

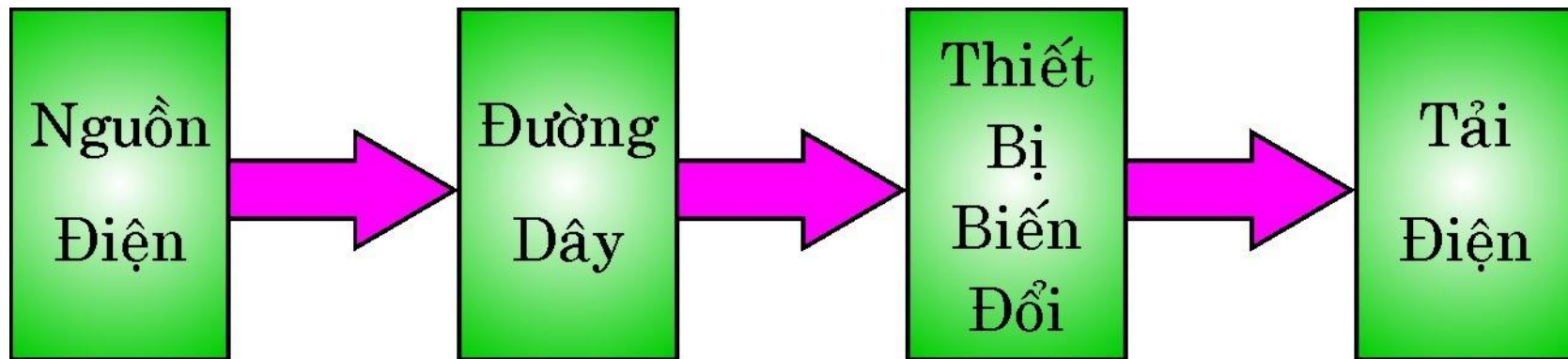


KỸ THUẬT ĐIỆN

NỘI DUNG MÔN HỌC

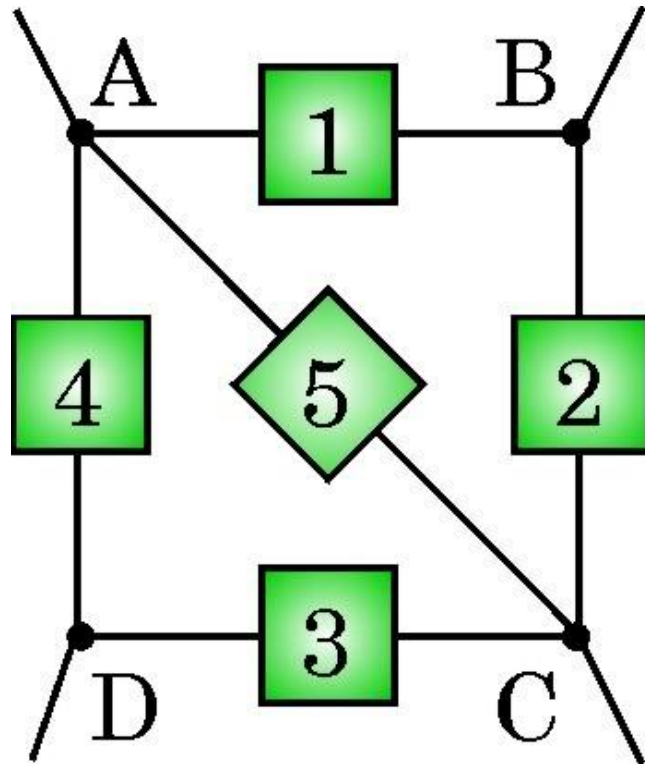
1. Khái niệm chung về Mạch Điện
2. Mạch Điện hình sin
3. Các phương pháp giải Mạch Sin
4. Mạch Điện ba pha
5. Khái niệm chung về Máy Điện
6. Máy Biến Áp
7. Động Cơ Không Đồng Bộ Ba Pha
8. Máy Phát Đồng Bộ Ba Pha
9. Máy Điện Một Chiều.

Chương I: Khái Niệm Chung Về Mạch Điện



- ❖ **Nguồn Điện:** *Phát (Cung Cấp) Điện Năng*
- ❖ **Đường Dây:** *Dẫn (Truyền) Điện Năng.*
- ❖ **Thiết Bị Biến Đổi:** *Biến Đổi Áp, Dòng, Tần Số...*
- ❖ **Tải Điện:** *Nhận (Tiêu Thụ) Điện Năng.*

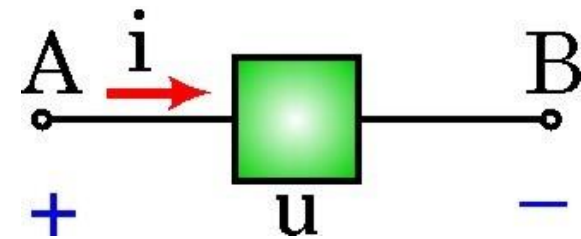
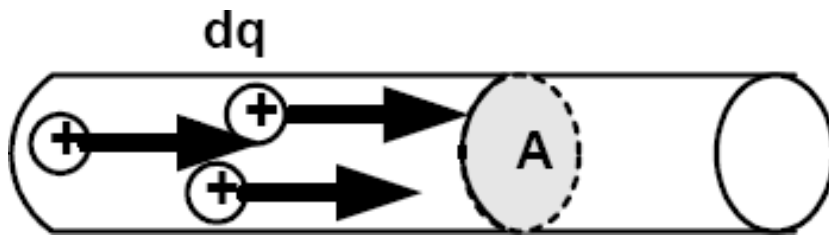
1.2 CẤU TRÚC CỦA MẠCH ĐIỆN



- ❖ **NHÁNH:** Đường duy nhất gồm n phần tử nối tiếp có cùng dòng điện
- ❖ **NÚT** là *Điểm Nối* của n nhánh ($n \geq 3$)
- ❖ **VÒNG** là *Đường Kín* gồm nhiều nhánh.
- ❖ **MẮT LƯỚI:** (vòng cơ bản) là một vòng mà bên trong không có vòng nào khác.

1.3 CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

1. DÒNG ĐIỆN: $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$



2. ĐIỆN ÁP: V_A, V_B

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B

$$V_{AB} = V_A - V_B$$

V_A : điện thế tại điểm A.

V_B : điện thế tại điểm B.

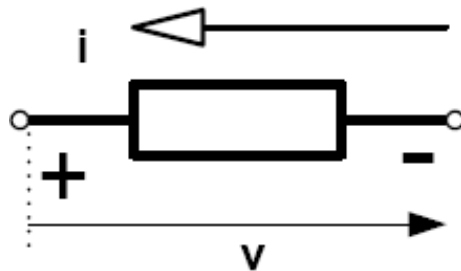
1.3 CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

3. CÔNG SUẤT

$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

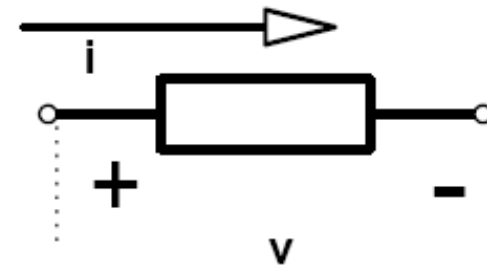
$p > 0 \Leftrightarrow$ PT thực tế tiêu thụ CS

$p < 0 \Leftrightarrow$ PT thực tế phát ra CS



$$p = v \cdot i < 0$$

Phần tử phát ra năng lượng



$$p = v \cdot i > 0$$

Phần tử tiêu thụ năng lượng

1.3 CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

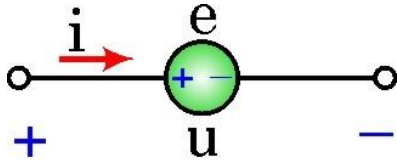
4. ĐIỆN NĂNG: $w(j)$

$$dw(t) = p(t).dt$$

$$dw(t) = v(t).i(t).dt$$

$$w = \int_{t_0}^t v(t).i(t).dt$$

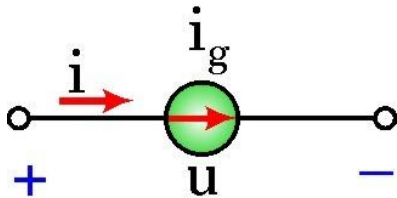
1.4 CÁC LOẠI PHẦN TỬ CƠ BẢN



1. Nguồn Áp Độc Lập (NAĐL)

Áp không phụ thuộc Dòng

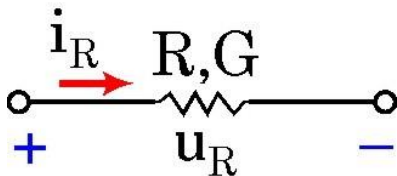
$$u = e, \forall i$$



2. Nguồn Dòng Độc Lập (NDĐL)

Dòng không phụ thuộc Áp

$$i = i_g, \forall u$$



3. Phần Tử Điện Trở (Điện Trở)

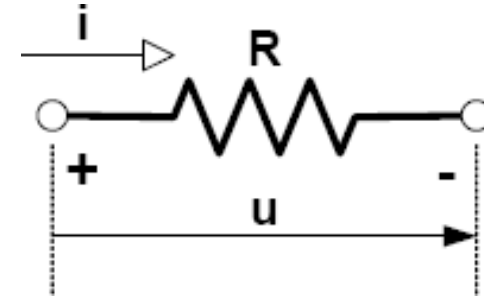
Áp và dòng Tỷ Lệ Thuận với nhau

1.4 CÁC LOẠI PHẦN TỬ CƠ BẢN

3. Phần Tử Điện Trở

Định luật Ohm: $\mathbf{v(t) = R.i(t)}$

$v[V]$; $R[\Omega]$; $i[A]$



Công suất tức thời tiêu thụ trên phần tử R

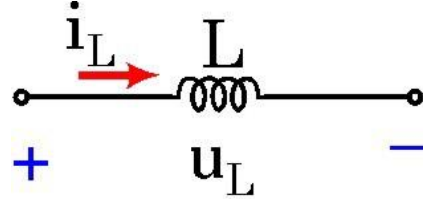
$$p(t) = v(t).i(t) = R.i^2(t) = \frac{v^2(t)}{R}$$

Điện dẫn G (Siemens[S])

$$G = \frac{1}{R}$$

1.4 CÁC LOẠI PHẦN TỬ CƠ BẢN

4. CUỘN CẢM

$$v = L \frac{di}{dt}$$


Công suất tức thời p nhận được trên phần tử

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = L \frac{di}{dt} \cdot i(t)$$

$$dw = p(t) \cdot dt = L \cdot i(t) \cdot di$$

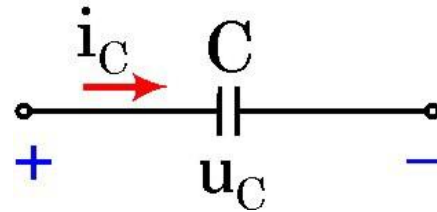
$$\int_{t_0}^t dw = L \int_{t_0}^t i(t) \cdot di = \frac{1}{2} L [i^2(t) - i^2(t_0)]$$

$$w(t) = \frac{1}{2} L \cdot i^2(t)$$

1.4 CÁC LOẠI PHẦN TỬ CƠ BẢN

5. TỤ ĐIỆN

$$i = C \cdot \frac{dv}{dt}$$



Công suất tức thời nhận trên phần tử tụ điện

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot C \cdot \frac{dv}{dt}$$

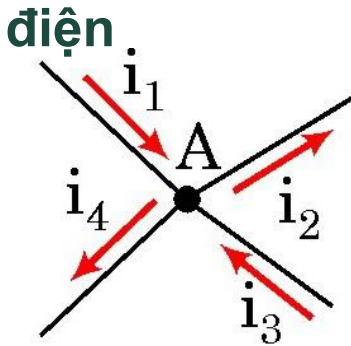
$$p(t) \cdot dt = C \cdot v(t) \cdot dv$$

$$\int_{t_0}^t dw = C \int_{t_0}^t v(t) \cdot dv = \frac{1}{2} C [v^2(t) - v^2(t_0)]$$

