且能够同时直接测量得到两组数据。但是由于电表内部构造，测得的电压并不是完全准确的，可能存在一定的误差。**信号源内阻的影响：**

中心频率几乎不变， Q 值下降，通带范围扩大，图像变得更加平缓。

也就是说，信号源内阻的增加会导致输出电压和功率降低，通带范围扩大，但中心频率不变。



实验过程拍照（调试过程中）

实验六 RC 电路的瞬态分析

班级：DL062048 姓名：白顺文 学号：2020303092

一. 实验任务

- 1、 利用示波器观察的响应波形：方波频率根据 RC 所给参数自行选择，幅度为 $2V_{pp}$ ， $R=10k$ 、 $C=0.01\mu f$ ，定量测量记录电容上的电压波形并通过数据计算电路的时间常数。
- 2、 自选适当的电阻与电容与信号源频率（方波），实现微分电路与积分电路，要求将示波器上结果拍照并反应到实验报告中。
- 3、 利用示波器或者交流毫伏表仪器测量低通或高通滤波器的幅频特性

曲线二. 实验原理

- ① 零输入响应是在输入电压为零时，电容上的已有电压的放电过程。
零状态响应是在电容上的电压为零时，有输入电压时的充电过程。
- ② 全响应是当有输入电压时，当加载上电容上的电压高于电容上的原电压就会有充电过程，反之会有放电过程。可用三要素法分析。
- ③ 零输入响应就是系统初始状态不松弛，也就是初始状态不为零时，输入为零时的响应。比如一个 RC 电路，当电容电荷不为零时，这个电路不输入信号，但也发生响应。
- ④ 零状态响应就是系统初始状态松弛，也就是系统初始状态为零，

有输入时的响应。 比如一个RC 电路，当电容电荷为零时，输入信号，系统发生的响应。

⑤ 因此响应应该是零输入响应和零状态响应的和。

⑥ 瞬态过程：把时间项考虑进去，来分析 RC 电路的充放电过程。

三. 实验电路方案

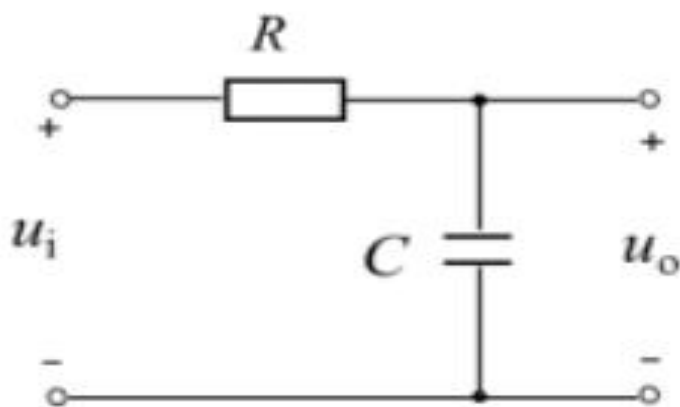


图 3.1

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
10K Ω 电阻	1
信号发生器	1
示波器	1
0.01 μ f 电容	1
其他阻值电阻	1
其他阻值电容	1
导线	若干

