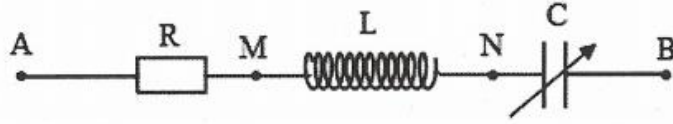


## CHỦ ĐỀ 8: MẠCH RCL CÓ C THAY ĐỔI

### I. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI.

**Dạng 1. Mạch R-L-C có L thay đổi (các đại lượng khác không đổi).**

**Xét bài toán:** Cho mạch điện R – L – C mắc nối tiếp cuộn dây thuần cảm có C thay đổi (các đại lượng khác không đổi). Tìm C để.



a)  $I_{\max}, U_{R\max}, U_{L\max}, P_{\max}$ .

b)  $U_{C\max}$ .

c)  $U_{RC\max}$ .

**HD giải:**

a) Ta có  $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \leq \frac{U}{R}$ .

Dấu bằng xảy ra khi  $Z_L = Z_C \Leftrightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} \Rightarrow I_{\max} = \frac{U}{R}$ .

Khi đó:  $U_{R\max} = I_{\max} R = U, U_{L\max} = Z_L \cdot I_{\max} = Z_L \cdot \frac{U}{R}, P_{\max} = R I_{\max}^2 = R \cdot \frac{U^2}{R^2} = \frac{U^2}{R}$ .

b) **Cách 1:** Ta có:  $U_C = \frac{Z_C \cdot U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1}}$ .

Đặt  $x = \frac{1}{Z_C}$  suy ra  $\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1 = (R^2 + Z_L^2)x^2 - 2Z_L \cdot x + 1 = f(x)$ .

Do  $f(x)$  có  $a = R^2 + Z_L^2 > 0$  nên  $\min f(x) = f\left(\frac{-b}{2a}\right) = f\left(\frac{Z_L}{R^2 + Z_L^2}\right) = \frac{-\Delta}{4a} = \frac{R^2}{R^2 + Z_L^2}$ .

Vậy,  $U_{C\max} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \\ U_{C\max} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} \end{cases}$ .

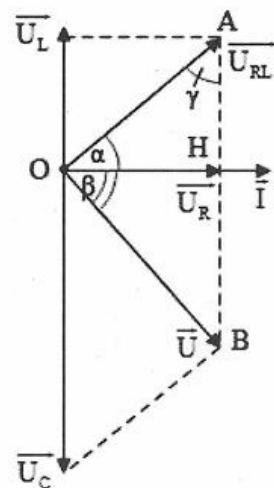
## Cách 2: Sử dụng giản đồ vecto.

Ta có:  $\cos \alpha = \frac{U_R}{U_{RL}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}.$

Áp dụng định lý hàm sin trong  $\Delta OAB$  ta có:

$$\frac{U_C}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{U}{\sin \gamma} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}.$$

Suy ra  $U_C = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \cdot \sin(\alpha + \beta) \leq \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}.$



Dấu bằng xảy ra  $\Leftrightarrow \alpha + \beta = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U_{RL}}.$

Áp dụng hệ thức lượng trong tam giác vuông.

Ta có:  $OA^2 = AB \cdot HA \Rightarrow U_L \cdot U_C = U_R^2 + U_L^2$

$$\Rightarrow Z_L \cdot Z_C = R^2 + Z_L^2.$$

Vậy  $U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2}$  khi  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}.$

**Chú ý:** Khi  $U_{C_{\max}}$  ta có:  $\vec{U} \perp \vec{U_{RL}}$  nên trong tam giác OAB vuông tại O có đường cao OH ta có:

+) Định lý Pytago:  $U^2 + U_{RL}^2 = U_C^2.$

+)  $\frac{1}{h^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \Rightarrow \frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{U^2} + \frac{1}{U_{RL}^2}.$

+)  $OB^2 = AB \cdot HB \Rightarrow U^2 = U_C \cdot (U_C - U_L).$

+)  $OH \cdot AB = OA \cdot OB = U_R \cdot U_C = U_{RL} \cdot U = 2S_{OAB}.$

## Cách 3: Sử dụng phép biến đổi lượng giác:

Ta có:  $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_C = Z_L - R \tan \varphi.$