$$w(t) = \frac{1}{2} C \cdot v^2(t)$$

CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN

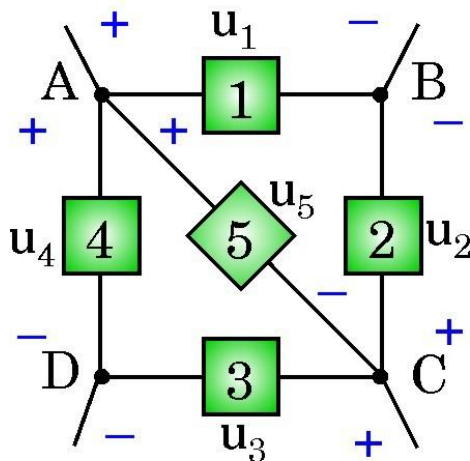
1. Định Luật Kirchhoff về dòng điện



Tổng giá trị đại số dòng điện tại một nút = 0

$$i_1 - i_2 + i_3 - i_4 = 0$$

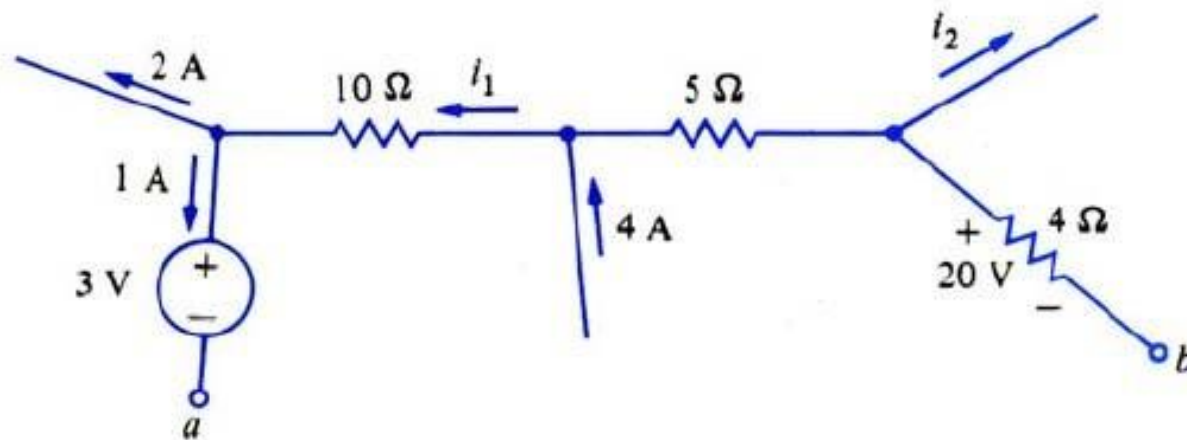
2. Định Luật Kirchhoff về điện áp



Xét vòng ABCD

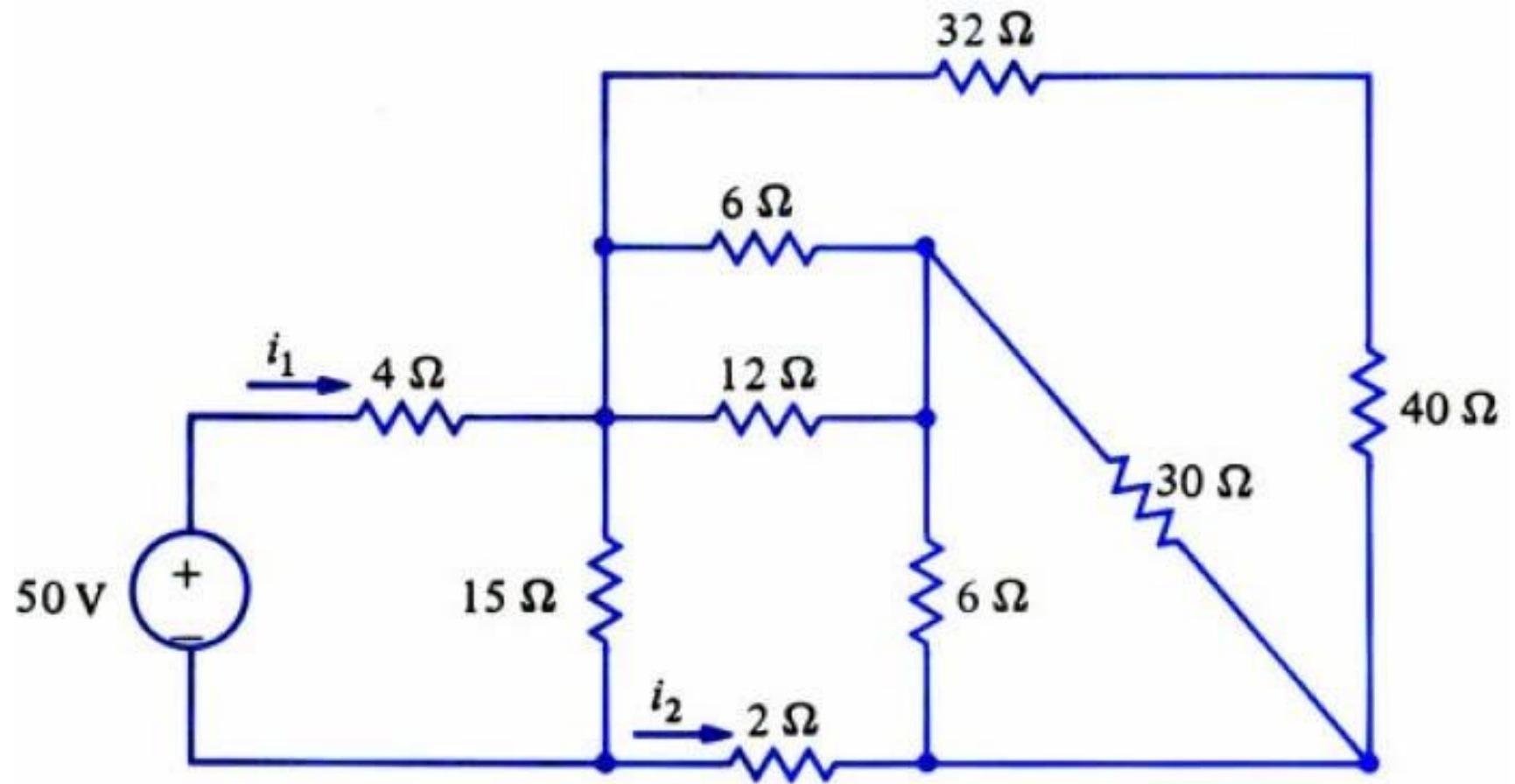
$$u_1 - u_2 + u_3 - u_4 = 0$$

CHƯƠNG I: BÀI TẬP



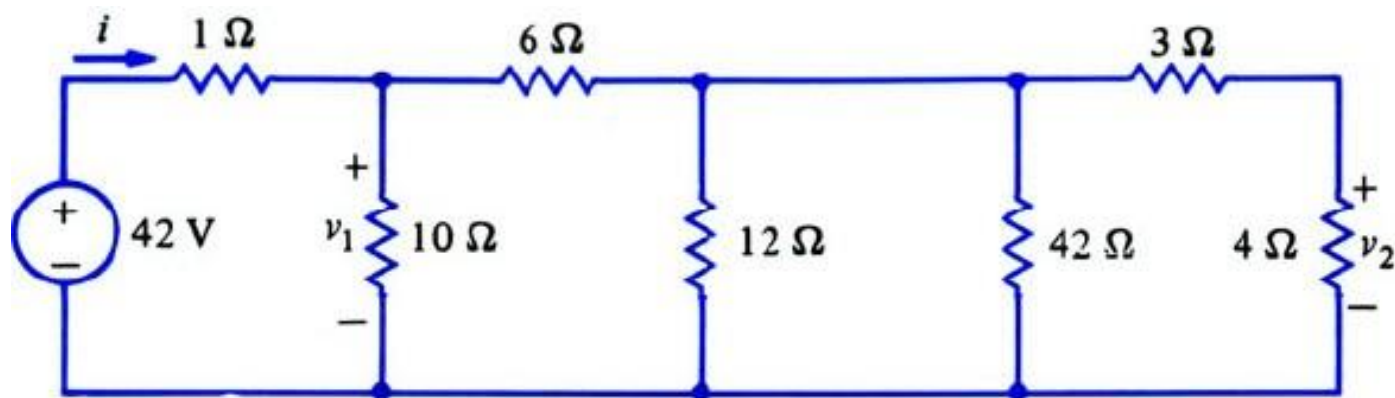
BÀI TẬP 1.1 Tính dòng i_1 , i_2 và điện áp V_{ab}

CHƯƠNG I: BÀI TẬP

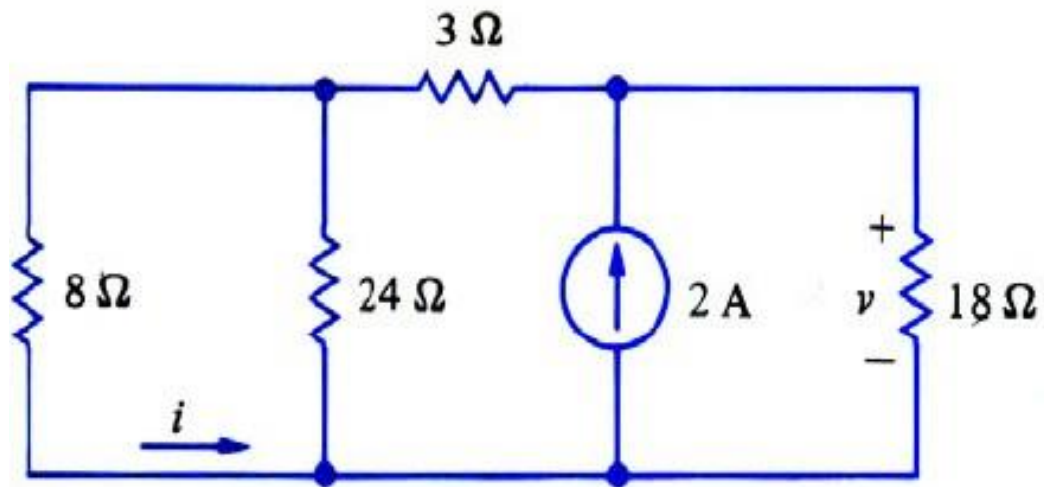


Tính i_1 , i_2

CHƯƠNG I: BÀI TẬP

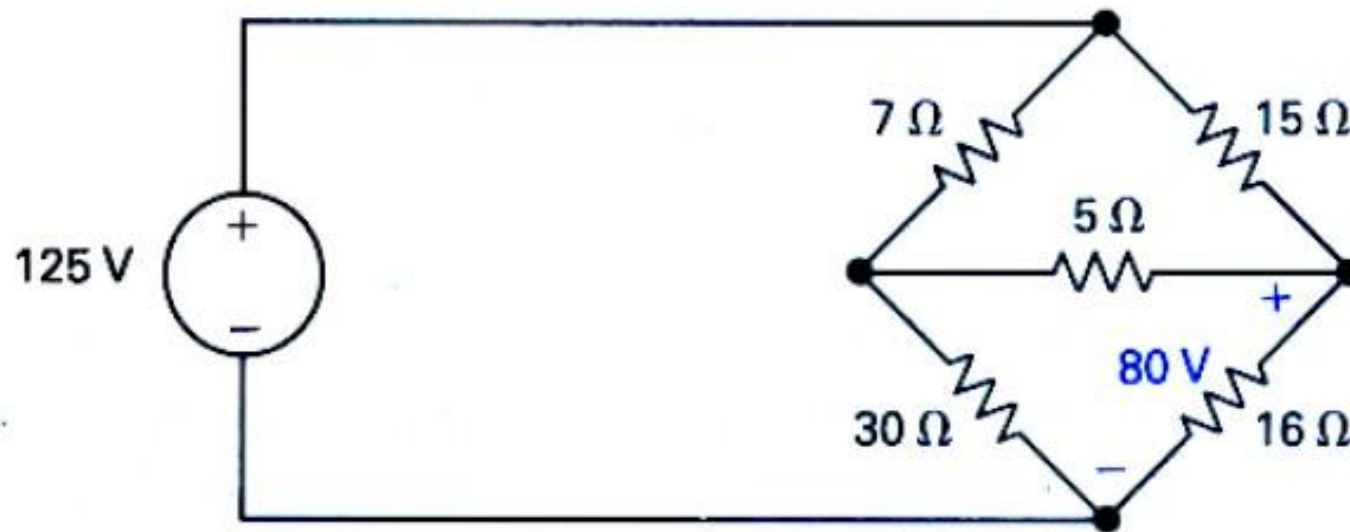


CHƯƠNG I: BÀI TẬP



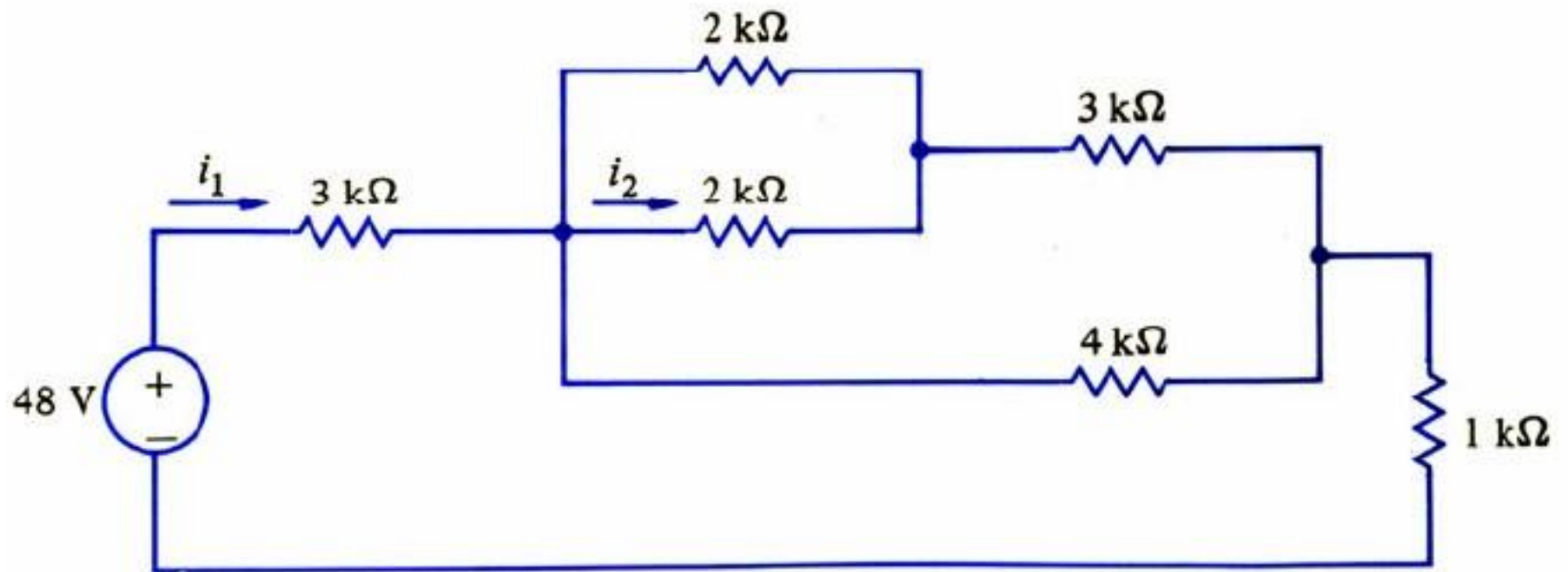
Tính i

CHƯƠNG I: BÀI TẬP



Tính I

CHƯƠNG I: BÀI TẬP



Tính i_1 , i_2

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Biểu thức tức thời:

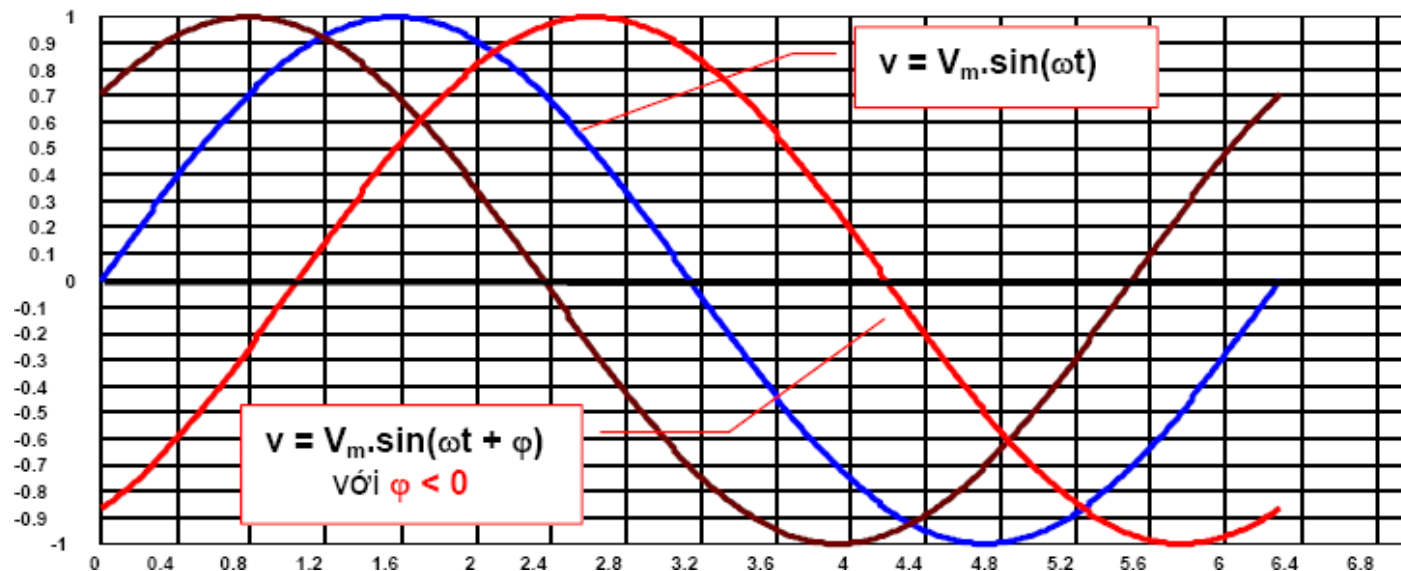
$$v = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

V_m : biên độ của điện áp ; $[V_m] = [V]$.