2. 测试步骤

首先连接电路，调节函数发生器的频率，调节示波器来确定时间常数并与理论值进行比较。

构建微分、积分电路观察并记录。

设计低通滤波器，调节函数发生器并用示波器观察是否成功。

记录相关数据，最后关闭并整理仪器，打扫卫生。

五. 数据记录

1. 时间常数测量与比较

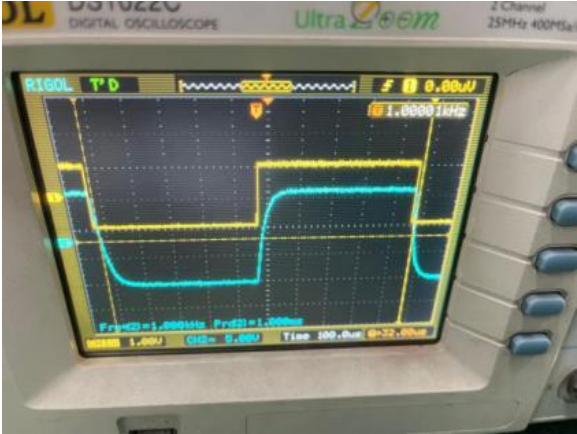


图 5.1

理论值：0.1ms 实际测量值：0.109ms

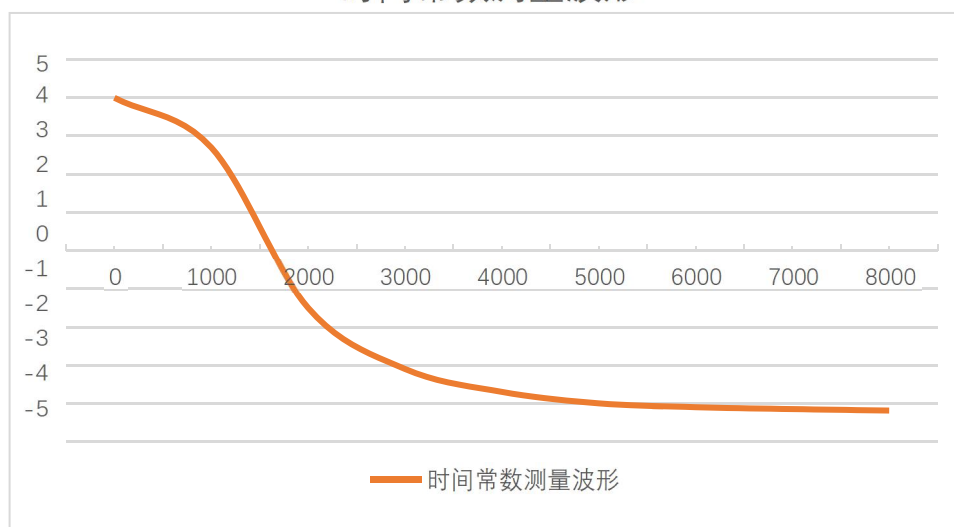
T/us	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
U/v	4	2.7	-1.5	-3.1	-3.7	-4	-4.1	-4.15	-4.19

表 5.1

测量并绘制所得波形图如下

图 5.11

时间常数测量波形



2. 微分电路

波形图：

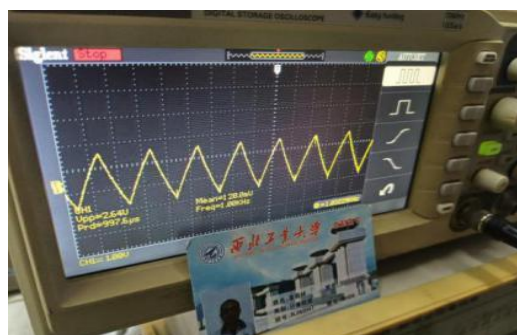


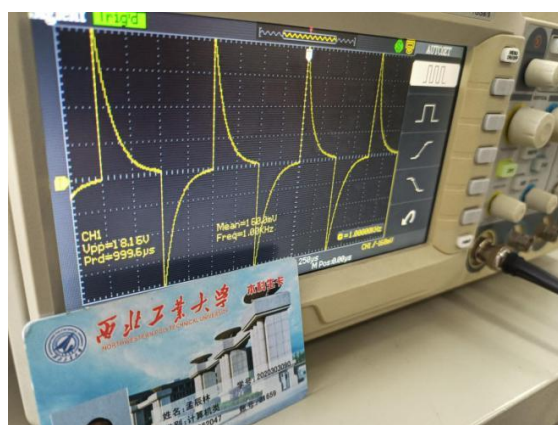
图 5.2 (搭档的一卡通, 本人没带)

测量数据: $R=10\text{k}\Omega$, $C=0.01\mu\text{F}$, $f=50\text{Hz}$, $RC \ll T/2$

3. 积分电路

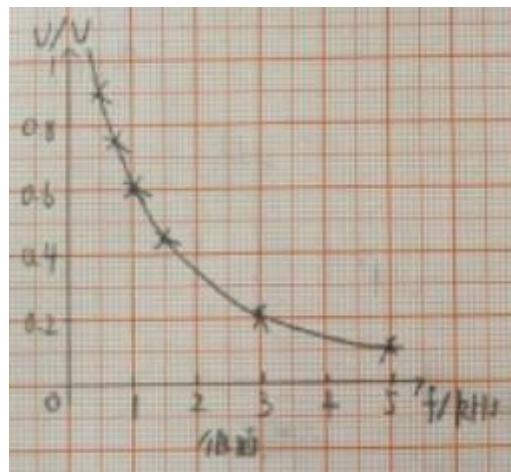
波形图：

图 5.3 (搭档一卡通, 本人没带)



