

1. Công suất tức thời:

$$\text{Cho } \begin{cases} u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_u) \\ i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_i) \end{cases}$$

- Công suất tức thời: $p = u.i = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi_u + \varphi_i)$ (với $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$)

2. Công suất của dòng điện xoay chiều (công suất trung bình): $P = UI \cos \varphi = I^2 R$ với $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

$$\text{Một số công thức khác: } P = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos \varphi = \frac{U^2}{R} \cos^2 \varphi = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi = \frac{U^2 \cdot R}{Z^2} = U_R \cdot I = \frac{U_R^2}{R}$$

3. Hệ số công suất: $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ hay $\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$

♣ **Lưu ý 1:** Có thể tính $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$, rồi tính $\cos \varphi$.

♣ **Lưu ý 2:** Nếu mạch có **cộng hưởng điện** thì: $P_{\max} = U \cdot I_{\max} = \frac{U^2}{R}$, $\cos \varphi_{\max} = 1$

4. Điện năng tiêu thụ: $W = P \cdot t = UI \cos \varphi \cdot t$

5. Nhiệt lượng mà điện trở thuần R tỏa ra trong thời gian t: $Q = I^2 R t$

với I là giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện chạy qua điện trở R .

- Thời gian đun nước: $t = \frac{mc(t_2 - t_1)}{I^2 R}$

- $m = D.V$: khối lượng nước (kg).
- D : khối lượng riêng của nước (kg/m^3).
- V : thể tích nước (m^3).
- c : nhiệt dung riêng của nước (J/kg.K).

Ví dụ 1: Đặt điện áp $u = 100\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) vào hai đầu một đoạn mạch có điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp thì dòng điện qua mạch là $i = 4 \sin\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right)$ (A). Tìm công suất tiêu thụ của đoạn mạch.

Giải

- Ta có: $i = 4 \sin\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right) = 4 \cos\left(\omega t + \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right) = 4 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow \varphi_i = \frac{\pi}{3}$

- Độ lệch pha của u so với i : $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{3} = 0$.

- Công suất tiêu thụ của đoạn mạch: $P = UI \cos \varphi = 100 \cdot 2\sqrt{2} \cdot \cos 0 = 200\sqrt{2}$ W.

Ví dụ 2: Đặt điện áp $u = U_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Điện áp giữa hai đầu tụ điện là $u_C = U_{0C} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V). Tìm hệ số công suất của đoạn mạch.

Giải

- Vì u_C trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i nên $\Rightarrow \varphi_i = \varphi_{u_C} + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} = 0$.

- Độ lệch pha của u so với i : $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{6} - 0 = -\frac{\pi}{6}$.

- Hệ số công suất của đoạn mạch: $\cos \varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Ví dụ 3: Đặt điện áp $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 50Ω , cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Khi đó, điện áp giữa hai đầu cuộn cảm thuần có biểu thức $u_L = 200 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V). Tìm công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB.

Giải

- Vì u và u_L vuông pha ($\varphi_{u_L} - \varphi_u = \frac{\pi}{2}$) nên trong mạch có cộng hưởng điện:

$$\Rightarrow P = P_{\max} = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W.}$$

Ví dụ 4: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R , cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_1$ thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{3}$, lúc đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là 2 A.

Khi $C = C_2$ thì điện áp giữa hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu tụ điện, lúc đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có giá trị bằng bao nhiêu?

Giải

- Khi $C = C_2$ thì u lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_C nên mạch cộng hưởng $\Rightarrow \varphi_2 = 0$

- Áp dụng công thức: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \Leftrightarrow \frac{2}{I_2} = \frac{\cos(\pi/3)}{\cos 0} \Rightarrow I_2 = 4 \text{ A.}$

Ví dụ 5: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R , cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_1$ thì cường độ dòng điện trong mạch là

$i_1 = I_{01} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ và mạch tiêu thụ công suất bằng 120 W. Khi $C = C_2$ thì cường

độ dòng điện trong mạch là $i_2 = I_{02} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$ và mạch tiêu thụ công suất bằng bao nhiêu?