Khi đó  $U_C = I \cdot Z_C = \frac{U}{Z} \cdot Z_C = \frac{U}{R} (Z_L - R \tan \varphi)$

$$= \frac{U}{R} (Z_L \cos \varphi - R \sin \varphi) \leq \frac{U}{R} \sqrt{Z_L^2 + R^2} \text{ (bất đẳng thức } a \sin x + b \cos x \leq \sqrt{a^2 + b^2} \text{)}.$$

c) Ta có:  $U_{RC} = \frac{Z_{RC} \cdot U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U \sqrt{R^2 + Z_C^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{Z_L^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_C^2}}}.$

Ta khảo sát hàm số  $y = 1 + \frac{Z_L^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_C^2}$ . Khảo sát và tìm GTNN của y ta được:

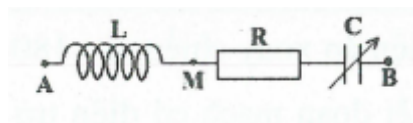
$$U_{RC \max} \rightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} \\ U_{RC \max} = \frac{U}{R} \cdot Z_C = \frac{U}{R} \cdot \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} \end{cases}$$

$$Z_C = 0 \Leftrightarrow U_{RC} = U_{RC \min} = \frac{U \cdot R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \text{ và } Z_C \rightarrow +\infty \Rightarrow U_{RC} = U.$$

**Ví dụ minh họa 1:** Mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm  $L = 0,318H$ ,  $R = 100\Omega$ , tụ C có giá trị thay đổi.

Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có biểu thức

$$u = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t (V).$$



- Tìm C để điện áp giữa hai đầu bản tụ đạt giá trị cực đại, tính giá trị cực đại đó.
- Tìm C để điện áp giữa hai đầu MB đạt cực đại, tính giá trị cực đại đó.

**HD giải**

a) Ta có:  $Z_L = L\omega = 100\Omega$ .

$$C \text{ thay đổi để } U_{C \max} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = 200\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{\pi} F \\ U_{C \max} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{200}{100} \cdot 100\sqrt{2} = 200\sqrt{2} V \end{cases}$$

$$b) U_{RC \max} \rightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} = 50(1 + \sqrt{5}) = 162\Omega \\ U_{RC \max} = \frac{U}{R} \cdot Z_C = \frac{U}{R} \cdot \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} = 324V \end{cases}$$

## II. VÍ DỤ MINH HỌA DẠNG 1.

**Ví dụ 1:** Mạch xoay chiều AB gồm hai đoạn mạch AM (chứa cuộn cảm thuần  $L = \frac{2}{\pi}(H)$  nối tiếp với điện trở  $R = 100\Omega$  và MB (chứa tụ có C biến đổi được). Đặt vào hai đầu mạch hđt  $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$ . Xác định C để hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu mạch MB cực đại:

$$\text{A. } C = \frac{10^{-4}}{2\pi} F. \quad \text{B. } C = \frac{10^{-4}}{2,5\pi} F. \quad \text{C. } C = \frac{10^{-3}}{2\pi} F. \quad \text{D. } C = \frac{10^{-3}}{2,5\pi} F.$$

**Lời giải**

Ta có:  $Z_L = 200\Omega$ .

$$C \text{ thay đổi để } U_{C_{\max}} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = 250\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{10^{-4}}{2,5\pi} \\ U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} \end{cases} \cdot \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 2:** [Trích đề thi đại học năm 2011]. Đặt điện áp xoay chiều  $u = U\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$  ( $U$  không đổi,  $t$  tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần  $R$ , cuộn cảm thuần có độ tự cảm  $\frac{1}{5\pi} (H)$  và tụ điện có điện dung  $C$  thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng  $U\sqrt{3}$ . Điện trở  $R$  bằng:

- A.  $20\sqrt{2}\Omega$                       B.  $10\sqrt{2}\Omega$                       C.  $10\Omega$                       D.  $20\Omega$

*Lời giải*

Ta có:  $Z_L = 20\Omega$ .

$$C \text{ thay đổi để } U_{C_{\max}} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \\ U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow U\sqrt{3} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} \end{cases}.$$

$$\Rightarrow R\sqrt{3} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Leftrightarrow 2R^2 = Z_L^2 \Rightarrow R = 10\sqrt{2}\Omega. \text{ Chọn B.}$$

**Ví dụ 3:** Đặt điện áp xoay chiều  $u = 180\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$  vào hai đầu một đoạn mạch RLC không phân nhánh. Biết đoạn mạch có điện trở  $R = 60\Omega$ , cuộn cảm thuần có độ tự cảm  $L = 4/5\pi (H)$ . Khi cho điện dung của tụ điện tăng dần từ 0 thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện sẽ có một giá trị cực đại bằng:

- A. 240 V.                      B. 200 V.                      C. 300 V.                      D.  $200\sqrt{2}$  V.