测量数据: $R=0.2\text{M}\Omega$, $C=0.01\mu\text{F}$, $f=5\text{kHz}$, $RC \gg T/2$

4. 低通滤波器波形:



六. 分析与结论

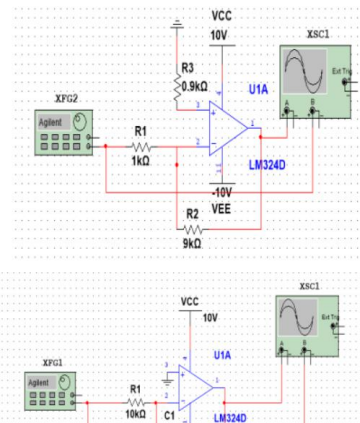
本次实验比较考验团队协作能力，两个人的默契是完成快速接线和测量的关键，一个人操作信号发生器，一个人操作示波器并完成接线操作，能达到事半功倍的效果。同时，此类实验不能使用面包板，因为面包板上的寄生电容会对实验造成较大影响，此次误差在0.1左右

实验七 基本运算电路的设计

班级: DL062048 姓名: 白顺文 学号: 2020303092

一. 实验任务

1. 集成运算放大器-LM324
2. LM324组成的反向放大器与积分器等基本运算电路的设计。
3. 实际使用集成运放时的注意事项



1、预习报告 (2分)

2、如图1连接电路, 构成一个反向比例放大器, 其中函数信号发生器输出正弦波, 频率为1000Hz 调整函数信号发生器的电压幅度Vpp, 从示波器上观察LM324 输出端电压波形, 画出Vpp=0.5V时输入输出波形。(3分)

3、改变Vpp: :0.5V-4V并记录输出端Vpp,填入表格。(2分)

4、记录输入信号幅度从多少开始, 输出信号波形出现失真。(1分)

5、如图2连接电路, 构成一个含运放的积分电路, 其中函数信号发生器输出方波, 频率自选, 要求实现输出为三角波, 观察示波器, 画出此时输入输出波形 (2分)

二. 实验原理

2.1 LM324 芯片引脚说明与使用

- a) LM324 为集成运算放大器。该器件为双列直插 14 脚封装, 管脚排列在器件两侧, 针状的管脚可以插入14 脚的IC 插座中。
- b) 在器件表面会有一个半形的缺口, 习惯上把这个四放在左手边。注意: 半圆形的凹陷是标识位, 与右侧中间的圆点区分开。
- c) LM324 管脚排列将标识位放在左手边, 左下角为 1 脚, 依次往右为 2、3、4、5、6、7。8 脚在在 7 脚对面, 再依次往左为 9、10、11、12、13、14。
- d) 单电源工作范围 3~30V
- e) 双电源工作范围 $\pm 1.5 \sim \pm 15V$
- f) 输入失调电压 2mV(最大值 7mV)