Giải

- Ta có: $\varphi_1 = \varphi_u - \varphi_{i_1} = 0 - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{6}$; $\varphi_2 = \varphi_u - \varphi_{i_2} = 0 - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{4}$.

- Áp dụng công thức: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\cos^2 \varphi_1}{\cos^2 \varphi_2} \Leftrightarrow \frac{120}{P_2} = \frac{\cos^2(-\pi/6)}{\cos^2(\pi/4)} \Rightarrow P_2 = 80 \text{ W.}$

Ví dụ 6: Đặt điện áp $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ (U_0 không đổi, tần số góc ω thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Điều chỉnh $\omega = \omega_1$ thì đoạn mạch có tính cảm kháng, cường độ dòng điện hiệu dụng và hệ số công suất của đoạn mạch lần lượt là I_1 và $\cos \varphi_1$. Sau đó, tăng tần số góc đến giá trị $\omega = \omega_2$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng và hệ số công suất của đoạn mạch lần lượt là I_2 và $\cos \varphi_2$. So sánh I_1 và I_2 , $\cos \varphi_1$ và $\cos \varphi_2$.

Giải

- Với $\omega = \omega_1$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng và hệ số công suất của đoạn mạch là:

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} \text{ và } \cos \varphi_1 = \frac{R}{Z_1} \quad (1)$$

- Với $\omega = \omega_2$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng và hệ số công suất của đoạn mạch là:

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} \text{ và } \cos \varphi_2 = \frac{R}{Z_2} \quad (2)$$

- Khi $\omega = \omega_1$ thì đoạn mạch có tính cảm kháng nên $Z_{1L} > Z_{1C}$. Sau đó, tăng tần số góc đến giá trị $\omega = \omega_2$, tức là $\omega_2 > \omega_1$ nên:

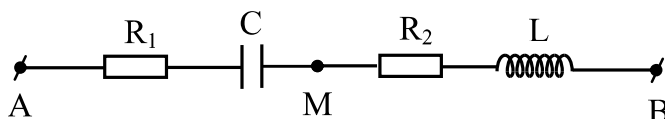
$$\Rightarrow \begin{cases} Z_{2L} > Z_{1L} \\ Z_{2C} < Z_{1C} \end{cases} \Rightarrow Z_{2L} - Z_{2C} > Z_{1L} - Z_{1C} > 0$$

$$\Rightarrow \sqrt{R^2 + (Z_{2L} - Z_{2C})^2} > \sqrt{R^2 + (Z_{1L} - Z_{1C})^2} \Rightarrow Z_2 > Z_1 \quad (3)$$

- Từ (1), (2) và (3) suy ra: $I_2 < I_1$ và $\cos \varphi_2 < \cos \varphi_1$.

Ví dụ 7: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần R_1 mắc nối tiếp với tụ điện, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần $R_2 = 30 \Omega$ mắc với cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{4\pi}$ H. Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là: $u_{AM} = 60\sqrt{2} \cos(120\pi t - \frac{\pi}{4})$ và $u_{MB} = 120\sqrt{2} \cos(120\pi t + \frac{5\pi}{12})$ (u tính bằng V, t tính bằng s). Tìm hệ số công suất và công suất của đoạn mạch AB.

Giải



- Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 120\pi \cdot \frac{1}{4\pi} = 30 \Omega$.

♣ Cách 1:

$$\text{- Ta có: } i = \frac{u_{MB}}{Z_{MB}} = \frac{u_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{u_{AM} + u_{MB}}{Z_{AB}}$$

$$\Rightarrow \bar{Z}_{AB} = \left(\frac{u_{AM}}{u_{MB}} + 1 \right) \bar{Z}_{MB} = \left(\frac{u_{AM}}{u_{MB}} + 1 \right) (R_2 + Z_L i)$$

Sử dụng máy tính cầm tay **CASIO fx-570ES – 570ES Plus – 570VN Plus; VINACAL 570ES Plus II**

- **MODE** **2**
- **SHIFT** **MODE** **4**

- Nhập biểu thức cần tính:

$$\bar{Z}_{AB} = \left(\frac{60\sqrt{2} \angle -\frac{\pi}{4}}{120\sqrt{2} \angle \frac{5\pi}{12}} + 1 \right) \times (30 + 30i) =$$

- $\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{2} \boxed{3} = 15\sqrt{6} \angle \frac{\pi}{12}$

- $\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{2} \boxed{1} = \frac{\pi}{12}$ (vì ta chỉ cần quan tâm đến góc $\varphi = \frac{\pi}{12}$).