*Lời giải*

Ta có:  $Z_L = 80\Omega$ .

$$C \text{ thay đổi để } U_{C_{\max}} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \\ U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{180}{60} \sqrt{60^2 + 80^2} = 300V \end{cases} \cdot \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 4:** Mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có  $L = 0,4/\pi (H)$  mắc nối tiếp với tụ điện  $C$ . Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp  $u = U\sqrt{2} \cos \omega t (V)$ . Khi  $C = C_1 = 2 \cdot 10^{-4} / \pi (F)$  thì  $U_{C_{\max}} = 100\sqrt{5} (V)$ . Khi  $C = 2,5C_1$  thì cường độ dòng điện trễ pha  $\pi/4$  so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Giá trị của  $U$  là:

- A. 50 V.                      B. 100 V.                      C.  $100\sqrt{2}$  V.                      D.  $50\sqrt{5}$  V.

*Lời giải*

Ta có C thay đổi để  $U_{C_{\max}} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} (1) \\ U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} \end{cases}$ .

Khi  $C = 2,5C_1 \Rightarrow Z_{C_2} = 0,4Z_{C_1}$  ta có:  $\frac{Z_L - 0,4Z_{C_1}}{R} = \tan \frac{\pi}{4} = 1 \Rightarrow Z_{C_1} = 2,5(Z_L - R)$ .

Thế vào (1) ta được  $2,5(Z_L - R)Z_L = R^2 + Z_L^2 \Leftrightarrow 1,5Z_L^2 - 2,5RZ_L - R^2 = 0 \Leftrightarrow Z_L = 2R$ .

Do đó  $Z_{C_1} = 2,5 \cdot \left( Z_L - \frac{Z_L}{2} \right) \Rightarrow Z_{C_1} = \frac{5}{4}Z_L \Leftrightarrow \frac{1}{C_1\omega} = \frac{5}{4}L\omega \Rightarrow \omega = 100\pi \text{ (rad/s)}$ .

Suy ra  $\begin{cases} Z_L = 40\Omega \\ R = 20\Omega \end{cases} \Rightarrow U = \frac{U_{C_{\max}} \cdot R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = 100V$ . **Chọn B.**

**Ví dụ 5:** Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, tụ điện C thay đổi được, cuộn dây có độ tự cảm  $L = \frac{2}{\pi} \text{ (H)}$  và điện trở thuần  $r = 30\Omega$  mắc nối tiếp. Đặt vào hai đoạn mạch điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng  $U = 60 \text{ V}$  và tần số  $f = 50 \text{ Hz}$ . Điều chỉnh C đến giá trị  $C_1$  thì công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại và bằng  $30 \text{ W}$ . Tính R và  $C_1$ .

**A.**  $R = 90\Omega, C_1 = \frac{10^{-4}}{\pi} F$ .

**B.**  $R = 120\Omega, C_1 = \frac{10^{-4}}{\pi} F$ .

**C.**  $R = 120\Omega, C_1 = \frac{10^{-4}}{2\pi} F$ .

**D.**  $R = 90\Omega, C_1 = \frac{10^{-4}}{2\pi} F$ .

**Lời giải**

Khi C thay đổi:  $P = R_m I^2 = R_m \frac{U^2}{R_m^2 + (Z_L - Z_C)^2} \leq \frac{R_m U^2}{R_m^2} = \frac{U^2}{R_m}$ .

Khi đó  $P_{\max} = \frac{U^2}{R_m} = 30 \Rightarrow R_m = 120\Omega \Rightarrow R = R_m - r = 90\Omega$ .