g) 其功能如下图所示

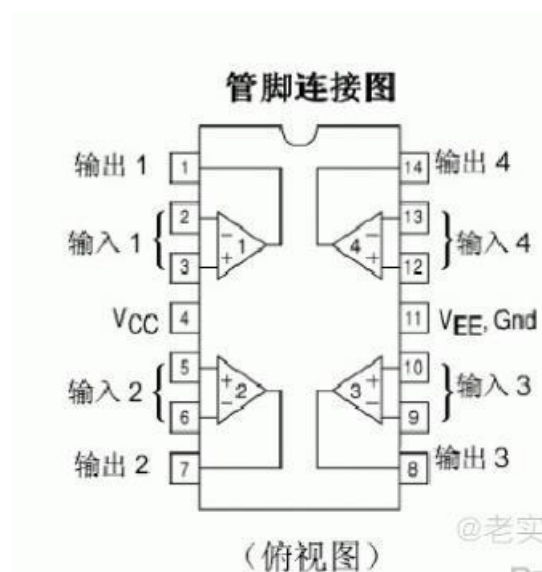


图2.1

2.2 使用双电源供电 5v 输出的意义

因为运放做的某些电路（如差分放大电路）的输出是可能为负的，要是单电源供电的话，电源最低电平是 0V（GND）当输出结果应该为负的时候，就被强制钳位在 0 了。

另外，要是运放的输入电平有负电平的话，要是用单电源供电，就易使运放损坏。

一般来说，运放的输入或者输出电平，是在其供电电平范围之间的。所以说双电源供电，是为了使输入和输出的电平范围能达到负电平。

当然，如果输入和输出都不会有负的，也可以用单电源供电。

三. 实验电路方案

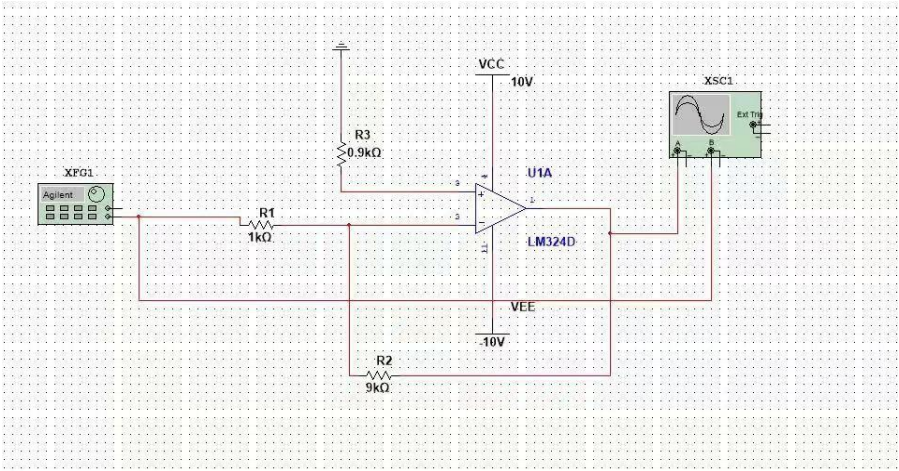


图3. 1

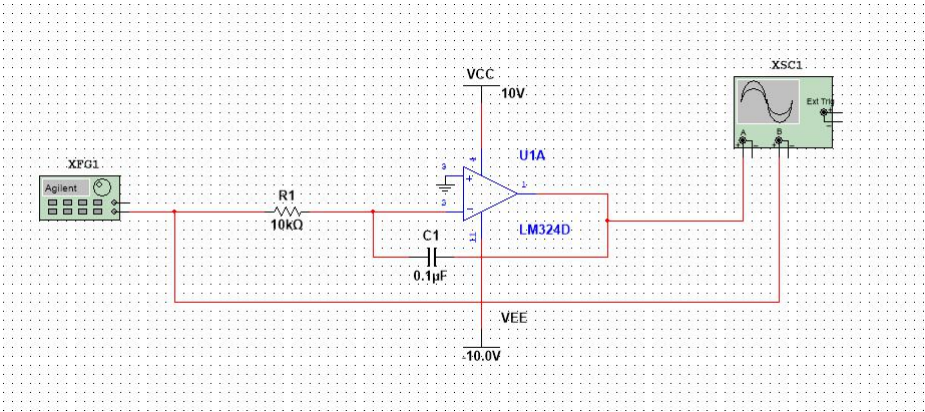


图3. 2

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
10KΩ 电阻	1
信号发生器	1
示波器	1
0.1 μ f 电容	1

LM324 模块	1
直流稳压电源	1
1K Ω 电阻	1
9K Ω 电阻	1
0.9K Ω 电阻	1
导线	若干

表 1

2. 测试步骤

首先如图 3.1 连接电路，构成一个反向比例放大器，其中函数信号发生器输出正弦波，频率为 1000Hz。然后改变 V_{pp} (0.5-4V) 并记录输出端 V_{pp} ，记录数据并填入表格。当输入信号幅度在线性工作区时，调整频率，观察输出信号波形出现失真时的电压并记录。

