

CH₃ 串並聯電路

3-1 串聯電路型態及特性

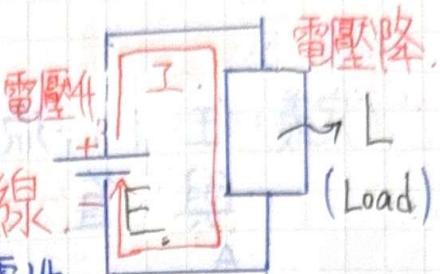
1. 一個典型的電路包含：電源、負載、導線

(1) 電源：供應電能的系統或裝置 ex. 電池

(2) 負載 (load)：接收能量並作功的元件

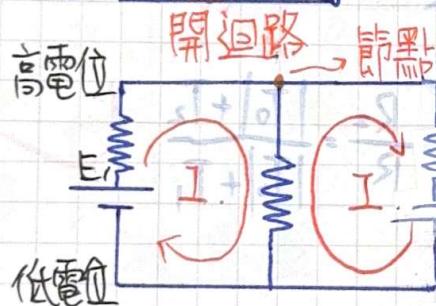
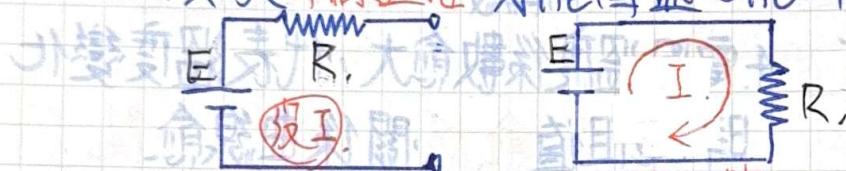
(3) 導線 (wire)：傳遞電能的線路，以導電性佳的金屬組成，

