



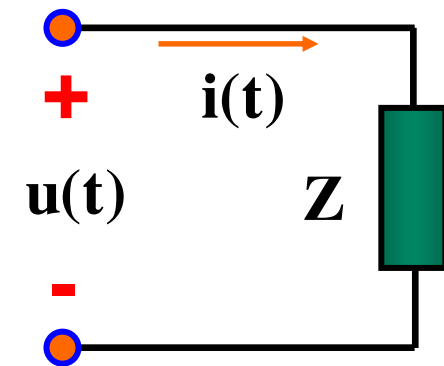
2.6. Công suất trong mạch xác lập sin

- 2.6.1 Công suất tức thời (instantaneous power)**
- 2.6.2 Công suất tác dụng và phản kháng (active and reactive power)**
- 2.6.3 Công suất biểu kiến (apparent power)**
- 2.6.4 Công suất phức (complex power)**
- 2.6.5 Nguyên lý cân bằng công suất của mạch AC.**
- 2.6.6 Hệ số công suất $\cos\varphi$.**
- 2.6.7 Hiệu chỉnh hệ số công suất $\cos\varphi$.**
- 2.6.8 Đo công suất trong mạch AC .**

2.6.1 Công suất tức thời :

❖ Cho 1 nhánh trong mạch sin :

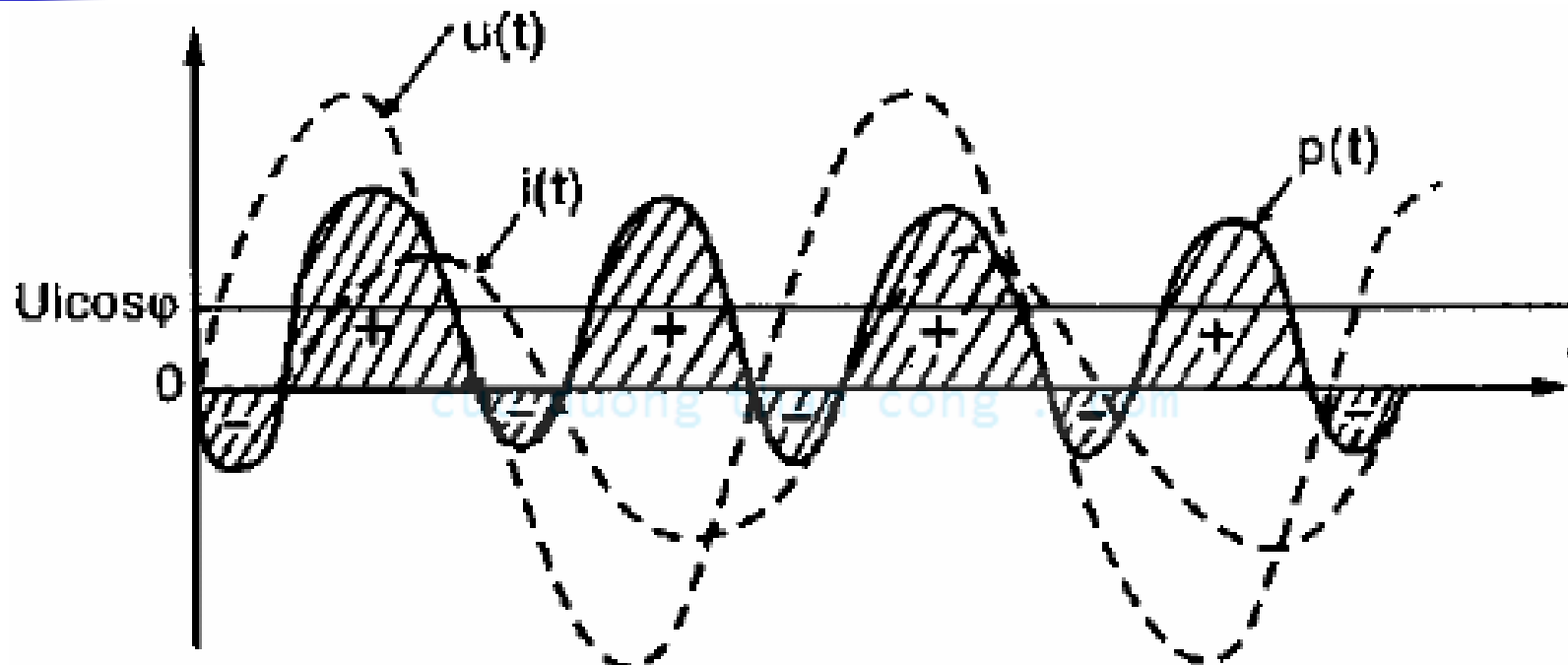
$$\begin{cases} i = I_m \cos (\omega t + \psi) \\ u = U_m \cos (\omega t + \psi + \varphi) \end{cases}$$



❖ Công suất tức thời:

$$p(t) = ui = \frac{1}{2} U_m I_m \cos \varphi + \frac{1}{2} U_m I_m \cos(2\omega t + 2\psi + \varphi)$$

❖ Đặc điểm của công suất tức thời :



- i. Công suất tức thời có tần số 2ω .
- ii. Có khi có giá trị âm \rightarrow không dùng nguồn 1 pha để truyền công suất.

2.6.2 Công suất tác dụng và phản kháng

a) Công suất tác dụng P (average power) :

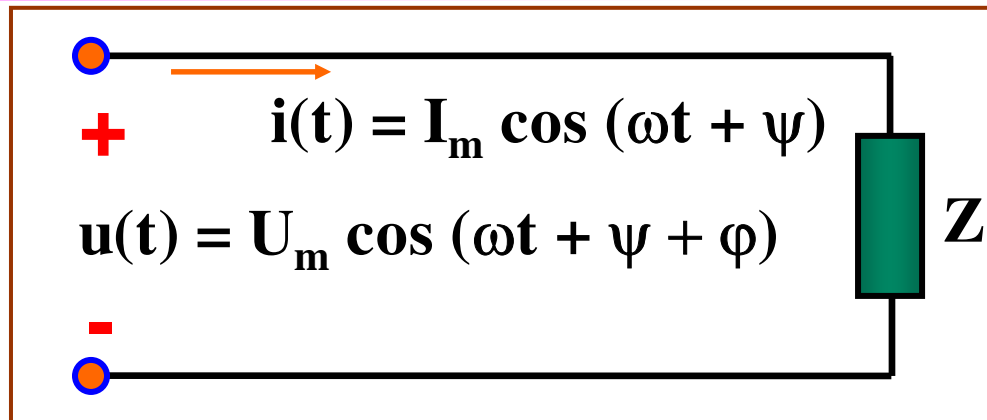
Trị trung bình của $p(t)$:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$



$$P = \frac{1}{2} U_m I_m \cos \varphi$$

$$P = UI \cos \varphi \quad (\text{W})$$



❖ Hay trên sơ đồ phức:

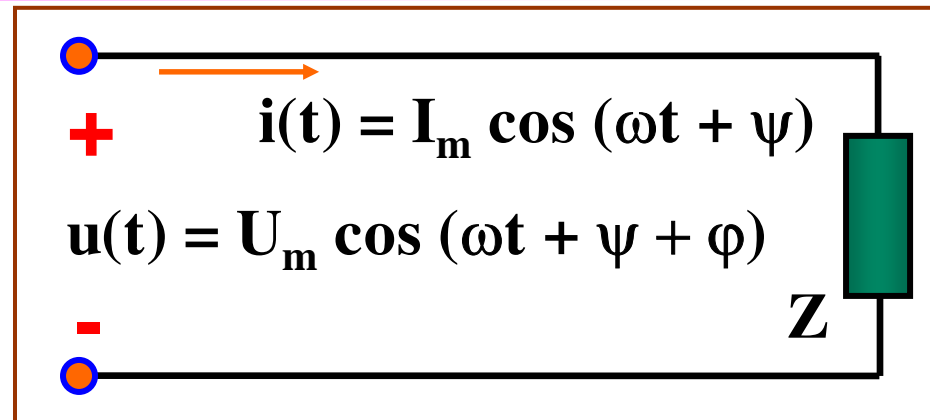


$$P = \frac{1}{2} \text{Re} \left\{ \dot{U} \dot{I}^* \right\}$$

$$P = \frac{1}{2} I_m^2 \text{Re} \{ Z \} \quad (\text{W})$$

2.6.2 Công suất tác dụng và phản kháng

b) Công suất phản kháng Q
(reactive power) :



$$Q = \frac{1}{2} U_m I_m \sin \varphi$$

$$Q = UI \sin \varphi \quad (\text{Var})$$

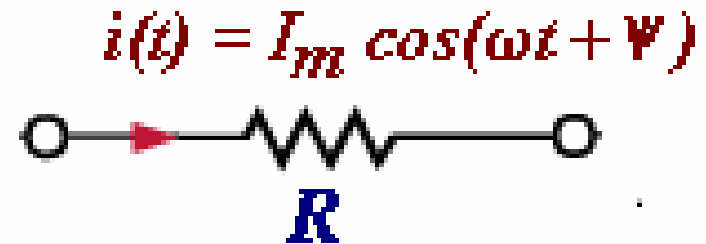
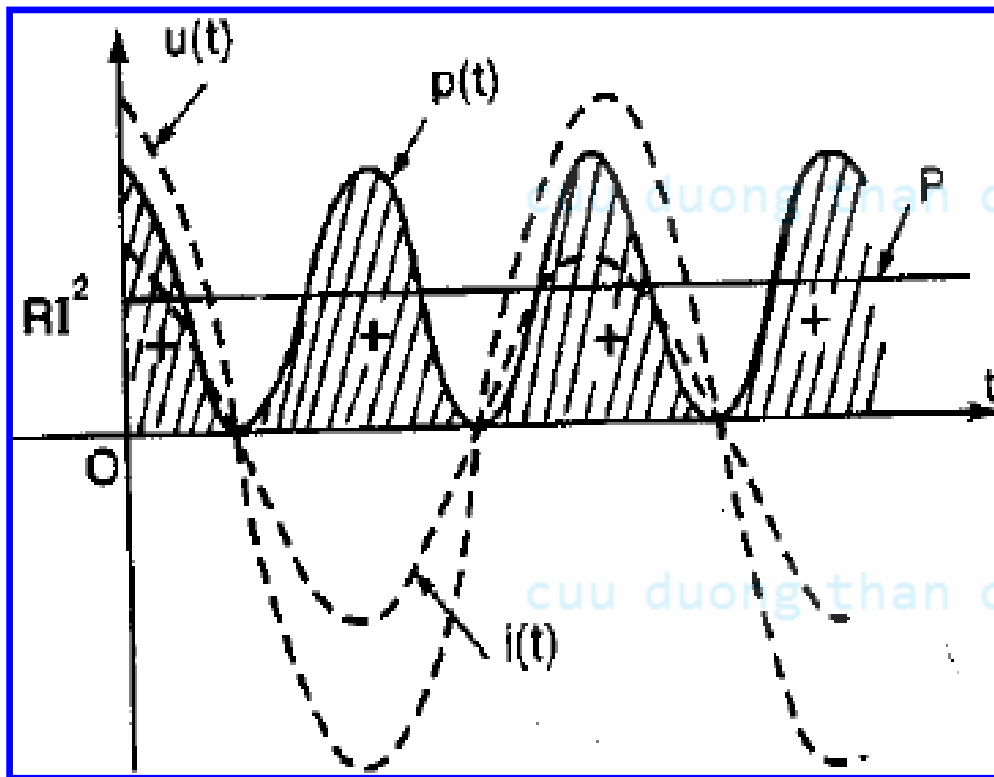
❖ Hay trên sơ đồ phức:

$$Q = \frac{1}{2} \text{Im} \left\{ \dot{U} \dot{I}^* \right\}$$

$$Q = \frac{1}{2} I_m^2 \text{Im} \{ Z \} \quad (\text{Var})$$

❖ Công suất $p(t)$, P và Q trên trở:

$$p(t) = Ri^2 = RI_m^2 \cos^2(\omega t + \psi)$$



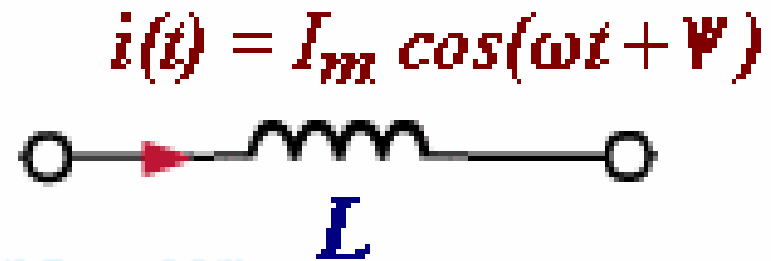
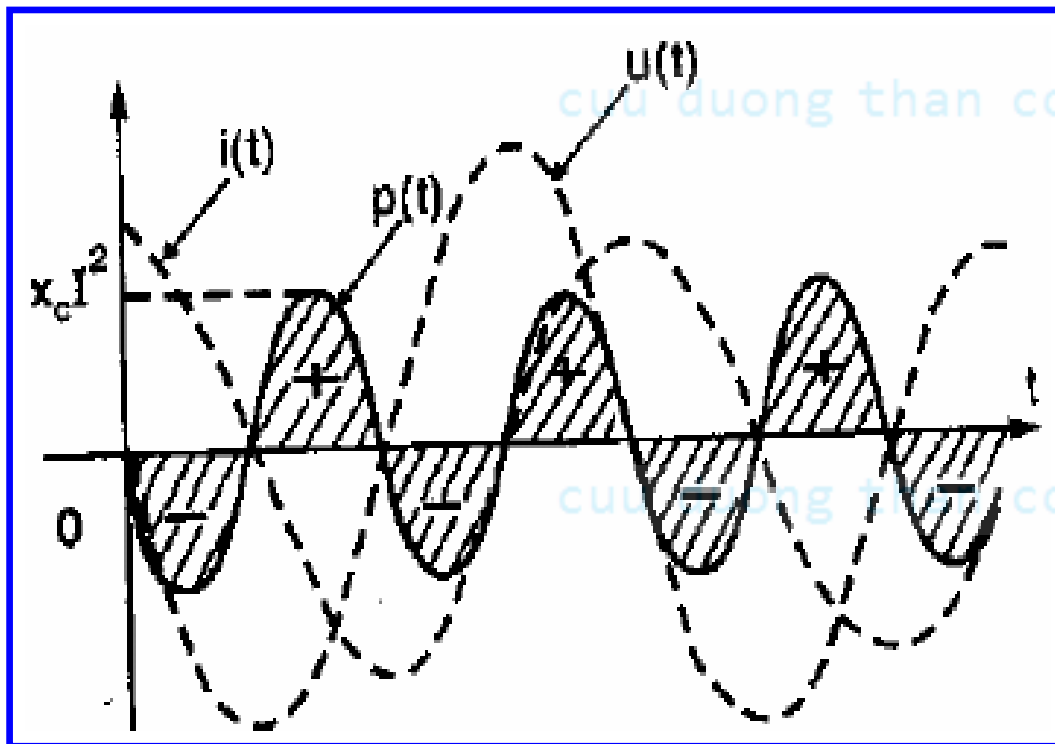
$$P = \frac{1}{2} RI_m^2 = RI^2$$

$$Q = 0$$

❖ Công suất $p(t)$, P và Q trên cảm:

$$p(t) = Li \frac{di}{dt} = -L\omega I_m^2 \cos(\omega t + \psi) \sin(\omega t + \psi)$$

$$p(t) = -\frac{1}{2} x_L I_m^2 \sin(2\omega t + 2\psi)$$



$$P = 0$$

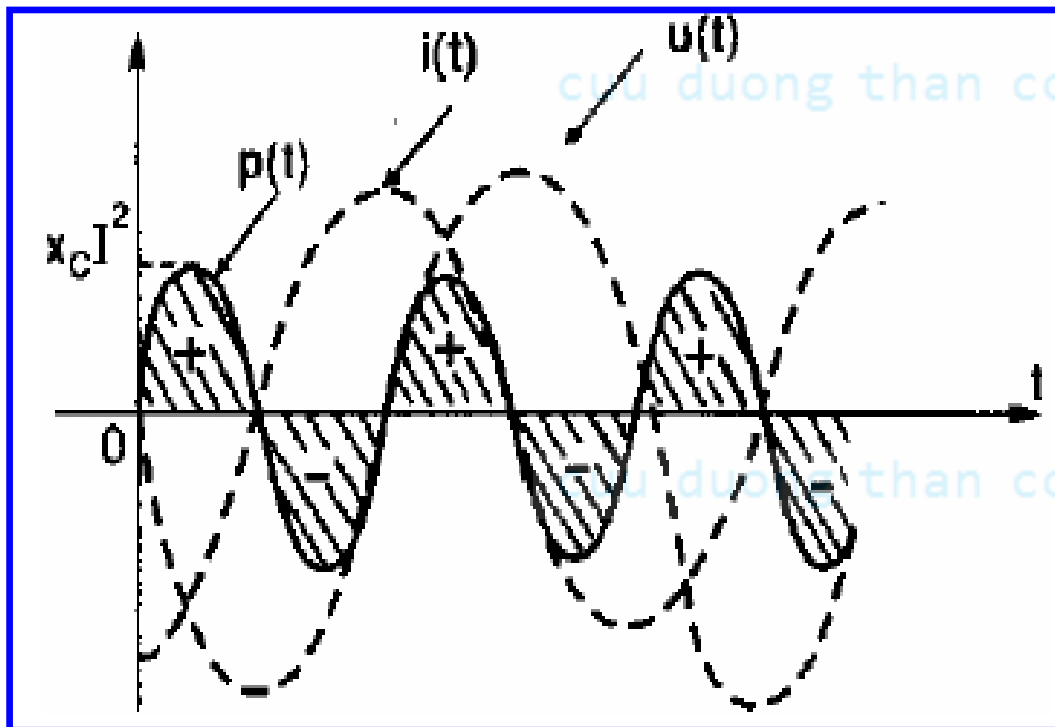
$$Q = \frac{1}{2} \omega L I_m^2 = \omega L I^2$$