Ta có:  $C_1 = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{10^{-4}}{2\pi} F$ . **Chọn D.**

**Ví dụ 6: [Trích đề thi THPT QG năm 2017]** Đặt điện áp  $u = 80\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (V)}$  vào hai đầu đoạn mạch nối tiếp gồm điện trở  $20\sqrt{3}\Omega$ , cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung đến giá trị  $C = C_0$  để điện áp giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại và bằng  $160 \text{ V}$ . Giữ nguyên  $C = C_0$ , biểu thức cường độ dòng điện trong đoạn mạch là:

**A.**  $i = 2 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$ .

**B.**  $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (A)}$ .

$$\text{C. } i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right) (\text{A}).$$

$$\text{D. } i = 2 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right) (\text{A}).$$

**Lời giải**

Ta có:  $\cos \alpha = \frac{U_R}{U_{RL}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}.$

Áp dụng định lý hàm sin trong  $\triangle OAB$  ta có:

$$\frac{U_C}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{U}{\sin \gamma} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}.$$

Suy ra  $U_C = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \sin(\alpha + \beta) \leq \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}.$

Dấu bằng xảy ra  $\Leftrightarrow \alpha + \beta = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RL}.$

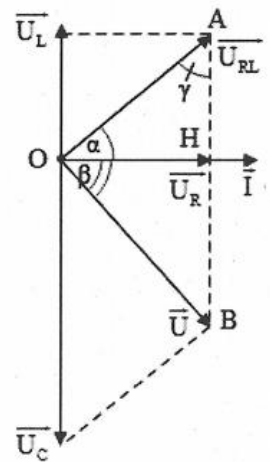
Ta có:  $U = OB = 80V, U_L = AB = 160V$

Suy ra  $OA = 80\sqrt{3} \Rightarrow OH = \frac{OA \cdot OB}{AB} = 40\sqrt{3} = U_R.$

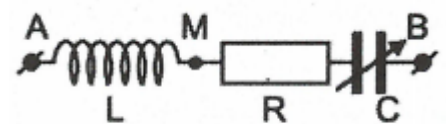
Do đó  $I = 2A$

Mặt khác  $\cos \beta = \frac{U_R}{U} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{6} \Rightarrow i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right).$

**Chọn C.**



**Ví dụ 7: [Trích đề thi Đại học năm 2014]** Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V và tần số không thay đổi vào hai đầu đoạn mạch AB (hình vẽ). Cuộn cảm thuần có độ tự cảm L xác định;  $R = 200\Omega$ ; tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu là  $U_1$  và giá trị cực đại là



$U_2 = 400V$ . Giá trị  $U_1$  là :

**A. 80 V.**

**B. 173 V.**

**C. 200 V.**

**D. 111 V.**

**Lời giải**

Điều chỉnh L để  $U_{RC \max}$ .

Khi đó ta có:  $U_{RC \max} \rightarrow \begin{cases} Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} \\ U_{RC \max} = \frac{U}{R} \cdot Z_C = \frac{U}{R} \cdot \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2} \end{cases}$

$$\text{Suy ra: } \Rightarrow 400 = \frac{200}{200} \cdot \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4 \cdot 200^2}}{2} \xrightarrow{\text{SHIFT-CALC}} Z_L = 300\Omega.$$

$$\text{Mặt khác: } U_{RC} = \frac{U \cdot \sqrt{R^2 + Z_C^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \text{ cực tiểu khi } Z_C = 0.$$

$$\text{Khi đó } U_1 = U_{RC \min} = \frac{U \cdot R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = 11 \text{ V. Chọn D.}$$

**Ví dụ 8: [Trích đề thi THPT Giai Viễn – Lâm Đồng]** Đặt một điện áp xoay chiều  $u = U_o \cos \omega t (V)$  vào hai đầu đoạn mạch AB theo thứ tự gồm điện trở  $R = 90\Omega$ , cuộn dây không thuần cảm có điện trở  $r = 10\Omega$  và tụ điện có điện dung C thay đổi được. M là điểm nối giữa điện trở R và cuộn dây. Khi  $C = C_1$  thì điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu bằng  $U_1$ ; khi  $C = C_2 = \frac{C_1}{2}$  thì điện áp hiệu dụng trên tụ điện đạt giá trị cực đại bằng  $U_2$ . Tỉ số  $\frac{U_2}{U_1}$  bằng:

- A.  $9\sqrt{2}$ .                      B.  $\sqrt{2}$ .                      C.  $10\sqrt{2}$ .                      D.  $5\sqrt{2}$ .