再按照图 3.2 连接电路，构成一个含运放的积分电路，其中函数信号发生器输出方波，频率自选，实现输出为三角波，观察示波器，画出此时输入输出波形。

最后关闭并整理仪器，打扫卫生。

五. 数据记录

1. 反向比例放大器波形图与数据

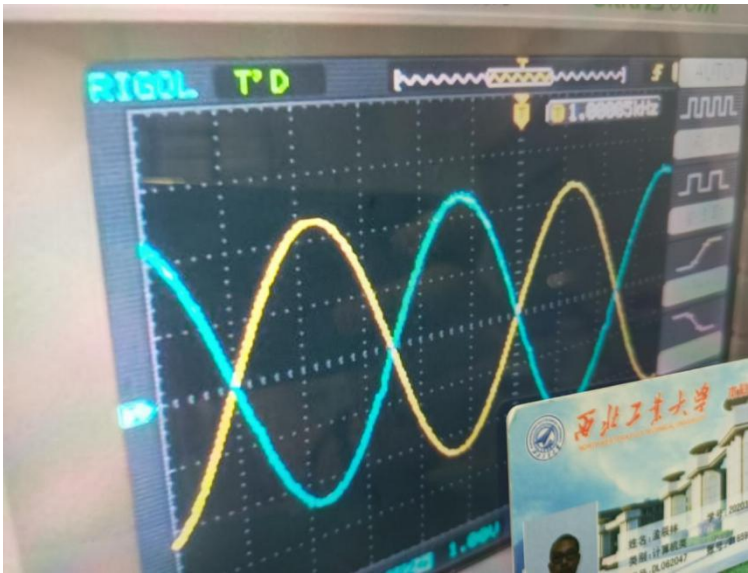


图5.1

搭档一卡通，本人没带

输入电压v	0.5	1	2	3	4
理论估算值vpp	5	10	20	30	40
实测值vpp	49.1	9.61	18.6	26.1	26.5
误差	1.8%	3.9%	7%	13%	33.8%
输入电压v	0.5	1	2	3	4
理论估算值vpp	5	10	20	30	40
实测值vpp	49.1	9.61	18.6	26.1	26.5
误差	1.8%	3.9%	7%	13%	33.8%

表5.1

失真频率：3.3KHZ

2. 含运放的积分电路输出波形图



图 5.2（搭档的一卡通，本人又没带）

六. 分析与结论

本次实验比较考验团队协作能力，两个人的默契是完成快速接线和测量的在实验误差允许的范围内满足实验假设和实验要求，根据实验波形可之，设计的反向运算放大器和含运放的积分电路均满足实验要求。

失真出现的原因：

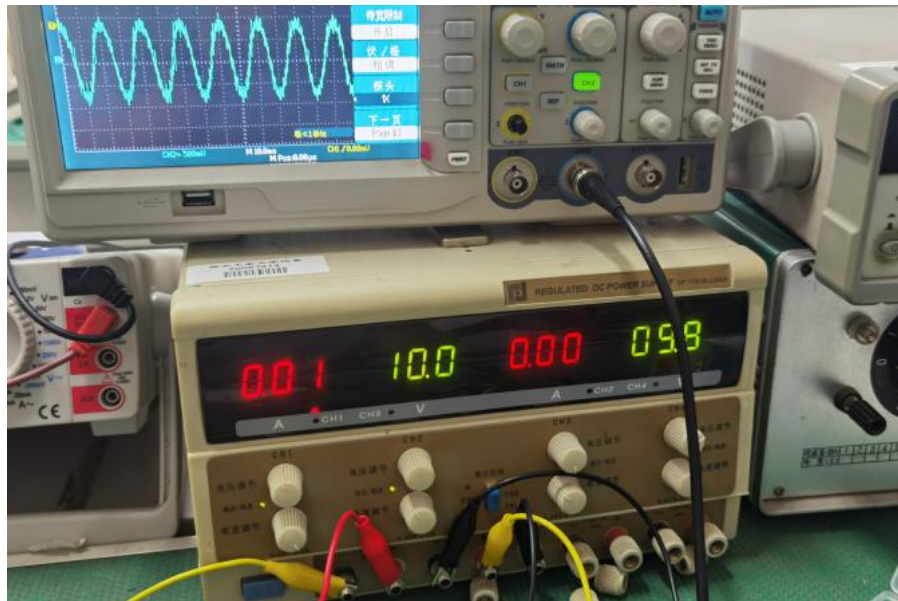
当放大器的工作点选的太低，或太高时，放大器不能对输入信号实施正常的放大，可能出现下述三种情况：

1、截止失真。这种失真是因工作点取的太低，输入负半周信号时，三极管进入截止区而产生的失真。对于固定偏置放大电路，一般通过减小电阻来提高静态工作点，从而消除失真。

2、饱和失真。这种失真是因工作点取的太高，输入正半周信号时，三极管进入饱和区而产生的失真；对于固定偏置放大电路，一般通过增大电阻来降低静态工作点，从而消除失真。

3、双顶失真。一般是因为输入信号幅度太大造成的，可通过减小输入信号或改变电路结构来消除失真。

实验过程中拍照：正在调试



实验八 有源滤波器设计

班级：DL062048 姓 名：白顺文 学 号：2020303092

一. 实验任务

一. 滤波器的概念与分类

二. 有源滤波器

三. 实验内容

- 1、 根据所给元器件，设计一个低通有源滤波器，截止频率为159.2Hz, 通带增益为 2，其中函数信号发生器输出为正弦波， $V_{pp}=1V$ 。
- 2、 利用点频法画出该低通滤波器的幅频特性曲线。
- 3、 在2的基础上设计后续电路实现一个通带有源滤波器，其中函数信号发生器输出正弦波， $V_{pp}=1V$ 。要求通带范围 约：159.2Hz-1592.4Hz（通带电压增益为4）。