❖ Công suất $p(t)$, P và Q trên dung:

$$p(t) = \frac{1}{C} i \int i dt = \frac{1}{\omega C} I_m^2 \cos(\omega t + \psi) \sin(\omega t + \psi)$$

$$p(t) = -\frac{1}{2} x_C I_m^2 \sin(2\omega t + 2\psi)$$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \psi)$$



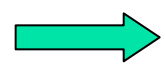
$$P = 0$$

$$Q = -\frac{1}{2\omega C} I_m^2 = -\frac{1}{\omega C} I^2$$



2.6.3 Công suất biểu kiến (apparent power) :

❖ Xác định : $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$



$$S = \frac{1}{2}U_m I_m = UI \text{ (VA)}$$

Và ta có :

$$P = S \cos \varphi$$

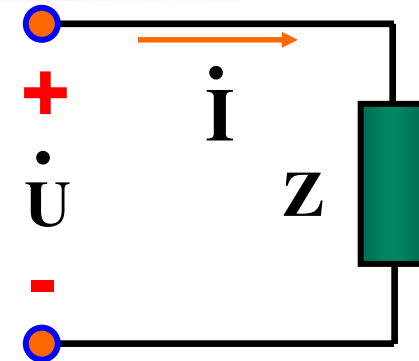
$$Q = S \sin \varphi$$

cuu duong than cong . com

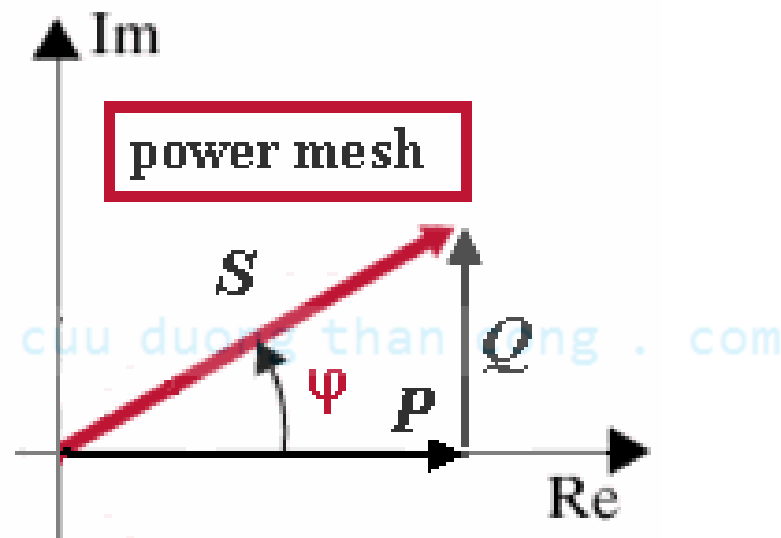
2.6.4 Công suất phức (complex power) :

❖ Xác định:

$$\tilde{S} = \frac{1}{2} \dot{U} \dot{I}^* = P + jQ$$



❖ Trên mp phức , csuất phức vẽ nên tam giác công suất .



2.6.5 Nguyên lý cân bằng công suất AC:

a) Phát biểu 1:

$$\sum P_{\text{sending}} = \sum P_{\text{receiving}}$$

$$\sum Q_{\text{sending}} = \sum Q_{\text{receiving}}$$

b) Phát biểu 2:

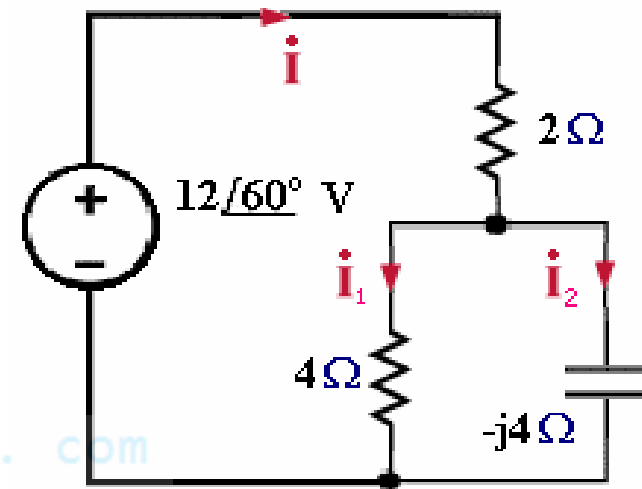
$$\sum \tilde{S}_{\text{sending}} = \sum \tilde{S}_{\text{receiving}}$$

❖ Ví dụ 1: Cân bằng công suất

❖ Nghiệm lại nguyên lý cân bằng công suất trong mạch phức biên độ ?

Giải

$$\dot{I} = \frac{12 \angle 60^\circ}{2 + 4 // (-j4)} = \frac{12 \angle 60^\circ}{4 - j2} = 2,68 \angle 86,6^\circ \text{ (A)}$$



$$\dot{I}_1 = 2,68 \angle 86,6^\circ \cdot \frac{-j4}{4 - j4} = 1,9 \angle 41,6^\circ \text{ (A)} \quad ; \quad \dot{I}_2 = 2,68 \angle 86,6^\circ \cdot \frac{4}{4 - j4} = 1,9 \angle 131,6^\circ \text{ (A)}$$

❖ Có:

$$P(2\Omega) = \frac{1}{2} 2 \cdot 2,68^2 = 7,18 \text{ W}$$

$$P(4\Omega) = \frac{1}{2} 4 \cdot 1,9^2 = 7,2 \text{ W}$$

$$Q(-j4\Omega) = -\frac{1}{2} 4 \cdot 1,9^2 = -7,2 \text{ Var}$$

$$\tilde{S} = \frac{1}{2} \{ 12 \angle 60^\circ \cdot 2,68 \angle -86,6^\circ \}$$

$$\tilde{S} = 14,38 - j7,2$$

→ $\text{Re}\{\tilde{S}\} = P_{2\Omega} + P_{4\Omega} \quad \text{Im}\{\tilde{S}\} = Q_{-j4\Omega}$