- $\boxed{\cos} \boxed{=}$ 0,97 (vì ta cần tìm hệ số công suất của đoạn mạch AB là:

$$\cos \varphi = \cos \frac{\pi}{12} \approx 0,97).$$

- Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$

$$u_{AB} = 60\sqrt{2} \angle -\frac{\pi}{4} + 120\sqrt{2} \angle \frac{5\pi}{12} \approx 147 \angle \frac{\pi}{4}$$

- Công suất: $P = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi = \frac{(147/\sqrt{2})^2}{15\sqrt{6}} \cos \frac{\pi}{12} \approx 284 \text{ W}.$

♣ Cách 2:

- Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$

$$u_{AB} = 60\sqrt{2} \angle -\frac{\pi}{4} + 120\sqrt{2} \angle \frac{5\pi}{12} \approx 147 \angle \frac{\pi}{4}$$

- Lại có: $i = \frac{u_{MB}}{R_2 + Z_L i} = \frac{120\sqrt{2} \angle \frac{5\pi}{12}}{30 + 30i} = 4 \angle \frac{\pi}{6}$

$$\Rightarrow \varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{12}$$

- Hệ số công suất: $\cos \varphi = \cos \frac{\pi}{12} \approx 0,97$

- Công suất: $P = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos \varphi = \frac{1}{2} 147.4. \cos \frac{\pi}{12} \approx 284 \text{ W}.$

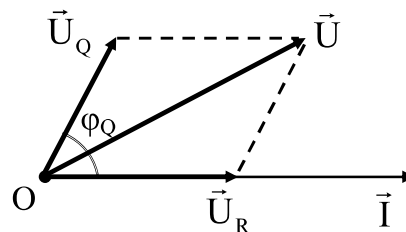
Ví dụ 8: Trong giờ học thực hành, học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R rồi mắc hai đầu đoạn mạch này vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380 V. Biết quạt này có các giá trị định mức: 220 V – 88 W và khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu quạt và cường độ dòng điện qua nó là φ_Q , với $\cos \varphi_Q = 0,8$. Để quạt điện này chạy đúng công suất định mức thì R phải có giá trị bằng bao nhiêu?

Giải

- Ta có: $P_Q = U_Q I \cos \varphi_Q$

$$\Rightarrow I = \frac{P_Q}{U_Q \cos \varphi_Q} = \frac{88}{220 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ A}$$

- Mặt khác: $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_Q$.



Do góc giữa \vec{U}_R và \vec{U}_Q là φ_Q (vì \vec{U}_R cùng pha với i) nên

$$\Rightarrow U^2 = U_R^2 + U_Q^2 + 2U_R U_Q \cos \varphi \Rightarrow U_R^2 + 352U_R - 96000 = 0$$

$$\text{Giải phương trình ta được: } U_R \approx 180,34 \text{ V} \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{180,34}{0,5} \approx 361 \Omega.$$

Ví dụ 9: Một động cơ điện xoay chiều hoạt động liên tục trong một ngày đêm tiêu thụ lượng điện năng là 20,4 kWh. Biết hệ số công suất của động cơ là 0,85. Hỏi động cơ tiêu thụ điện năng với công suất tức thời cực đại bằng bao nhiêu?

Giải

- Công suất tiêu thụ của động cơ điện: $P = \frac{W}{t} = \frac{20,4 \text{ kWh}}{24 \text{ h}} = 0,85 \text{ kW}$

- Công suất tức thời cực đại:

$$p_{\max} = UI(1 + \cos \varphi) = P \left(1 + \frac{1}{\cos \varphi} \right) \Rightarrow p_{\max} = 0,85 \left(1 + \frac{1}{0,85} \right) = 1,85 \text{ kW}.$$

Ví dụ 10: Đặt điện áp $u = U_0 \cos 100\pi t$ (t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại thì điện áp hai đầu đoạn mạch có độ lớn $U_0/\sqrt{2}$. Tìm khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai thời điểm mà công suất tức thời của đoạn mạch bằng không.