实验内容：

- 1、电路器材故障检查、分析、排除 (4分)
- 2、由所给元器件，设计一个低通有源滤波器，截止频率约为159.2Hz,通带电压增益为2，函数信号发生器输出正弦波， $V_{pp}=1V$ (3分)
- 3、示波器上显示正确的输入输出波形 (2分) (拍照)
- 4、在2的基础上设计后续电路实现一个带通有源滤波器（即低通串联高通），其中函数信号发生器输出正弦波， $V_{pp}=1V$ 。要求通带范围约：159.2Hz-1592.4Hz 通带电压增益为4 (5分)
- 5、示波器上显示正确的输入输出波形 (2分) (拍照并现场演示验收)

二. 实验原理

在基本的RC 滤波电路中： C 做输出端就是低通滤波器， R 做输出就是高通滤波器。

基本原理是，当电容和电阻串联时：

若电源为直流电（ $f=0$ ），由于电容的隔直作用，故只有

电容两端有电压，而电阻两端的电压为 0，

若电源为交流电 ($f > 0$)，电容导通，频率越高导通阻抗越小，因而高通，

考虑一个连续的过程，当电源频率由 0 变大时，电容两端电压由大变小，因而低通，而在高通电路中，电阻两端的电压由 0 慢慢变大，因而高通。

三. 实验电路方案

① 低通滤波器

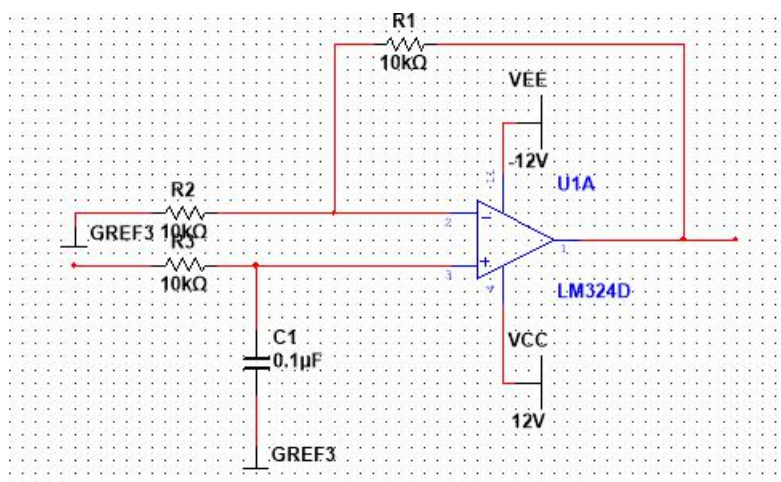


图 3.1