*Lời giải*

$$\text{Ta có: } U_{MB} = \frac{U \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}}$$

$$\text{Để thấy } U_{MB} \text{ nhỏ nhất khi } Z_{C1} = Z_L \Rightarrow U_1 = \frac{U \cdot r}{R+r} = \frac{U}{10}.$$

$$\text{Khi } \begin{cases} C_2 = \frac{C_1}{2} \Rightarrow Z_{C2} = 2Z_{C1} = 2Z_L \\ Z_{C2} = \frac{(R+r)^2 + Z_L^2}{Z_L} \Rightarrow R+r = Z_L = 100\Omega \end{cases}, \text{ điện áp hai đầu tụ điện đạt cực đại}$$

$$U_2 = \frac{U}{R+r} \sqrt{(R+r)^2 + Z_L^2} = U\sqrt{2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 10\sqrt{2}. \text{ Chọn C.}$$

**Ví dụ 9: [Trích đề thi Sở Hà Tĩnh 2017]** Đặt áp xoay chiều  $u = U_o \cos \omega t (V)$  vào hai đầu đoạn mạch RLC trong đó tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh C đến giá trị để điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại, khi đó điện áp cực đại hai đầu điện trở là 78 V và có một thời điểm mà điện áp hai đầu tụ điện, cuộn cảm và điện trở có độ lớn lần lượt là 202,8 V, 30 V và  $u_R$ . Giá trị của  $u_R$  bằng:

- A. 30 V.                      B. 50 V.                      C. 40 V.                      D. 60 V.

*Lời giải*

Bài toán C thay đổi để  $U_{C_{\max}}$  thì  $\vec{U} \perp \vec{U}_{RL}$ .

Áp dụng hệ thức lượng trong tam giác vuông.

Ta có:  $OH^2 = HA.HB \Rightarrow U_{OR}^2 = U_{OL}(U_{OC} - U_{OL})$

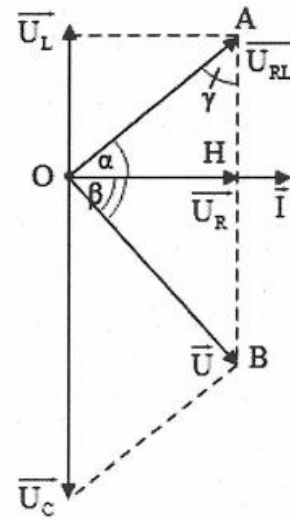
Mặt khác, ta để ý rằng, tại thời điểm t

$$\begin{cases} u_C = 202,8V \\ u_L = 30V \end{cases} \Rightarrow Z_C = \frac{202,8}{30} Z_L \Rightarrow U_{OC} = 6,76 U_{OL}$$

Thay vào phương trình hệ thức lượng ta tìm được

$U_{OL} = 32,5V$ . Với hai đại lượng vuông pha  $u_L$  và  $u_R$  ta

$$\text{luôn có: } \left( \frac{u_L}{U_{OL}} \right)^2 + \left( \frac{u_R}{U_{OR}} \right)^2 = 1 \Rightarrow u_R = 30V. \text{ Chọn A.}$$



**Ví dụ 10: [Trích đề thi Chuyên KHTN lần 2017]** Mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có  $L = \frac{0,4}{\pi} H$  mắc

nối tiếp với tụ C. Đặt vào hai đầu mạch hiệu điện thế  $u = U\sqrt{2}\cos\omega t(V)$ . Khi  $C = C_1 = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi} F$  thì

$U_C = U_{C_{\max}} = 100\sqrt{5}V$ , khi  $C = 2,5C_1$  thì cường độ dòng điện trễ pha  $\pi/4$  so với hiệu điện thế hai đầu mạch.

Giá trị của U là:

- A. 100 V.                      B. 150 V.                      C. 200 V.                      D. 500 V.