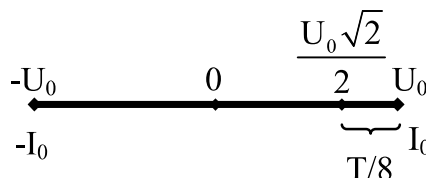
Giải

- Độ lệch pha giữa u và i :

$$\varphi = \omega \cdot \frac{T}{8} = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{8} = \frac{\pi}{4}$$

- Công suất tức thời:

$$p = u \cdot i = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} u = 0 \\ i = 0 \end{cases}$$



\Rightarrow Hai thời điểm liên tiếp mà $p = 0$ tương ứng với góc quét nhỏ nhất từ thời điểm $u = 0$ đến thời điểm $i = 0$, góc quét này chính là độ lệch pha giữa u và i :

$$\Rightarrow \Delta t_{\min} = \frac{|\varphi|}{\omega} = \frac{\pi/4}{100\pi} = \frac{1}{400} \text{ s}.$$

Câu 8: Đặt một điện áp xoay chiều tần số $f = 60 \text{ Hz}$ và giá trị hiệu dụng $U = 200 \text{ V}$ vào hai đầu đoạn mạch gồm R, L, C mắc nối tiếp. Biết cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{3}{4\pi} \text{ H}$, tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{18\pi} \text{ mF}$ và công suất tỏa nhiệt trên điện trở R là 320 W . Biết $R > 50 \Omega$. Giá trị của điện trở thuần R là

- A. 80Ω . B. 90Ω . C. 60Ω . D. 100Ω .

Câu 9: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu một điện trở 100Ω . Công suất tỏa nhiệt trên điện trở là 100 W . Cường độ dòng điện hiệu dụng qua điện trở bằng

- A. $2\sqrt{2} \text{ A}$. B. 1 A . C. 2 A . D. $\sqrt{2} \text{ A}$.

Câu 10: Mạch RLC nối tiếp có điện áp đặt vào 2 đầu đoạn mạch là $u = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t) (\text{V})$ và cường độ dòng điện qua mạch là $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6}) (\text{A})$. Điện trở của mạch là:

- A. 50Ω B. 25Ω C. $25\sqrt{3} \Omega$ D. $25\sqrt{6} \Omega$

B - BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Dòng điện có cường độ $i = 2\sqrt{2} \cos 100\pi t (\text{A})$ chạy qua điện trở thuần 100Ω . Trong 30 giây, nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở bằng bao nhiêu?

Bài 2: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R , cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_1$ thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{4}$, lúc đó mạch tiêu thụ công suất bằng 100 W .

Khi $C = C_2$ thì điện áp ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch cùng pha, lúc đó mạch tiêu thụ công suất bằng bao nhiêu?

Bài 3: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R , cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_1$ thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{3}$, lúc đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong

mạch là 1 A . Khi $C = C_2$ thì điện áp giữa hai đầu đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu tụ điện, lúc đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch bằng bao nhiêu?

Bài 4: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R_1 = 40 \Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{4\pi} \text{ F}$, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc với cuộn cảm thuần. Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là: $u_{AM} = 50\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{7\pi}{12}) (\text{V})$ và $u_{MB} = 150 \cos 100\pi t (\text{V})$. Tìm hệ số công suất của đoạn mạch AB.

Bài 5: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần R_1 mắc nối tiếp với tụ điện, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần $R_2 = 30 \Omega$ mắc với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{4\pi} \text{ H}$.

Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là: $u_{AM} = 60\sqrt{2} \cos(120\pi t - \frac{\pi}{4})$ và $u_{MB} = 120\sqrt{2} \cos(120\pi t + \frac{5\pi}{12})$ (u tính bằng V, t tính bằng s). Tìm hệ số công suất và công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB.