

CHỦ ĐỀ 5: CÔNG SUẤT VÀ HỆ SỐ CÔNG SUẤT

I. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI.

1. Công suất của mạch điện xoay chiều.

Biểu thức của công suất.

Xét mạch điện xoay chiều hình sin.

Điện áp tức thời hai đầu mạch: $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$.

Cường độ dòng điện tức thời trong mạch: $i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$

Công suất tiêu thụ trong mạch tại thời điểm t là: $p = ui$.

Đại lượng p được gọi là công suất tức thời của mạch điện xoay chiều:

$$p = ui = 2UI \cos \omega t \cdot \cos(\omega t + \varphi) = UI [\cos \varphi + \cos(2\omega t + \varphi)],$$

Khi đó công suất điện tiêu thụ trong một chu kỳ T là:

$$P = \bar{p} = UI \left[\overline{\cos \varphi} + \overline{\cos(2\omega t + \varphi)} \right].$$

Do giá trị trung bình của $\cos(2\omega t + \varphi)$ bằng không trong khoảng thời gian T .

Ta được **giá trị trung bình** của công suất điện tiêu thụ trong một chu kỳ là:

$$\boxed{P = UI \cos \varphi}.$$

Nếu thời gian dùng điện t rất lớn so với T ($t \gg T$) thì P cũng là công suất điện tiêu thụ trung bình của mạch điện trong thời gian đó (nếu U và I không thay đổi).

Điện năng tiêu thụ của mạch điện:

Điện năng tiêu thụ của mạch điện trong thời gian t là: $W = Pt$.

2. Hệ số công suất.

Định nghĩa: Ta có: $P = UI \cos \varphi$, khi đó $\cos \varphi$ được gọi là hệ số công suất.

Khi đó: $\cos \varphi = \frac{P}{UI}$.

3. Tính hệ số công suất của mạch điện.

+) Mạch chỉ có điện trở: $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \cos 0 = 1$.

+) Mạch chỉ có tụ điện hoặc chỉ có cuộn dây thuần cảm: $\cos \varphi = 0$.

(Mạch không tiêu thụ công suất)

+) Mạch R - L gồm điện trở thuần và cuộn thuần cảm: $\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$.

+) Mạch R - C gồm điện trở thuần và tụ điện: $\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}$.

+) Với mạch tổng quát R-L-C nối tiếp ta có:

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.$$

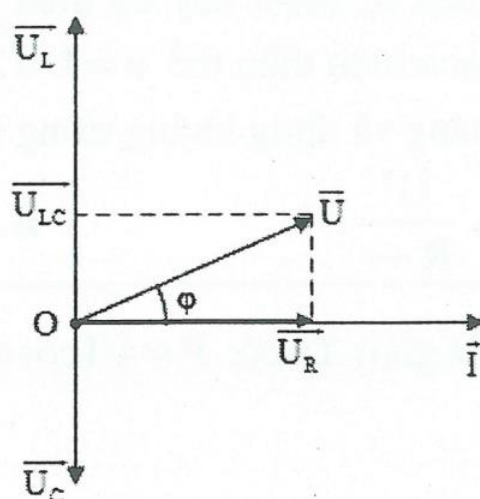
Công suất trung bình tiêu thụ trong một mạch điện xoay chiều

bất kỳ được tính bởi:

$$P = UI \cos \varphi = U \cdot \frac{U}{Z} \cdot \frac{R}{Z} = R \left(\frac{U}{Z} \right)^2 = RI^2$$

$$= RI \cdot I = U_R \cdot I.$$

Vậy, Công suất tiêu thụ trong mạch điện có R,L,C mắc nối tiếp bằng công suất tỏa nhiệt trên R.



Ví dụ minh họa: Cho mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp có $L = 1/\pi$ (H). Biểu thức điện áp và dòng điện

$$\text{trong mạch là } \begin{cases} u = 120\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/6) \text{ V} \\ i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/3) \text{ A} \end{cases}$$

- Tính giá trị của điện trở R.
- Tính công suất tiêu thụ của mạch điện.
- Tính điện năng mà mạch tiêu thụ trong 1 giờ.

HD giải:

- Tổng trở và độ lệch pha của u, i trong mạch là

$$\begin{cases} Z = 60\Omega \\ \varphi = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{6} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 60^2 \\ \tan\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \end{cases}$$

Giải hệ trên ta được $R = 30\sqrt{3}\Omega$

$$\text{b) Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là } P = UI \cos \varphi = 120 \cdot 2 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 120\sqrt{3} \text{ W.}$$

$$\text{c) Điện năng tiêu thụ trong 1 giờ (hay 3600s) là } W = P \cdot t = 120\sqrt{3} \cdot 3600 = 432\sqrt{3} \text{ kJ.}$$

II. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: [Trích đề thi THPT QG năm 2017] Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu một đoạn mạch gồm điện trở R và tụ điện mắc nối tiếp thì dung kháng của tụ điện là Z_C . Hệ số công suất của mạch là:

- A. $\frac{\sqrt{R^2 - Z_C^2}}{R}$. B. $\frac{R}{R\sqrt{R^2 - Z_C^2}}$. C. $\frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$. D. $\frac{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$.