### Lời giải

Cảm kháng và dung kháng của mạch khi điện áp hai đầu tụ điện cực đại

$$\begin{cases} Z_L = 40\Omega \\ Z_{C0} = 50\Omega \end{cases}; U_{C_{\max}} = \frac{U}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2}.$$

Khi  $C = 2,5C_0 \Rightarrow Z_C = \frac{Z_{C0}}{2,5} = 20\Omega$  thì  $Z_L - Z_C = R \Rightarrow R = 20\Omega$

Thay các giá trị đã biết vào biểu thức điện áp cực đại ta thu được  $U = 100 V$ . **Chọn A.**

### Dạng 2: Bài toán hai giá trị $C_1; C_2$

**Trường hợp 1:** (Cộng hưởng).

+) Với hai giá trị  $C = C_1, C = C_2$  làm cho một trong các đại lượng  $I, P, U_R, U_L$  không đổi.

+) Với  $C = C_0 \rightarrow I_{\max}, P_{\max}, U_{L_{\max}}, U_{R_{\max}}$  (khi xảy ra cộng hưởng).

$$\text{Ta có: } Z_{C0} = \frac{1}{2}(Z_{C1} + Z_{C2}) \Leftrightarrow \frac{2}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

*Chứng minh:*

Xét hai giá trị  $C = C_1, C = C_2$  làm cho I không đổi.

$$\text{Khi đó: } I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2 = R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2$$



$$\Leftrightarrow |Z_L - Z_{C1}| = |Z_L - Z_{C2}| \Rightarrow Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L.$$

Khi  $C = C_0$  để  $I_{\max} \Rightarrow Z_{C0} = Z_L$  suy ra  $Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_{C0} \Rightarrow \frac{2}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$

Khi đó  $\frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2.$

### Trường hợp 2:

+) Với hai giá trị  $C = C_1, C = C_2$  làm cho một trong các đại lượng  $U_C$  không đổi.

+) Với  $C = C_0 \rightarrow U_{C\max}$  (khi  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{2Z_L}$ ).

*Chứng minh:*

Ta có:  $U_C = Z_C \cdot \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2}{Z_C^2} + \left(1 - \frac{Z_L}{Z_C}\right)^2}} = \frac{U^2}{\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1}}.$

Thành phần không đổi là:  $\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1 = k \left( k = \text{const} = \frac{U^2}{U_C^2} \right).$

Do đó  $\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1 - k = 0(*)$  (phương trình ẩn  $\frac{1}{Z_C}$ ).

Theo Viet cho (\*) ta có:  $\frac{1}{Z_{C1}} + \frac{1}{Z_{C2}} = \frac{-b}{a} = \frac{2Z_L}{R^2 + Z_L^2} = \frac{2}{Z_{C0}} \Leftrightarrow C_1 + C_2 = 2C_0.$

**Ví dụ minh họa:** Cho mạch điện RLC có C thay đổi, điện áp hai đầu đoạn mạch là

$$u = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t (V). \text{ Khi } C = C_1 = \frac{10^{-4}}{4\pi} (F) \text{ và } C = C_2 = \frac{10^{-4}}{2\pi} (F) \text{ thì mạch có cùng công suất}$$

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

a) Tính R và L.

b) Tính hệ số công suất của mạch ứng với các giá trị  $C_1, C_2$ .

### Lời giải

Từ giả thiết ta tính được  $Z_{C1} = 400\Omega, Z_{C2} = 200\Omega.$

a) Theo giả thiết ta có  $P = P_1 = P_2 \Rightarrow I_1^2 R = I_2^2 R \Rightarrow I_1 = I_2 \Leftrightarrow Z_1 = Z_2$

$$\Leftrightarrow Z_{L1} - Z_C = Z_{C2} - Z_L \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} = 300\Omega \Rightarrow L = \frac{3}{\pi} H$$

Với  $Z_L = 300\Omega, P_1 = 200W$  ta được  $\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \cdot R = 200 \Leftrightarrow \frac{200^2}{R^2 + 100^2} \cdot R = 200$

$$\Leftrightarrow R^2 - 200R + 100^2 = 0 \Leftrightarrow R = 100\Omega.$$

Vậy  $R = 100\Omega, L = \frac{3}{\pi} (H).$

b) Tính hệ số công suất ứng với các trường hợp của  $C_1$  và  $C_2$ .

$$* \text{ Khi } C = C_1 = \frac{10^{-4}}{4\pi} F \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\sqrt{2}\Omega \Rightarrow \cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$* \text{ Khi } C = C_2 = \frac{10^{-4}}{2\pi} F \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\sqrt{2}\Omega \Rightarrow \cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

### III. VÍ DỤ MINH HỌA DẠNG 2.

**Ví dụ 1: [Trích đề thi Đại học năm 2010].** Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, tần số 50 Hz 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. Điều chỉnh điện dung  $C$  đến giá trị  $10^{-4}/4\pi(F)$  hoặc  $10^{-4}/2\pi(F)$  thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của  $L$  bằng:

- A.  $1/2\pi(H)$ .                      B.  $2/\pi(H)$ .                      C.  $1/3\pi(H)$ .                      D.  $3/\pi(H)$ .

