



課程
主題

電機/電子基本量測儀表的認識-1

0. 電學基本認識

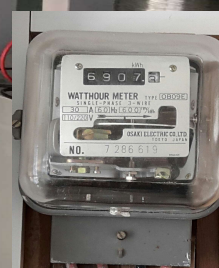
1. 伏特表 (V) 與 安培表 (A)

2. 瓦特表 (W)

3. 千瓦時表 (KWH)

4. 電流鉤表 (夾式電錶)
(CHM)

5. 智慧型電表
(Smart meter)



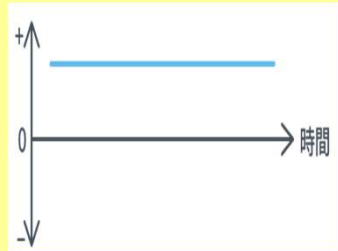
課程相關圖片資料來源：引用於公用網路 及 教科書 僅供教學指導非營利聲明

製作者：大葉大學電機系 許貴序 老師

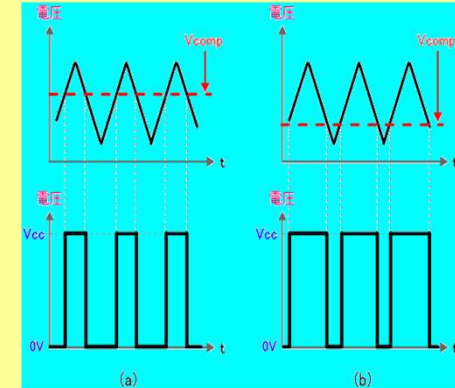
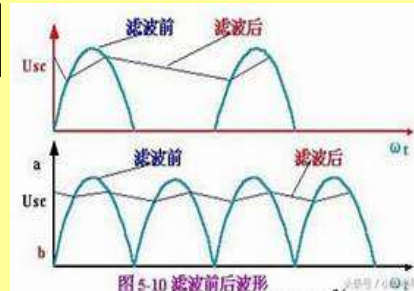
直流電 (Direct Current, 簡稱DC) :

不隨時間週而復始正負交變的電壓或電流。

穩定直流



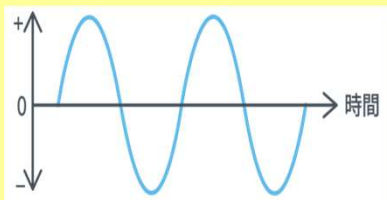
脈動直流



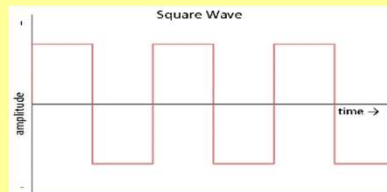
交流電 (Alternating Current, 簡稱AC) :

隨時間週而復始正負交變的電壓或電流。

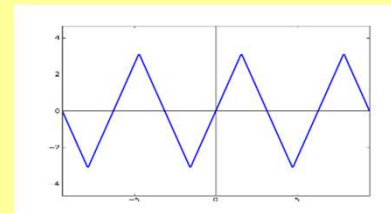
正弦波



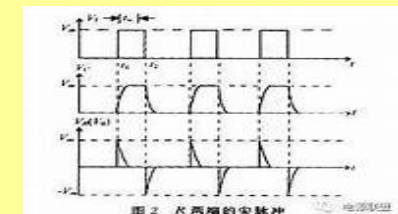
方波



三角波



脈衝波



電流 (current) 的定義:

1. 電流的大小 $I = \frac{Q}{t}$ (A, 安培)

2. 電流的單位: (安培)

1安培的電流:即表示

每1秒鐘流過, 1庫倫的電量

3. 電流與電子流: 方向相反

4. 電流的另一種算法

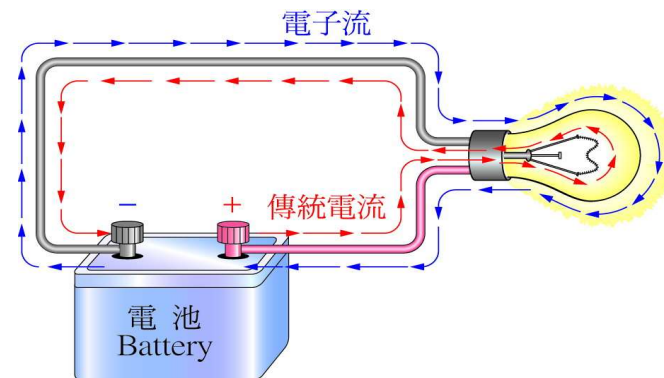
$$\text{電流 } I = \frac{Q}{t} = \frac{A \ell n e}{t} = A v n e \quad (\text{A, 安培})$$

1安培電流: 每1秒鐘

有1庫倫 (6×10^{23} 個電子)

的電量, 在導體內移(流)動。

電流: 電子的流動



圖示: 導體內 電流 與 電子流 流動的方向 恰恰相反

電壓 (Voltage) 的定義:

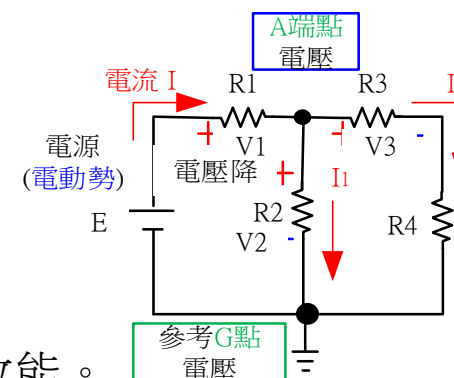
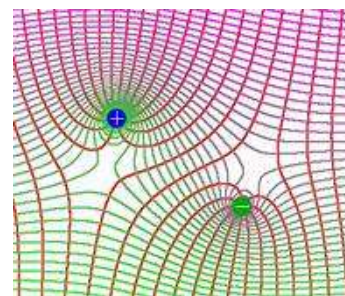
1. 電壓的定義: 電壓的單位稱為伏特, 事實上單位為伏特的還有---

電位 (electric potential): 單位電荷在電場作用下所具有的電位能。

電位差: 質點電荷在電場作用中所具有的不同電位能之差異。

電壓降: 由電流流過負載產生之兩端點的電壓升降差異。

端電壓: 以大地為0電位基準, 對高端點所測量到的電壓大小數值。



$$2. \left. \begin{array}{l} V_{AB} = V_A - V_B \\ V_{BA} = V_B - V_A \end{array} \right\} V_{AB} = -V_{BA}$$

$$V(\text{伏特}) = \frac{W(\text{焦耳})}{Q(\text{庫倫})}$$

3. 電動勢、電壓降與端電壓
(1) 電動勢 (2) 電壓降 (3) 端電壓

電壓 (1伏特): 在電場中移動 1庫倫 電荷所需作消耗(付出) 1焦耳 的功率。

1-1

伏特表與安培表 (類型)

DC 直流表

1

儀表 指針型



2

控制面板 指針型



3

數位顯示型 (V A 複合型)

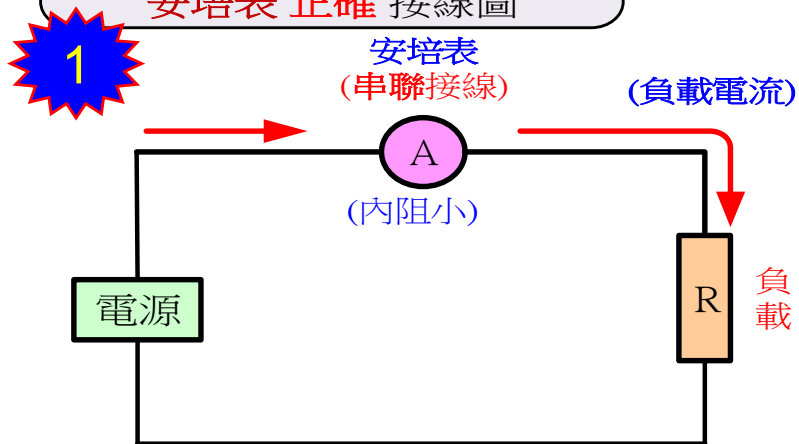
AC 交流表



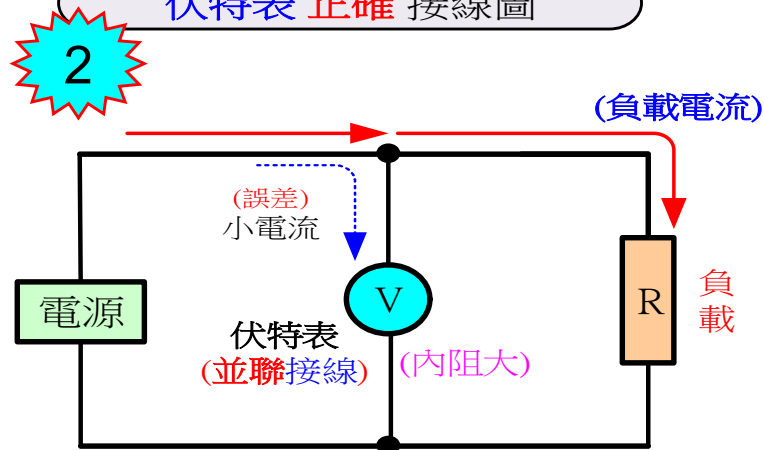
授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