Lời giải

Hệ số công suất $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$. **Chọn C.**

Ví dụ 2: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp với điện trở thuần. Biết điện áp hiệu dụng của hai đầu điện trở là 100V. Hệ số công suất của đoạn mạch bằng

- A. 0,8. B. 0,7. C. 1. D. 0,5.

Lời giải

Hệ số công suất của đoạn mạch $\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{100}{200} = 0,5$. **Chọn D.**

Ví dụ 3: [Trích đề thi Cao Đẳng năm 2008] Một đoạn mạch gồm tụ điện có điện dung C, điện trở thuần R, cuộn dây có điện trở trong r và hệ số tự cảm L mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế $u = U\sqrt{2} \sin \omega t (V)$ thì dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng là I. Biết cảm kháng và dung kháng trong mạch là khác nhau. Công suất tiêu thụ trong đoạn mạch này là:

- A. $\frac{U^2}{R+r}$. B. $(r+R)I^2$. C. I^2R . D. UI.

Lời giải

Ta có: $P = UI \cos \varphi = U \cdot \frac{U}{Z} \cdot \frac{R+r}{Z} = (R+r) \cdot \frac{U^2}{Z^2} = (R+r)I^2$. **Chọn B.**

Ví dụ 4: [Trích đề thi Đại học năm 2015]. Đặt điện áp $u = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$ vào hai đầu một điện trở thuần 100Ω . Công suất tiêu thụ của điện trở bằng

- A. 800W. B. 200W. C. 300W. D. 400W.

Lời giải

Ta có công suất tiêu thụ trên mạch chỉ có điện trở R là $P = \frac{U^2}{R} = 400W$. **Chọn D.**

Ví dụ 5: [Trích đề thi Đại học năm 2008] Đặt hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (V)$ vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh với C, R có độ lớn không đổi và $L = \frac{1}{\pi} (H)$. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R, L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

- A. 100W. B. 200W. C. 250W. D. 350W.

Lời giải

Theo giả thiết bài toán ta có: $R = Z_L = Z_C \Rightarrow U_R = U_L = U_C$.

Trong đó: $Z_L = 100\Omega$, mặt khác $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = U_R \Rightarrow U_R = 100V$.

Do đó $I = 1A \Rightarrow P = UI \cos \varphi = 100 \cdot 1 \cdot \cos 0 = 100W$. **Chọn A.**

Ví dụ 6: Dòng điện có dạng $i = \sqrt{2} \cos(100\pi t)(A)$ chạy qua cuộn dây có điện trở thuần 10Ω và hệ số tự cảm L . Công suất tiêu thụ trên cuộn dây là:

A. 10W.

B. 9W.

C. 7W.

D. 5W.

Lời giải

Ta có: $P = RI^2 = R \frac{I_0^2}{2} = 10W$. **Chọn A.**

Ví dụ 7: Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện RLC không phân nhánh một hiệu điện thế

$u = 220\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$ thì cường độ dòng điện qua đoạn mạch có biểu thức là

$i = 2\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch này là:

A. 440W.

B. $220\sqrt{2} W$.

C. $440\sqrt{2} W$.

D. 200W.

Lời giải

Ta có: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = -\frac{\pi}{4}$.

Do đó $P = UI \cos \varphi = 220 \cdot 2 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) = 220\sqrt{2}W$. **Chọn B.**

Ví dụ 8: [Trích đề thi Đại học năm 2013] Đặt điện áp $u = U_0 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)(V)$

vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở cuộn cảm và tụ điện thì cường độ dòng điện qua mạch là

$i = I_0 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{12}\right)(A)$. Hệ số công suất của đoạn mạch bằng:

A. 0,50.

B. 0,87.

C. 1,00.

D. 0,71.

Lời giải

Ta có độ lệch pha $\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{6} \Rightarrow$ hệ số công suất của đoạn mạch là

$\cos \varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$. **Chọn B.**

Ví dụ 9: Đặt điện áp $u = 200 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)(V)$ vào hai đầu đoạn mạch có điện trở thuần, cuộn cảm thuần và

tụ điện mắc nối tiếp thì dòng điện qua mạch là $i = 2 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)(A)$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

A. $100\sqrt{3} W$.

B. 50 W.

C. $50\sqrt{3} W$.

D. 100W.

Lời giải

Ta có: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{6}$.

Do đó $P = UI \cos \varphi = 100\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 100\sqrt{3} \text{ W}$. **Chọn A.**

Ví dụ 10: [Trích đề thi Đại học năm 2012] Một động cơ điện xoay chiều hoạt động bình thường với điện áp hiệu dụng 220 V, cường độ dòng điện hiệu dụng 0,5 A và hệ số công suất của động cơ là 0,8. Biết rằng công suất hao phí của động cơ là 11 W. Hiệu suất của động cơ (tỉ số giữa công suất hữu ích và công suất tiêu thụ toàn phần) là:

- A. 80%. B. 90%. C. 92,5%. D. 87,5%.

Lời giải

Ta có công suất toàn phần: $P = UI \cos \varphi = 220 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 88 \text{ W}$.

Hiệu suất của động cơ là: $H = \frac{P_{h/i}}{P_{tp}} = \frac{88 - 11}{88} = 87,5\%$. **Chọn D.**

Ví dụ 11: Đặt điện áp $u = 100\sqrt{2} \cos \omega t (\text{V})$, có ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần 200Ω , cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{25}{36\pi} \text{ H}$ và tụ điện có điện dung $\frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$ mắc nối tiếp. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là 50W. Giá trị của ω là

- A. $150\pi \text{ rad/s}$. B. $50\pi \text{ rad/s}$. C. $100\pi \text{ rad/s}$. D. $120\pi \text{ rad/s}$.

Lời giải

Ta có: $P = RI^2 = R \cdot \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow (Z_L - Z_C)^2 = \frac{RU^2}{P} - R^2 = 0$

Do đó $Z_L = Z_C \Leftrightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 120\pi \text{ rad/s}$. **Chọn D.**

Ví dụ 12: [Trích đề thi thử Chuyên Đại học Vinh 2017] Cho đoạn mạch RLC nối tiếp có $R = 50\Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều $u = 100\sqrt{2} \cos \omega t (\text{V})$. Khi đó điện áp tức thời giữa hai bản tụ và điện áp tức thời giữa hai đầu mạch lệch pha một góc $\pi/6$. Công suất tiêu thụ của mạch là:

- A. 50W. B. 100W. C. $50\sqrt{3} \text{ W}$. D. $100\sqrt{3} \text{ W}$.

Lời giải

Ta có: điện áp tức thời giữa hai bản tụ và điện áp tức thời giữa hai đầu mạch lệch pha một góc $\pi/6$ suy

ra $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3}$.

Khi đó công suất tiêu thụ của mạch là: $P = \frac{U^2}{R} \cos^2 \varphi = 50 \text{ W}$. **Chọn A.**

Ví dụ 13: [Trích đề thi Đại học năm 2010] Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C . Gọi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện, giữa hai đầu biến trở và hệ số công suất của đoạn mạch khi biến trở có giá trị R_1 lần lượt là U_{C_1} , U_{R_1} và $\cos \varphi_1$; khi biến trở có giá trị R_2 thì các giá trị tương ứng nói trên là U_{C_2} , U_{R_2} và $\cos \varphi_1$;

Biết $U_{C_1} = 2U_{C_2}$, $U_{R_2} = 2U_{R_1}$. Giá trị của $\cos \varphi_1$ và $\cos \varphi_2$ là:

A. $\cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}$, $\cos \varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$.

B. $\cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos \varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

C. $\cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos \varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$.

D. $\cos \varphi_1 = \frac{1}{2\sqrt{2}}$, $\cos \varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Lời giải

Ta có: $U^2 = U_{C_1}^2 + U_{R_1}^2 = U_{C_2}^2 + U_{R_2}^2 = \frac{1}{4}U_{C_1}^2 + 4U_{R_1}^2 \Leftrightarrow \frac{3}{4}U_{C_1}^2 = 3U_{R_1}^2$.

$\Rightarrow \frac{U_{R_1}}{U_{C_1}} = \frac{1}{2}$. Do đó $\cos \varphi_1 = \frac{U_{R_1}}{\sqrt{U_{R_1}^2 + U_{C_1}^2}} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 2^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$.

Mặt khác $\frac{U_{R_2}}{U_{C_2}} = \frac{2U_{R_1}}{\frac{1}{2}U_{C_1}} = 2 \Rightarrow \cos \varphi_2 = \frac{U_{R_2}}{\sqrt{U_{R_2}^2 + U_{C_2}^2}} = \frac{2}{\sqrt{2^2 + 1^2}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$. **Chọn C.**

Ví dụ 14: [Trích đề thi Đại học năm 2012] Đặt điện áp $u = 400\cos(100\pi t)V$ vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 50Ω mắc nối tiếp với đoạn mạch X. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch là 2A. Biết tại thời điểm t điện áp tức thời giữa hai đầu mạch là 400 V, ở thời điểm $\left(t + \frac{1}{400}\right)s$ cường độ dòng điện qua mạch bằng 0 và đang giảm. Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch X?

A. 100W.

B. 120W.

C. 200W.

D. 400W.

Lời giải

Tại thời điểm t ta có: $u = 400V \Rightarrow \varphi_u = 0 \Rightarrow \varphi_i = -\alpha$ (với $\alpha = \varphi_{u/i}$).

Sau $t + \frac{1}{400}s \Rightarrow \varphi_i = -\alpha + \frac{1}{400} \cdot 100\pi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = -\frac{\pi}{4}$.

Do đó công suất của mạch X là: $P_x = P - P_R = UI\cos\varphi - RI^2 = 200\sqrt{2} \cdot 2 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) - 50 \cdot 2^2 = 200W$.

Chọn C.

Ví dụ 15: [Trích đề thi Đại học năm 2012] Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB theo thứ tự gồm một tụ điện, một cuộn cảm thuần và một điện trở thuần mắc nối tiếp. Gọi M là điểm nối giữa tụ điện và cuộn cảm. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu AM bằng điện áp hiệu dụng giữa hai đầu MB và cường độ dòng điện trong đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{12}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Hệ số công suất của đoạn mạch MB là:

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

B. 0,26.

C. 0,50.

D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Lời giải

Vẽ giản đồ vecto như hình vẽ bên. Ta có:

$U_C = U_{RL}$ nên tam giác OAB cân tại A.

Theo giả thiết ta có: $\text{HOB} = \frac{\pi}{12} = 15^\circ$

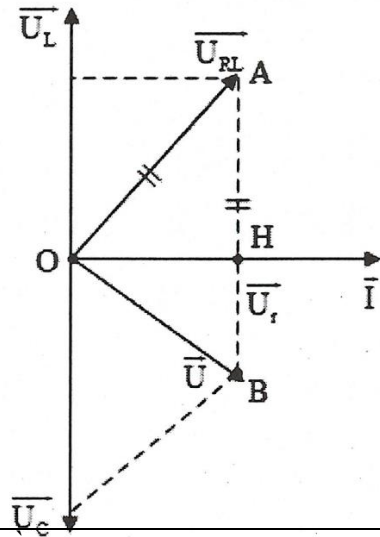
(**Chú ý:** Rõ ràng B nằm dưới trục OI vì

$AB = OA > U_L$).

Suy ra $\text{HOB} = 80^\circ - 15^\circ = 75^\circ = \text{AOB}$.

Do đó: $\text{AOH} = 75^\circ - 15^\circ = 60^\circ$

$\Rightarrow \cos \varphi_{RL} = \cos 60^\circ = 0,5$. **Chọn C.**



Ví dụ 16: Cho đoạn mạch RLC, đặt vào đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = U \cos 100\pi t$ (V). Khi giá trị hiệu dụng $U = 100\text{V}$, thì cường độ dòng điện trong mạch trễ pha hơn điện áp là $\pi/3$ và công suất toả nhiệt của đoạn mạch là 50W . Khi điện áp hiệu dụng $U = 100\sqrt{3}\text{V}$, để cường độ dòng điện hiệu dụng không đổi thì cần ghép nối tiếp với đoạn mạch trên điện trở R_0 có giá trị:

A. $73,2\Omega$.

B. 50Ω .

C. 100Ω .

D. 200Ω .

Lời giải

Ta có: $P = UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cos \varphi} = 1\text{A}$.

Tổng trở của mạch là: $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\Omega$.

$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \sqrt{3} \Rightarrow Z_L - Z_C = R\sqrt{3} \Rightarrow \begin{cases} R = 50\Omega \\ Z_L - Z_C = 50\sqrt{3}\Omega \end{cases}$

Khi mắc thêm điện trở R_0 thì $I' = I = 1\text{A} \Rightarrow Z' = \frac{U'}{I'} = 100\sqrt{3}$.

$\Rightarrow \sqrt{(R + R_0)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\sqrt{3} \Rightarrow R_0 = 100\Omega$. **Chọn C.**

Ví dụ 17: [Trích đề thi Đại học năm 2011] Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp.

Đoạn mạch 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 nối tiếp 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:

$u_{AM} = 50\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right)$ (V) và $u_{MB} = 150 \cos 100\pi t$ (V). Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

A. 0,86.

B. 0,84.

C. 0,95.

D. 0,71.

Lời giải

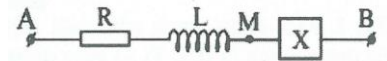
Ta có: $\tan \varphi_{AM} = \frac{-Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{4} = \varphi_{uAM} - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = -\frac{7\pi}{12} + \frac{\pi}{4} = -\frac{\pi}{3}$.

Ta đã được học cách tổng hợp hai dao động bằng **CASIO**.

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} = 50\sqrt{2} \angle -\frac{7\pi}{12} + 150 \angle 0 = 148,36 \angle -0,4784$.

Do đó $\varphi_{u/i} = -0,4784 + \frac{\pi}{3} = 0,569 \Rightarrow \cos \varphi = 0,84$. **Chọn B.**

Ví dụ 18: [Trích đề thi thử Chuyên Đại học Vinh 2017] Đặt điện áp $u = U_0 \cos(\omega t)$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Điện áp hai đầu đoạn mạch AB sớm pha $\pi/6$ so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch, điện áp hai đầu đoạn mạch AM lệch pha $\pi/3$ so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Tổng trở đoạn mạch AB và AM lần lượt là 200Ω và $100\sqrt{3}\Omega$. Hệ số công suất của đoạn mạch X là:



- A. $\sqrt{3}/2$. B. $1/2$ C. $\sqrt{2}/2$. D. 0.

Lời giải

Ta có:
$$\begin{cases} \cos \frac{\pi}{6} = \frac{R_{AB}}{200} \\ \cos \frac{\pi}{3} = \frac{R_{AM}}{100\sqrt{3}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_{AB} = 100\sqrt{3} \\ R_{AM} = 50\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow R_X = 50\sqrt{3}.$$

Ta có: u_{AM} sớm pha hơn u_{AB} góc $\pi/6$.

Mặt khác $\overline{Z_{AB}} = \overline{Z_{AM}} + \overline{Z_X} \Rightarrow \overline{Z_X} = \overline{Z_{AB}} - \overline{Z_{AM}}$.

Suy ra $Z_X^2 = \sqrt{Z_{AB}^2 + Z_{AM}^2 - 2Z_{AB} \cdot Z_{AM} \cos \frac{\pi}{6}} = 100\Omega \Rightarrow \cos \varphi_x = \frac{R_X}{Z_X} = \frac{\sqrt{3}}{2}$. **Chọn A.**

Ví dụ 19: [Trích đề thi THPT QG năm 2017] Đặt điện áp xoay chiều có giá trị 100 V vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ bên thì dòng điện qua mạch có cường độ là $i = 2\sqrt{2} \cos \omega t$ (A). Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu AM, ở hai đầu MN và ở hai đầu NB lần lượt là 30V, 30V và 100V. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là:



- A. 200W B. 110W C. 220W D. 100W

Lời giải

Theo giả thiết bài toán ta có hệ:

$$\begin{cases} 100^2 = (30 + U_r)^2 + (U_L - 100)^2 \\ 30^2 = U_r^2 + U_L^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 90 + 3U_r - 10U_L = 0 \\ 30^2 = U_r^2 + (9 + 0,3U_r)^2 \end{cases}$$

Giải phương trình hoặc dùng SHIFT-CALC ta được: $U_r = 25V \Rightarrow P = U_{R+r} I = 110W$. **Chọn B,**

Ví dụ 20: [Trích đề thi thử Chuyên KHTN 2017] Nếu người ta đặt một điện áp xoay chiều có biểu thức $u_1 = U\sqrt{2} \cos \omega t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm tụ điện và điện trở thuần mắc nối tiếp thì công suất tiêu

thụ trong mạch là $P = P_1$ và hệ số công suất là 0,5. Nếu người ta đặt điện áp xoay chiều khác có biểu thức $u_2 = U\sqrt{2} \cos \sqrt{3}\omega t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch trên thì công suất tiêu thụ của mạch là $P = P_2$. Hệ thức liên hệ giữa P_1 và P_2 .

A. $P_1 = \frac{P_2}{2}$.

B. $P_1 = \sqrt{3}P_2$.

C. $P_1 = 3P_2$

D. $\sqrt{3}P_1 = P_2$.

Lời giải

$$\text{Công suất tiêu thụ trên mạch lúc đầu} \begin{cases} P_1 = \frac{RU^2}{R^2 + Z_C^2} \\ \cos \varphi_1 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = 0,5 \end{cases}$$

Chuẩn hóa $R = 1 \Rightarrow Z_C = \sqrt{3} \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{4}$.

Khi $\omega' = \sqrt{3}\omega \Rightarrow Z'_C = \frac{Z_C}{\sqrt{3}} = 1 \Rightarrow P_2 = \frac{U^2 R}{R^2 + Z'^2_C} = \frac{U^2}{2} = 2P_1$. **Chọn A.**

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần mắc nối tiếp với một tụ điện. Biết hệ số công suất của đoạn mạch là 0,5. Tỉ số giữa dung kháng và điện trở R là

A. $\sqrt{2}$.

B. $\sqrt{3}$.

C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

D. $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Câu 2: Một điện áp xoay chiều được đặt vào hai đầu điện trở thuần. Giữ nguyên giá trị hiệu dụng, thay đổi tần số của điện áp. Công suất toả nhiệt trên điện trở

A. tỉ lệ thuận với bình phương của tần số.

B. tỉ lệ thuận với tần số.

C. tỉ lệ nghịch với tần số.

D. không phụ thuộc vào tần số.

Câu 3: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp với cảm kháng lớn hơn dung kháng. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng và tần số luôn không đổi. Nếu cho C giảm thì công suất tiêu thụ của đoạn mạch sẽ

A. tăng đến một giá trị cực đại rồi lại giảm.

B. luôn giảm.

C. không thay đổi.

D. luôn tăng.

Câu 4: Một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 50\Omega$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi}$ (H) mắc nối

tiếp. Mắc đoạn mạch này vào nguồn xoay chiều có giá trị hiệu dụng bằng $100\sqrt{2}$ V và tần số 50Hz. Tổng trở và công suất tiêu thụ của mạch đã cho lần lượt là

A. $Z = 100\Omega$, $P = 100$ W.

B. $Z = 100\Omega$, $P = 200$ W.

C. $Z = 50\sqrt{2}\Omega$, $P = 100$ W.

D. $Z = 50\sqrt{2}\Omega$, $P = 200$ W.

Câu 5: Cho đoạn mạch có điện trở R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C mắc nối tiếp. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu các phần tử trên lần lượt là 40V, 80V, 50V. Hệ số công suất của đoạn mạch

A. 0,8.

B. 0,6.

C. 0,25.

D. 0,71.

Câu 6: Đoạn mạch điện gồm cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện. Độ lệch pha giữa điện áp giữa hai đầu cuộn dây U_d và dòng điện $\pi/3$. Gọi điện áp giữa hai đầu tụ điện là U_C , ta có $U_C = \sqrt{3}U_d$. Hệ số công suất của mạch điện là

A. $\cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

B. $\cos \varphi = 0,5$.

C. $\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

D. $\cos \varphi = \frac{1}{4}$.

Câu 7: Đoạn mạch điện nào sau đây có hệ số công suất lớn nhất?

A. Điện trở thuần R_1 nối tiếp với điện trở thuần R_2 .

B. Điện trở thuần R nối tiếp với cuộn cảm L .

C. Điện trở thuần R nối tiếp với tụ điện C .

D. Cuộn cảm L nối tiếp với tụ điện C .

Câu 8: Đoạn mạch điện nào sau đây có hệ số công suất nhỏ nhất?

A. Điện trở thuần R_1 nối tiếp với điện trở thuần R_2 .

B. Điện trở thuần R nối tiếp với tụ điện L .

C. Điện trở thuần R nối tiếp với tụ điện C .

D. Cuộn cảm L nối tiếp với tụ điện C .

Câu 9: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp đang có tính cảm kháng, khi tăng tần số của dòng điện xoay chiều thì hệ số công suất của mạch

A. không thay đổi

B. tăng

C. giảm

D. bằng 1.

Câu 10: Một dòng điện xoay chiều chạy qua điện trở $R = 10\Omega$, nhiệt lượng tỏa ra trong 30 phút là 900kJ. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là

A. $I_0 = 0,22 \text{ A}$.

B. $I_0 = 0,32 \text{ A}$.

C. $I_0 = 7,07 \text{ A}$.

D. $I_0 = 10,0 \text{ A}$.

Câu 11: Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp thì biểu thức nào sau đây sai?

A. $\cos \varphi = 1$.

B. $Z_L = Z_C$.

C. $U_L = U_R$.

D. $U = U_R$.

Câu 12: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U không đổi nhưng tần số f thay đổi vào hai đầu một đoạn mạch RLC nối tiếp. Công suất tỏa nhiệt trên điện trở

A. tỉ lệ với U .

B. tỉ lệ với L .

C. tỉ lệ với R .

D. phụ thuộc f .

Câu 13: Mạch điện xoay chiều gồm điện trở $R = 100\Omega$, cuộn dây thuần cảm có cảm kháng bằng 100Ω , tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ (F)}$ mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều

$u = 200\cos(100\pi t) \text{ V}$. Công suất tiêu thụ năng lượng của đoạn mạch là:

A. $P = 200 \text{ W}$.

B. $P = 400 \text{ W}$.

C. $P = 100 \text{ W}$.

D. $P = 50 \text{ W}$.

Câu 14: Một mạch điện xoay chiều không phân nhánh, gồm: $R = 100\sqrt{3}\Omega$, tụ điện có điện dung $C = 31,8(\mu F)$, mắc vào điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ V. Công suất tiêu thụ năng lượng điện của đoạn mạch là

- A. $P = 43,0$ W. B. $P = 57,67$ W. C. $P = 12,357$ W. D. $P = 100$ W.

Câu 15: Cho đoạn mạch RC có $R = 15\Omega$. Khi cho dòng điện xoay chiều $i = I_0 \cos(100\pi t)$ A qua mạch thì điện áp hiệu dụng hai đầu mạch AB là $U_{AB} = 50V$, $U_C = \frac{4}{3}U_R$. Công suất của mạch điện là:

- A. 60W. B. 80W. C. 100W. D. 120W.

Câu 16: Cho mạch xoay chiều R, L, C không phân nhánh có $R = 50\sqrt{2}\Omega$, $U = U_{RL} = 100\sqrt{2}V$, $U_C = 200V$. Công suất tiêu thụ của mạch là:

- A. $P = 100\sqrt{2}W$. B. $P = 200\sqrt{2}W$. C. 200W. D. 100W.

Câu 17: Đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh một điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos(\omega t)$ V. Ký hiệu U_R, U_L, U_C tương ứng là điện áp hiệu dụng ở hai đầu điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) L và tụ điện C. Nếu $U_R = 0,5U_L = U_C$ thì hệ số công suất của mạch là

- A. $\frac{1}{\sqrt{3}}$. B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$. D. $\frac{1}{2}$.

Câu 18: Đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh một điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos(\omega t)$ V. Ký hiệu U_R, U_L, U_C tương ứng là điện áp hiệu dụng ở hai đầu điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) L và tụ điện C. Khi $\frac{2\sqrt{3}}{3}U_R = 2U_L = U_C$ thì hệ số công suất của mạch là

- A. $\frac{1}{\sqrt{3}}$. B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$. D. $\frac{1}{2}$.

Câu 19: Giữa hai đầu điện trở nếu có điện áp 1 chiều U thì công suất tỏa nhiệt là P, nếu có điện áp xoay chiều biên độ 2U thì công suất tỏa nhiệt là P'. So sánh P với P' ta thấy

- A. $P = P'$. B. $P' = P/2$. C. $P' = 2P$. D. $P' = 4P$.

Câu 20: Cho mạch R, L, C với $R = Z_L = Z_C$, mạch có công suất là P_1 . Tăng R lên 2 lần, $Z_L = Z_C$ thì mạch có công suất là P_2 . So sánh P_1 với P_2 ta thấy

- A. $P_1 = P_2$. B. $P_2 = 2P_1$. C. $P_2 = 0,5P_1$. D. $P_2 = \sqrt{2}P_1$.

Câu 21: Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp có $R = 50\sqrt{3}\Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ (F).. Biết tần số

dòng điện là 50Hz, để hệ số công suất của đoạn mạch điện là $\frac{\sqrt{3}}{2}$ thì hệ số tự cảm của cuộn dây có giá trị bằng bao nhiêu, biết mạch có tính cảm kháng?

A. $L = \frac{1}{\pi}(H).$

B. $L = \frac{1}{2\pi} (H).$

C. $L = \frac{2}{\pi}(H).$

D. $L = \frac{3}{2\pi} (H).$

Câu 22: Đặt điện áp $u = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ (V)}$ vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh với C, R có độ lớn không đổi và $L = \frac{2}{\pi} \text{ (H)}$. Khi đó điện áp hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R, L, C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 50W

B. 100W

C. 200W

D. 350W

Câu 23: Đoạn mạch xoay chiều AB có điện trở R_1 mắc nối tiếp với đoạn mạch R_2C , điện áp hiệu dụng hai đầu R_1 và hai đầu đoạn mạch R_2C có cùng giá trị, nhưng lệch pha nhau $\pi/3$. Nếu mắc nối tiếp thêm cuộn dây thuần cảm $\cos \varphi = 1$ và công suất tiêu thụ là 200 W. Nếu không có cuộn dây thì công suất tiêu thụ của mạch là bao nhiêu?

A. 160W

B. 173.2W

C. 150W

D. 141.42W

Câu 24: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần $L = \frac{1}{\pi}$ (H). Đoạn MB là tụ điện có điện dung C. Biểu

thức điện áp trên đoạn mạch AM và MB lần lượt là $u_{AM} = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{V}$

và $u_{\text{MB}} = 200 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{V}$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

C. 0.5.

D. 0.75.

Câu 25: Cho đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM nối tiếp MB. Đoạn mạch AM gồm điện trở R nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB có cuộn cảm có độ tự cảm L và điện trở r. Đặt vào AB một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)V$. Biết $R = r = \sqrt{\frac{L}{C}}$; $U_{AM} = 2U_{MB}$. Hệ số công suất của đoạn mạch có giá trị là

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

C. $\frac{3}{5}$.

D. $\frac{4}{5}$.

Câu 26: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)V$ vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Khi nối tắt tụ C thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở R tăng 2 lần và dòng điện trong hai trường hợp vuông pha nhau. Hệ số công suất của đoạn mạch lúc sau bằng

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

C. $\frac{1}{\sqrt{5}}$.

D. $\frac{2}{\sqrt{5}}$.

Câu 27: Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện xoay chiều gồm một cuộn dây và một tụ điện mắc nối tiếp với điện áp $u = 100\sqrt{6} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)V$. Điện áp giữa hai đầu cuộn dây và hai bản tụ có giá trị lần lượt là 100V và 200V. Biểu thức điện áp giữa hai đầu cuộn dây là:

- A. $u_d = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)V$.
 B. $u_d = 200 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)V$.
 C. $u_d = 200\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)V$.
 D. $u_d = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)V$.

Câu 28: Đoạn mạch xoay chiều gồm một cuộn dây có cảm kháng Z_L mắc nối tiếp với điện trở thuần R . Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn dây, hai đầu điện trở R , hai đầu đoạn mạch tương ứng là U_1, U_R, U . Điện áp hai đầu cuộn dây lệch pha $\pi/3$ so với điện áp hai đầu điện trở R và $U_1 = U_R$. Gọi công suất mạch là P . Kết luận nào sau đây sai?

- A. $P = \frac{U^2}{2R}$.
 B. $U = \sqrt{3}U_R$.
 C. $\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$.
 D. $Z_L = \sqrt{3}R$.

Câu 29: Cho mạch điện RLC. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t)V$; $R^2 = \frac{L}{C}$.

Cho biết điện áp hiệu dụng $U_{RL} = \frac{1}{2} U_{RC}$. Hệ số công suất của đoạn mạch có giá trị là

- A. $\frac{\sqrt{13}}{4}$.
 B. $\frac{2}{\sqrt{13}}$.
 C. $\sqrt{\frac{3}{13}}$.
 D. $\frac{3}{\sqrt{13}}$.

Câu 30: Một mạch điện xoay chiều gồm AM nối tiếp MB. Biết AM gồm điện trở thuần R_1 , tụ điện C_1 , cuộn dây thuần cảm L_1 mắc nối tiếp. Đoạn MB có hộp X, biết trong hộp X cũng có các phần tử là điện trở thuần, cuộn cảm, tụ điện mắc nối tiếp nhau. Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu mạch AB có tần số 50Hz và giá trị hiệu dụng là 200V thì thấy dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng $\sqrt{3}A$. Biết $R_1 = 50\Omega$ và nếu ở thời điểm t (s), và $u_{AB} = 200V$ đang tăng thì ở thời điểm $\left(t + \frac{1}{300}\right)s$ dòng điện $i = \sqrt{3}A$ và đang giảm.

Công suất của đoạn mạch MB là

- A. 300W
 B. 120W
 C. 200W
 D. 150W

Câu 31: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos \omega t(V)$ vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Khi nối tắt tụ C thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở R tăng 2 lần và dòng điện trong hai trường hợp vuông pha nhau. Hệ số công suất của đoạn mạch lúc trước là

- A. $\frac{2}{\sqrt{5}}$.
 B. $\frac{2}{\sqrt{3}}$.
 C. $\frac{1}{\sqrt{5}}$.
 D. $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Câu 32: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R_1 = 50\Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} \text{F}$, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc với cuộn thuần cảm. 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 $u_{AM} = 80 \cos(100\pi t) \text{V}$ và $u_{MB} = 100 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{V}$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

- A. 0,84. B. 0,96. C. 0,86. D. 0,99.

Câu 33: Một mạch điện xoay chiều gồm AM nối tiếp MB. Biết AM gồm điện trở thuần R_1 , tụ điện C_1 , cuộn dây thuần cảm L_1 mắc nối tiếp. Đoạn MB có hộp X, biết trong hộp X cũng có các phần tử là điện trở thuần, cuộn cảm, tụ điện mắc nối tiếp nhau. Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu mạch AB có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng là 200 V thì thấy dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng 2A. Biết $R_1 = 20\Omega$ và nếu ở thời điểm $t(\text{s})$, $u_{AB} = 200\sqrt{2} \text{V}$ thì ở thời điểm $\left(t + \frac{1}{600}\right) \text{s}$ dòng điện $i = 0$ và đang giảm. Công suất của đoạn mạch MB là

- A. 266,4 W. B. 120 W. C. 320 W. D. 400 W.