是電子流動的路徑



3-1-2 元件連接的型態

1. 必須以導線連接，才能傳遞電能到各處



閉迴路 (closed loop): 兩個以上的支路組成的封閉迴路。

$$E_1 = E_1 - 0 = E_1$$

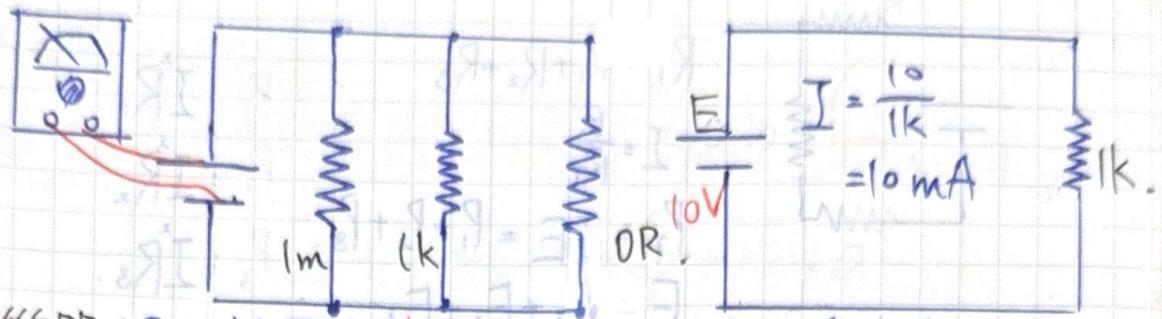
$$E_2 = 0 - E_2 = -E_2$$

3-1-3 電路狀況

1. 短路：元件被導線跨接，導致電流直接流經電阻最小的導線

(1) 當短路時，不會有電流通過。當電源被短路時，會造成大量的電流通過，依據焦耳定律，產生熱能而發熱。

2. 斷路：某一元件損壞、跳脫或斷線，導致電流無法在電路中流動。斷路又稱開路。



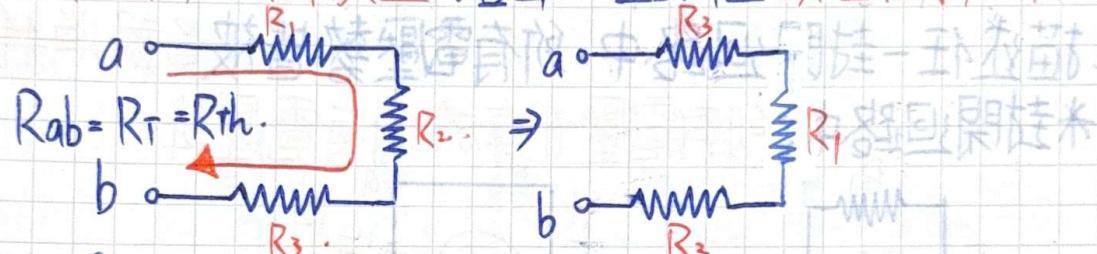
(1) 斷路：傾向於電路被截斷，指原本該連線之處斷開。

(2) 開路：傾向於原本可接通之處，但尚未接通的狀況。

3. 通路：當開關閉合時，電源產生的工，流經元件回電源，形成一個封閉電路。

3-1-4 串聯電路

1. 是兩個或兩個以上，沿單一之路徑頭尾相接串聯而成。

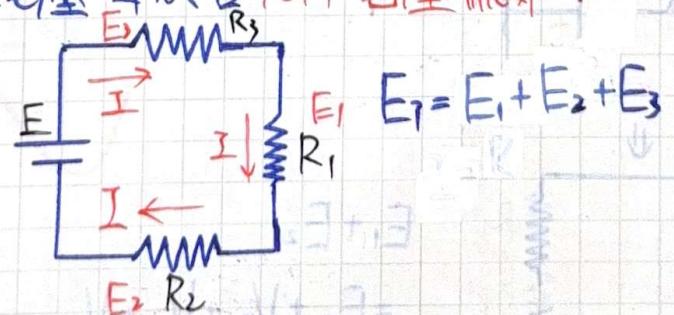


2. 特性
 (1) 可前後互換
 (2) 若某處發生斷路，則整個電路斷路。

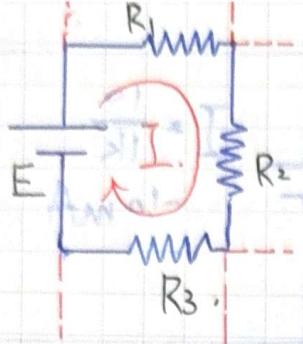
3. 電阻：串聯總電阻值等於各電阻總和。

4. 電流：各元件流經電流量相同。

5. 電壓：總電壓等於各元件電壓總和。



6. 電流經過電阻會產生電壓降，以電流流入端為正，流出端為負。



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I = \frac{E}{R_T}$$

$$P_T = IE = P_1 + P_2 + P_3$$

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E_1 = IR_1, E_2 = IR_2, E_3 = IR_3$$

$$P_1 : I^2 R_1$$

$$P_2 : I^2 R_2$$

$$P_3 : I^2 R_3$$

3-2 克希荷夫電壓定律 KVL 電壓升=電壓降

3-2-1 回路

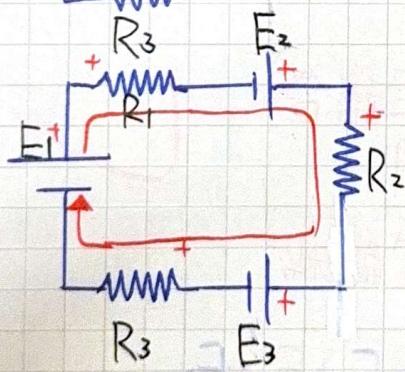
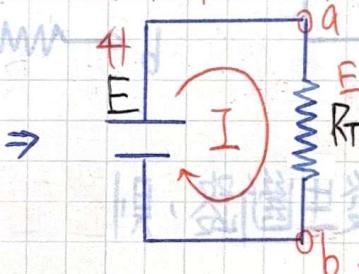
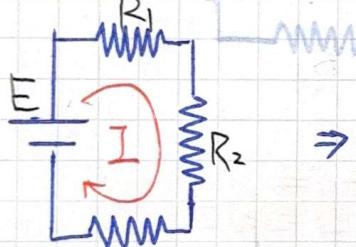
KCL：流入=流出