伏特表與安培表 (正確接線圖)

安培表 正確 接線圖

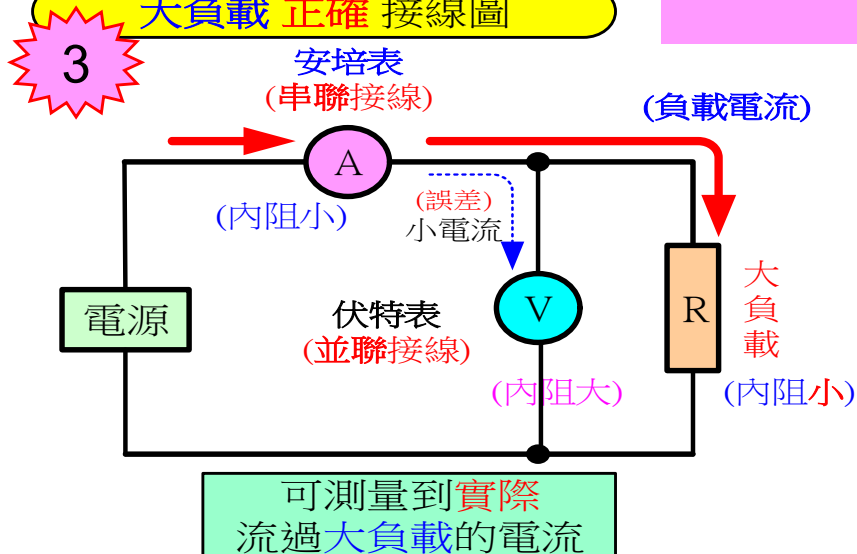


伏特表 正確 接線圖

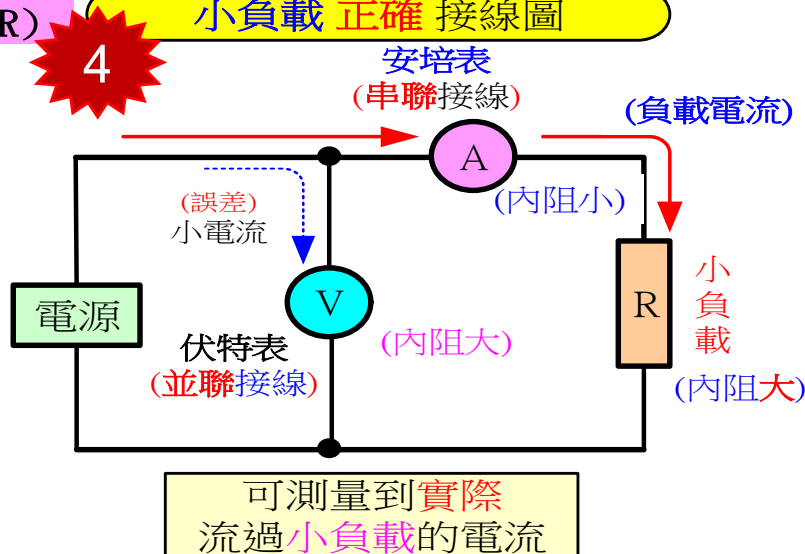


$$\text{電流 (A)} = \frac{\text{電壓 (V)}}{\text{電阻 (R)}}$$

大負載 正確 接線圖



小負載 正確 接線圖

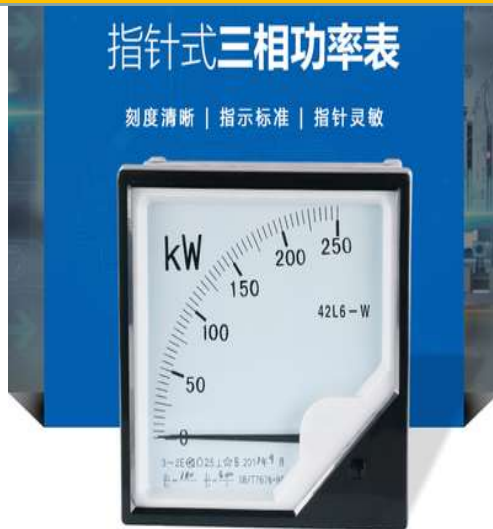


1-3

瓦特表 與 瓦時表 (類型)

瓦特表(W)

指針型



千瓦時表(KWH)

單相

三相



換裝前

換裝後

數位顯示型(複合型)



機械式電表



智慧電表

授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

1-3

電功率、電度與效率

電功率的定義

$$P = \frac{W}{t} \text{ (W, 瓦特)}$$



$$P = \frac{W}{t} = \frac{VQ}{t} = \frac{VI t}{t} = VI \text{ (W, 瓦特)}$$

$$1 \text{ 馬力} = 746 \text{ 瓦} = 0.75 \text{ 仟瓦} \\ = 3/4 \text{ (仟瓦)}$$

$$1 \text{ 馬力} = 550 \text{ (呎} \cdot \text{磅/秒)}$$

電能與電度



$$W = P \cdot t \text{ (J, 焦耳)}$$

$$1 \text{ 度電} = 1 \text{ kWh} = 1000 \cdot 3600 \text{ (瓦特} \cdot \text{秒)} \\ = 3.6 \times 10^6 \text{ (焦耳)}$$

$$1 \text{ 電子伏特} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (庫侖} \cdot \text{伏特)} \\ = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (焦耳)}$$

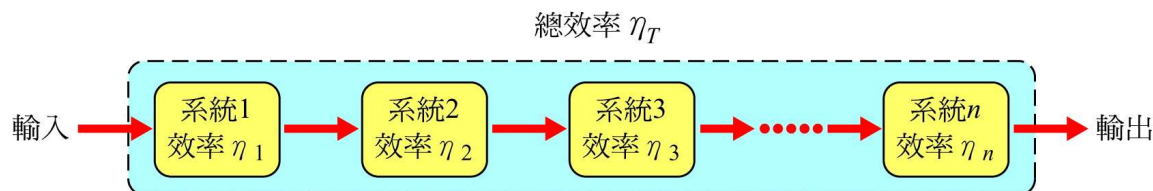
電能與電度

$$W_{in} - W_{out} = W_{loss} \text{ (焦耳)}$$

$$P_{in} - P_{out} = P_{loss} \text{ (瓦特)}$$

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$



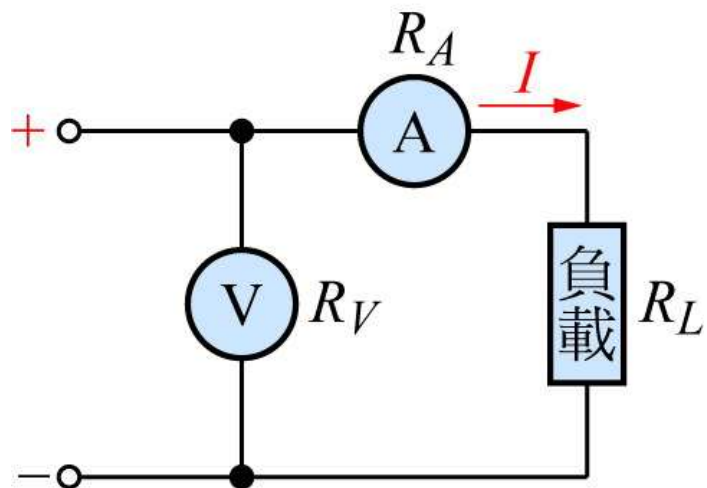
$$\eta_T = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \dots \times \eta_n$$

1-4

直流電功率(瓦特W)之計算

直流電功率

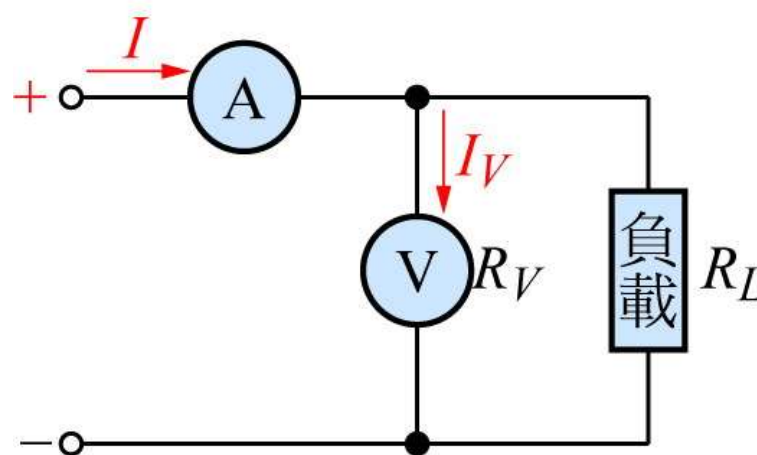
高電阻小負載



量度值 $P_M = VI$

真實值 $P_{R_L} = VI - I^2 R_A$

低電阻大負載



量度值 $P_M = VI$

真實值 $P_{R_L} = VI - \frac{V^2}{R_V}$

1-5

交流 電功率 之計算

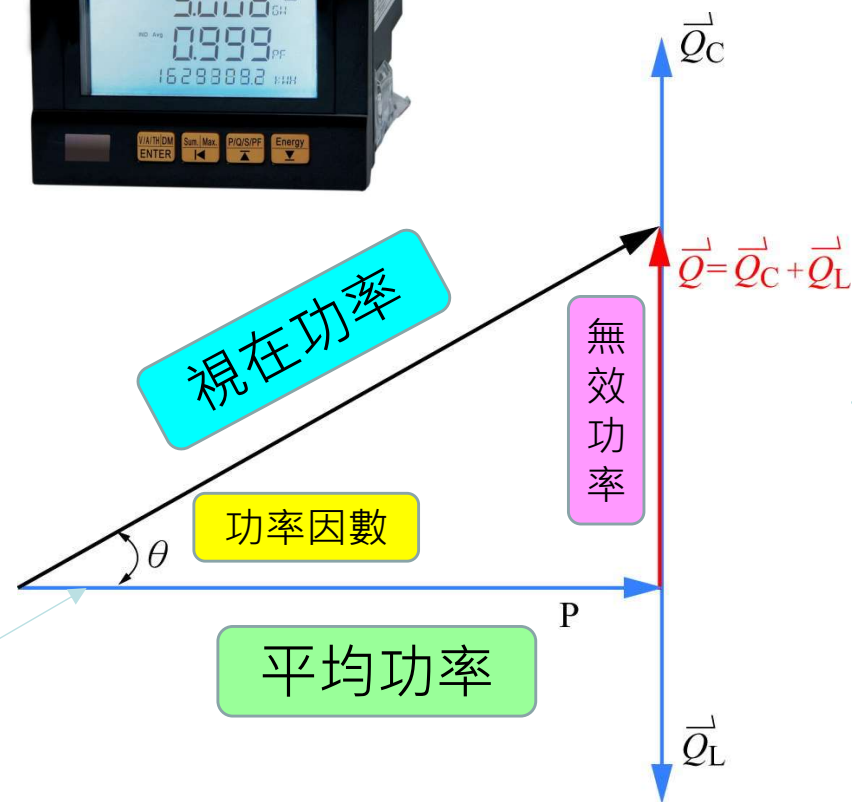
交流電功率

視在功率 $S = VI$ (伏安)

平均功率 $P = VI \cos \theta$
 $= S \cos \theta$ (瓦特)

無效功率 $Q = VI \sin \theta$
 $= S \sin \theta$ (乏爾)

功率因數 $PF = \cos \theta = \frac{P}{S}$



授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

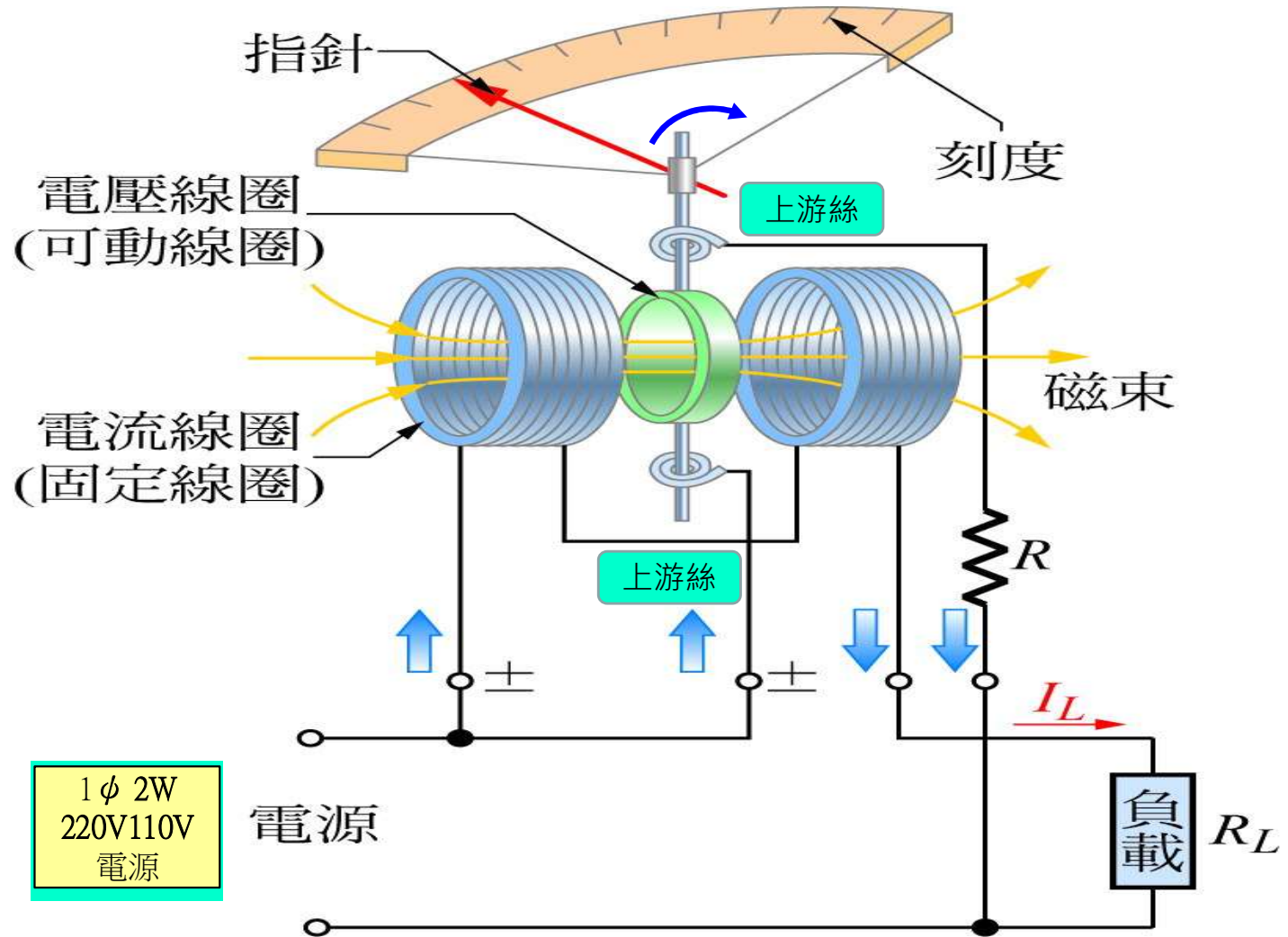
2-1

瓦特表構造圖

瓦特表 內部構造圖

與負載
並聯接線

與負載
串聯接線

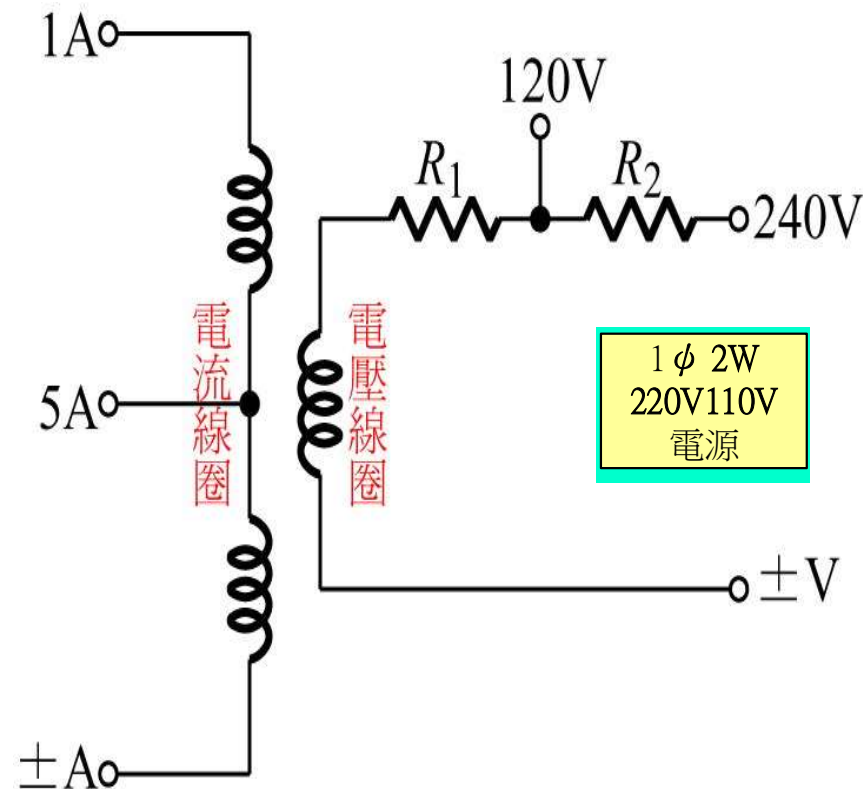


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

2-2

單相 瓦特表(接點位置圖)