② 带通滤波器

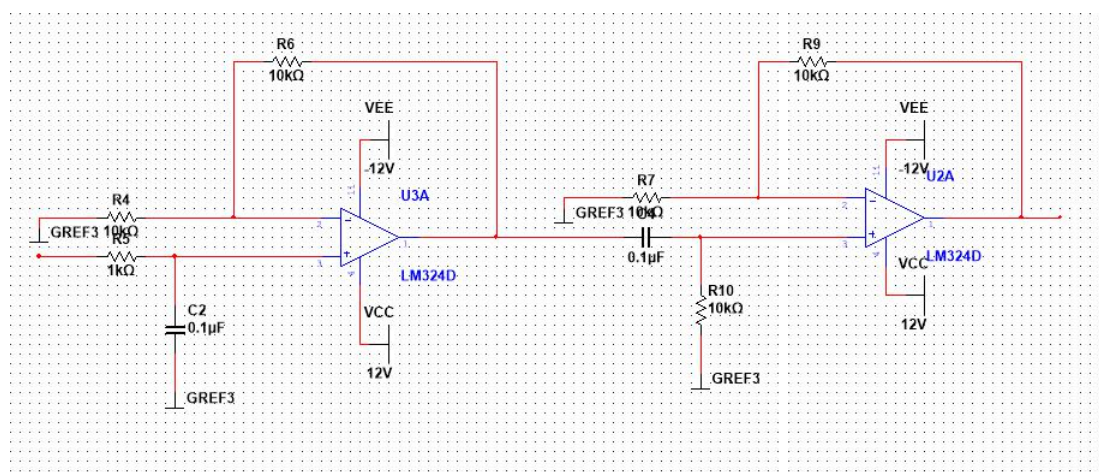


图 3.2

四. 测试与分析

1. 测试用仪器

仪器名称	数量
万用表	1
10KΩ 电阻	5
1KΩ 电阻	1
信号发生器	1
示波器	1
0.1 μf 电容	1
面包板	1
LM324 模块	1
导线	若干

表 4.1

2. 测试步骤

首先根据图 3.1 连接电路，并连接示波器，调节函数发生器的频率，并记录不同频率对应的 V_{pp} 值,再利用点频法画出该低通滤波器的幅频特性曲线。

再根据图 3.1 连接电路，并连接示波器，调节函数发生器的频率，并记录不同频率对应的 V_{pp} 值,再利用点频法画出该带通滤波器的幅频特性曲线。

最后关闭并整理仪器，打扫卫生。

五. 数据记录

1. 低通滤波器设计与数据记录

设计成果图：

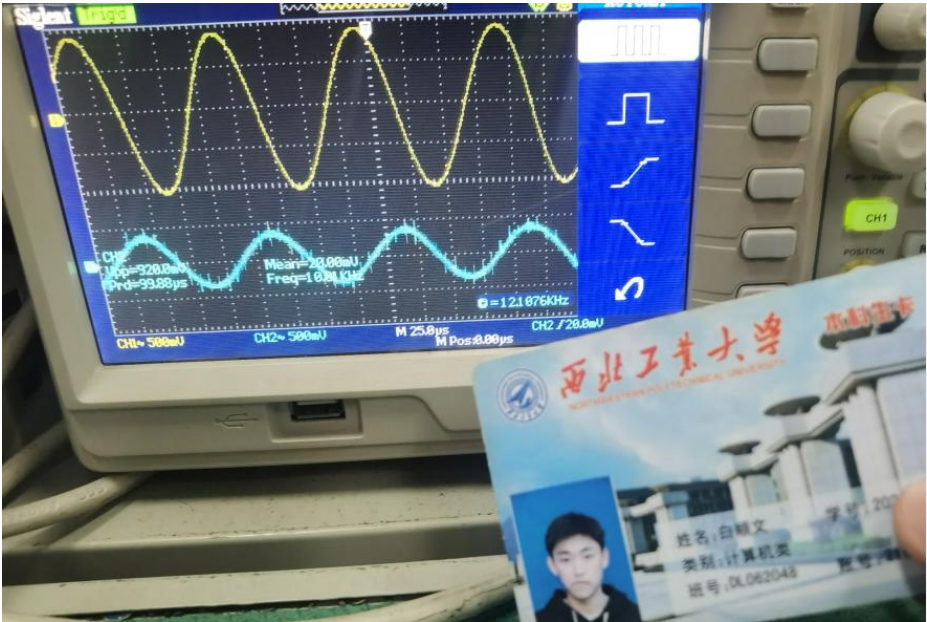


图 5.1（这次记得带了）

首先根据图 3.1 进行连线，记录各个频率对应 V_{pp} 的值，最后利用点频法画出该低通滤波器的幅频特性曲线。

f/Hz	20	50	100	159.2	500	1000	5000	10000
V_{pp}/V	2.08	1.92	1.66	1.37	0.656	0.36	0.112	0.064