ω : tần số góc của điện áp ; $[\omega] = [\text{rad/s}]$.

φ : góc pha ban đầu lúc $t = 0$; $[\varphi] = [\text{rad}]$.

$$-180^\circ < \varphi < 180^\circ$$



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Giá trị tức thời của áp hay dòng hình sin

$$v = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$i = I_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Chu kỳ T và tần số f

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$[T] = [s] ; [f] = [s]; [\omega] = \left[\frac{\text{rad}}{s} \right]$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Độ lệch pha

$$v_1 = V_{m1} \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$v_2 = V_{m2} \cdot \sin(\omega t + \varphi_2)$$

Khi **chọn tín hiệu v_1 làm chuẩn**

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

$\Delta\varphi > 0 \Leftrightarrow v_1$ sớm pha hơn v_2 .

$\Delta\varphi = 0 \Leftrightarrow v_1$ trùng pha với v_2 .

$\Delta\varphi < 0 \Leftrightarrow v_1$ chậm pha hơn v_2 .

Điều kiện để tính độ lệch pha

- Cùng f
- Cùng dạng sin hoặc cosin
- Cùng có biên độ dương

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Ví dụ

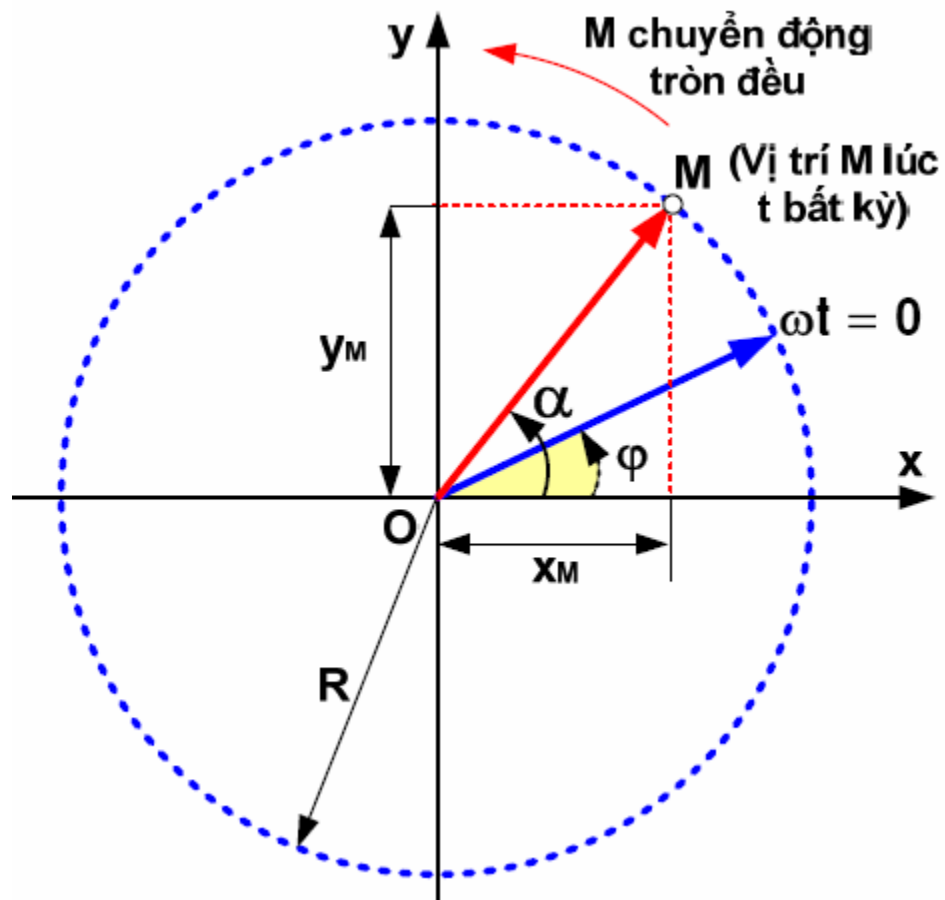
Cho mạch xoay chiều với **dòng nhánh tức thời** là:

$$i_1 = 10\sqrt{2} \cdot \sin(100\pi \cdot t + 60^\circ)$$

$$i_2 = 20\sqrt{2} \cdot \sin(100\pi \cdot t - 30^\circ)$$

Xác định độ lệch pha của i_1 và i_2

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$x_M = R \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$y_M = R \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Trị hiệu dụng của dòng điện và điện áp

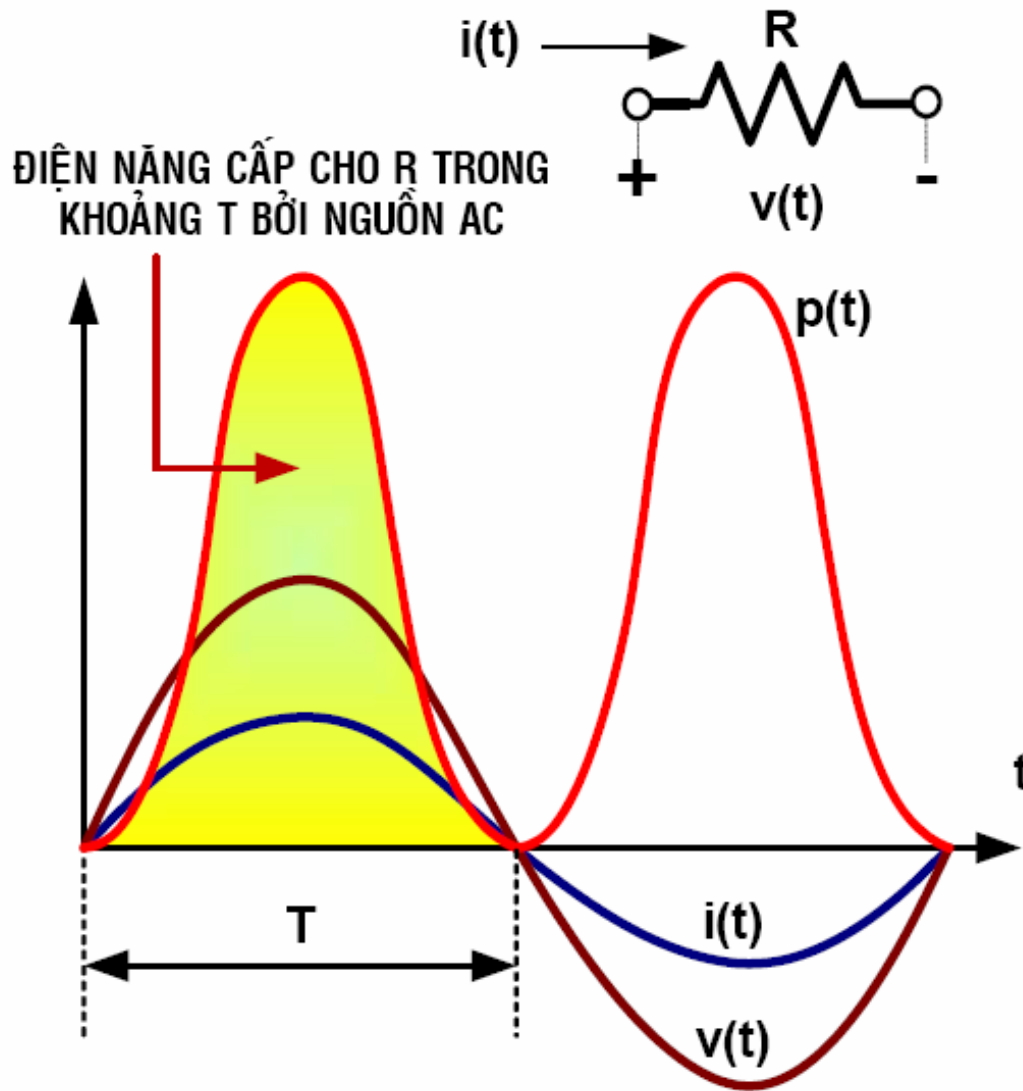
Cấp nguồn áp xoay chiều $v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t)$

$$i(t) = \frac{v(t)}{R} = \left(\frac{V_m}{R} \right) \sin(\omega t)$$

Công suất tiêu thụ

$$p(t) = v(t) \bullet i(t) = V_m \cdot I_m [\sin(\omega t)]^2$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$P_{tb} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t).dt$$

$$V_{hd} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t).dt}$$

$$I_{hd} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t).dt}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

$$v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

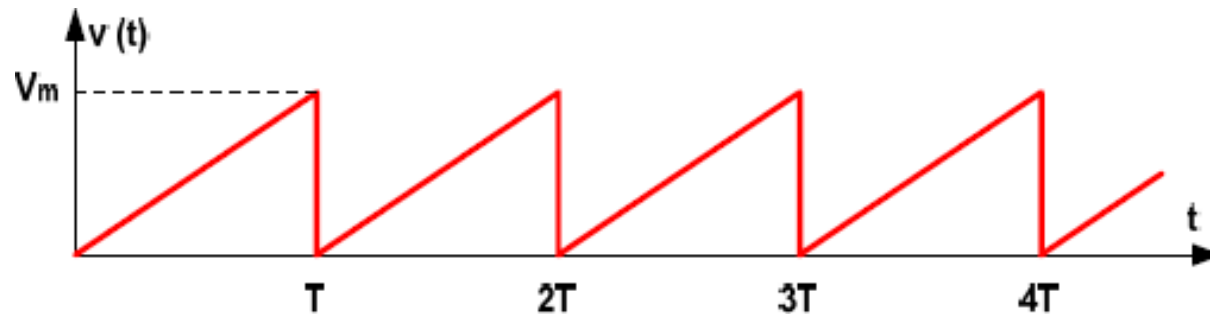
$$v^2(t) \cdot dt = V_m^2 \cdot \sin^2(\omega t + \varphi) \cdot dt = \left(\frac{V_m^2}{\omega} \right) \cdot \sin^2 x \cdot dx$$

Đặt : $x = (\omega t + \varphi)$, suy ra $dx = \omega \cdot dt$

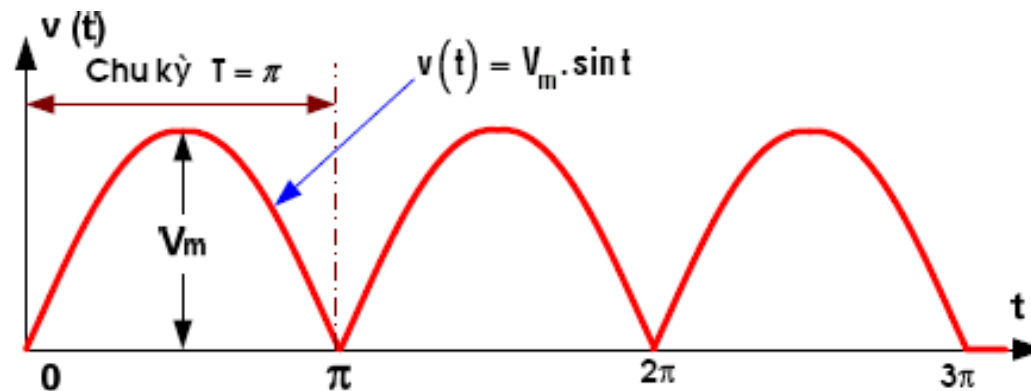
$$V_{hd}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) \cdot dt = \frac{\omega}{2\pi} \int_{\varphi}^{2\pi + \varphi} \frac{V_m^2}{\omega} \cdot \sin^2(x) \cdot dx$$

$$V_{hd} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$v(t) = \left(\frac{V_m}{T} \right) \cdot t \quad \text{khi } 0 \leq t \leq T \quad (\text{chu kỳ của } v(t) \text{ là } T)$$



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

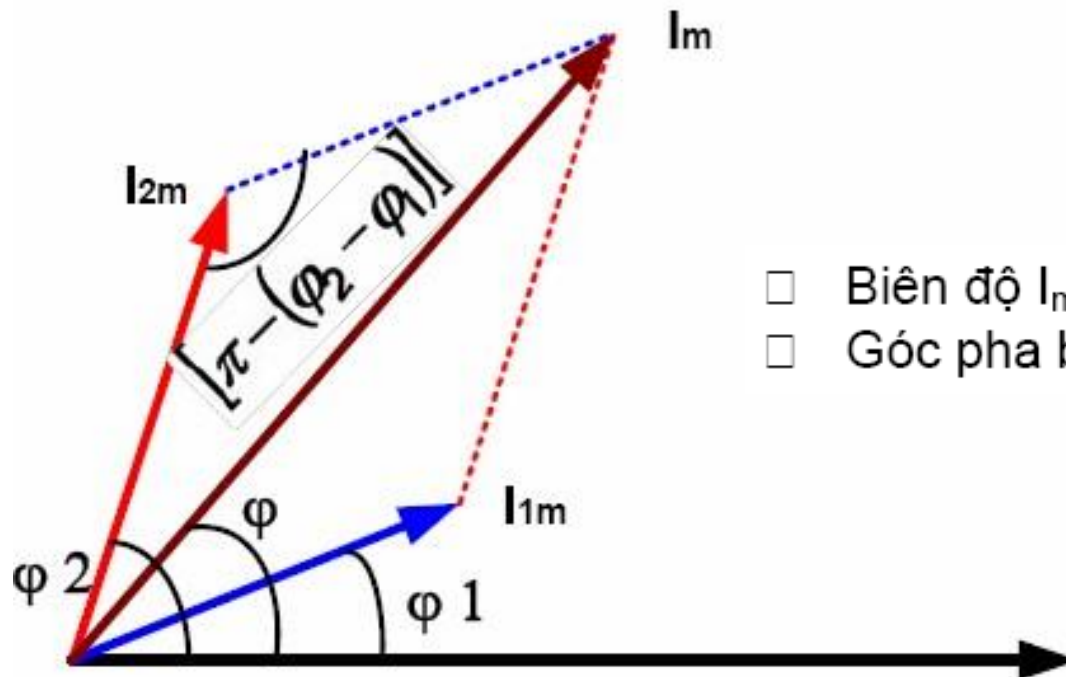
Tổng hợp 2 tín hiệu hình sin

Điều kiện:

- Cùng f
- Cùng sin hoặc cosin

$$i_1(t) = I_{m1} \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$i_2(t) = I_{m2} \cdot \sin(\omega t + \varphi_2)$$