單相瓦特表 (W)

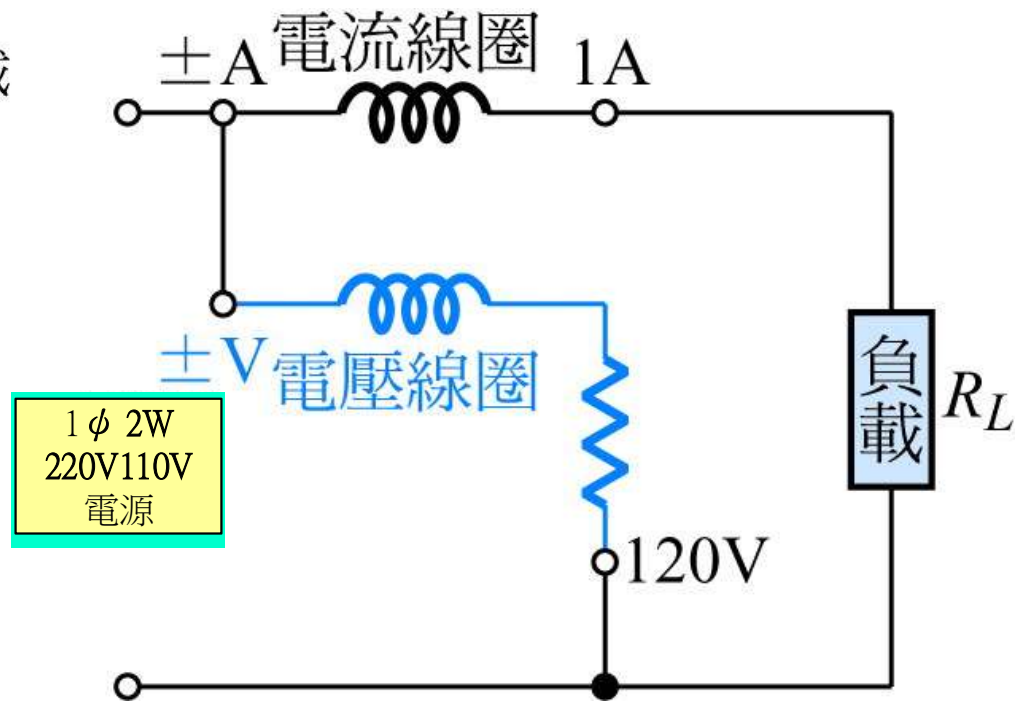
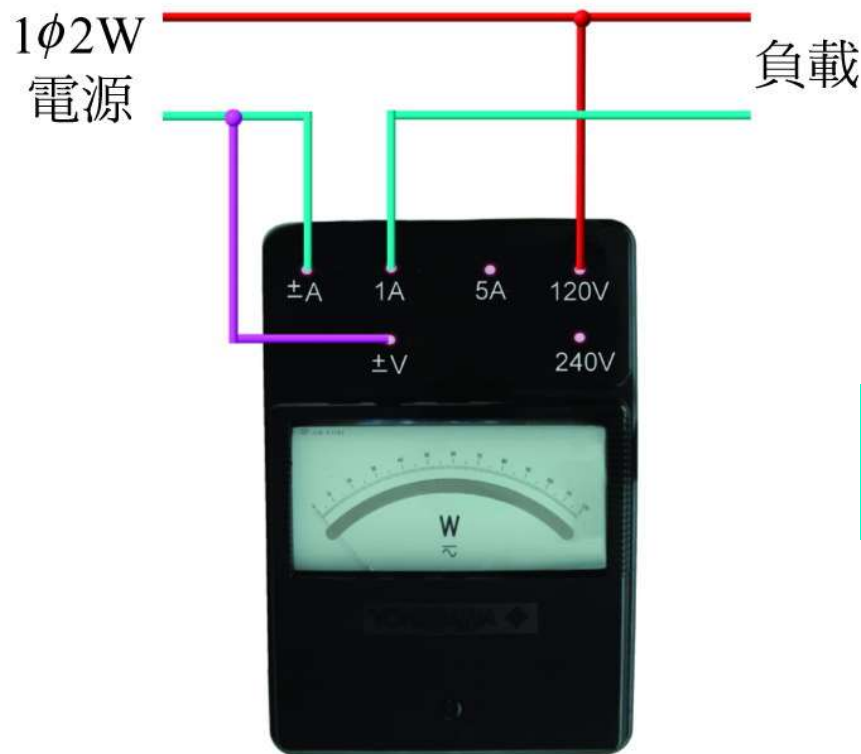


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

2-3

瓦特表 實際接線圖

單相瓦特表 小功率負載 接線圖



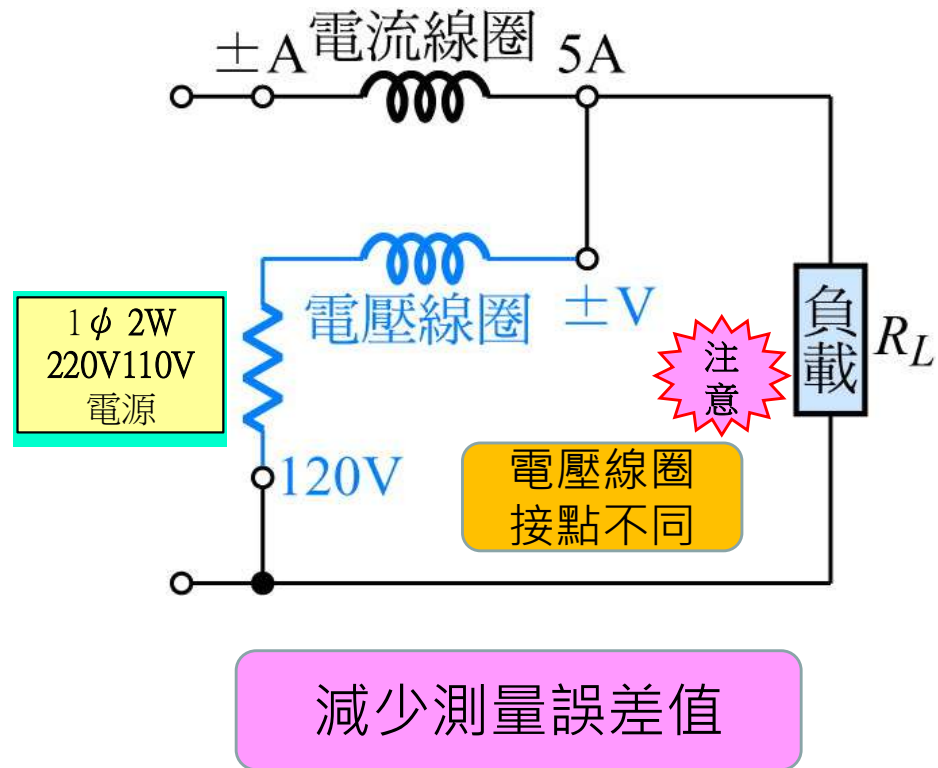
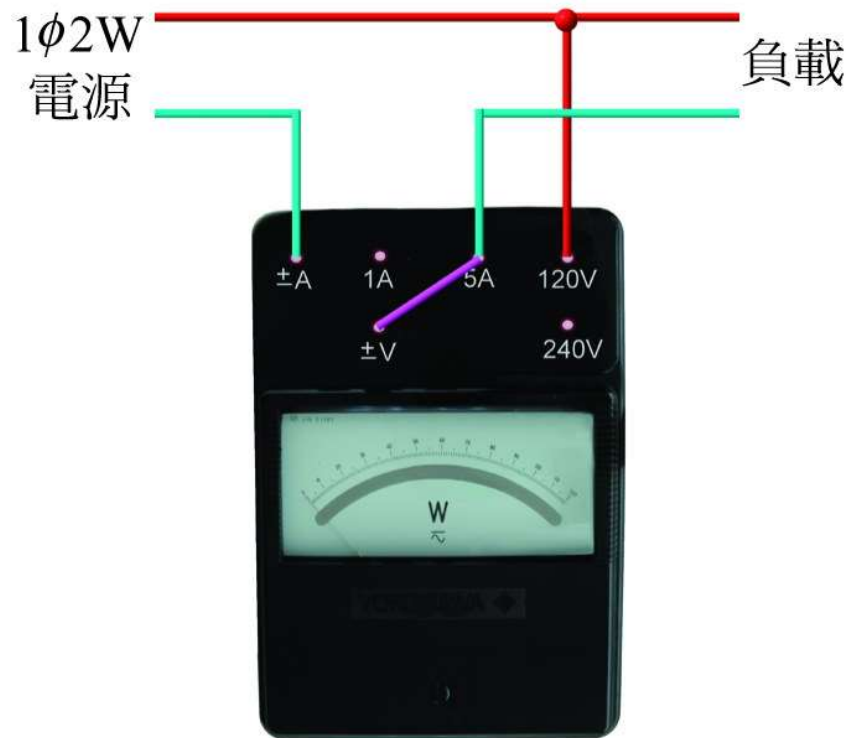
減少測量誤差值