表 5.1

测量并幅频特性曲线如下

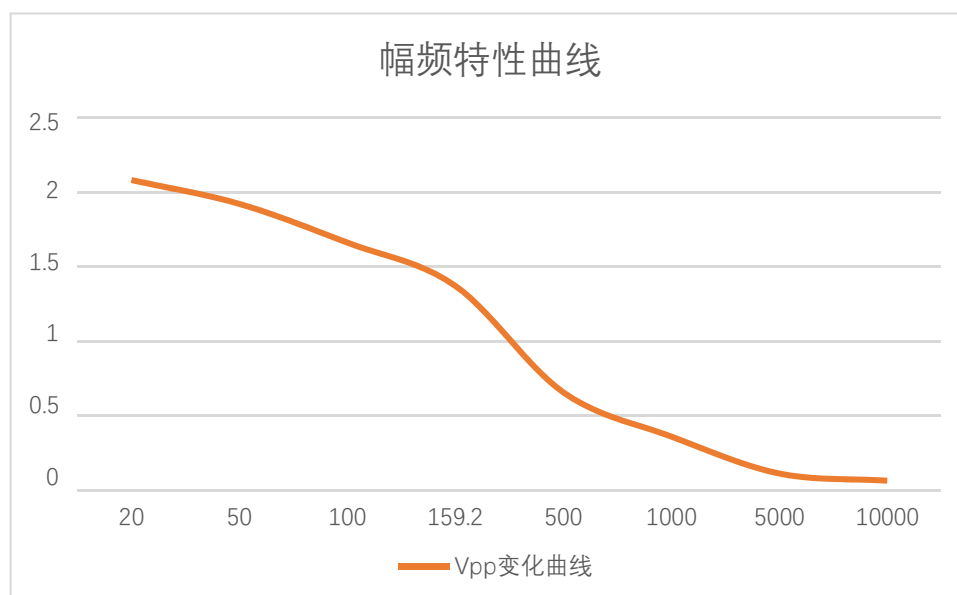
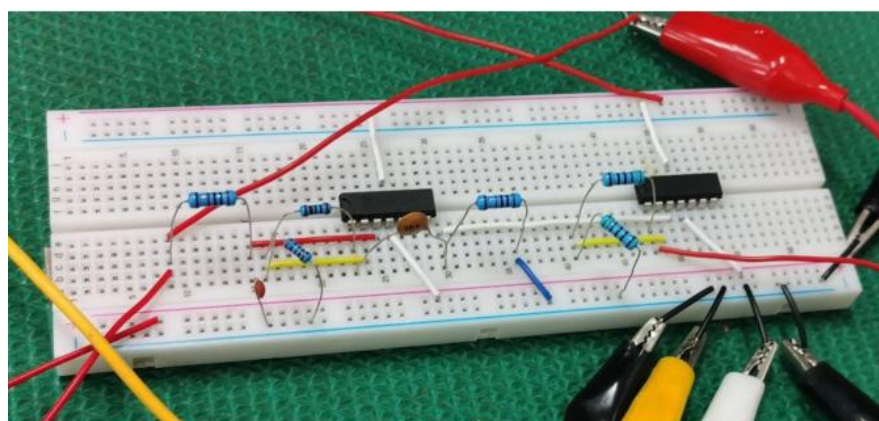


图 5.2

2. 带通滤波器部分电路板搭出来但是波形不出来，不知道哪出问题



六. 分析、结论与感悟

此次电路实验课程很看重团队能力，搭档间的默契是完成快速接线和测量的关键，一个人操作信号发生器，一个人操作示波器并完成接线操作，或者一个人测量电阻，一个人搭建电路，能达到事半功倍的效果。在通过两个人的不懈努力下，终于成果设计出了低通并做好了数据记录，滤波效果达到了预期，本实验的误差可能来自于面包板的寄生电容以及导线的电阻。

带通滤波器很遗憾没有做出来，尽管是在电路设计完毕的情况下。

通过本学期的电路基础实验课程，我和搭档对电路基础理论课上讲授的各种定理进行了验证，巩固了电路基础知识，达到了学习从理论到实践的飞跃，为后续其他实践教学环节以及将来的科学研究工作打下了基础，提高了解决实际问题的能力。这也是我第一次接触硬件部分，算是自己对自己的未来选择方向的一个摸索。

电路实验很考验动手能力，以及分析问题和解决问题的能力，在实验过程中，总能遇到形形色色的问题，有时候是线接错了，有时候是元件没有选对，或者是电路压根设计的就不对，或者是某根导线接触不良，这时候就需要对电路一小块一小块进行调试，最终解决问题。通过电路实验培养的思维方法我想能在今后的各类实验课上灵活运用。电路实验对团队协作能力的要求，让我和搭档间培养了默契，我由此更注重以后所碰到的团队协作机会，而且本次课程下来我的沟通能力也有了很大的提高。作为计算机专业的学生也是对本专业硬件的首次摸索。

在结课最后一次报告的最后，感谢老师的辛勤付出与指导！