*Lời giải*

Khi  $P$  không đổi ta có:  $RI_1^2 = RI_2^2$

$$\Leftrightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2 = R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2$$

$$\Leftrightarrow |Z_L - Z_{C1}| = |Z_L - Z_{C2}| \Rightarrow Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L \Rightarrow Z_L = 30\Omega \Rightarrow L = \frac{3}{\pi}.$$

**Chọn D.**

**Ví dụ 2:** Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp với điện dung  $C$  thay đổi được. Đặt vào đoạn mạch một điện áp xoay chiều  $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$ . Điều chỉnh  $C$  đến giá trị  $C = C_1 = \frac{10^{-4}}{\pi} F$  hay  $C = C_2 = \frac{10^{-4}}{3\pi} F$  thì mạch tiêu thụ cùng công suất nhưng cường độ dòng điện trong mạch tương ứng lệch pha nhau  $2\pi/3(rad)$ . Điện trở thuần  $R$  bằng:

- A.  $\frac{100}{\sqrt{3}}\Omega$ .                      B.  $100\Omega$ .                      C.  $100\sqrt{3}\Omega$ .                      D.  $\frac{200}{\sqrt{3}}\Omega$ .

*Lời giải*

Hai giá trị của  $Z_C$  cho cùng công suất tiêu thụ:

$$Z_1 = Z_2 \Rightarrow \begin{cases} Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L \Rightarrow Z_L = 200\Omega \\ |\varphi_1| = |\varphi_2| = \frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$\text{Ta có: } \tan \frac{\pi}{3} = \frac{Z_L - Z_{C1}}{R} \Leftrightarrow \sqrt{3} = \frac{200 - 100}{R} \Leftrightarrow R = \frac{100}{\sqrt{3}}\Omega. \text{ Chọn A.}$$

**Ví dụ 3: [Trích đề thi THPT QG năm 2015]** Đặt điện áp  $u = 400 \cos 100\pi t (V)$  vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm  $L$ , điện trở  $R$  và tụ điện có điện dung  $C$  thay đổi được. Khi  $C = C_1 = \frac{10^{-3}}{8\pi} F$  hoặc  $C = \frac{2}{3}C_1$  thì công suất của đoạn mạch có cùng giá trị. Khi  $C = C_2 = \frac{10^{-3}}{15\pi}$  hoặc

$C = 0,5C_2$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có cùng giá trị. Khi nối một ampe kế xoay chiều (lí tưởng) với hai đầu tụ điện thì số chỉ của ampe kế là

- A. 2,8 A.                      B. 1,4 A.                      C. 2,0 A.                      D. 1,0 A.

**Lời giải**

Khi  $C = C_1 = \frac{10^{-3}}{8\pi} F$  hoặc  $C = \frac{2}{3}C_1$  thì công suất của đoạn mạch có cùng giá trị. Suy ra

$$Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_{C0} = 2Z_L \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} = 100\Omega$$

Khi  $C = C_2 = \frac{10^{-3}}{15\pi}$  hoặc  $C = 0,5C_2$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có cùng giá trị nên

$$\frac{1}{Z_{C1}} + \frac{1}{Z_{C2}} = \frac{2Z_L}{R^2 + Z_L^2} = \frac{200}{R^2 + 100^2} = \frac{1}{100} \Rightarrow R = 100\Omega$$

Khi nối một ampe kế xoay chiều (lí tưởng) với hai đầu tụ điện thì mạch chỉ còn R và L. Cường độ hiệu

dụng (cũng chính là số chỉ của Ampe kế) trong mạch lúc này là:  $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = 2(A)$ . **Chọn C.**