授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

2-4

瓦特表 接線圖

單相瓦特表 大功率負載 接線圖

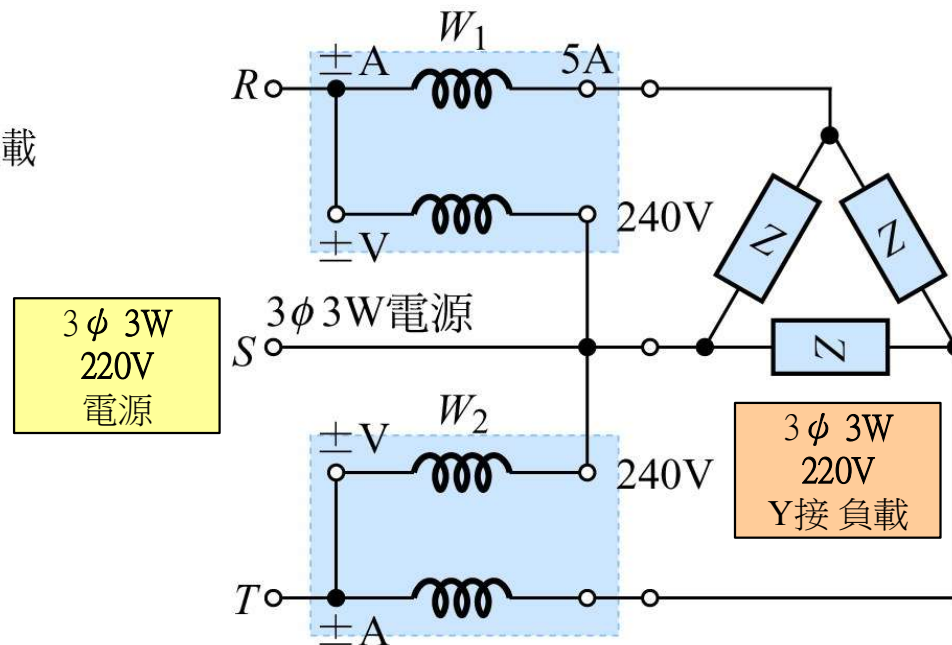
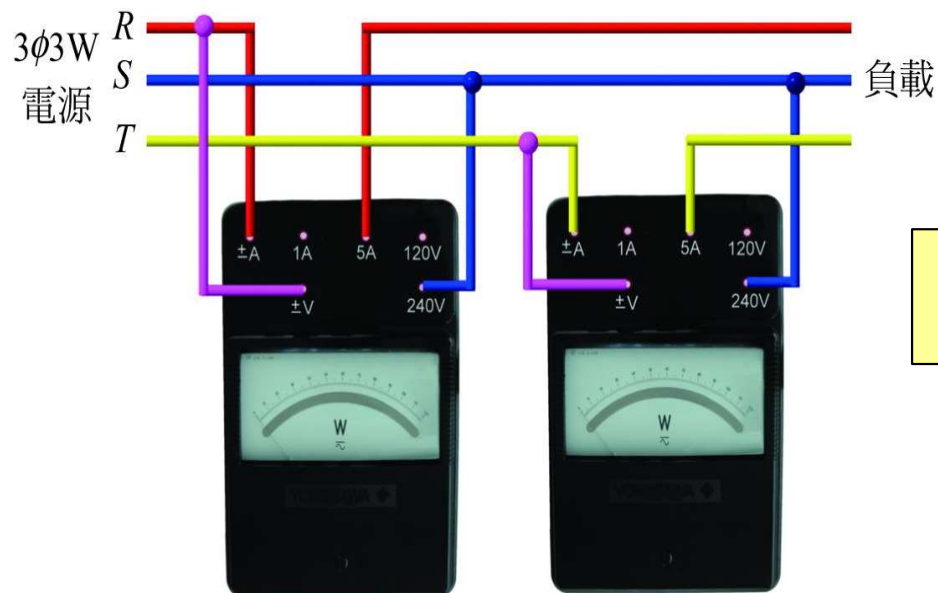


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

2-5

三相瓦特表 接線圖

三相三線式 (二瓦法)



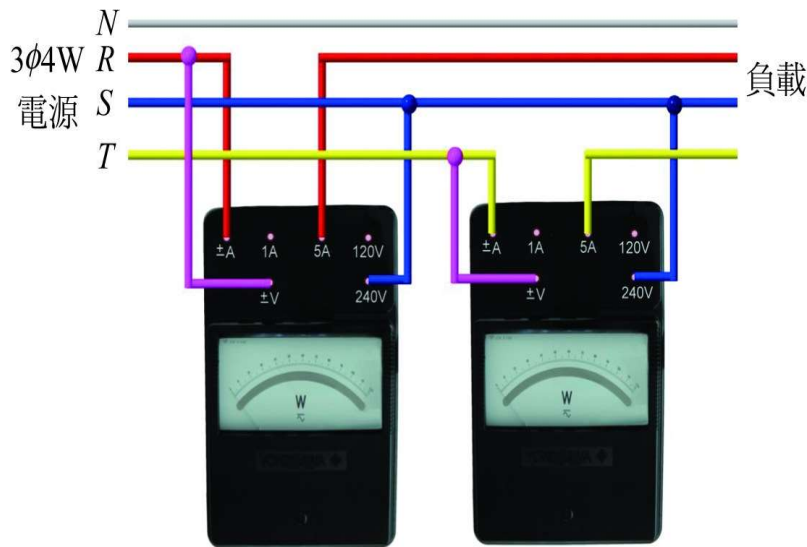
$$P_{3\phi} = W_1 + W_2$$

授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

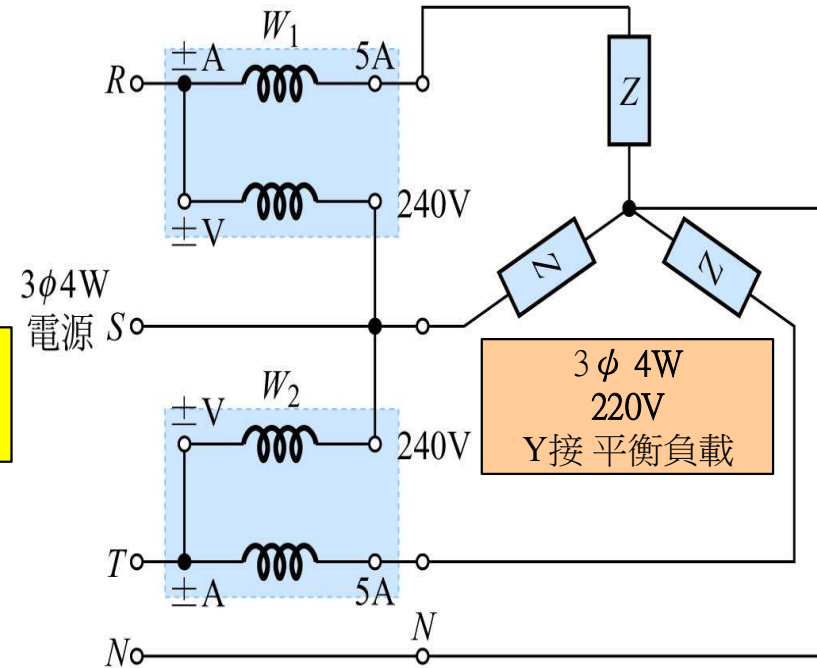
2-6

三相瓦特表接線圖

三相四線式平衡負載 (二瓦法)