1. 指電路中電流通過的封閉回路。

3-2-2 克希荷夫電壓定律 (1845)

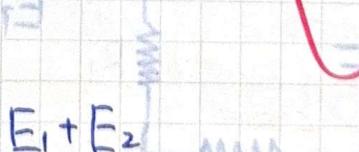
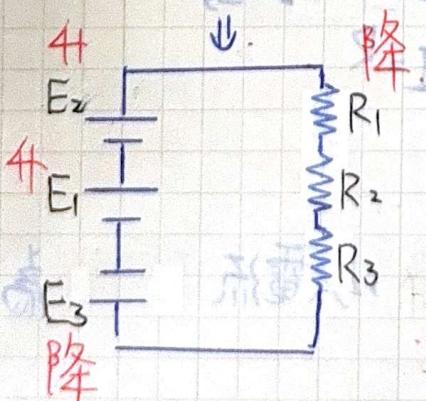
1. 描述任一封閉回路中，所有電壓勢皆被負載消耗

2. 封閉回路中，所有電壓升等於所有電壓降



$$E_4 = E_{\text{降}} \Rightarrow E_4 - E_{\text{降}} = 0$$

$$E_1 - V_{R_1} + E_2 - V_{R_2} - E_3 - V_{R_3} = 0.$$



$$E_1 + E_2 = E_3 + V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3}$$

3-2-3 電壓分配定律

1. 定義：分配至串聯電阻之電壓降，與該電阻值成正比

$$V_{6R} = E \times \frac{6R}{6R+3R} = \frac{18}{9} \times \frac{6}{9} = 12V$$

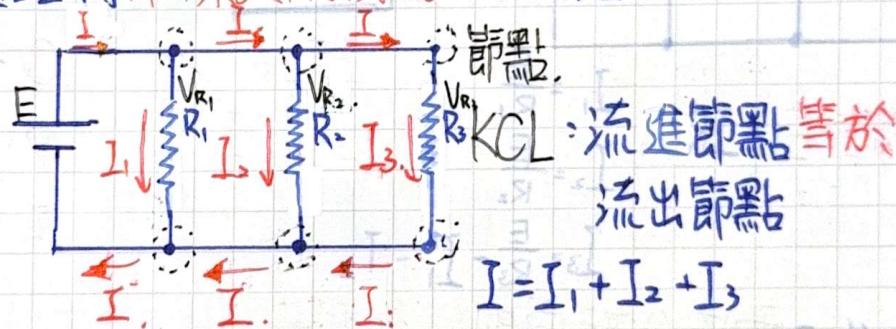
$$I_{6R} = I \times \frac{3R}{6R+3R}$$

2. 電阻愈大，分配到的電壓愈大。

$$V_N = E \times \frac{R_N}{R_T}$$

3-3 並聯電路型態及特性

1. 定義：兩個或兩個以上元件的頭和頭、尾和尾相接，形成通路有兩條及兩條以上的路徑。



2. 電阻愈大，電流愈小；電阻愈小，電流愈大

3. 功率：每個 R 消耗功率總和等於電源提供功率

$$P = I \times V \text{ 相同} \quad I = \frac{V}{R} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

4. 電阻

(1) 計算方式：

$$(1) \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{: 基本計算方式}$$

$$(2) \frac{1}{R_T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} \quad \text{: 兩個 } R \text{ 並聯 } [R_1 \parallel R_2] \parallel R_3$$

$$(3) \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = R_{12} \parallel R_3$$