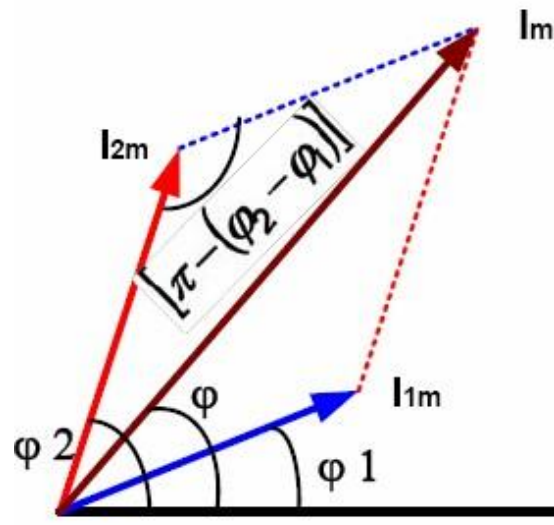
- ☐ Biên độ I_m của dòng tổng.
- ☐ Góc pha ban đầu φ của dòng tổng hợp

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

PHƯƠNG PHÁP 1: áp dụng giản đồ vector và định lý cosin

$$I_m^2 = I_{1m}^2 + I_{2m}^2 - 2I_{1m} \cdot I_{2m} \cdot \cos[\pi - (\varphi_2 - \varphi_1)]$$

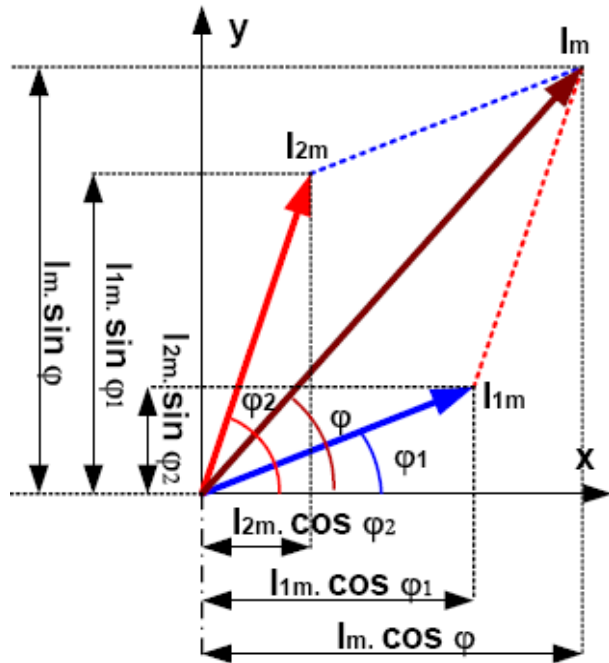
$$I_m = \sqrt{I_{1m}^2 + I_{2m}^2 + 2 \cdot I_{1m} \cdot I_{2m} \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_{2m} \cdot \sin \varphi_2 + I_{1m} \cdot \sin \varphi_1}{I_{2m} \cdot \cos \varphi_2 + I_{1m} \cdot \cos \varphi_1}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

PHƯƠNG PHÁP 2: áp dụng giản đồ vector và hình học giải tích



$$\vec{I}_{1m} = (I_{1m} \cdot \cos \varphi_1) \cdot \vec{e}_1 + (I_{1m} \cdot \sin \varphi_1) \cdot \vec{e}_2$$

$$\vec{I}_{2m} = (I_{2m} \cdot \cos \varphi_2) \cdot \vec{e}_1 + (I_{2m} \cdot \sin \varphi_2) \cdot \vec{e}_2$$

$$\vec{I}_m = (I_{1m} \cdot \cos \varphi_1 + I_{2m} \cdot \cos \varphi_2) \cdot \vec{e}_1 + (I_{1m} \cdot \sin \varphi_1 + I_{2m} \cdot \sin \varphi_2) \cdot \vec{e}_2$$

$$I_m = \sqrt{(I_{1m} \cdot \cos \varphi_1 + I_{2m} \cdot \cos \varphi_2)^2 + (I_{1m} \cdot \sin \varphi_1 + I_{2m} \cdot \sin \varphi_2)^2}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Ví dụ:

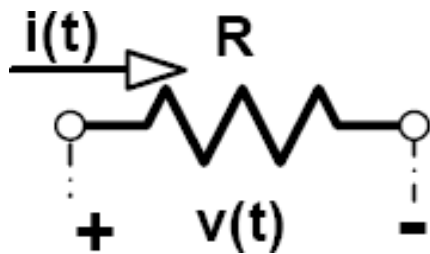
$$i_1 = 10\sqrt{2} \cdot \sin(100\pi \cdot t + 60^\circ)$$

$$i_2 = 20\sqrt{2} \cdot \sin(100\pi \cdot t - 30^\circ)$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

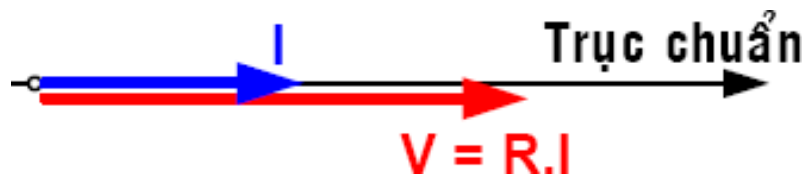
Mạch điện hình sin đơn giản:

Phần tử thuần trở:



$$v = V_m \sin(\omega t)$$

$$I = I_m \sin(\omega t)$$



$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

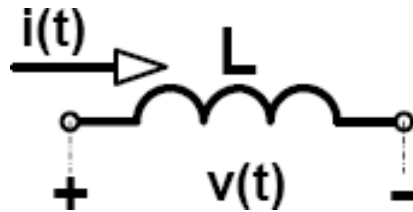
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Trong môn học Kỹ Thuật Điện qui ước độ lớn của các vector

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch điện hình sin đơn giản:

Phần tử thuần cảm:



$$i(t) = I_m \sin(\omega t)$$

$$v(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt} = L \cdot \frac{d}{dt} (I_m \cdot \sin(\omega t))$$

$$v(t) = (L\omega) I_m \cdot \cos(\omega t) = (L\omega) I_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V = (L\omega) \cdot I$$

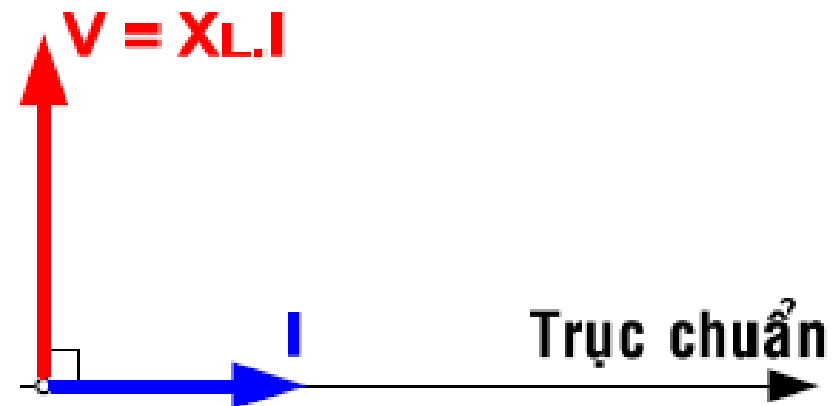
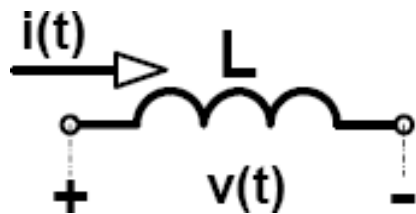
$$X_L = L\omega = 2\pi \cdot f \cdot L$$

X_L : điện kháng của cuộn dây

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch điện hình sin đơn giản:

Phần tử thuần cảm:



$$v(t) = (L\omega) I_m \cdot \cos(\omega t) = (L\omega) I_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V = (L\omega) \cdot I$$

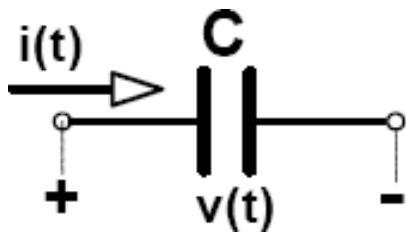
$$X_L = L\omega = 2\pi \cdot f \cdot L$$

X_L : điện kháng của cuộn dây

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch điện hình sin đơn giản:

Phần tử thuần dung:



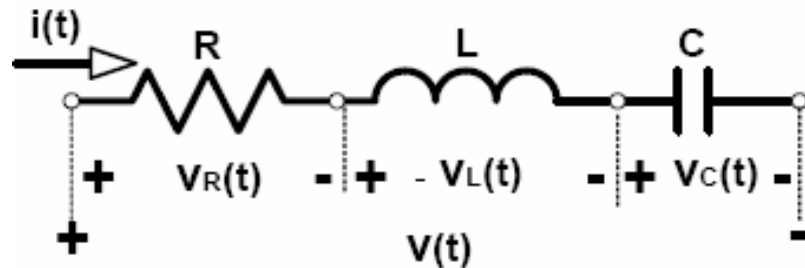
$$V = \left(\frac{1}{C\omega}\right).I$$

$$X_c = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi.f.C}$$

X_c : dung kháng của tụ

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

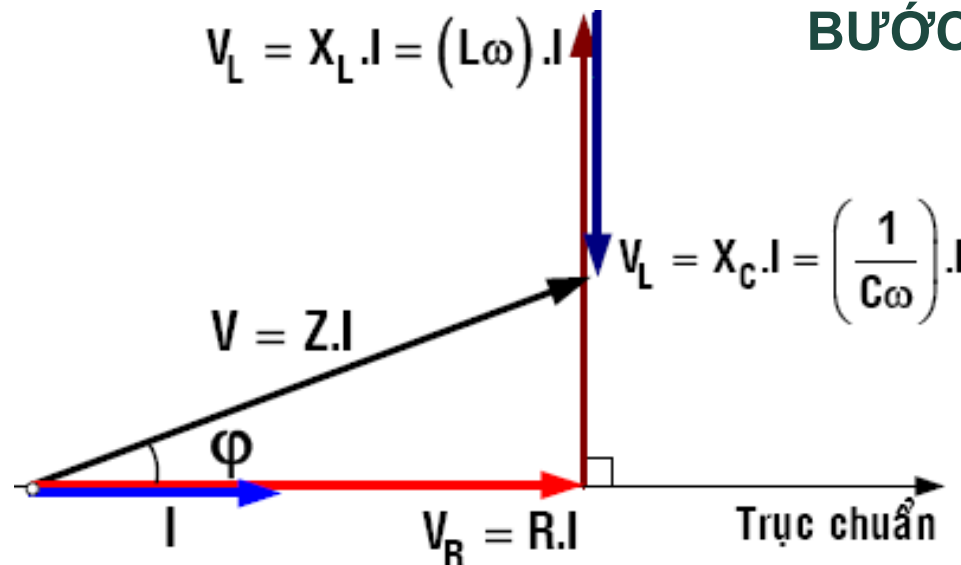
Mạch R, L, C nối tiếp:



BƯỚC 1: Chọn dòng làm chuẩn

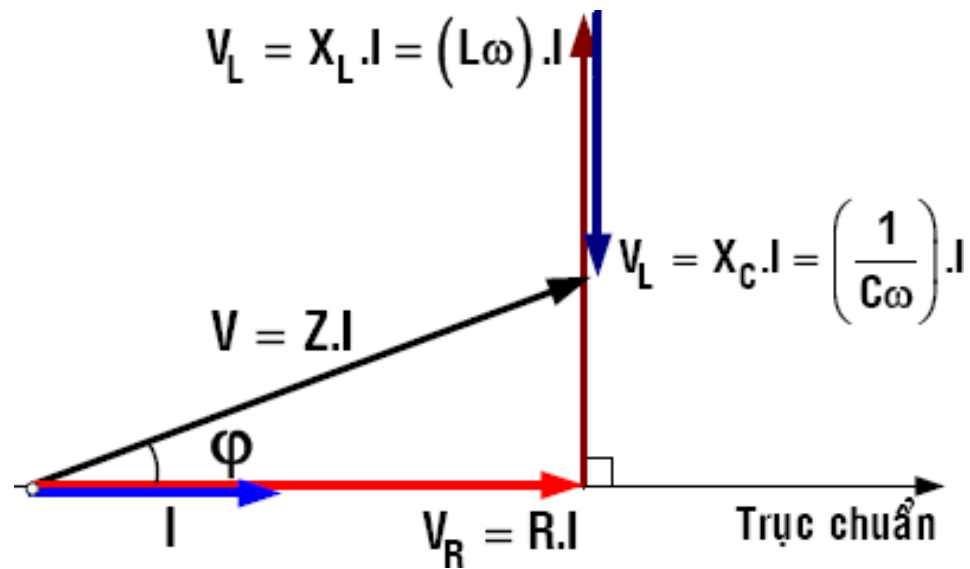
BƯỚC 2: Vẽ các vector điện áp

BƯỚC 3: Vector điện áp tổng



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

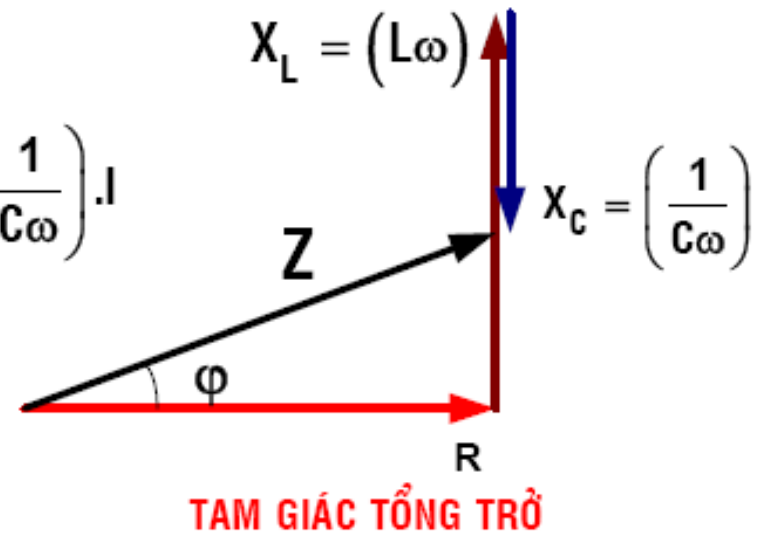
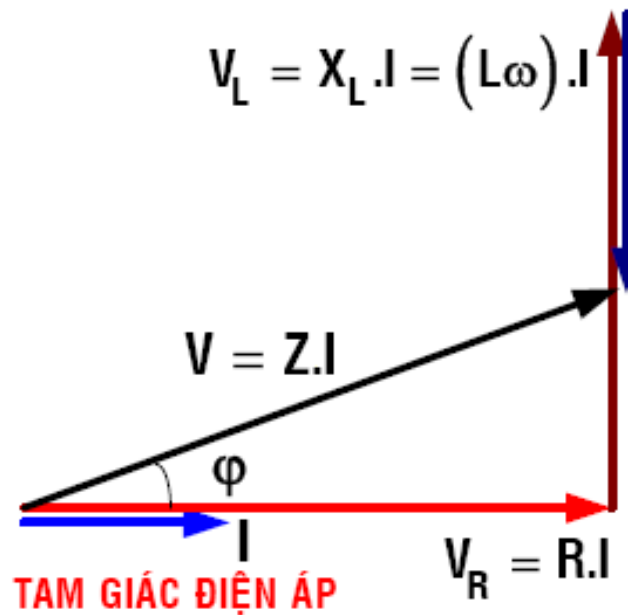
Mạch R, L, C nối tiếp:



$\cos\phi$ Hệ số công suất toàn mạch

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch R, L, C nối tiếp:



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch R, L, C nối tiếp:

Tổng trở tương đương Z của toàn mạch :

$$Z = \frac{V}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

Quan hệ giữa hệ số công suất theo tổng trở của mạch là :

$$\text{HSCS} = \cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}{R}$$

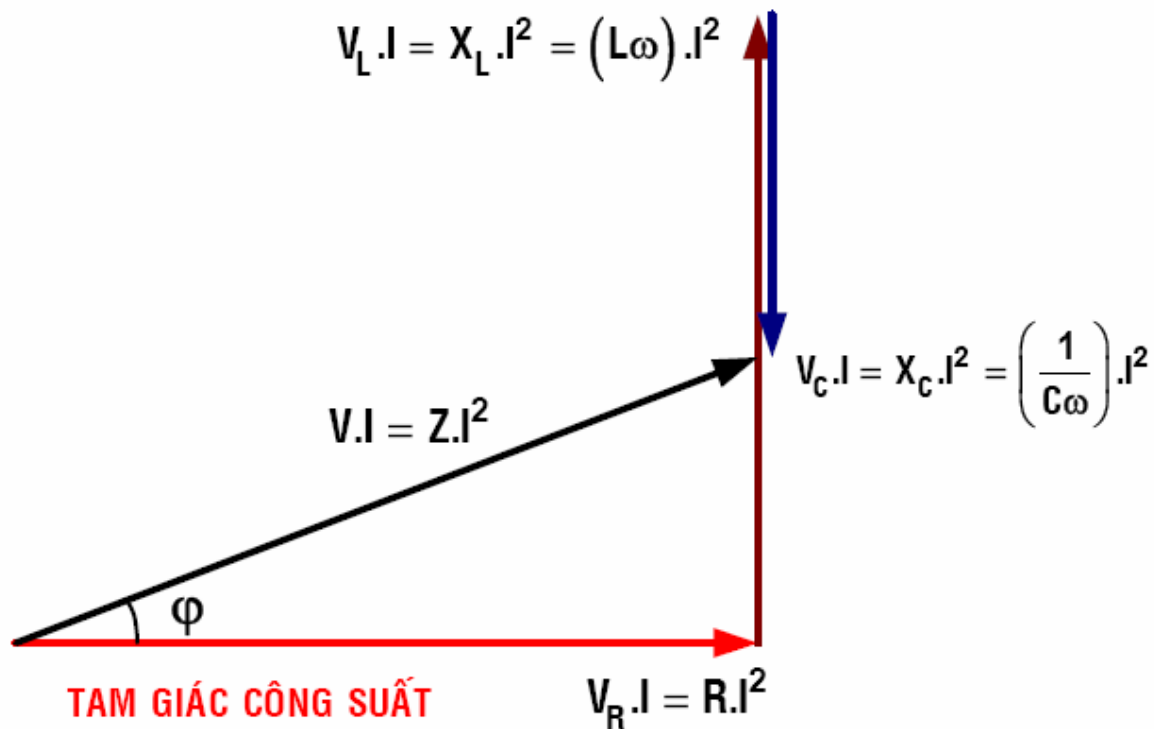
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Mạch R, L, C nối tiếp:

- **Khi $i(t)$ chậm pha hơn $v(t)$:** Mạch có tính cảm, hay mạch có hệ số công suất $\cos\varphi$ trễ
Lúc đó $X_L > X_C$.
- **Khi $i(t)$ trùng pha $v(t)$:** Mạch có tính thuần trở, **hệ số công suất của mạch $\cos\varphi = 1$** .
Lúc đó $X_L = X_C$.
- **Khi $i(t)$ sớm pha hơn $v(t)$:** Mạch có tính dung, hay mạch có hệ số công suất $\cos\varphi$ sớm
Lúc đó $X_L < X_C$.

- Mạch có tính cảm $\Leftrightarrow X_L > X_C$, giá trị **$\tan\varphi > 0$** .
- Mạch có tính trở $\Leftrightarrow X_L = X_C$, giá trị **$\tan\varphi = 0$** .
- Mạch có tính dung $\Leftrightarrow X_L < X_C$, giá trị **$\tan\varphi < 0$** .

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$P = S.\cos\varphi$$

$$Q = S.\sin\varphi = P.\tan\varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$[P] = [W]$$

$$[S] = [VA]$$

$$[Q] = [VAR]$$

Công suất tác dụng

$$P = V_R.I = RI^2 = V.I.\cos\varphi$$

Công suất phản kháng

$$Q = Q_L + Q_C = (X_L - X_C).I^2 = V.I.\sin\varphi$$

Công suất biểu kiến:

$$S = V.I = Z.I^2$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

$$P_T = VI \cos \varphi = \sum_{k=1}^n P_k = \sum_{k=1}^n R_k \cdot I_k^2$$

$$Q_T = VI \sin \varphi = \sum_{k=1}^n Q_k = \sum_{k=1}^n (X_{Lk} \cdot I_k^2 - X_{Ck} \cdot I_k^2)$$

$$S_T = VI = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} \neq \sum_{k=1}^n S_k$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

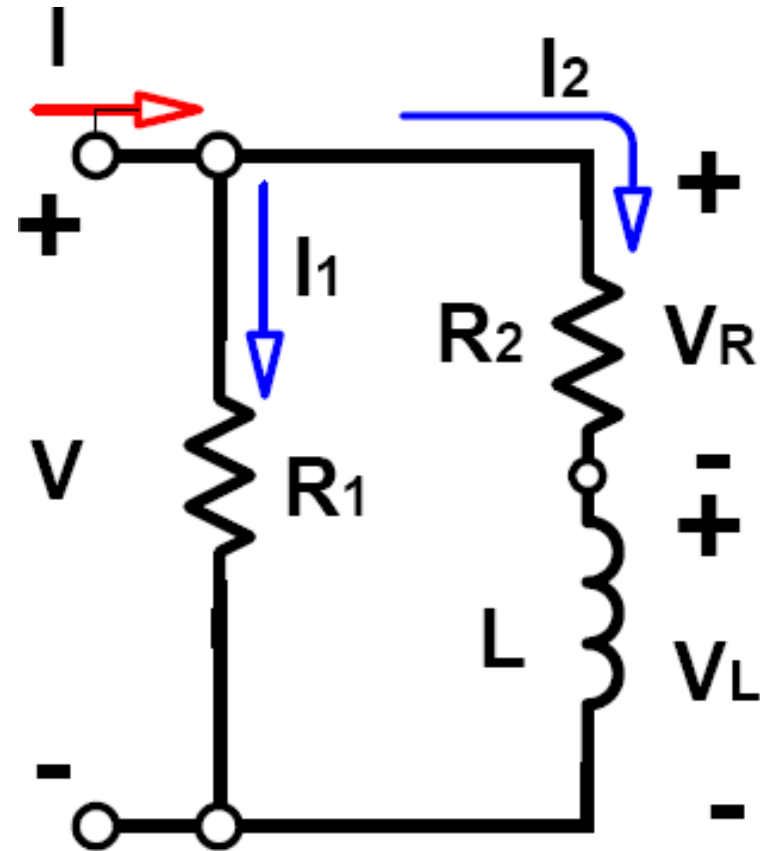
Mạch điện hình sin gồm nhiều nhánh song song

BƯỚC 1:

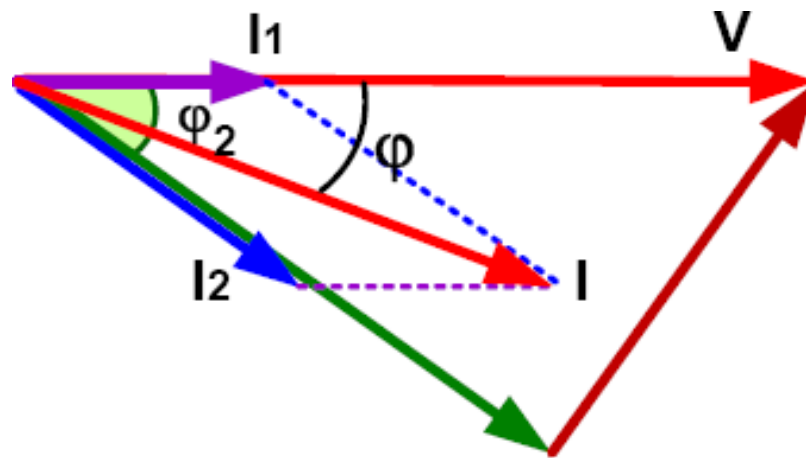
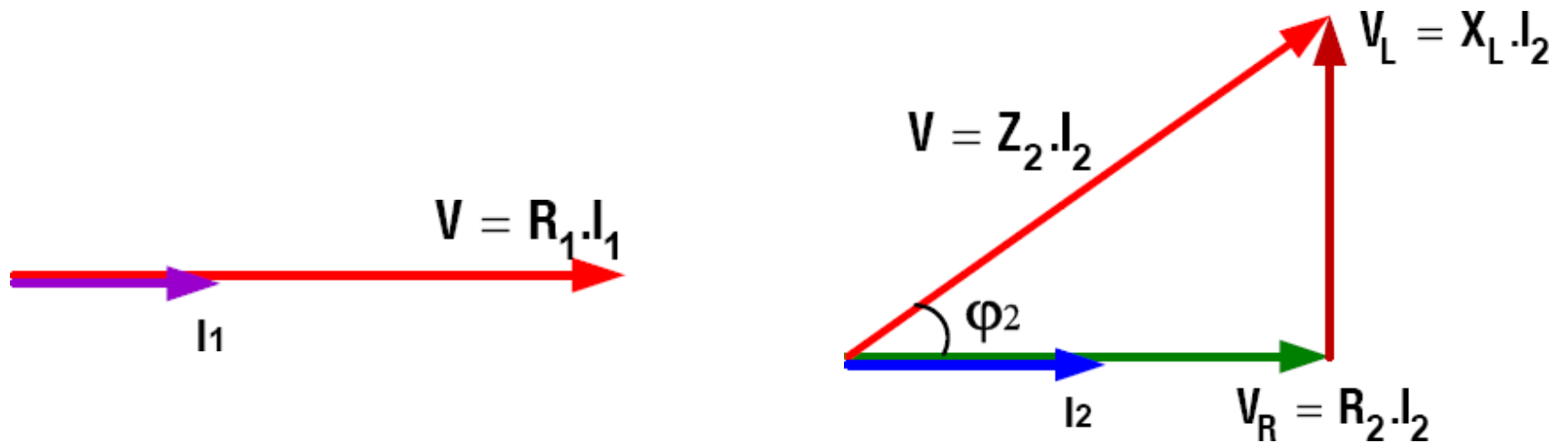
- ✚ Tách rời các nhánh song song
- ✚ Xây dựng giản đồ vector phase cho mỗi nhánh.

BƯỚC 2: thực hiện phép chập các đồ thi vector

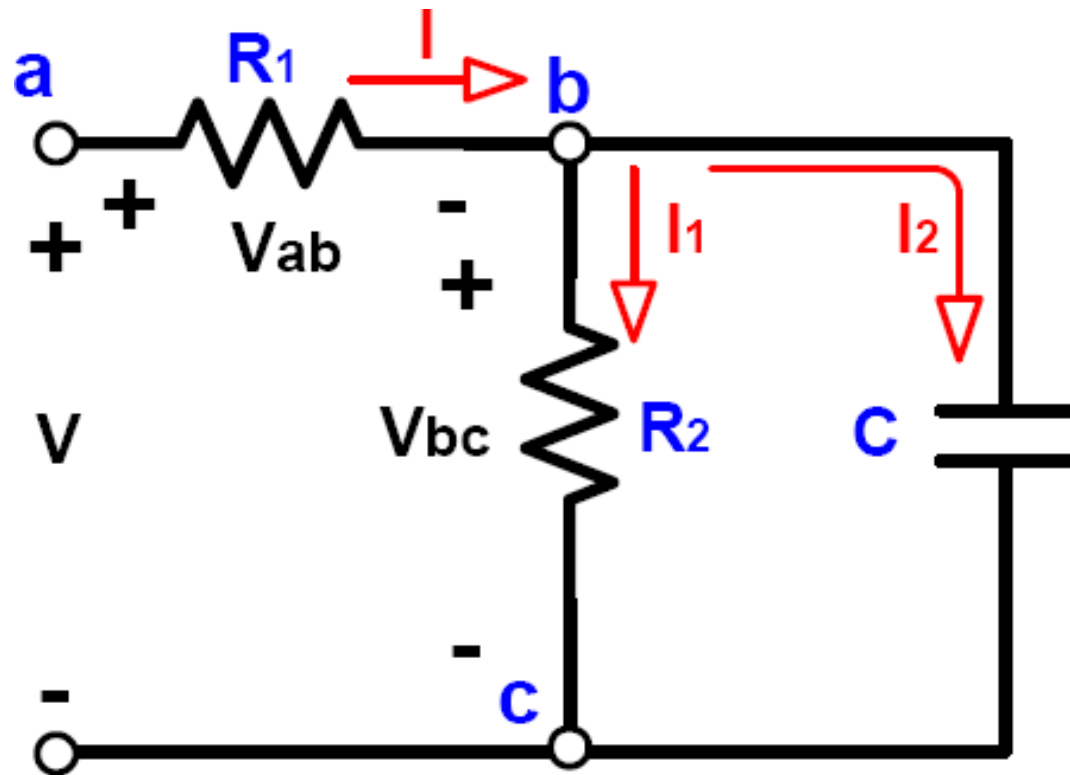
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