3 ϕ 4W
220V
電源



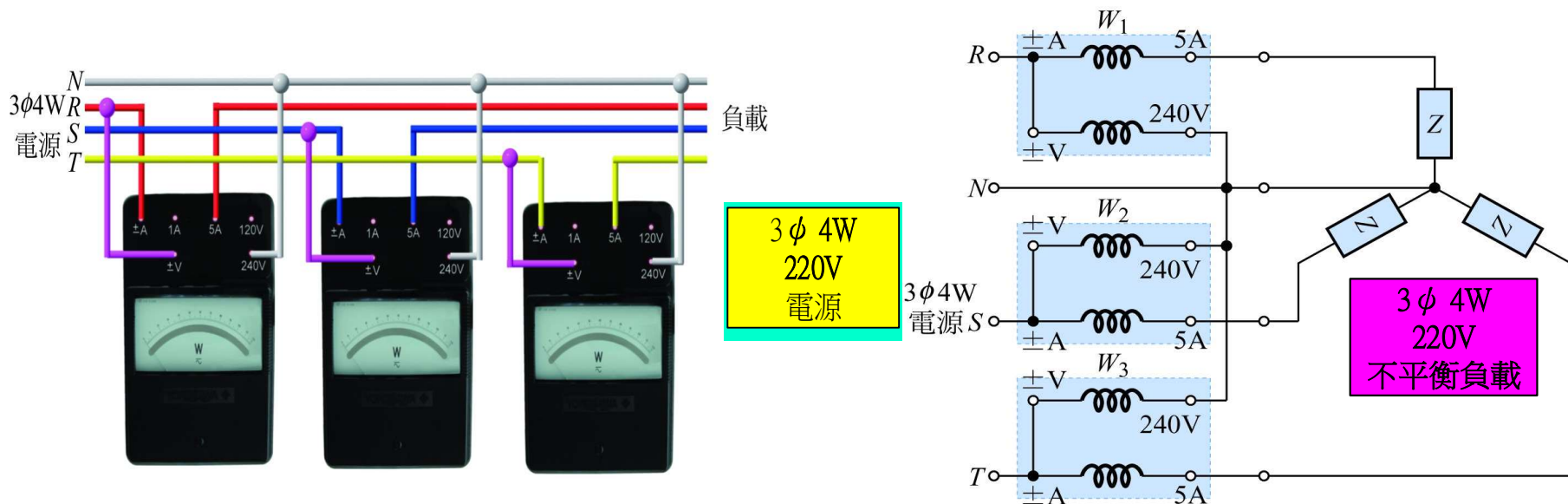
$$P_{3\phi} = W_1 + W_2$$

授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

2-7

三相瓦特表接線圖

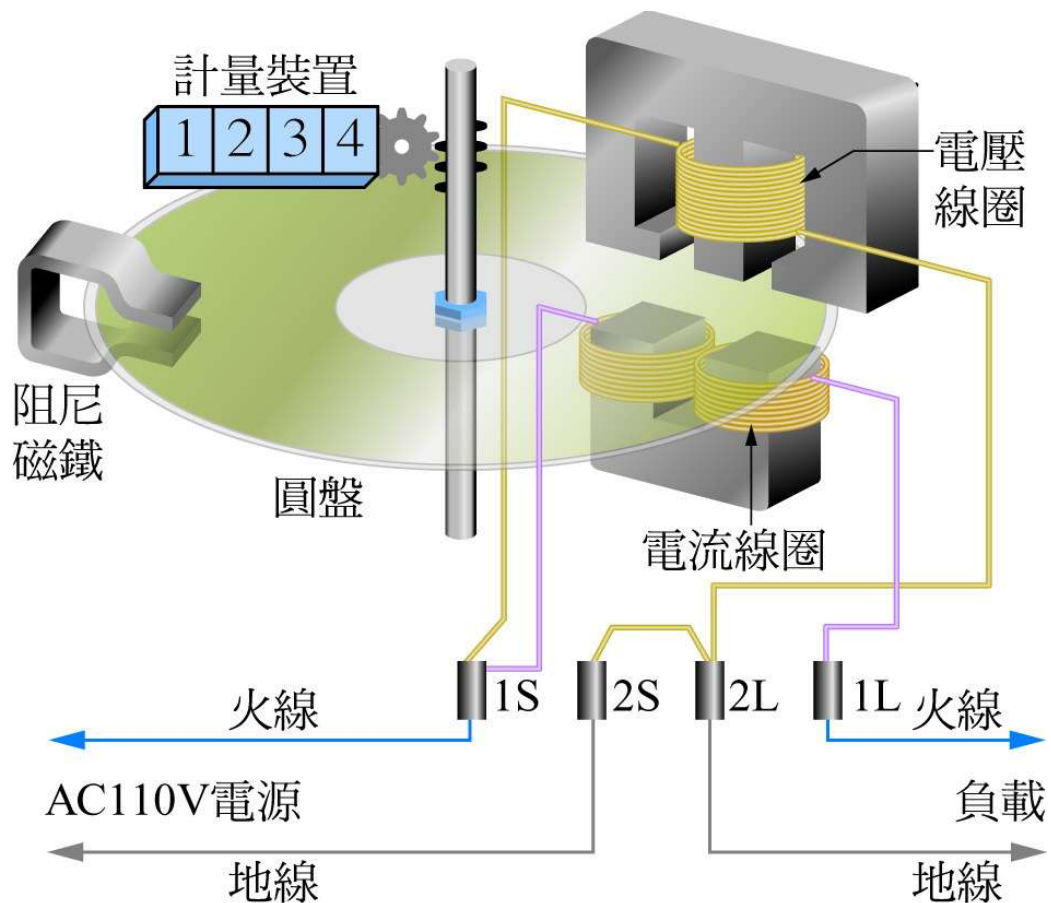
三相四線式不平衡負載 (三瓦法)