速算法

$$= \frac{R_{12} \times R_3}{R_{12} + R_3}$$

$$R_1 = R_2 \Rightarrow R_1 \parallel R_2 = \frac{1}{2}R$$

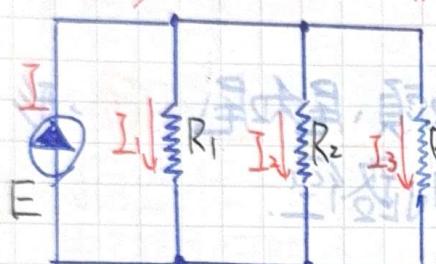
5. 電導：電阻的倒數 $G_1 = \frac{1}{R_1}$ $G_2 = \frac{1}{R_2}$ $G_T = G_1 + G_2$

(1) 是可用 **加減** 的方式來計算
3-4-1 克希荷夫電流定律 (KCL)

3-4-1 電流定律 $I_1 = I_2 + I_3$

1. 在電路中任何一個節點，流入 I = 流出 I

$$5A: 7A = 5A + 2A.$$

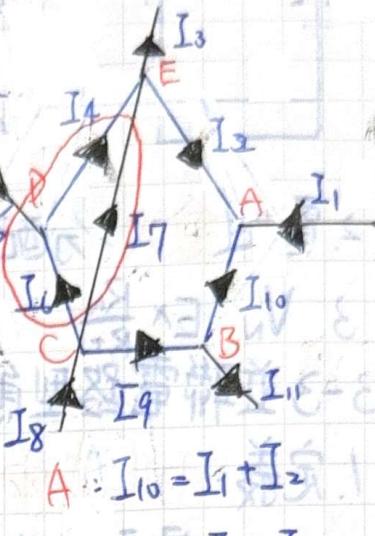


$$E = I R_T \quad I_1 = \frac{E}{R_1} \quad I_2 = \frac{E}{R_2}$$

$$I_3 = I - I_1 - I_2.$$

$$I = I_{RT}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$



$$A: I_{10} = I_1 + I_2$$

$$B: I_{11} = I_9 + I_{10}$$

$$C: I_6 = I_7 + I_8$$

$$D: I_4 = I_5 + I_6$$

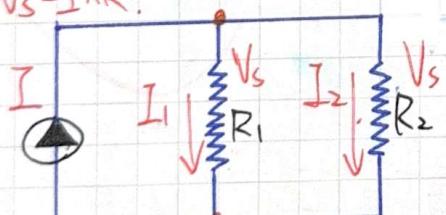
$$E: I_4 = I_3 + I_2 + I_7$$

3-4-2 電流分配定則

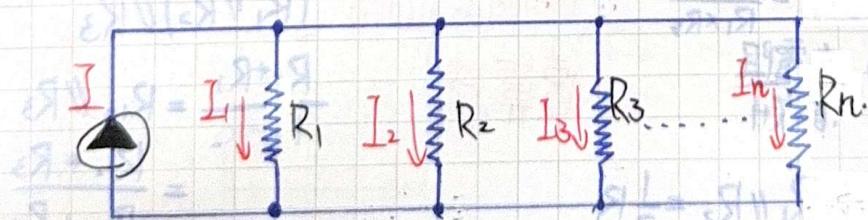
1. 定義：分配至並聯電阻之電流，與電阻值成反比

$$I_1 = \frac{V_S}{R_1} = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_2 = \frac{V_S}{R_2} = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_S = I \times R$$



$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



串聯 $\left\{ \begin{array}{l} KVL: 升 = 降 \\ 分壓: E \times \frac{R_{out}}{R_1 + R_2} \end{array} \right. \Rightarrow I \text{ 不變.}$

並聯 $\left\{ \begin{array}{l} KCL: 進 = 出 \\ 分流: \begin{cases} 2R: I \times \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2} \\ 50R: I \times \frac{R_1}{R_{out}} \end{cases} \end{array} \right. \Rightarrow V \text{ 不變.}$

理想

實際

3-5. 電壓源及電流源.

3-5-1 電壓源.