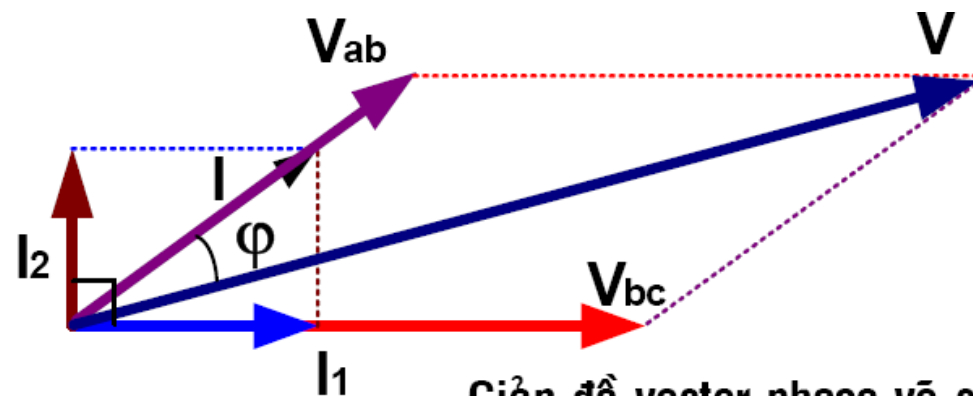
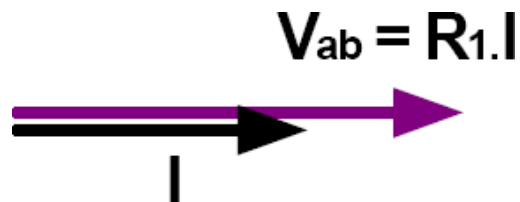
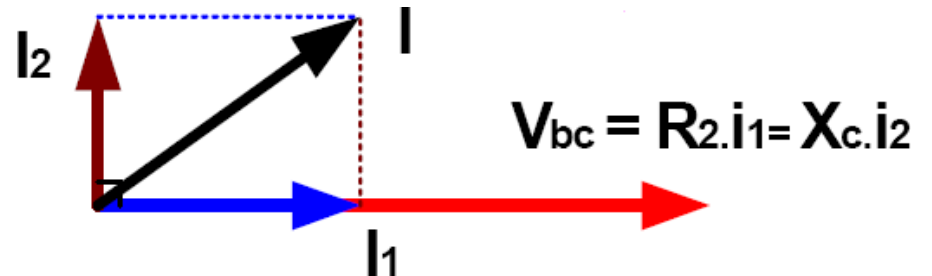
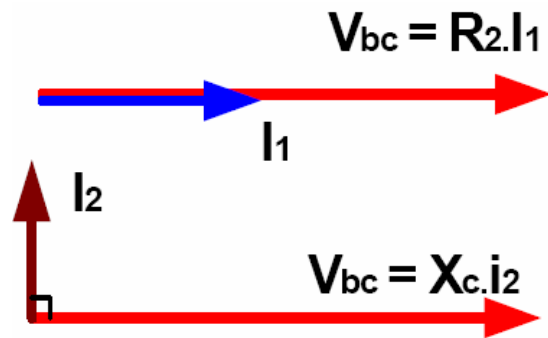
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

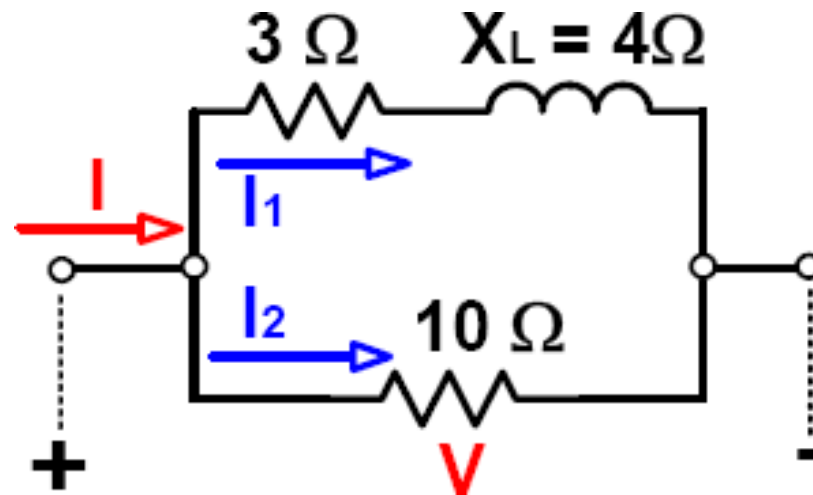


CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Giản đồ vector phase vẽ cho toàn mạch

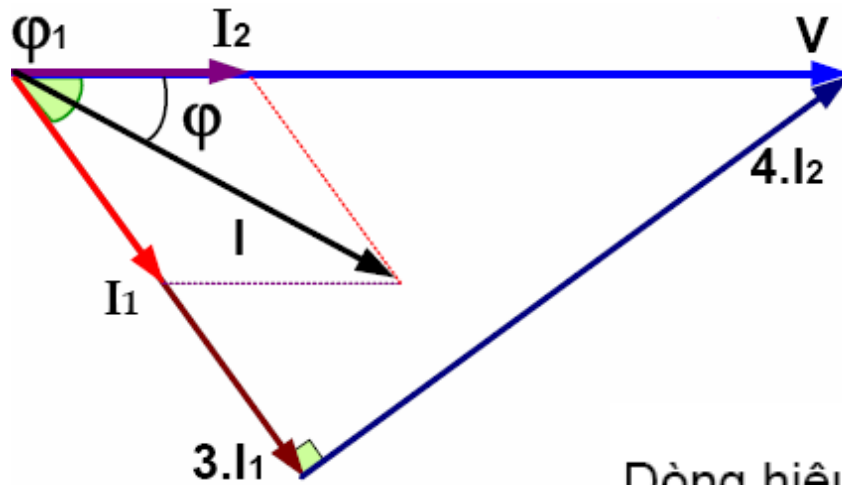
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Cho mạch điện xoay chiều gồm hai nhánh tải đầu song song, hình 2.23. Tổng công suất tác dụng tiêu thụ trên các tải là 1100W . Xác định:

- Dòng hiệu dụng I_1 và I_2 qua mỗi nhánh song song.
- Áp hiệu dụng V cấp ngang qua hai đầu tải
- Dòng hiệu dụng I từ nguồn cấp đến tải; suy ra hệ số công suất $\cos\varphi$ của tải tổng hợp.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Tổng trở của nhánh tải thứ 1 :

$$Z_1 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$$

Dòng hiệu dụng I_1 qua nhánh thứ 1 là: $I_1 = \frac{V}{5}$

Dòng hiệu dụng qua nhánh tải thứ 2 : $I_2 = \frac{V}{10}$

$$P = P_1 + P_2 = VI \cos \varphi = 3.I_1^2 + 10.I_2^2 = 1100 \text{ W}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{3I_1^2}{10I_2^2} = \left(\frac{3}{10}\right) \cdot \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \frac{3}{10} (2)^2 = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

$$P_1 = 600 \text{ W} \text{ và } P_2 = 500 \text{ W}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Dòng hiệu dụng qua nhánh 1 là : $I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{3}} = \sqrt{\frac{600}{3}} = 10\sqrt{2} \text{ A}$

Dòng hiệu dụng qua nhánh 2 là : $I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{10\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2} \text{ A}$

Áp hiệu dụng V $V = 10 \cdot I_2 = 10 \cdot 5\sqrt{2} = 50\sqrt{2} \text{ V}$

Dòng hiệu dụng I

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi_1)$$

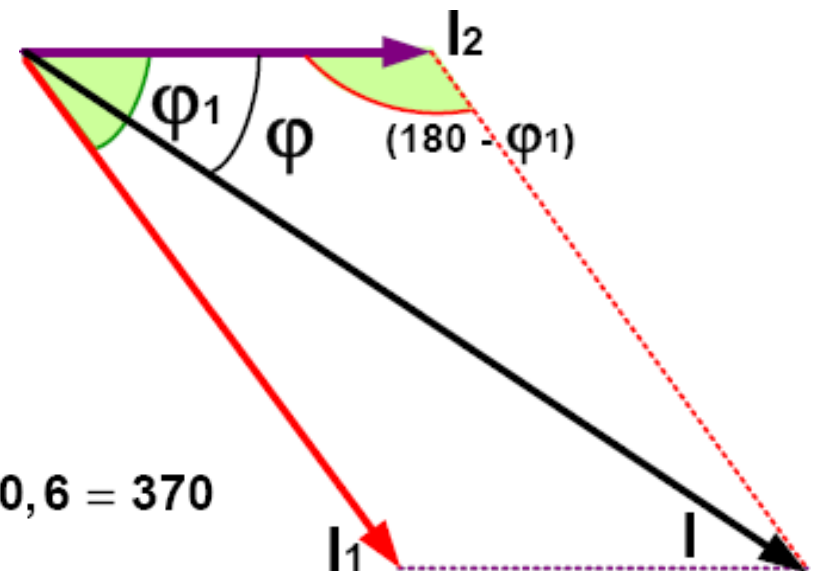
$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(\varphi_1)$$

$$I^2 = (10\sqrt{2})^2 + (5\sqrt{2})^2 + 2(10\sqrt{2}) \cdot (5\sqrt{2}) \cdot \cos\varphi_1$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$I^2 = 200 + 50 + 200 \cdot 0,6 = 370$$

$$I = \sqrt{370} = 19,235 \text{ A}$$



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Hệ số công suất toàn mạch

PHƯƠNG PHÁP 1: CHIỀU VUÔNG GÓC HỆ THỨC VECTOR XUỐNG 1 TRỤC :

$$I \cdot \cos\varphi = I_1 \cdot \cos\varphi_1 + I_2$$

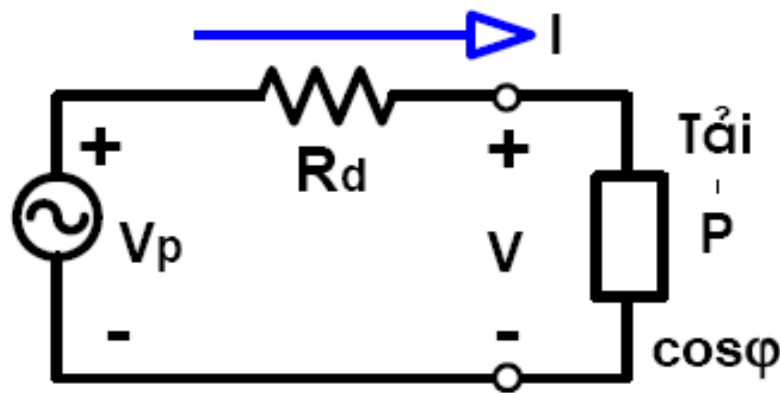
$$\cos\varphi = \frac{I_1 \cdot \cos\varphi_1 + I_2}{I} = \frac{(10\sqrt{2}) \cdot (\frac{3}{5}) + 5\sqrt{2}}{\sqrt{370}} = \frac{11\sqrt{2}}{\sqrt{370}} = 0,8087$$

PHƯƠNG PHÁP 2: ÁP DỤNG CÔNG THỨC TÍNH CÔNG SUẤT TÁC DỤNG :

$$\cos\varphi = \frac{P}{V \cdot I} = \frac{1100}{(50\sqrt{2}) \cdot (\sqrt{370})} = 0,8087$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH HỆ SỐ CÔNG SUẤT CỦA PHỤ TẢI :



- R_d là **điện trở của toàn bộ đường dây** truyền tải.
- P là **công suất tác dụng** cấp đến tải.
- V là **áp đặt ngang qua hai đầu tải**.
- $\cos\varphi$ là **hệ số công suất tải**.
- I là **dòng hiệu dụng qua tải** xác định theo quan hệ:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Tổn thất điện năng trên đường dây là : $P_d = R_d \cdot I^2$ hay:

$$P_d = \frac{R_d \cdot P^2}{V^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

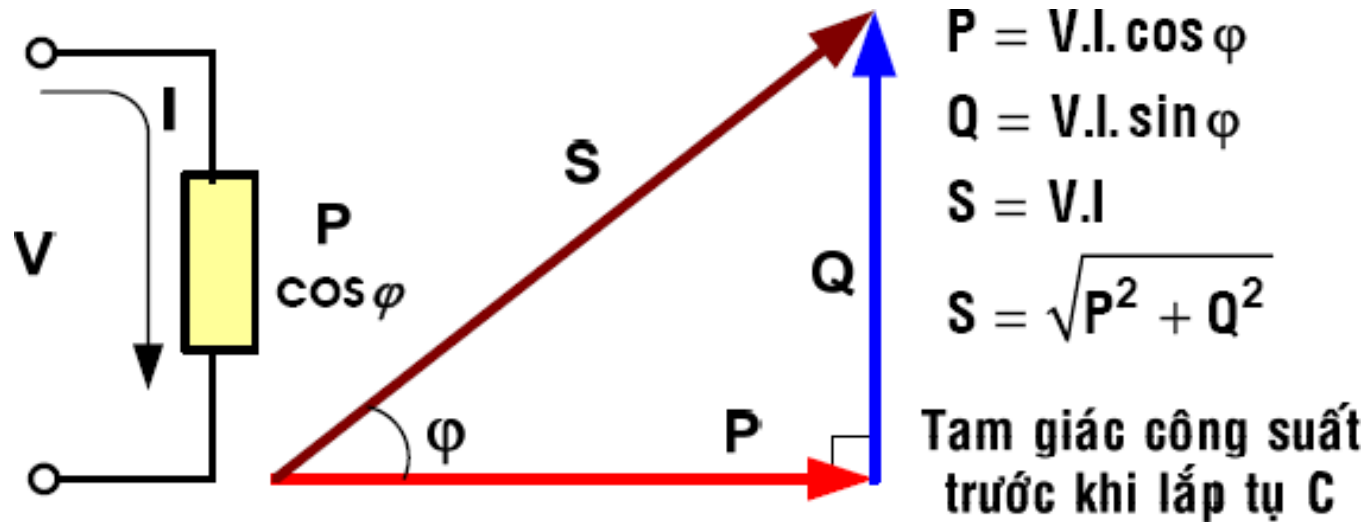
Hiệu suất truyền tải

$$\eta = \frac{P}{P_p} = \frac{P}{P + P_d}$$

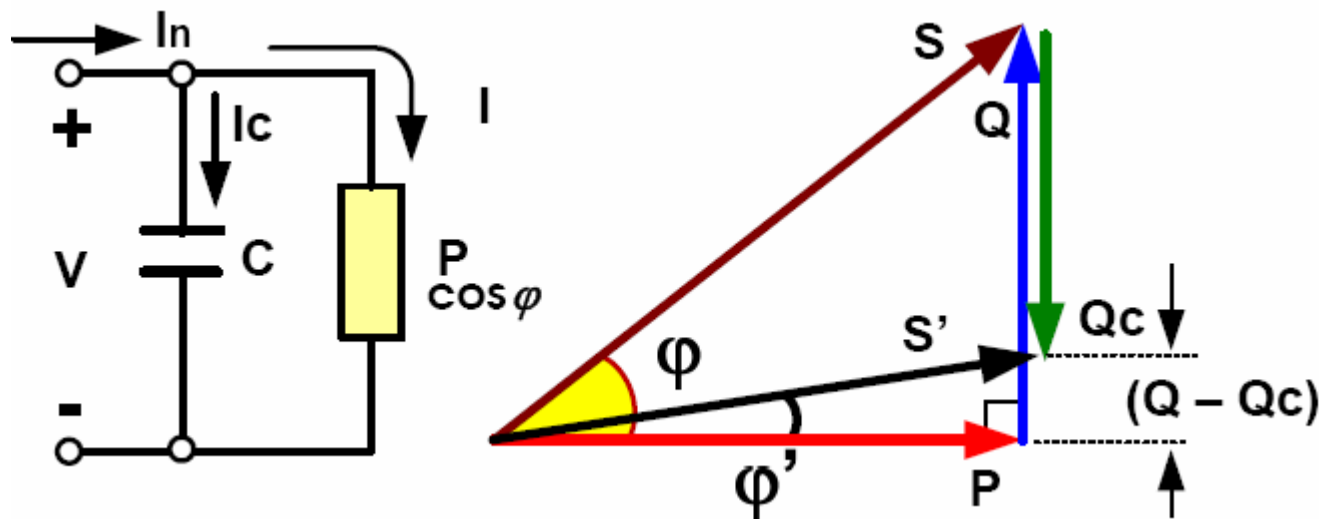
$$\eta = \frac{1}{\left[1 + \frac{R_d \cdot P}{V^2 \cdot \cos^2 \varphi} \right]}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

