

REPORT

Experiment 1: Resistance Measurement

$$\text{Deviation equation} = \frac{|R_{\text{nominal}} - R_{\text{measurement}}|}{R_{\text{nominal}}} \%$$

	Color bands	Nominal resistance Value (Ω)	Tolerance (%)	Measured resistance Value (Ω)	Deviation (%)
Example: 100 Ohm Resistor	Brown Black Brown Gold	100	± 5	98	2
1 Ω Resistor	Brown Black Gold Gold	1	± 5	1.1	10
1 k Ω Resistor	Brown Black Red Silver	1000	± 10	996	0.4
1 M Ω Resistor	Brown Black Green Sliver	1000000	± 10	979000	2.1
Human Body				1300000	
1 Ω Resistor & human body		1	± 5	1.6	60
1 k Ω Resistor & human body		1000	± 10	960	4
1 M Ω Resistor & human body		1000000	± 10	730000	27

Question:

What do you find in these data?

1. 對於 1Ω 的電阻，所測出的偏差比例(Deviation)相差較多，原因可能是三用電表在該數值量級上的解析度(0.1Ω)較低，因此沒有辦法很精確的量測出該電阻實際上的值。對於 $1k\Omega$ 及 $1M\Omega$ 雖然量測的實際值與理論值相減的差較 1Ω 的電阻多，但是偏差都是在標示的容忍值內。
2. 測量人體電阻時，會因為許多因素，例如手汗、手指上的灰塵、甚至是肌肉不小心動了一下都會影響到該筆數值，我認為只要觀察出將人體是為電阻的數量級大約是百萬 Ω 即可。
3. 對於用手直接拿取電阻測量，如下圖所示(取自教材影片的截圖):可以知道這樣的連接方式可以等效為將人體電阻與待測電阻的並聯，根據並聯公式所算出的等效電阻值應該會變得較小。在 $1k\Omega$ 及 $1M\Omega$ 與人體並聯時皆有觀測到等效電阻下降的情形，然而在 1Ω 與人體並聯所測出的等效電阻較為不準，原因可能也是三用電表的解析度不足。



Does human body influence the resistance measurement? How do you explain it?

有影響，因為這樣的量測方式，會受到人體電阻的影響，首先，人體電阻在測量時本身就已經是一直浮動的數字了，更何況這樣的量測電阻方式實際上量測到的是人體電阻與該待測電阻並聯的等效電阻值如下：

$$\frac{1}{R_{\text{測量值}}} = \frac{1}{R_{\text{待測電阻}}} + \frac{1}{R_{\text{人體電阻}}}$$