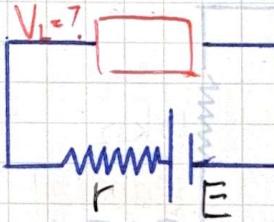
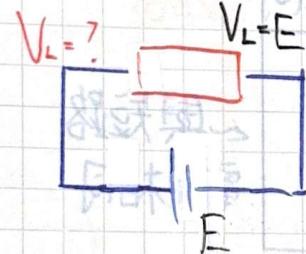
1. 為恆定的電壓供應裝置.

2. 分為兩種. { 理想電壓源: 標示為單純的電壓源符號.

實際電壓源: 可視為理想電壓源串聯一個內阻 r .



R : 電阻 r : 內阻 Δr : 變動(隨時間變)



$$V_L = E - V_r.$$

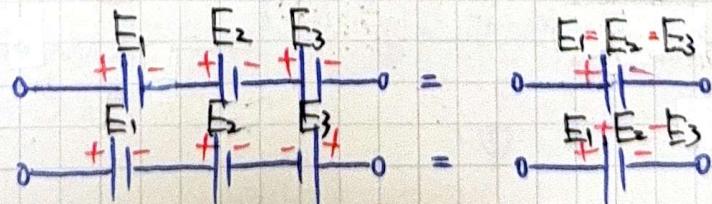
3. 提供固定的 V 輸出, 不受負載影響.

* 理想電壓源 內阻為 0, 內阻不消耗電壓降.

* 與理想電壓源並聯的任何元件, 視同開路, 得到全部 V .

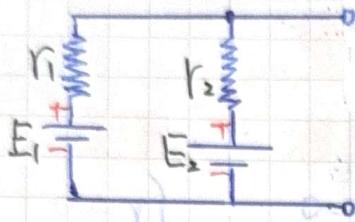
4. 電壓源串聯.

(1) 若推動方向相同, 電壓會增加; 反之則相減.



5. 電壓源並聯

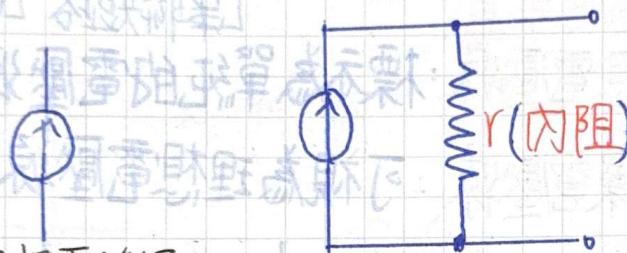
- (1) 多個電壓源同時供應負載，減少單一電壓的負擔。
- (2) 理想電壓源無法並聯，必須是具有內阻才可並聯。
- (3) 若真要並聯理想電壓源，則電壓極性及電壓值必須相同。