ĐIỀU CHỈNH HỆ SỐ CÔNG SUẤT DÙNG TỤ GHÉP SONG SONG VỚI TẢI:



CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Trường hợp tải tổng hợp có tính cảm.

$$P = V.I.\cos \varphi$$

$$Q = V.I.\sin \varphi$$

$$S = V.I$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

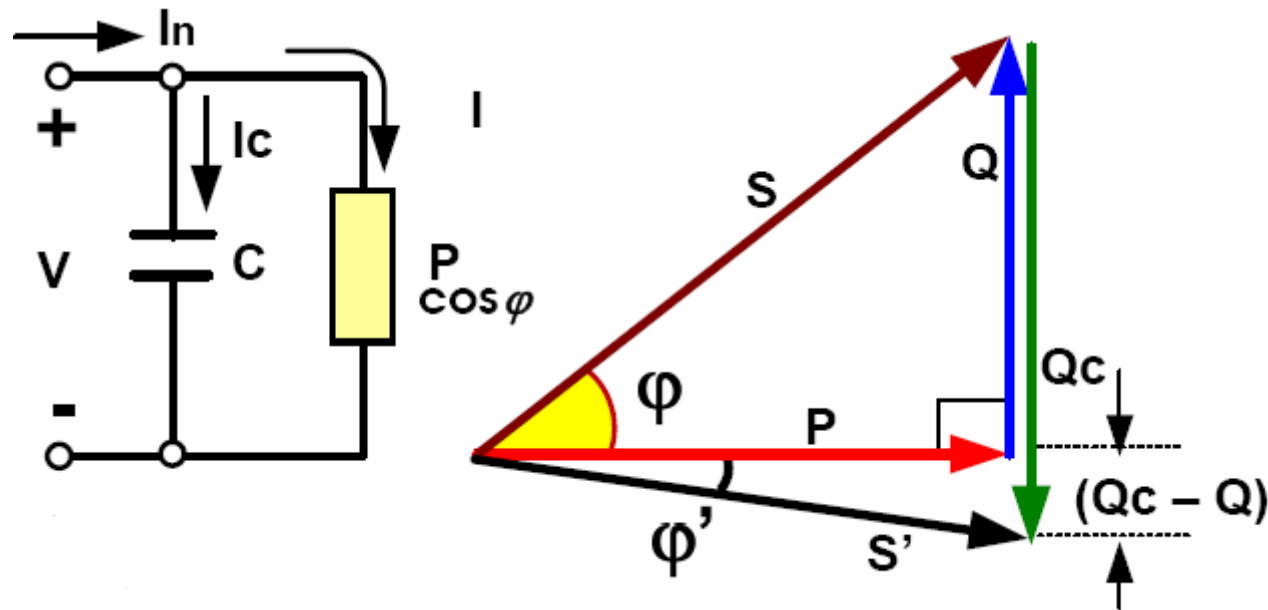
$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} = V^2.(C.\omega)$$

$$S' = \sqrt{P^2 + (Q - Q_c)^2}$$

$$\cos \varphi' = \frac{P}{S'}$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{Q - Q_c}{P}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Trường hợp tải tổng hợp có tính dung.

$$P = V.I \cos \varphi$$

$$Q = V.I \sin \varphi$$

$$S = V.I$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} = V^2 \cdot (C \cdot \omega)$$

$$S' = \sqrt{P^2 + (Q_c - Q)^2}$$

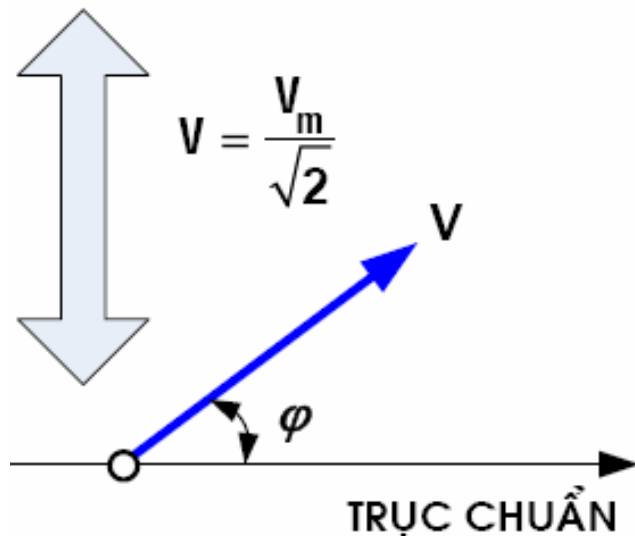
$$\cos \varphi' = \frac{P}{S'}$$

$$\tan \varphi' = \frac{Q_c - Q}{P}$$

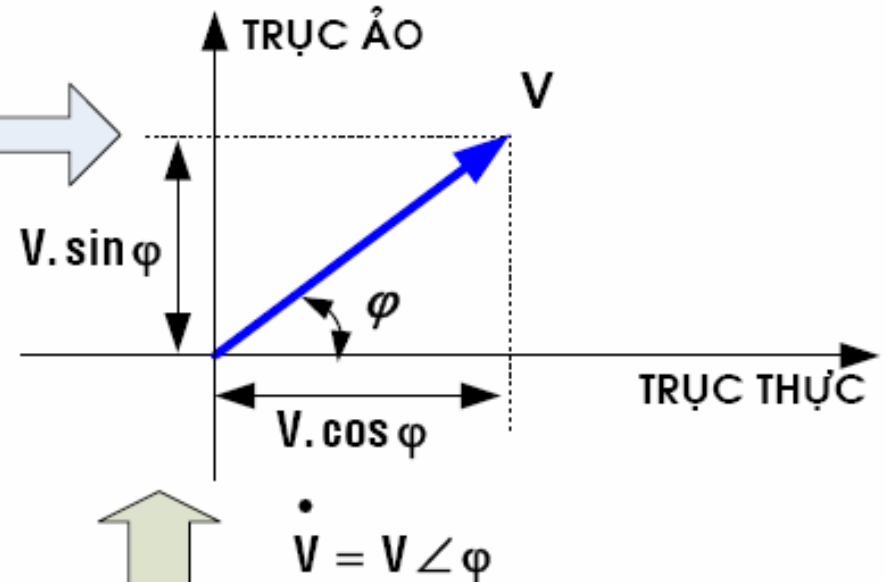
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

GIÁ TRỊ TỨC THỜI (DANG GIẢI TÍCH)

$$v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$



GIẢN ĐỒ VECTOR PHASE



ĐIỆN ÁP PHỨC
(VIẾT THEO DANG SỐ PHỨC)

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Giả sử áp xoay chiều hình sin $v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

$$v(t) = V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\dot{V} = V \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}$$

$$\dot{I} = I \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

TỔNG TRỞ PHỨC CỦA PHẦN TỬ THUẦN TRỞ :

Với phần tử tải thuần trở R

Định luật Ohm viết theo dạng phức như sau:

$$\dot{V} = \overline{Z_R} \cdot \dot{I}$$

$$\dot{V} = R \cdot \left[I \cdot e^{j(\omega t + \varphi)} \right] = R \cdot \dot{I} \qquad Z_R = R$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

TỔNG TRỞ PHỨC CỦA PHẦN TỬ THUẦN CẢM:

Xét cuộn dây có hệ số tự cảm là L

$\dot{i} = I \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}$ là dòng điện phức qua phần tử

$$v_L(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

$$\dot{V}_L = L \cdot \frac{d}{dt} \left(I \cdot e^{j(\omega t + \varphi)} \right) = j \cdot (\omega L) \cdot \left[I \cdot e^{j(\omega t + \varphi)} \right] = \bar{Z}_L \cdot \dot{i}$$

$$\bar{Z}_L = j(L\omega)$$

- ➡ Tổng trở phức của phần tử thuần cảm là số toàn ảo.
- ➡ $\bar{Z}_L$ được gọi là cảm kháng phức của cuộn dây thuần cảm

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

TỔNG TRỞ PHỨC CỦA PHẦN TỬ THUẦN DUNG:

Xét tụ có điện dung là C

$\dot{V}_C = U \cdot e^{j(\omega t + \phi)}$ là áp phức đặt ngang qua hai đầu phần tử

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt}$$

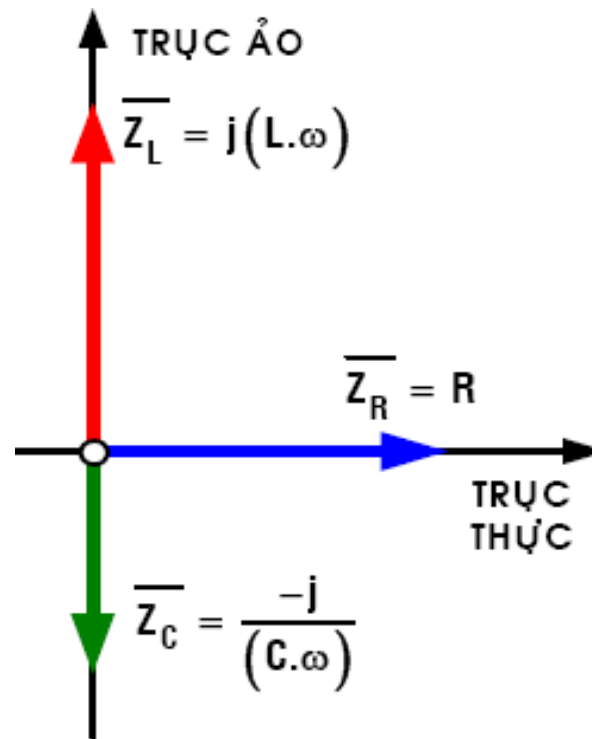
Suy ra:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_C &= C \cdot \frac{d}{dt} \left(V \cdot e^{j(\omega t + \phi)} \right) = j(\omega t) \cdot C \cdot \left[V \cdot e^{j(\omega t + \phi)} \right] \\ \dot{V}_C &= \bar{Z}_C \cdot \dot{I} \end{aligned} \right\} \bar{Z}_C = \frac{1}{j(C \cdot \omega)} = \frac{-j}{C \cdot \omega}$$

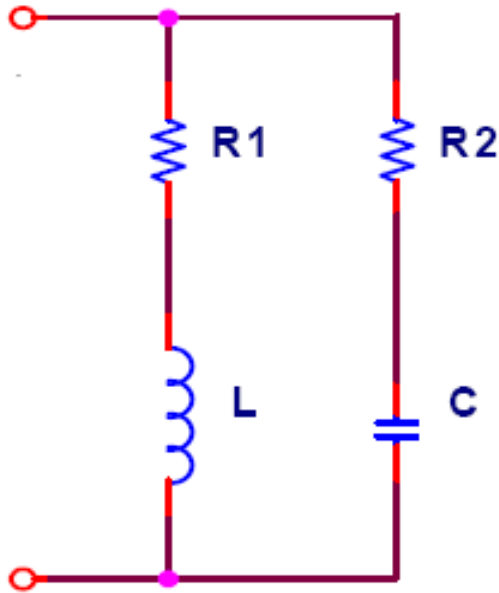
➡ Tổng trở phức của phần tử thuần dung là số toàn ảo.

➡ $\bar{Z}_C$ được gọi là dung kháng phức của tụ điện thuần dung

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



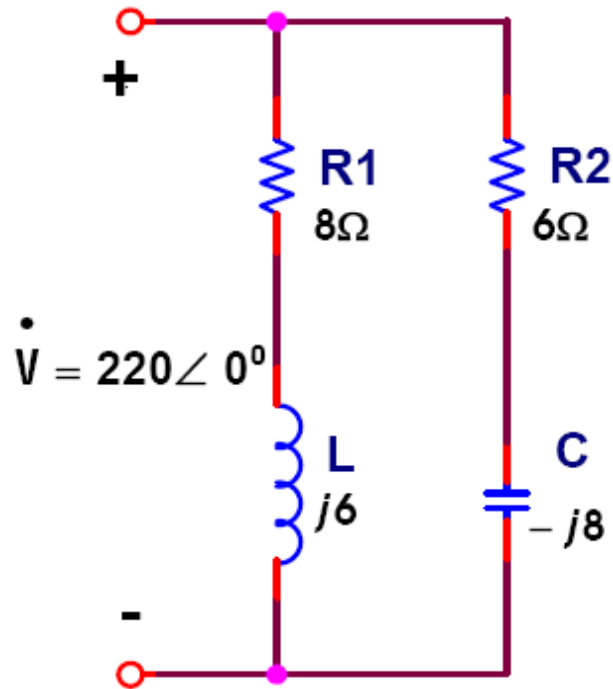
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$R_1 = 8\Omega ; R_2 = 6\Omega ; L = \frac{60}{\pi} \text{ mH} ; C = \frac{1}{800\pi} \text{ F}$$

- a./ Tổng trở phức tương đương của toàn hệ thống
- b./ Xác định giá trị hiệu dụng dòng điện cấp vào hệ thống.
- c./ Hệ số công suất của toàn hệ thống.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



viết lại dạng phức :

$$\dot{V} = 220 \angle 0^\circ$$

Tổng trở phức của nhánh 1:

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + j(L.\omega) = 8 + j\left(\frac{60}{\pi} \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi\right) \\ &= 8 + 6j \end{aligned}$$

Tổng trở phức của nhánh 2:

$$\begin{aligned} Z_2 &= R_2 - \frac{j}{C\omega} = 6 - \frac{j}{\left(\frac{1}{800\pi}\right) \cdot 100\pi} \\ &= 6 - j8 \end{aligned}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

a./Tổng trở phức của toàn mạch:

Gọi $\bar{Z}_{td}$ là tổng trở phức của hai nhánh ghép song song

$$\frac{1}{\bar{Z}_{td}} = \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} \quad \bar{Z}_{td} = \frac{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}$$

$$\bar{Z}_{td} = \frac{(8 + 6j) \cdot (6 - 8j)}{(8 + 6j) + (6 - 8j)} = 7 - j$$

phân tích kết quả tính

➡ Phần thực $\text{Re}(\bar{Z}_{td})$ có giá trị là **7**

điện trở tương đương của toàn mạch **7Ω**

➡ Phần ảo $\text{Im}(\bar{Z}_{td})$ có giá trị là **-j**

dung kháng của tụ điện tương đương **1Ω**

➡ Mạch song song cho trong thí dụ tương đương với **tải có tính dung**.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

b./ Giá trị hiệu dụng dòng điện cấp vào hệ thống:

Áp dụng định luật Ohm chúng ta có: $\dot{I} = \frac{\dot{V}}{Z_{td}}$

$$\dot{I} = \frac{220 \angle 0^\circ}{(7 - j)} = \frac{220}{(7 - j)} = \frac{220 \cdot (7 + j)}{(7 - j) \cdot (7 + j)} = \frac{220}{50} \cdot (7 + j)$$