因此這樣測量出來的等效電阻的數值 $R_{\text{測量值}}$ ，應該會滿足下面的關係式：

$$R_{\text{測量值}} < \min(R_{\text{待測電阻}}, R_{\text{人體電阻}})$$

透過這個小實驗，我學到了未來在量測相關的數值的時候，要排除周遭可能會干擾的數值，並且學會了如何正確的量測相關的數值。

Experiment 2: Set the DC Power Supply

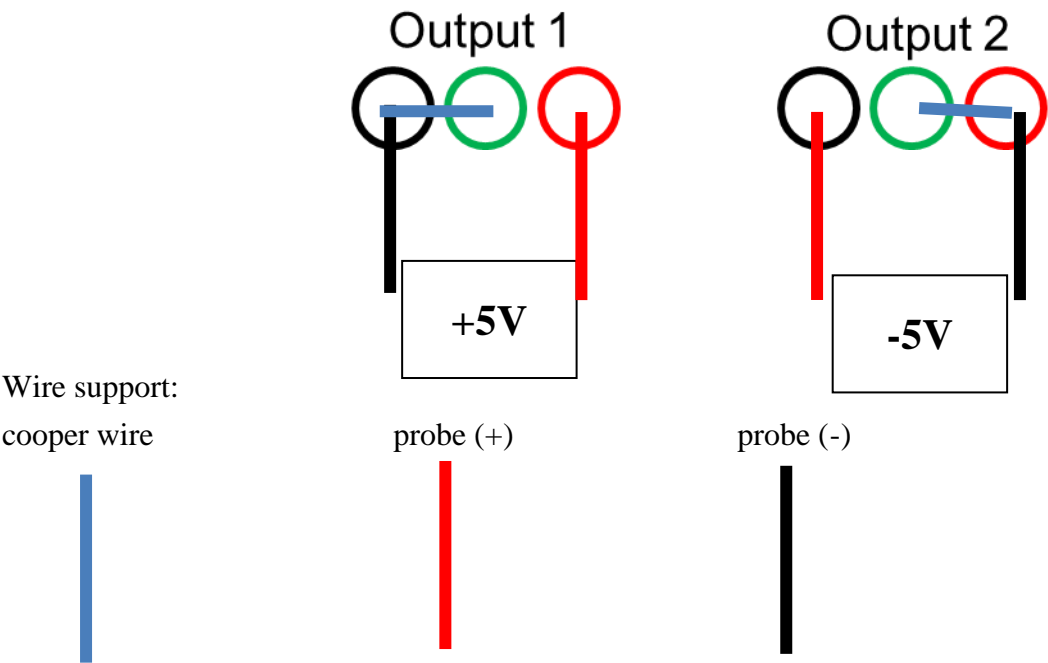
GW Power Supply

Mode		Output 1		Output 2	
		Voltage(V)	Current(A)	Voltage(V)	Current(A)
Independent	面板值	5.0	0.5	3.3	0.3
	測量值	5.02	0.50	3.37	0.30
Output +5V -5V and 0V	面板值	5.0 (正電壓)	0.5	5.0 (負電壓)	0.5
	測量值	5.04	0.51	-5.04	0.51

Draw the following connection: (for positive and negative voltage output)

Ground, positive and negative terminal

Multi-meter probe position



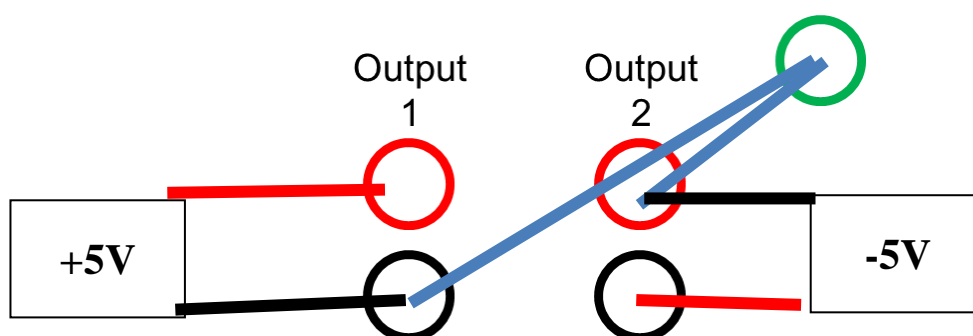
BK Power Supply

Mode		Output 1		Output 2	
		Voltage(V)	Current(A)	Voltage(V)	Current(A)
Independent	面板值	5.0	0.5	3.3	0.3
	測量值	4.98	0.49	3.28	0.29
Output +5V -5V and 0V	面板值	5.0 (正電壓)	0.5	5.0 (負電壓)	0.5
	測量值	4.98	0.49	-4.96	0.49

Draw the following connection: (for positive and negative voltage output)

Ground, positive and negative terminal

Multi-meter probe position



Wire support:

cooper wire



probe (+)

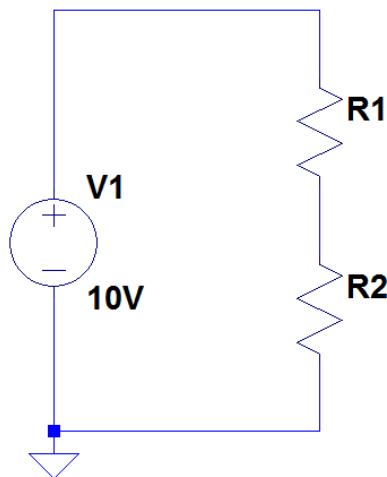


probe (-)



在實驗二中，我學會了如何操作兩種不同的電源供應器，並且了解到電位是一個相對的概念，若是沒有接地，那麼在同一台的電源供應器間的電極的電位差是相對的，但是若要與其他機器溝通的話，便需要一個共同參考的基準點:接地，有了接地端，我們可以將原本相對的電位參考接地而變成絕對的電位，使得機器與機器間的溝通是在同樣的基準點上溝通。另外也學習到了兩種電源供應器的限流方法，相信這些基礎的操作知識在未來的實驗裡一定會常常用到。

Experiment 3: The Effect Caused by the Internal Resistance of Multimeter



$$error = \frac{|V_S - (V_{R1} + V_{R2})|}{V_S} \times 100\%$$

	voltage (V_{R1})		voltage (V_{R2})	V_S	Error(%)
$R_1=100\Omega$	4.90	$R_2=100\Omega$	4.95	9.96	1.1
$R_1=1M\Omega$	4.73	$R_2=1M\Omega$	4.76	9.96	33.3

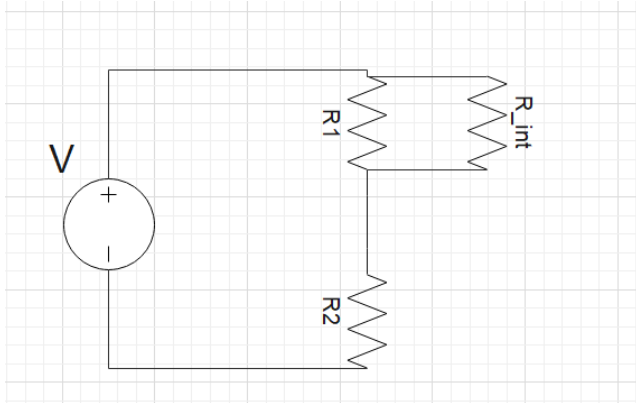
Question:

What do you find in these data?