3-5-2 電流源

1. 定義：為恆定電流供應的裝置。

2. 符號：

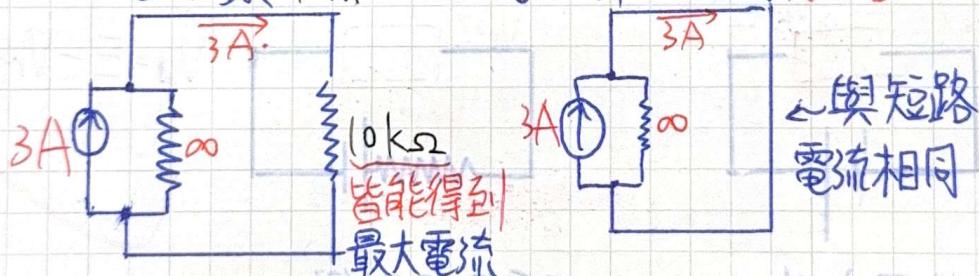


理想電流源

實際電流源

3. 理想電流源內阻無限大，內阻不會消耗電流。

4. 與理想電流源串聯的任何元件，視同短路。



5. 電流源串聯：無法串聯，必須是具有內阻才可串聯。

除非工方向和電流值必須相同。

6. 電流源並聯：總工為各支路電流量直接相加

會短路

會短路

✓



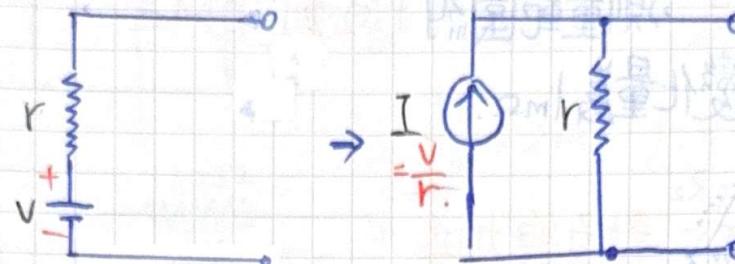
3-5-3 電壓源與電流源互換

1. 只有**實際電源**才能互換。

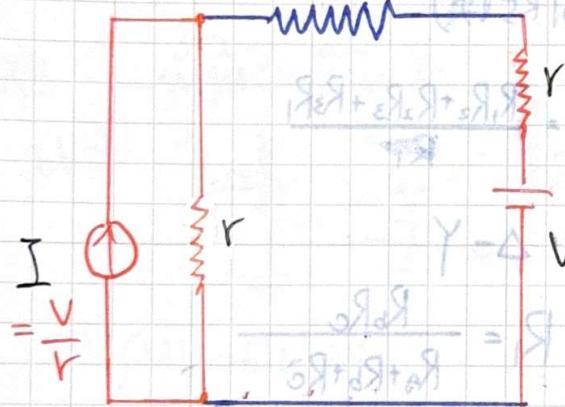
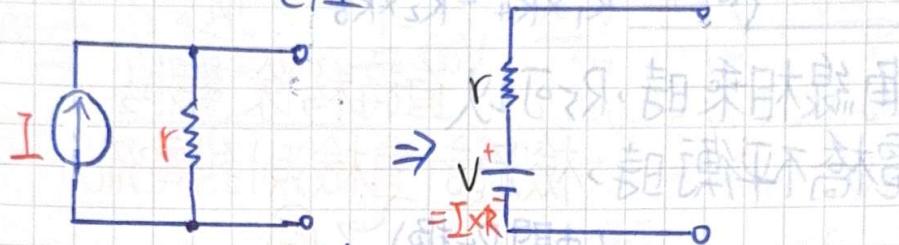
2. 要點: { 1. 內阻值不變, 直接轉移。