2.6.6 Hệ số công suất (power factor)(p.f)

❖ Hệ số công suất : $\cos \varphi = \frac{P}{S}$

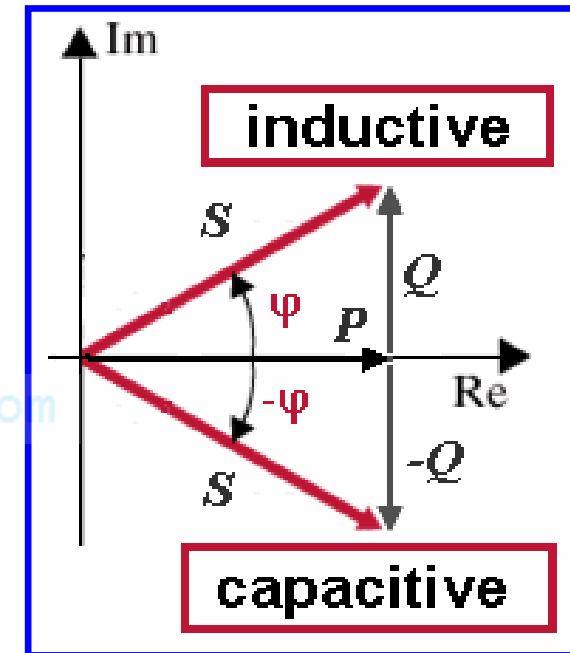
❖ Hai nhánh cùng $\cos \varphi$, có 2 trường hợp:

1. Cảm (chậm) (lagging) : $Q > 0$

$$Q = P \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi)$$

2. Dung (vượt) (leading) : $Q < 0$

$$Q = -P \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi)$$



Ví dụ1: Hệ số $\cos\varphi$ (pf).

Tìm hiệu dụng phức và công suất phát ra của nguồn áp trong mạch ?

Giải

❖ Công suất phức của tải :

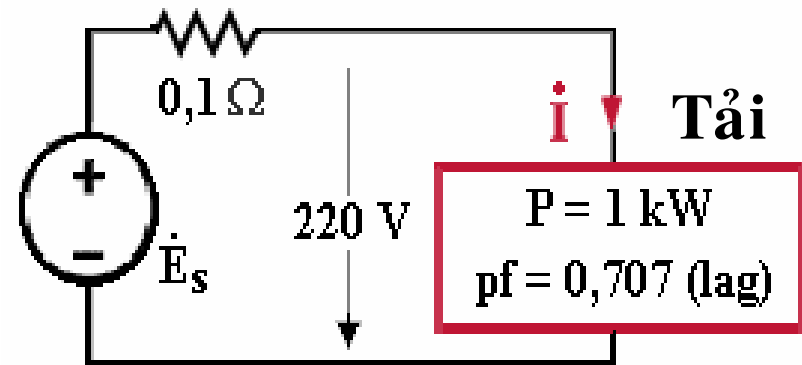
$$\tilde{S}_{\text{load}} = 1k + j1k$$

❖ Chọn : $\dot{U}_{\text{load}} = 220 \angle 0^\circ \rightarrow \dot{I} = 6,43 \angle -45^\circ \text{ (A)}$

$$\rightarrow \dot{E}_S = 0,1.(6,43 \angle -45^\circ) + 220 = 220,5 \angle -0,12^\circ \text{ (V)}$$

❖ Công suất phát của nguồn:

$$\tilde{S}_{\text{source}} = \{(220,5 \angle -0,12^\circ).(6,43 \angle 45^\circ)\} = 1004 + 1000j$$





2.6.7 Hiệu chỉnh hệ số công suất :

a) Tính chế độ trước hiệu chỉnh : $\tilde{S}_{old} = P_{old} + jQ_{old}$

b) Tính Q sau hiệu chỉnh : (+: lagging / -: leading)

$$Q_{new} = \pm P_{old} \cdot tg(\cos^{-1} \varphi_{new})$$

c) Tính ΔQ : $\Delta Q = Q_{new} - Q_{old}$

d) Xác định phần tử kháng để bù (theo RMS) :

$$\left[L = \frac{U^2}{\omega \Delta Q} \text{ (H)} \right] \left[C = \frac{-\Delta Q}{\omega U^2} \text{ (F)} \right]$$

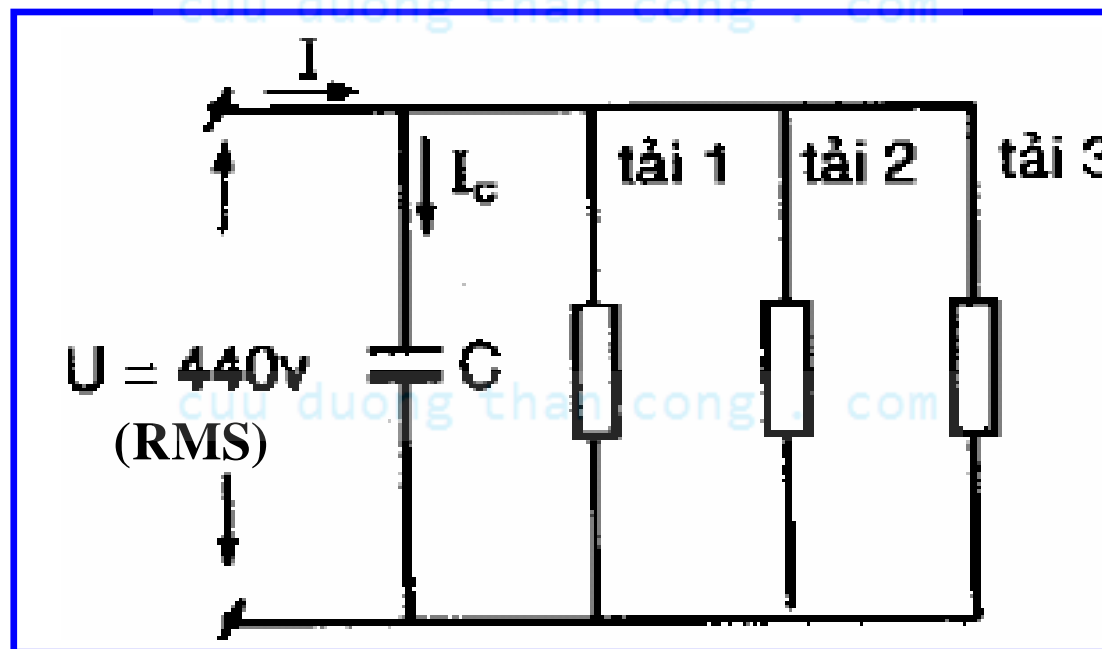
Ví dụ 1: Hiệu chỉnh hệ số $\cos\varphi$ (pf).