Suy ra:

$$\dot{I} = 4,4 \cdot (7 + j) = 22\sqrt{2} \angle 8^\circ 17'$$

Dòng hiệu dụng từ nguồn cấp đến mạch là $|\dot{I}|$, tóm lại: $I = 22\sqrt{2} \text{ A}$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

c./ Hệ số công suất của toàn mạch:

$$\text{HSCS} = \cos \varphi = \cos(8^{\circ}17') = 0,9898$$

$$\dot{I} = 4,4 \cdot (7 + j) = 22\sqrt{2} \angle 8^{\circ}17'$$

Vì dòng sớm pha hơn áp nguồn

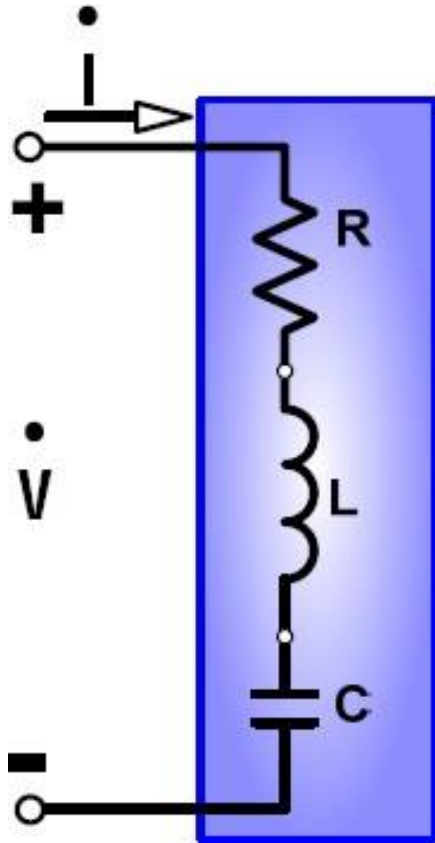
hệ số công suất toàn mạch là $\cos \varphi = 0,9898$ sớm

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Cách 2

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

CÔNG SUẤT PHỨC:



Xét mạch 1 cửa

$\dot{V}$: áp phức cấp vào hai đầu

$\dot{I}$ là dòng phức từ nguồn cấp đến mạch

$\dot{I}^*$ là dòng phức liên hợp

Công suất phức tiêu thụ $\dot{S} = \dot{V} \cdot \dot{I}^*$

Giả sử mạch có tính cảm với $\dot{V} = V \angle 0^\circ$

và $\dot{I} = I \angle -\varphi$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$

$$\dot{S} = \dot{V} \cdot \dot{I}^* = (V \angle 0^\circ) \cdot (I \angle \varphi) = V \cdot I \angle \varphi$$

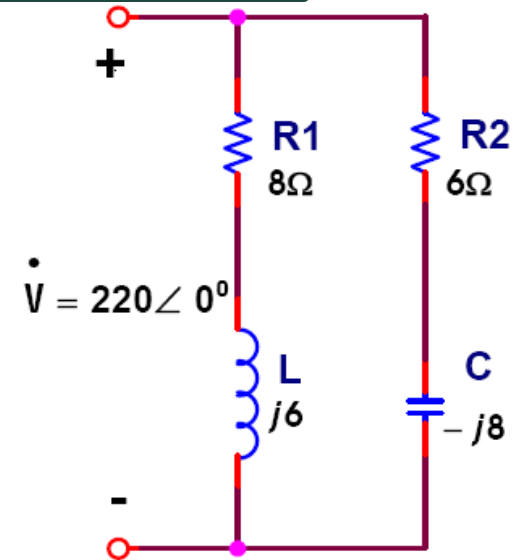
CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

$$\dot{\mathbf{S}} = \left(V I \cos \varphi \right) + j \left(V I \sin \varphi \right) = P + jQ$$

$$\operatorname{Re}(\dot{\mathbf{S}}) = \operatorname{Re}(\dot{\mathbf{V}} \cdot \dot{\mathbf{I}}^*) = P = V I \cos \varphi$$

$$\operatorname{Im}(\dot{\mathbf{S}}) = \operatorname{Im}(\dot{\mathbf{V}} \cdot \dot{\mathbf{I}}^*) = Q = V I \sin \varphi$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



Công suất phức cung cấp cho nhánh thứ nhất :

⚡ Áp phức cấp vào 2 đầu nhánh song song thứ nhất: $\dot{V} = 220\angle 0^\circ$

⚡ Dòng phức qua nhánh thứ nhất : $\dot{I}_1 = 4,4.(4 - 3j)$

⚡ Suy ra dòng phức liên hợp với dòng điện qua nhánh thứ nhất: $\dot{I}_1^* = 4,4.(4 + 3j)$

⚡ Công suất phức cung cấp cho nhánh thứ nhất:

$$\dot{S}_1 = 220.4,4.(4 + 3j) = 3872 + 2904j$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Công suất phức cung cấp cho nhánh thứ hai :

✚ Áp phức cấp vào 2 đầu nhánh song song thứ hai: $\dot{V} = 220 \angle 0^\circ$

✚ Dòng phức qua nhánh thứ hai: $\dot{I}_2 = 4,4.(3 + 4j)$

✚ Suy ra dòng phức liên hợp với dòng điện qua nhánh thứ hai: $\dot{I}_2^* = 4,4.(3 - 4j)$

✚ Công suất phức cung cấp cho nhánh thứ hai:

$$\dot{S}_2 = 220.4,4.(3 - 4j) = 2904 - 3872j$$

➡ Công suất phức cung cấp cho toàn mạch:

$$\dot{S} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 = (3872 + 2904j) + (2904 - 3872j) = 6776 - 968j$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

$$\bullet$$
$$\text{Re}(\dot{S}) = P_{\text{Tổng}} = 6776 \text{ W}$$

$$\bullet$$
$$\text{Im}(\dot{S}) = Q_{\text{Tổng}} = -968 \text{ W}$$

Khi thành phần ảo của công suất phức có giá trị âm; ta nói : tải có tính dung
dòng từ nguồn sớm pha hơn áp cấp vào hai đầu đoạn mạch.

giá trị công suất biểu kiến cung cấp từ nguồn

$$S = \sqrt{P_{\text{Tổng}}^2 + Q_{\text{Tổng}}^2} = \sqrt{6776^2 + (-968)^2} = \sqrt{46.851.200}$$
$$S \cong 6844,7936 \text{ VA}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

THÍ DỤ

Cho mạch điện xoay chiều hình sin gồm 2 phần tử ghép nối tiếp; tổng trở mỗi phần tử là :
 $\bar{Z}_1 = 3 + 4j [\Omega]$ và $\bar{Z}_2 = 1 - 8j [\Omega]$. Biết áp phức cấp đến mạch là : $\dot{V} = 240 \angle 0^\circ [V]$.

Tìm **áp hiệu dụng** đặt ngang qua 2 đầu của từng phần tử tải.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Áp dụng cầu phân áp, ta có: $\dot{V}_1 = \frac{\bar{Z}_1 \cdot \dot{V}}{(\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2)}$ và $\dot{V}_2 = \frac{\bar{Z}_2 \cdot \dot{V}}{(\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2)}$

$V_1 \cong 212 \text{ V}$ và $V_2 \cong 342 \text{ V}$.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

THÍ DỤ

Cho mạch xoay chiều hình sin gồm 2 phần tử đầu nối tiếp nhau : $\bar{Z}_1 = 4 - 3j$ và $\bar{Z}_2 = 2 + 11j$. Biết áp xoay chiều cấp đến mạch là : $v = 200\sqrt{2} \cdot \sin(100\pi \cdot t)$ [V]. Xác định áp phức đặt ngang qua 2 đầu từng phần tử tải và công suất phức tiêu thụ trên mỗi phần tử tải.

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

$$\dot{V}_1 = \frac{(4 - 3j) \cdot 200}{4 - 3j + 2 + 11j} = -100j$$

$$\dot{V}_2 = \frac{(2 + 11j) \cdot 200}{4 - 3j + 2 + 11j} = 200 + 100j$$

Dòng phức qua tải là: $\dot{I} = \frac{200}{4 - 3j + 2 + 11j} = 12 - 16j$

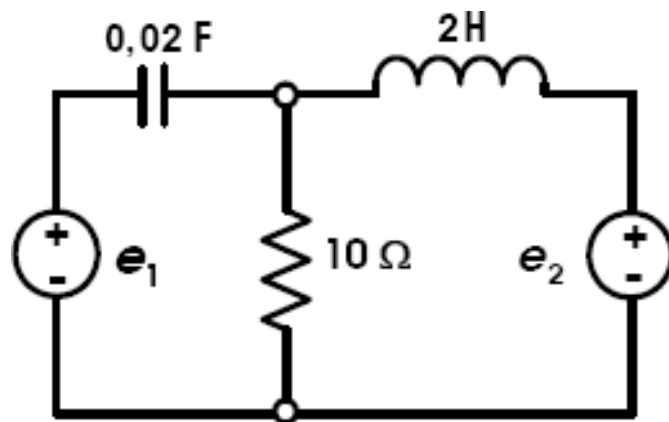
Công suất phức cung cấp cho phần tử tải 1 là :

$$\dot{S}_1 = (-100j) \cdot (12 + 16j) = 1600 - 1200j$$

Công suất phức cung cấp cho phần tử tải 2 là :

$$\dot{S}_2 = (200 + 100j) \cdot (12 + 16j) = 800 + 4400j$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



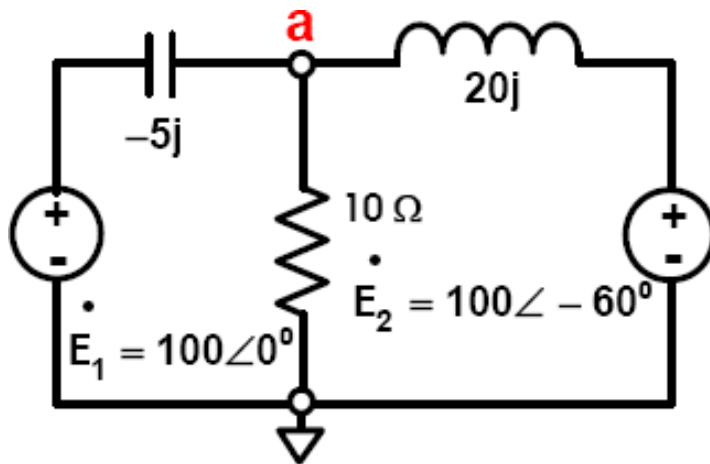
Cho mạch điện xoay chiều

$$e_1(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \sin(10t) \text{ [V]}$$

$$e_2(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \sin(10t - 60^\circ) \text{ [V]}$$

Xác định dòng hiệu dụng qua điện trở 10Ω .

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



$$\frac{\dot{V}_a - 100}{-5j} + \frac{\dot{V}_a}{10} + \frac{\dot{V}_a - 100\angle -60^\circ}{20j} = 0$$

$$\dot{V}_a \cdot \left(\frac{1}{-5j} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20j} \right) = \frac{100}{-5j} + \frac{100\angle -60^\circ}{20j}$$

$$\frac{100}{-5j} + \frac{100 \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \right) - \frac{j \cdot \sqrt{3}}{2} \right]}{20j} = -4.33 + 17.5j$$

$$\frac{1}{-5j} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20j} = 0.1 + 0.15j$$

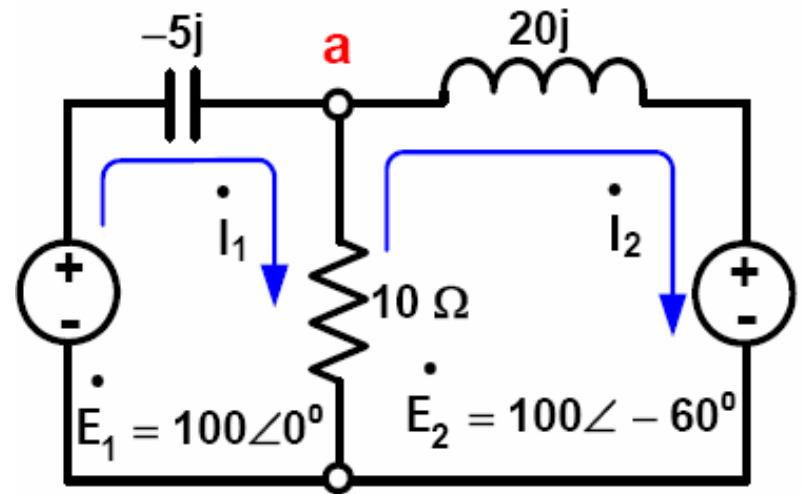
$$\dot{V}_a = \frac{-4.33 + 17.5j}{0.1 + 0.15j} = 67.446 + 73.831j$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

Dòng phức qua điện trở 10Ω là: $\dot{I} = \frac{67.446 + 73.831j}{10} = 6.745 + 7.383j$

Dòng hiệu dụng qua điện trở 10Ω là: $I = \sqrt{6.745^2 + 7.383^2} = 10 \text{ A}$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN

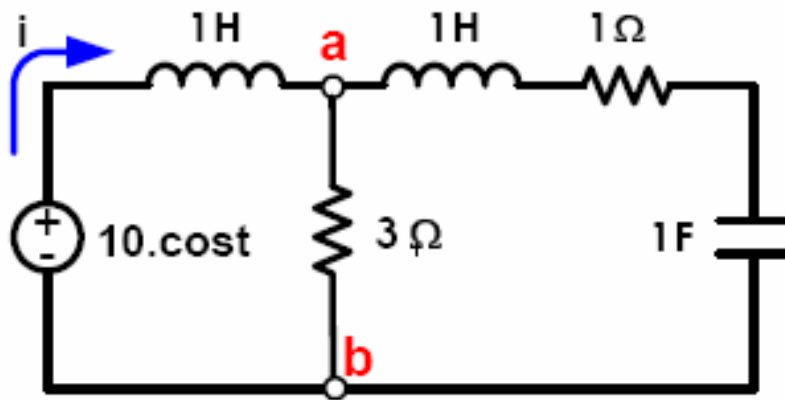


$$\dot{I}_1: (10 - 5j) \cdot \dot{I}_1 - 10 \dot{I}_2 = \dot{E}_1 = 100$$

$$-10 \cdot \dot{I}_1 + (10 + 20j) \cdot \dot{I}_2 = -\dot{E}_2 = -100 \angle -60^\circ$$

$$\begin{cases} (10 - 5j) \cdot \dot{I}_1 - 10 \dot{I}_2 = 100 \\ -10 \cdot \dot{I}_1 + (10 + 20j) \cdot \dot{I}_2 = (-50 + 50\sqrt{3}j) \end{cases}$$

CHƯƠNG II: MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN



BÀI TẬP 2.20

Cho mạch điện theo hình vẽ . Xác định :

- (a) **Áp tức thời** giữa hai nút a,b.
- (b) **Dòng hiệu dụng** I .
- (c) **Công suất phức** tiêu thụ bởi toàn bộ tải .



Thank You !