



HIT大物实验交流群2019

扫一扫二维码，入群聊。

一、实验题目：电路测量的基本技能及操作规范

二、实验目的：

1. 掌握电路实验的基本技能及操作规范
2. 学会实验室常用仪器仪表在实际工程中的使用方法
3. 加深对基尔霍夫电压电流定律的理解。

三、实验选择仪器与模块名称

DP832 直流电压源，直流电流源，DDS 函数信号发生器，Fluke 190-104 型测试仪，Fluke 130S 电流钳表，数字万用表，模块化电路实验装置

四、预习思考问题

[预习思考] A, A, B, B, A, C, C.

[思考问题] 1. $U_s = 15V$ 是将电压源屏幕显示数值调为 $15V$

还是测量仪器测量值为 $15V$?

答：测量仪器的测量值为 $15V$ ，因为电路图中所示电压源为理想电压源，而实际电源有内阻，若示数为 $15V$ 则输出电压将小于 $15V$ 。

2. 是否可以用数字万用表进行实验任务 1 的电压值的测量？为什么？

不能，万用表测交流电压在 $50Hz$ 较准的，测其他频率

下的交流电压误差较大。

二、实验过程

1. 基本任务

1.1 熟悉电源供电情况，检查各仪器供电是否正常；检测直流电压源、直流电流源、函数信号发生器工作是否正常；测试仪及信号源线是否良品，确保所有仪器工作正常，元件值正确情况下实验。

1.2 电子元件参数测量

1.2.1 元件盒任意取2个电阻，将管脚整形后插装在2端元件模块插孔中，数字万用表测其阻值，读出其色环标称值，比较。

序号	标称值	标称误差	测量值	实际误差	是否正常
A	100 Ω	$\pm 5\%$	98.7 Ω	-1.3%	正常
B	52 Ω	$\pm 5\%$	51.2 Ω	-1.5%	正常

1.2.2 任意取2个电容，短路放电完全后，万用表测其电容值，与标称值比较。

序号	标称值	测量值	是否合理
A	47 $\times 10^3$ pF	45.14 nF	合理
B	0.1 μ F	93.0 nF	合理

A 电容标称 473J，标称误差 $\pm 5\%$ ，实际误差 $\frac{45.14-47}{47} \times 100\% = -4.0\%$ ；B 电容标称 0.1K，标称误差 $\pm 10\%$ ，实际误差 -7%，均在合理范围内。

1.3. 直流电压，直流电流测量

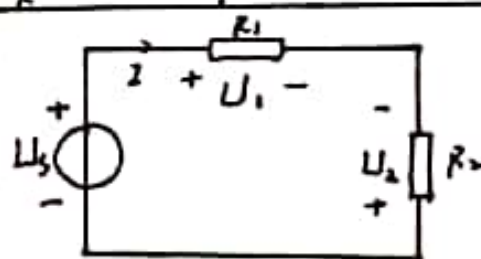
1.3.1 连接电路如图，设置 $U_s = 15V$ ，电阻箱分别为 1000 Ω 和 510 Ω ，根据所示参考方向，用测试仪在 METER 模式下测量，计算 $\sum U_k = 0$ 是否成立。采用自动测量功能，A、B、C 三通道分别测量 U_s 、 U_1 、 U_2 ，采用 DC 耦合，Voltage 探针，衰减系数 1:1，测量误差并读数。

电压源示数	U_s/V	U_1/V	U_2/V
15.10V	+15.0	+10.0	-5.15
$\sum U_k = 0$?	$\sum U_k = U_1 + U_2 + U_3 = 19.95 \neq 0$		

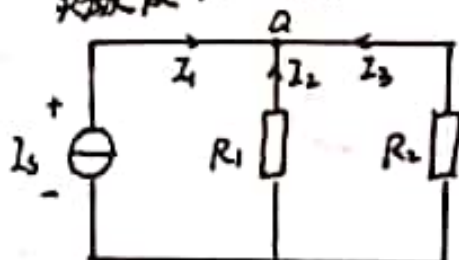
原因： U_s 和 U_2 的实际电压方向与参考方向相反，验证 KVL。

$$\begin{aligned} \sum_k U_k &= -U_s + U_1 + (-U_2) \\ &= -15.0 + 10 + 5.15 \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

在误差允许范围内，满足 KVL， $\sum U_k \approx 0$ 。



- 2) 连接电路如图, 设置电流源 30 mA. 电阻箱 R_1 , R_2 分别为 1000 Ω , 510 Ω . 根据参考方向, 用 Fluke i305 电流钳表分别测量电源断电前后流经 A 的电流 I_1 , I_2 , I_3 . 计算 $\sum I_k = 0$ 是否成立.
- 采用 METER 模式, Fluke i305 为通道 D, 设置其直流(DC)耦合, Current 探针, 灵敏度 100 mV/A, 4 号读数记录.



节点 A

	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA
$I_{\text{断}}$	-34	-33	-35
$I_{\text{通}}$	-4	-43	-58
$I = I_{\text{通}} - I_{\text{断}}$	+30	-10	-23
$\sum I_k = 0?$	$30 + (-10) + (-23) = -3 \approx 0$ 成立		

误差允许范围内, KCL, $\sum I_k = 0$ 成立

较大误差可能是在测量某支路电流时, 受到附近其他支路电流影响.

2. 研究任务

1) 不同模式下, 测试仪测量结果比较

- 1.2) 函数信号发生器幅度 $V_{\text{rms}} = 5\text{V}$. A 路频率设为 15 kHz. 正弦波形. 分别使用测试仪 METER 和 SCOPE 模式测量其输出电压, 研究其差异. SCOPE 模式下, 通道带宽限制分别设为 Full, 20 kHz 测量结果如下表; 选择 750 Hz, 1000 Hz, 4 kHz, 和 8 kHz 再次测量. 结果如下表:

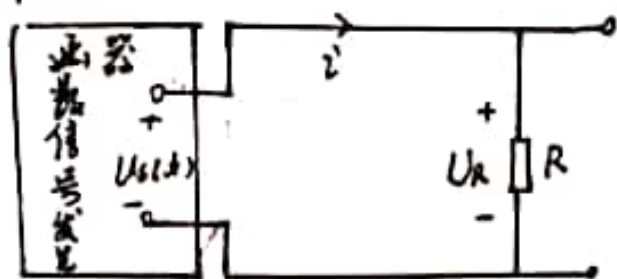
模式	带宽限制	15 kHz	750 Hz	1000 Hz	4 kHz	8 kHz
METER	—	4.14 V	4.65 V	4.63 V	4.80 V	4.62 V
SCOPE	Full	4.84 V	4.62 V	4.64 V	4.83 V	4.83 V
	20 kHz	4.10 V	4.62 V	4.58 V	4.78 V	4.60 V

当输出电压值一定时

分析: 在 METER 模式下, 测量值随频率的增大而减小, 误差增大; 而在 SCOPE 模式下, Full 带宽限制测量高频信号幅值较为准确, 20 kHz 带宽限制宜测量频率较低的信号幅值.

1) 函数信号发生器不同输出端口输出特性的研究。

电路连接示意图如下图。信号发生器幅度调整为 $V_{rms} = 4V$
A路频率调整为 2000Hz ，波形选择正弦波， $R = 100\Omega$



1) 电源输出线接入信号电压输出端。使用测试仪 SCOPE 模式
测量其输出电压，输出频率，带宽限制设为 Full。
记录电压值，改变电阻值分别为 300Ω ， 600Ω ， 900Ω ，测量结果

如下表 1

阻值	100Ω	300Ω	600Ω	900Ω
输出电压	$2.49V$	$3.24V$	$3.54V$	$3.87V$
输出频率	2.001kHz	2.000kHz		

表 1

电压
分析：输出端输出电压随外电
路阻值增大而显著增大，而
且，当低阻值时结果极不准
确，误差较大。

2) 电源输出线接入信号源功率输出端。按同 1) 方法测量输出电压。结
果如下

阻值/ Ω	100	300	600	900
输出电压/V	3.82	3.84	3.85	3.86

分析：功率输出端输出电压随
外电路阻值的增大而增大，误差减小。
总体上比较稳定，变化并不显著。

总结分析：功率输出要比电压输出更稳定可靠，高阻值情况二者
均可。

六 实验结论：

1. 通过本次实验，学会了直流电压、电流源的检查与使用，感受到
Fluke 190-104 型测试仪及电流钳表等设备使用的便捷与功能
上的强大；

2. 对基尔霍夫电压、电流定律有了更加深刻直观的认识。

尤其是电压、电流参考方向的理解。

3. 建议实验室留出更多时间让同学们复习、熟练、练习高级电工电子设备的使用。

12) 不同输出端口的输出特性

1) 电压输出端

R	100Ω	300Ω	600Ω	900Ω
输出电压/V	2.49	3.24	3.54	3.87
输出频率/kHz	2.001	2.000		

2) 功率输出端 同上记录

U _{out} /V	3.82	3.84	3.85	3.86
f/kHz	1.999	2.001	2.000	1.999

附:

通道	A	B	C	D
电压有效值/V				
信号频率/kHz				
电压峰峰值/V				(未用到)

基本任务:

1) 电阻元件参数测量

电阻	标称值/Ω	测量值/Ω
电阻A	52.5k(100k)	98.7Ω
电阻B	52(±5%)Ω	51.2Ω
电容A	47×10 ³ pF	45.14 nF
电容B	100 nF	93.0 nF

电压源显示值	U _s /V	U ₁ /V	U ₂ /V
15.10 V	45.0	16.0	5.15
Σ U _k = 0 是否成立	19.85 ± 0 不成立		

节点	I ₁ /mA	I ₂ /mA	I ₃ /mA
I _断	-34	-33	-35
I _通	-34	-43	-58
I = I _断 - I _通	+30	-10	-23
Σ I _k = 0 ?	-3 ≈ 0		

二. 研究任务

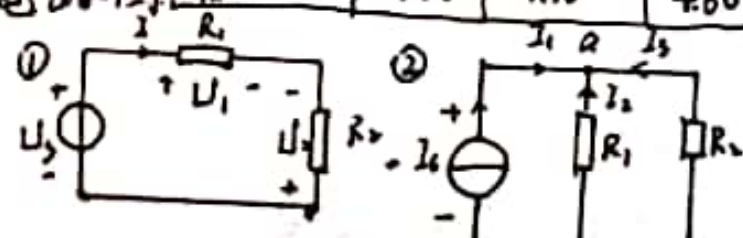
1) 不同模式

模式	Full	20 kHz
METER	4.14	-
SCOPE	4.84	4.10

续: 不同频率

f/kHz	750	1000	4K	8K
METER	4.65	4.63	4.80	4.62
SCOPE	4.62	4.64	4.83	4.83
20	4.62	4.58	4.78	4.60

电路图



教师签字:

张永芳