3-1

千瓦時表 (KWH) 結構圖

單相二線式 千瓦時表 內部結構圖

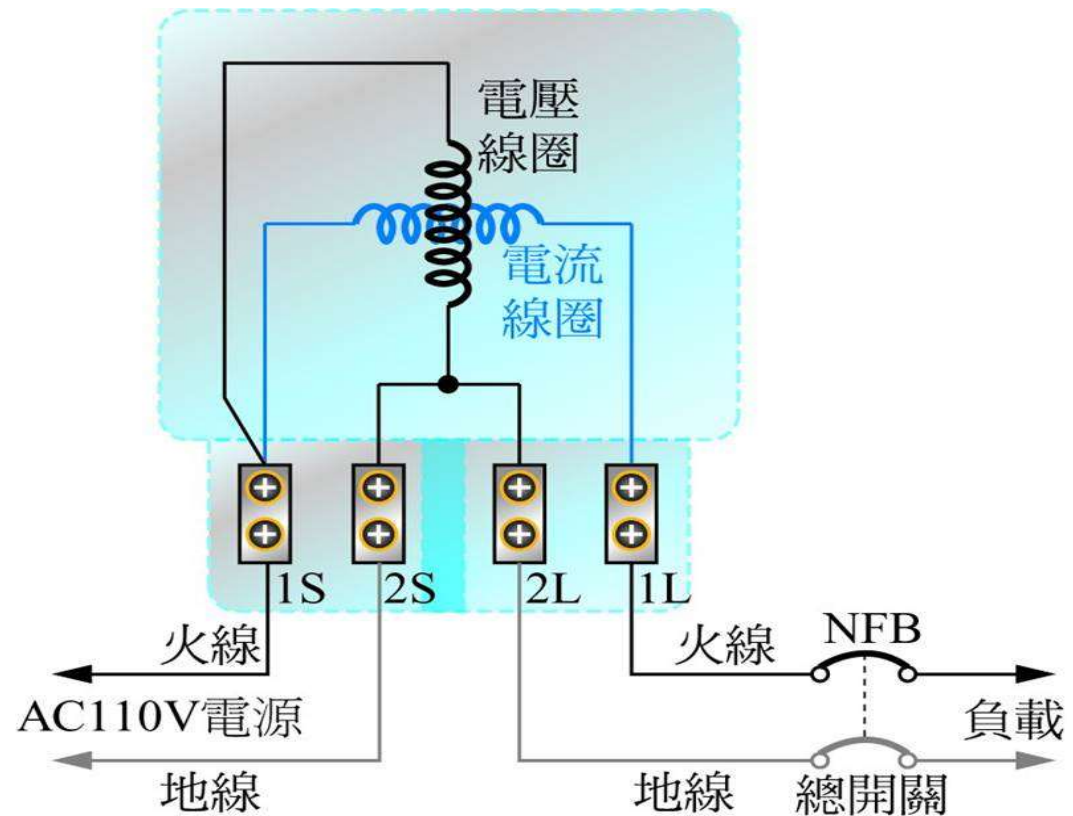


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

3-2

瓦時表 接線圖

單相二線式 千瓦時表 接線圖

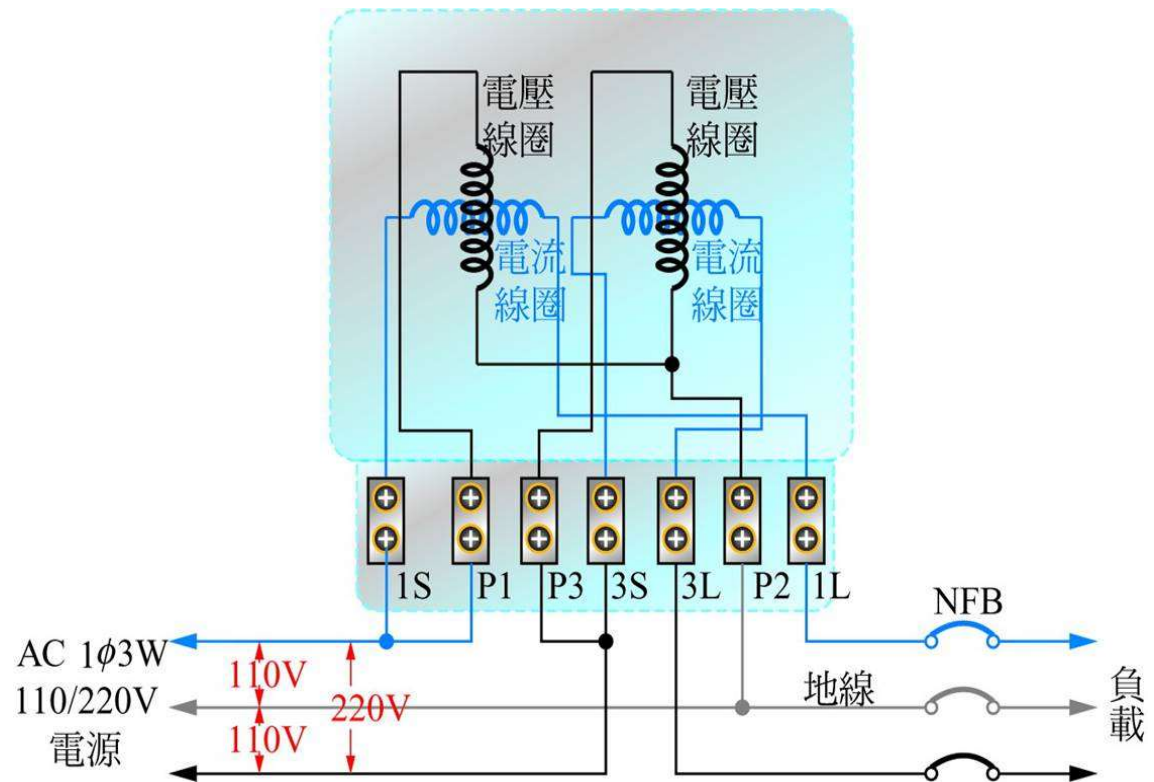


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

3-3

瓦時表 接線圖

單相三線式 千瓦時表 接線圖

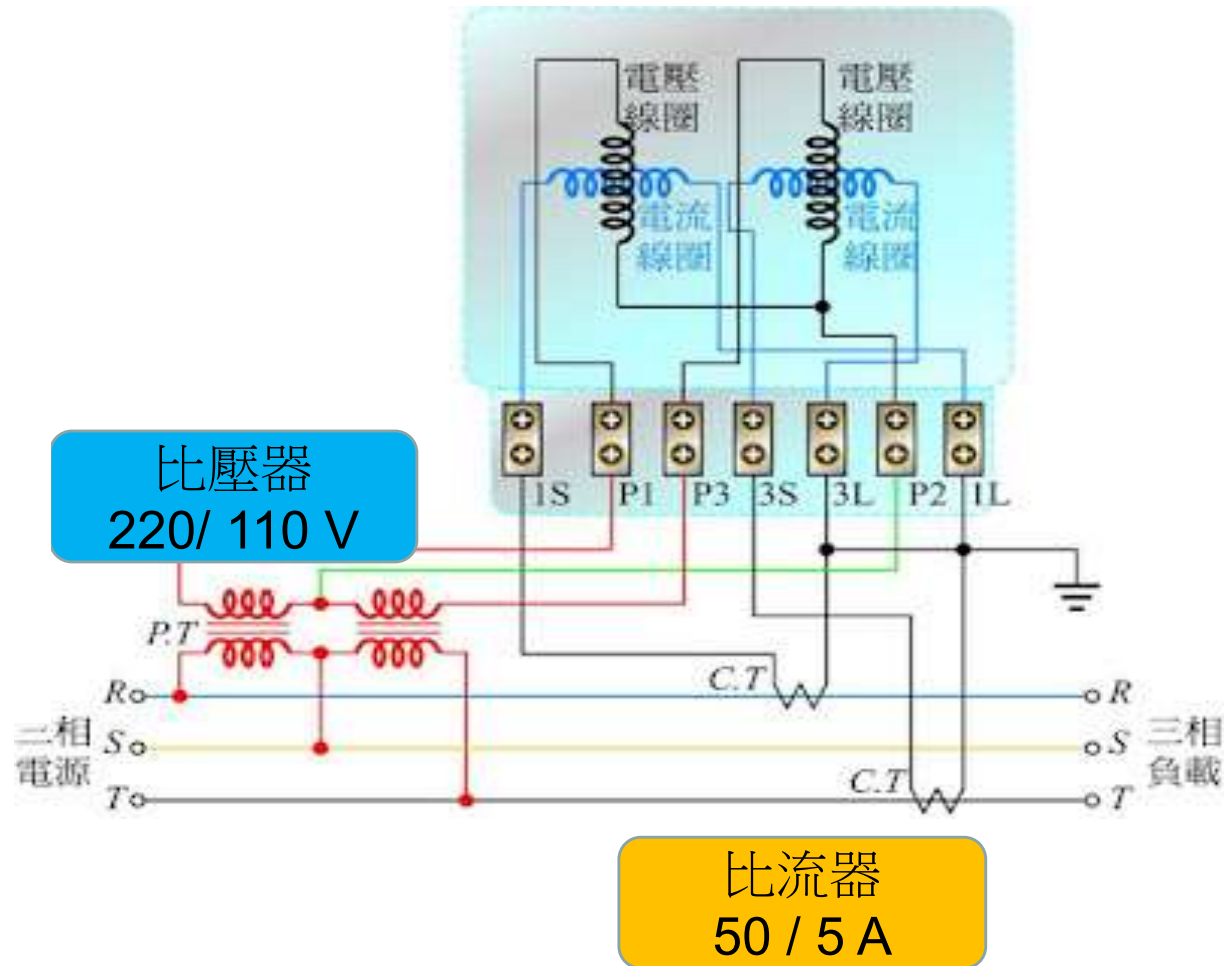


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

3-4

瓦時表 接線圖

三相三線式 千瓦時表 接線圖

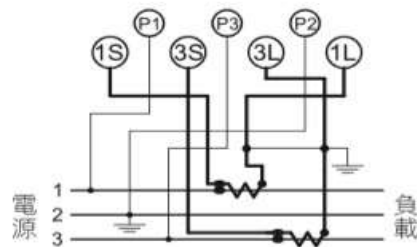
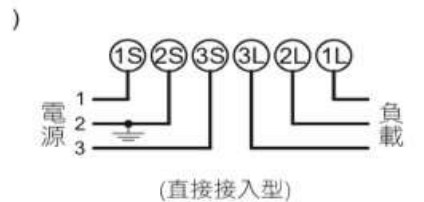


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

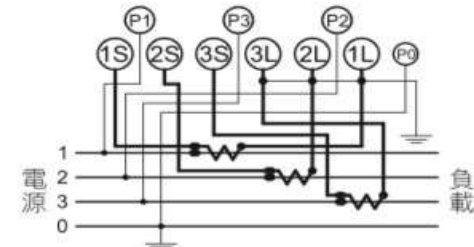
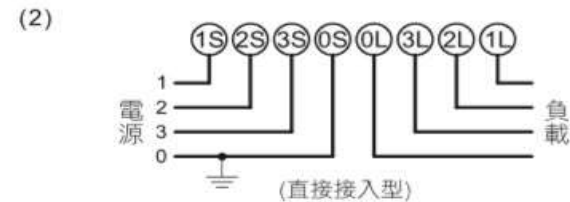
瓦時表 接線圖

種類 型號	規格	電算代號	外型尺寸 (mm)			接線孔徑 (mm)	淨重	備註
			L	W	H			
BAW-3	3P3W 110-220V 5(20)A 60Hz	BAW-3HAA	183	164.5	64.5	Ø 4.5	765g	配用 2 CT
	3P3W 110-220V 10(50)A 60Hz	BAW-3HBA	183	164.5	64.5	Ø 9.0	830g	
	3P3W 110-220V 20(100)A 60Hz	BAW-3HCA	183	164.5	64.5	Ø 9.0	830g	
BAW-4	3P4W 110-480V 5(20)A 60Hz	BAW-4GAA	183	164.5	64.5	Ø 4.5	800g	配用 3 CT
	3P4W 110-480V 10(50)A 60Hz	BAW-4GBA	183	164.5	64.5	Ø 9.0	910g	
	3P4W 110-480V 20(100)A 60Hz	BAW-4GCA	183	164.5	64.5	Ø 9.0	910g	

三相四線式 千瓦時表 接線圖



BAW-3
三相三線式



BAW-4
三相四線式

三相四線 機械式瓦時計 (DT-71)

電流鉤表：

常見的電流鉤表多為交流電流鉤表，僅能測量交流電流。

使用 注意事項：

若單相交流電同時鉤兩條電線是量不到電流的，因為一次鉤住兩條線，則在比流器的部分因為兩條線是形成一個迴路，所流過的交流電流在一來一回後剛好是相反，因此比流器那裡根本沒有電流的流動波形，感應不到電流訊號，表頭當然就不會動，這種情形假如在三相系統裡可能還會量到一點電流值，因為是三條線一起勾，但是三相只差120度，切三條線要電流完全一模一樣較不可能，他不像兩線式電流一定是一模一樣，因此在三相式可能還會量到電流值。若三相交流電同時鉤兩條電線R相及S相，相當於量T相電流。



電流鉤表：

鉤表的量測原理及方法：

- (1) 鉤表在鉤線的部分是矽鋼片，而矽鋼片底部有繞一組線圈，而圈數至少100圈以上，假設勾線部分勾住一條線(AC電源線)，則由鉤表看來會形成一個比流器，圈數比是1:100(假設是100圈)，再由100圈那一端以電阻形成電流轉電壓方式在透過電子整流電路顯示於表頭，它是運用感應電流所產生磁場的方式，將磁場換算為電流，好處是不需剪斷電線。
- (2) 切換到交流電流檔位，若無法確定請先切大檔位再切小檔位，讓單相交流電兩條電線其中一條穿過鉤表中間孔洞，電線不用拆開。
- (3) 測量電壓時則是切換到電壓檔位並使用兩根探針量測。
- (4) 量電壓時，鉤表須與負載並聯;量電流時，鉤表須與負載串聯。

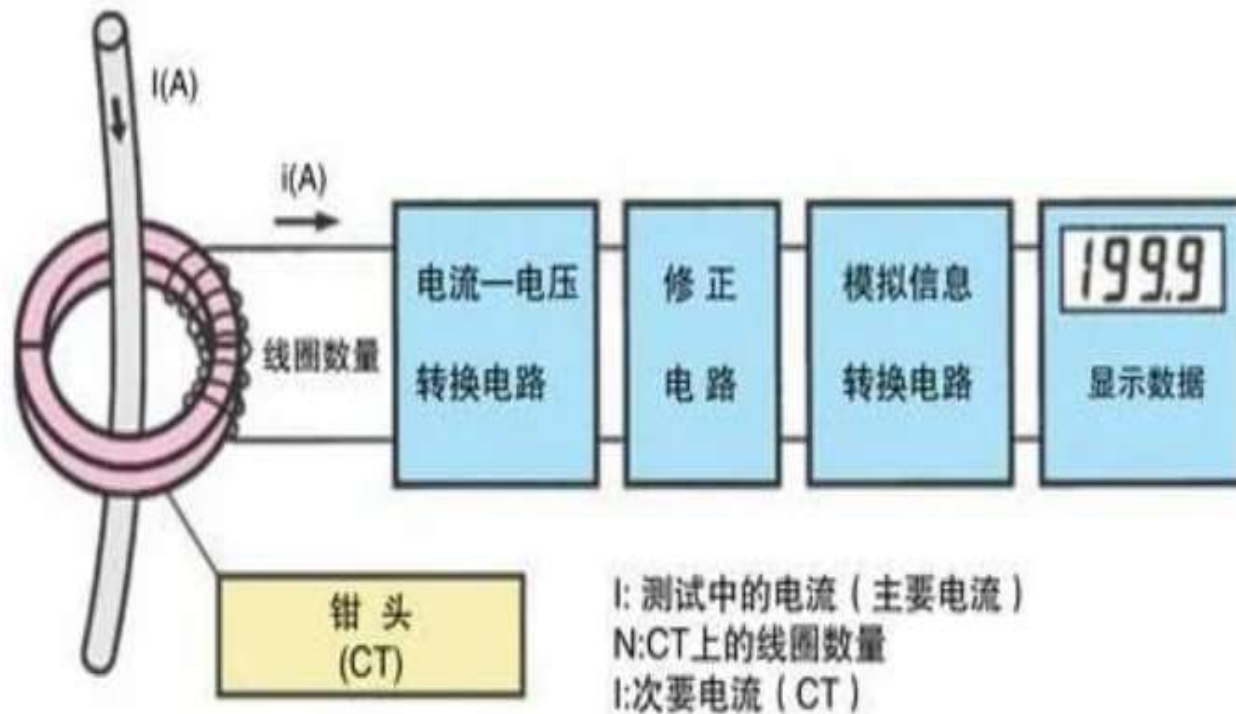
外形結構圖



4-3

電流鉤表的基本認識(夾式電表)

電子顯示式電流鉤表 內部方塊圖：



$$i = \frac{I}{N} (A)$$

UNI-T UT210E

直流鉤表



- *電壓 交電流 電阻
- *電容 短路檔
- *內建驗電筆
- *可歸零
- *國際外銷版
- *內建背光



授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

智慧型電表 的定義:

所謂**智慧型電表**：

係於電力系統中應用計算機與物聯網通訊等技術，以微電腦智能晶片為核心，透過介面數位轉換偵測，並針對電力用電客戶之電功率計量計時、記費、與資料擷取及輸供電管理等功能的電度表。



智慧型電表

智慧型電表的演進：



機械式電表

- ◆ 人工抄表
- ◆ 累進費率



電子式電表

- ◆ 人工抄表
- ◆ 時間電價
- ◆ 韌體更新



智慧型電表

- ◆ 通訊讀表
- ◆ 動態電價
- ◆ 即時資訊
- ◆ 遠端控制
- ◆ 品質監測
- ◆ 事件回報
- ◆ 遠端韌體更新



換裝前

換裝後



機械式電表



智慧電表



智慧型電表 類型:

構造分類:

一、**機電一體式**:係在原有的機械錶的基礎上，加裝電子式計數裝置和相應的控制、通訊電路，或加上IC卡讀寫接口以實現自動計量計費和控制。

二、全電子式:

A、互感器採樣式:

即利用電壓互感器和電流互感器分別來採集用戶的電壓信號和電流信號。

B、直接採樣式:

則是用熱穩定性高的電阻分壓網絡取得電壓信號，而用電阻溫度係數錳銅片進行電流直接採樣。



5-4

智慧型電表

智慧型電表 類型:

依電源分類:

單相式電錶:

三相式電錶:

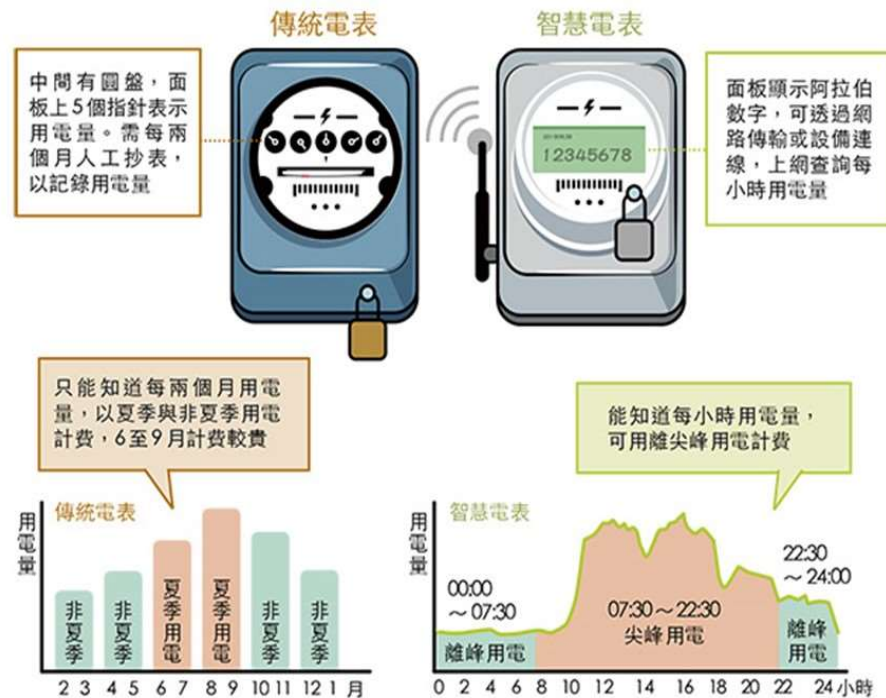


授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

智慧電表布建之效益

- (一)延緩電力設備投資及發電成本
- (二)提高電網供電可靠度
- (三)提高電網運轉效率
- (四)促進再生能源友善併網
- (五)促進用戶節能用電
- (六)提高售電服務效率
- (七)發展需求面管理制度
- (八)促進社會經濟發展

智慧電表好處在哪裡？——傳統電表 vs. 智慧電表



資料來源：台電 整理：呂茲格



授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師

台電智慧型電表 建置期程:



行政院智慧電表建設規劃期程



擴大裝置智慧電表時程

時間	裝置目標	占總用電量比重(%)
2017年	20萬具	60
2020年	100萬具	70
2024年	300萬具	80

資料來源：行政院



電力系統 與 智慧型電表 之發展





感謝聆聽、歡迎研修、敬請指教



讓我們共同努力

研究創新 務實專精

創造無限可能 造福群倫

一定要幸福喔！

馬來西亞 沙巴



授課教師：大葉大學電機系 許貴序 老師