2. 電壓 \rightarrow 電流, 將 V 除以內阻, 就是轉換工值

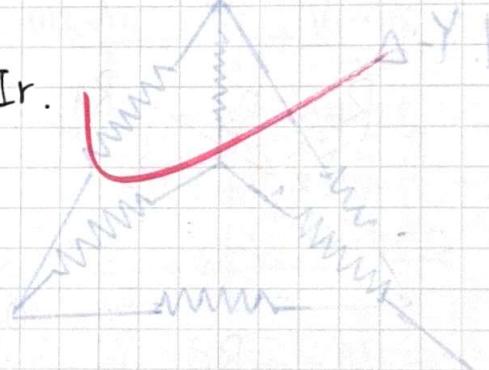
3. 電流 \rightarrow 電壓, 將 I 乘以內阻



電壓 \rightarrow 電流

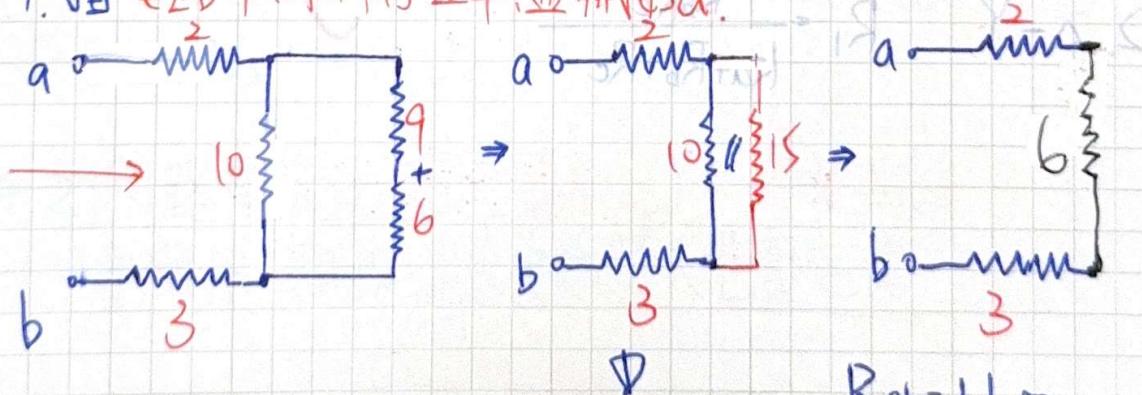


$$V = Ir.$$

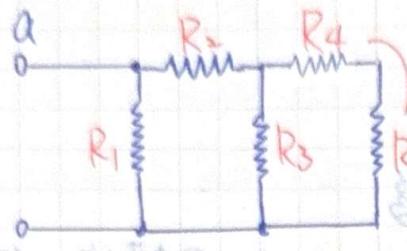


3-6 串並聯電路

1. 指**電路中同時存在串、並聯接法**。



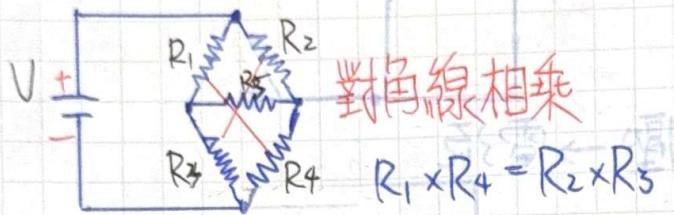
$$R_{ab} = 11.5 \Omega$$



b) 工業量測

3-7 惠斯登電橋

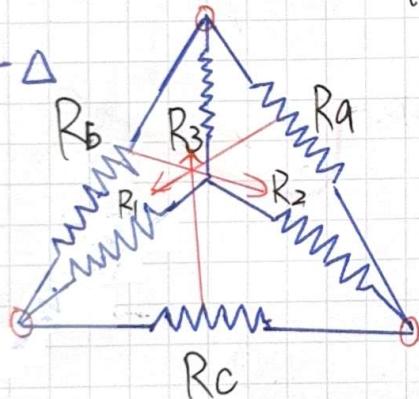
1. 是一種測量工具，測量範圍約 1Ω 到 $10M\Omega$ ，可測到最低變化量為 $1m\Omega$ 。



2. 當對角線相乘時， R_5 可以直接移除、短路。
* 當電橋不平衡時，檢流計會檢測到電流
(中間 R_5 換) $\rightarrow G$

3-8 Y-△互換

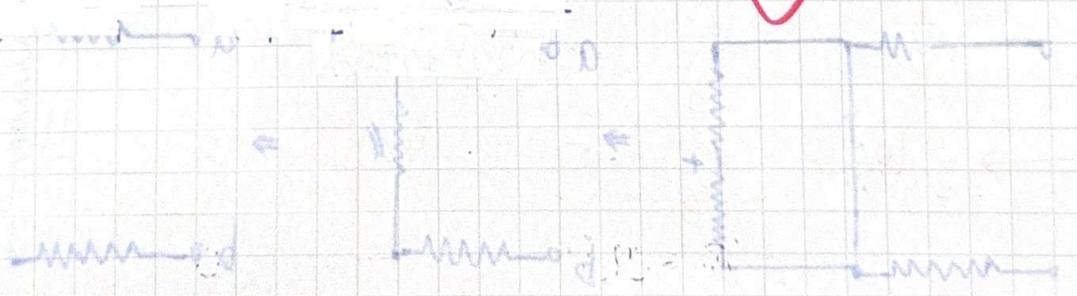
1. Y-△



2. △-Y

$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$$



$111 - 108$