Cho $f = 50 \text{ Hz}$ và các tải :

- 1:** $S_1 = 10 \text{ KVA}$, $\cos\varphi_1 = 0,7$ (lead)
- 2:** $P_2 = 15 \text{ KW}$, $\cos\varphi_2 = 0,5$ (lag)
- 3:** $P_3 = 5 \text{ KW}$, tải trở.

a) Tìm I và $\cos\varphi$?

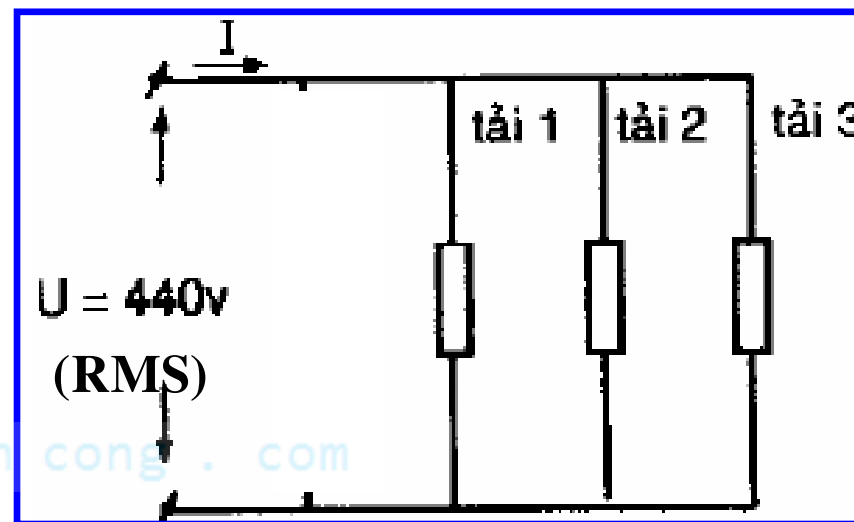
b) Tìm C để $\cos\varphi = 0,9$ (lag) ? Tìm I khi đó ?



Ví dụ 1(tt): Hiệu chỉnh hệ số $\cos\varphi$ (pf)

a) Công suất phức của các tải :

$$\begin{cases} \tilde{S}_1 = 7k - j7,14k \\ \tilde{S}_2 = 15k + j26k \\ \tilde{S}_3 = 5k \end{cases}$$



$$\tilde{S}_{\text{old}} = 27k + j18,86k$$



$$S_{\text{old}} = 32,935 \text{ (kVA)}$$

$$\rightarrow I = \frac{32,935}{440} = 74,8 \text{ (A)}$$

$$\cos\varphi = \frac{27}{32,935} = 0,82$$

Ví dụ 1(tt): Hiệu chỉnh hệ số $\cos\varphi$ (pf)

b) Chỉnh $\cos\varphi = 0,9$ (lag) :

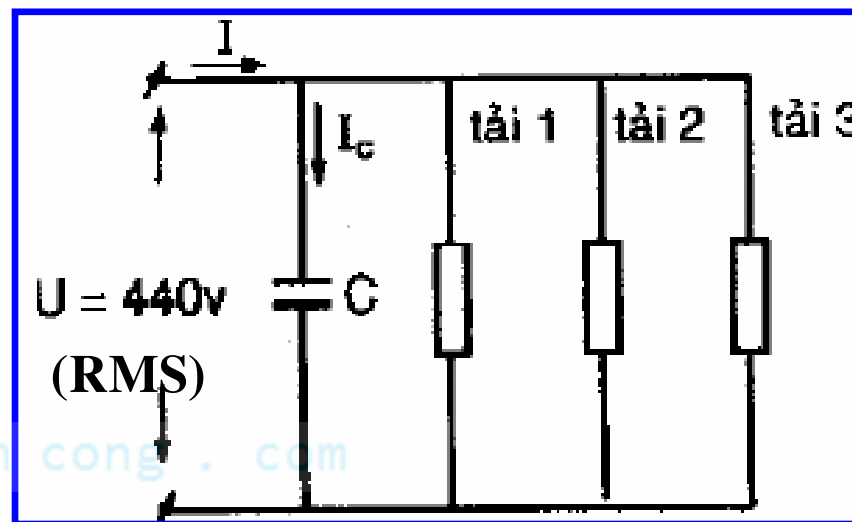
$$\tilde{S}_{\text{old}} = 27k + j18,86k$$

$$Q_{\text{new}} = 27k \cdot \text{tg}(\cos^{-1} 0,9) = 13 \text{ kVar}$$

$$\Delta Q = 13 - 18,86 = -5,86 \text{ kVar}$$

$$\rightarrow C = \frac{5860}{100\pi \cdot 440^2} = 96,35 (\mu\text{F})$$

❖ Có: $\tilde{S}_{\text{new}} = 27k + j13k$

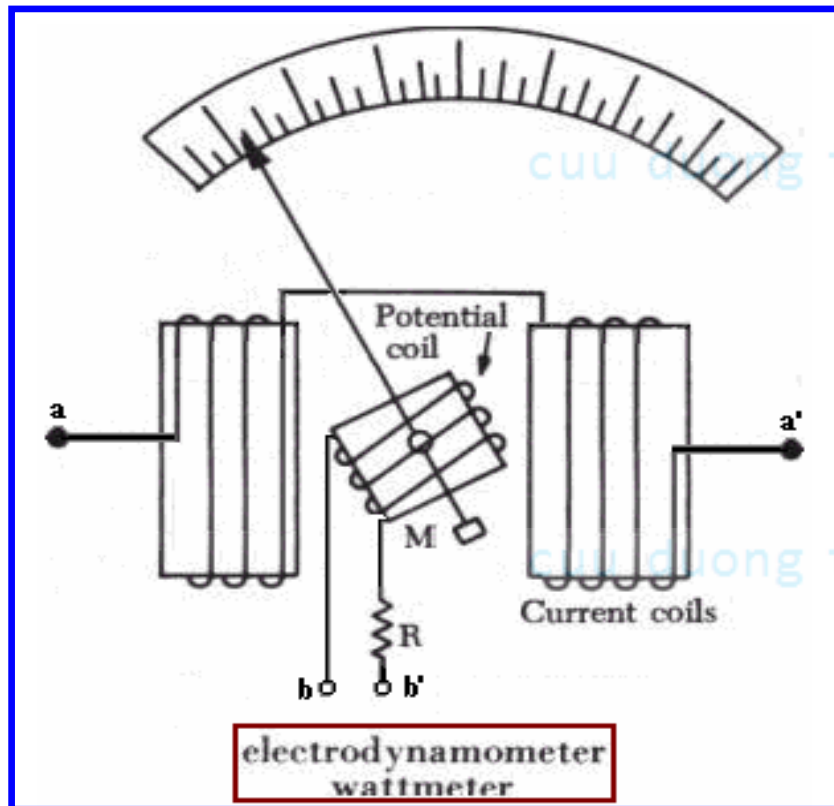


$$\rightarrow I = 68,1 \text{ (A)}$$

2.6.8. Đo công suất :

❖ Để đo công suất tác dụng : dùng watt kế (wattmeter) .

a) Cấu tạo của wattmeter:

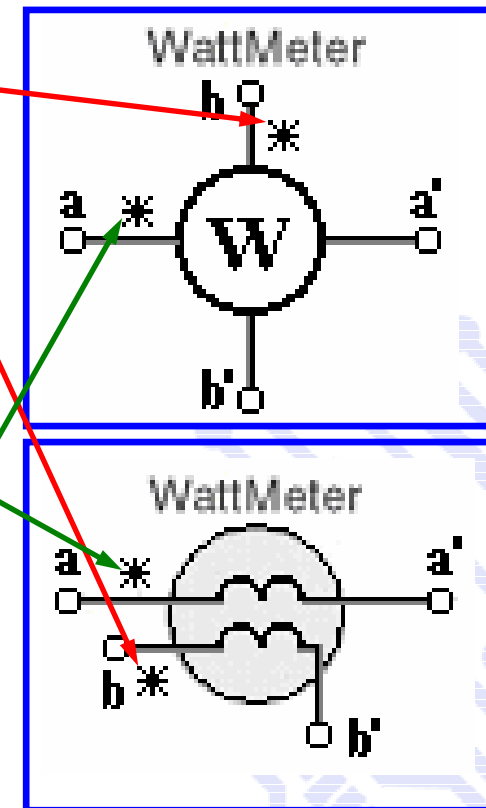


Cực cùng tên
cuộn áp

Ký

hiệu

Cực cùng tên
cuộn dòng



b) Đấu dây cho wattmeter :

- ❖ Nguyên tắc: {
- Cuộn dòng nối tiếp tải, dòng vào cực cùng tên.
 - Cuộn áp song tải, thế dương ở cực cùng tên.

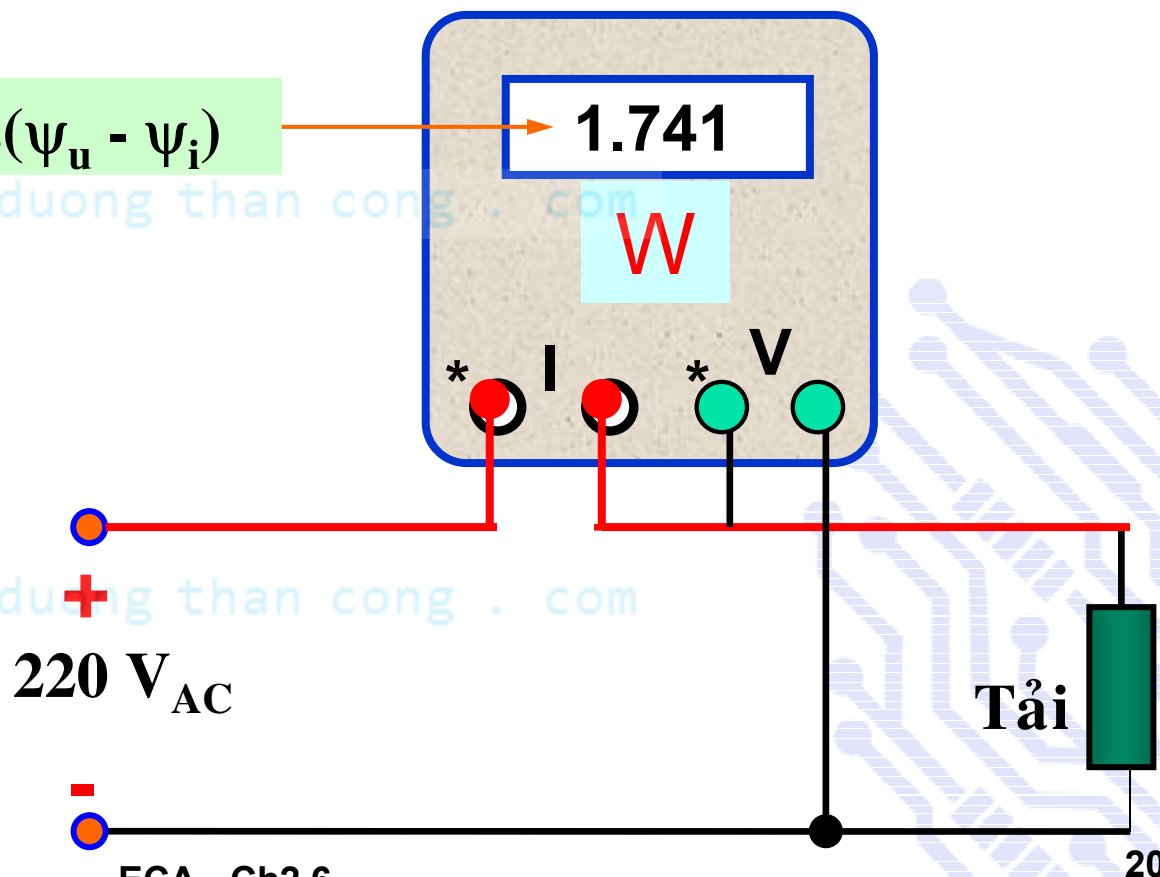
❖ Số chỉ:

$$P = UI \cos(\psi_u - \psi_i)$$

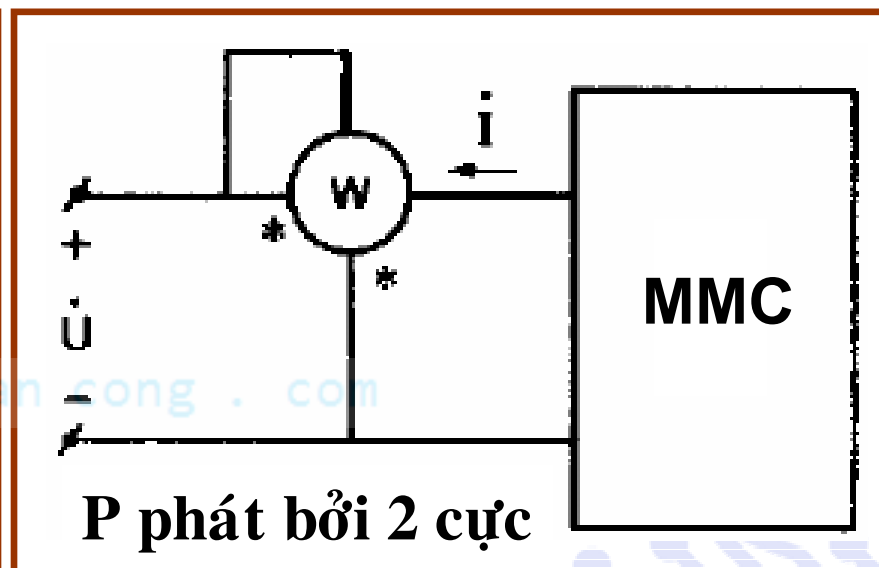
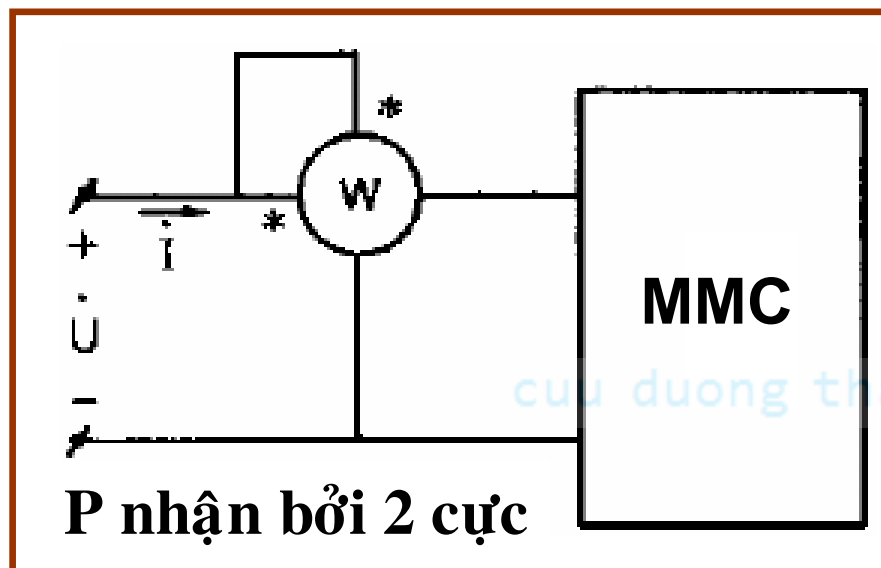
1.741

W

❖ Ở analog watt meter, khi kim quay ngược, ta đảo cực tính một trong 2 cuộn dây, và thêm dấu – vào trị số đọc.



c) Đo công suất MMC :

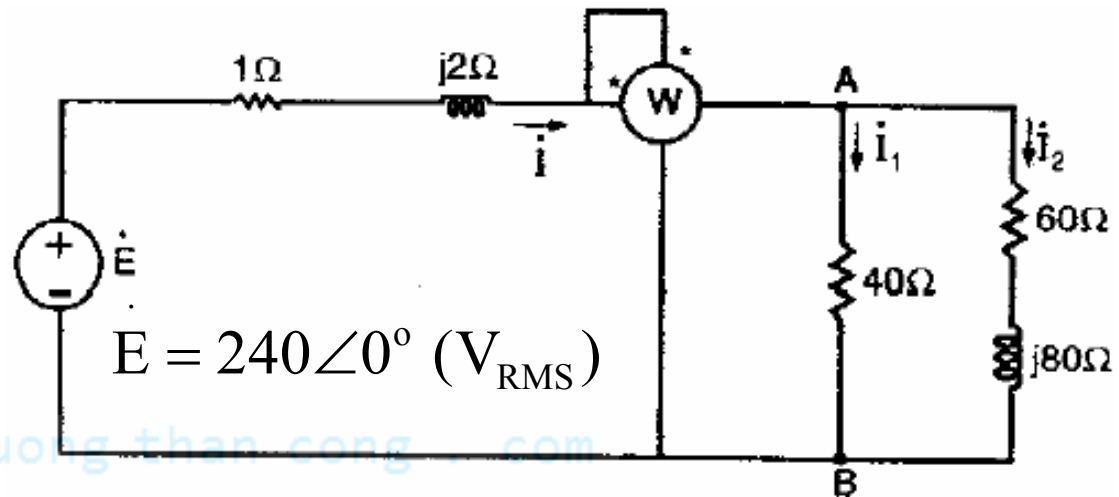


cuu duong than cong . com

❖ Ví dụ 1 : Đo công suất P

❖ Tìm số đọc của wattmeter ?

Giải



Có: $Z_{AB} = 30,24 + j7,8$

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{240}{1 + j2 + Z_{AB}} = 7,33 \angle -17,42^\circ ; \dot{U}_{AB} = Z_{AB} \dot{I} = 229 \angle -2,96^\circ$$

❖ Số đọc của wattmeter :

$$P = U_{AB} I \cos \varphi = 229 \cdot 7,33 \cdot \cos(-2,96^\circ + 17,42^\circ) = 1625 \text{ W}$$