在還沒做實驗前，我預期這樣的電路在經過兩個相同的電阻，電阻的跨壓應該要是相同的，換句話說，經過電阻的壓降應該要是相同的，此外這個跨壓或是壓降應該要剛好等於供應電壓的一半，然而實際做實驗時，產生了一些誤差。首先，我的三用電表的型號為 YF-1000，其輸入的阻抗為 $10M\Omega$ ，在本題測量電阻時，相當於是將三用電表的內電阻與待測電阻並聯再與另一顆待測電阻串聯，因此整體的等效電阻會稍微小了一點。此外在量測較小電阻時的跨壓較量測較大電阻時的跨壓還要準確，其可能原因將會在下一個問題內解釋。

What's the influences of the internal resistance of multimeter?

在量測 R_1 的跨壓時，會將三用電表的內電阻 $R_{int} = 10M\Omega$ 並聯上去，如下圖：



因此在這個電路中，總電阻為：

$$R_{total} = (R_1 \parallel R_{int}) + R_2 = \frac{R_1 R_{int}}{R_1 + R_{int}} + R_2 \quad \dots(1)$$

總電流為：

$$I_{total} = \frac{V}{R_{total}} \quad \dots(2)$$

所以所測量出 R_1 的跨壓為：

$$V_{R_1} = V - I_{total} R_2 \quad \dots(3)$$

將(1)(2)代入(3)可得：

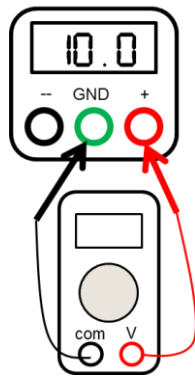
$$V_{R_1} = V \left(1 - R_2 \frac{(R_1 + R_{int})}{R_1 R_{int} + R_2 (R_1 + R_{int})} \right) \xrightarrow{R_1 = R_2} V \left(1 - \frac{(R_1 + R_{int})}{2R_{int} + R_1} \right)$$

此時，若 $R_1 \ll R_{int}$ 時，可以更進一步化簡為：

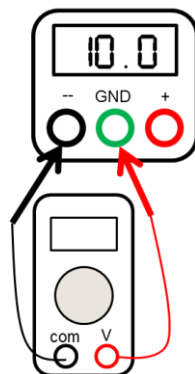
$$V_{R_1} = V \left(1 - \frac{R_1 + R_{int}}{2R_{int} + R_1} \right) \approx \frac{V}{2}$$

透過上述的推導，可以得知，若是在 $R_1 \ll R_{int}$ 的情況下(ex: 100Ω versus $10M\Omega$)，那麼量測到的跨壓會比較接近理論值：一半的供壓，那麼若是 R_1 的數量級接近 R_{int} 的話(ex: $1M\Omega$ versus $10M\Omega$)，那麼所量測到的跨壓理論上為 $\frac{10}{21}V \approx 4.762(Volt)$ 。

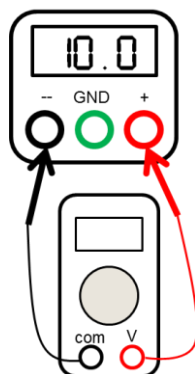
Experiment 4: Ground Concept Implement



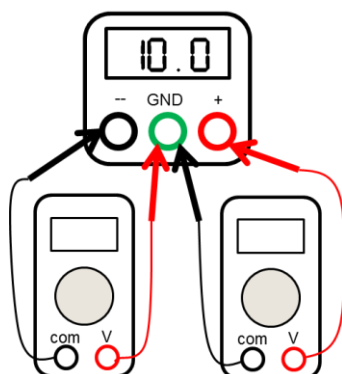
1. The voltage between “+” and “GND” : 0.16 V.



2. The voltage between “-” and “GND” : 0.01 V.



3. The voltage between “+” and “-” : 9.96 V.



4. The voltage between “+” and “GND” : 4.98 V,
and the voltage between “GND” and “-” : 4.98 V.

在第一題與第二題中，都不是一個正確量測 Power Supply 供壓的方法，因為 Power Supply 是將紅圈減黑圈將其定為相對的 10volt，若以這種方式量測，是無法正確量測到正確的數值的。而在第三才是一般使用三用電表的方法，能夠準確的量到輸出電壓。對於第四種，個別與接地端比較，右邊較接地端高 4.98volt，左邊較接地端低 4.98volt，因此仍然維持紅色減黑色為接近 10volt 的跨壓。