**Ví dụ 4:** Đặt điện áp  $u = 90\sqrt{10}\cos\omega t(V)$  ( $\omega$  không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp theo thứ tự R, tụ C (thay đổi được), cuộn cảm thuần L. Khi  $Z_C = Z_{C1}$  hoặc  $Z_C = Z_{C2}$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có cùng giá trị  $U_C = 270V$ . Biết  $3Z_{C2} - Z_{C1} = 150\Omega$  và tổng trở của đoạn mạch R, L trong hai trường hợp đều là  $100\sqrt{2}\Omega$ . Để điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại thì dung kháng của tụ điện **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- A.  $200\Omega$                       B.  $180\Omega$                       C.  $175\Omega$                       D.  $105\Omega$

**Lời giải**

Với hai giá trị của dung kháng cho cùng điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện, ta luôn có:

$$\begin{cases} \frac{1}{Z_{C1}} + \frac{1}{Z_{C2}} = \frac{2Z_L}{R^2 + Z_L^2} = \frac{2}{Z_{C0}} \\ \frac{1}{Z_{C1}} \cdot \frac{1}{Z_{C2}} = \frac{1-k}{R^2 + Z_L^2} = \frac{1 - \frac{U^2}{U_C^2}}{R^2 + Z_L^2} = \frac{4}{9 \cdot Z_{RL}^2} = \frac{4}{9 \cdot (100\sqrt{2})^2} = \frac{1}{45000} \end{cases} (2)$$

Kết hợp (2) với  $3Z_{C2} - Z_{C1} = 150\Omega$  suy ra  $\begin{cases} Z_{C1} = 300\Omega \\ Z_{C2} = 150\Omega \end{cases} \Rightarrow Z_{L0} = 200\Omega$ . **Chọn A.**

**Ví dụ 5: [Trích đề thi THPT QG năm 2016]** Đặt điện áp  $u = U_0 \cos\omega t$  (với  $U_0$  và  $\omega$  không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm: điện trở, cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi  $C = C_0$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại và công suất của đoạn mạch bằng 50% công suất của đoạn mạch khi có cộng hưởng. Khi  $C = C_1$  thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng

là  $U_1$  và trễ pha  $\varphi_1$  so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Khi  $C = C_2$  thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng là  $U_2$  và trễ pha  $\varphi_2$  so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Biết  $U_2 = U_1; \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\pi}{3}$ . Giá trị của  $\varphi_1$  là:

A.  $\frac{\pi}{4}$

B.  $\frac{\pi}{12}$

C.  $\frac{\pi}{9}$

D.  $\frac{\pi}{6}$

**Lời giải**

$$\text{Do } P = \frac{1}{2} P_{\max} \Rightarrow I^2 = \frac{1}{2} I_{\max}^2 \Leftrightarrow \frac{I}{I_{\max}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C0})^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

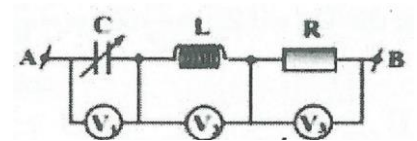
$$\text{Khi } C = C_0 \text{ thì } U_{C_{\max}} \text{ nên ta có: } \begin{cases} Z_{C0} = \frac{Z_L^2 + R^2}{Z_L} \\ \cos \varphi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow |\varphi_0| = \frac{\pi}{4} \end{cases}.$$

$$\text{Vì } U_1 = U_2 \text{ nên ta có: } \frac{1}{Z_{C1}} + \frac{1}{Z_{C2}} = \frac{2Z_L}{R^2 + Z_L^2} = \frac{2}{Z_{C0}} \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = 2|\varphi_0| = \frac{\pi}{2}.$$

Mặt khác  $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\pi}{3}$  nên  $\varphi_1 = \frac{\pi}{12}$ . **Chọn B.**

**Ví dụ 6: [Trích đề thi THPT QG năm 2017].** Đặt điện áp xoay chiều  $u = 100\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$  (V)

(t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở  $100\Omega$ , cuộn cảm thuần có độ tự cảm  $\frac{1}{\pi} H$  và tụ điện C có điện dung thay đổi được (hình vẽ).  $V_1, V_2$



và  $V_3$  là các vôn kế xoay chiều có điện trở rất lớn. Điều chỉnh C để tổng số chỉ của ba vôn kế có giá trị cực đại, giá trị cực đại này là:

A. 248 V.

B. 284 V.

C. 361 V.

D. 316 V.

**Lời giải**

Đặt  $Z_C = x$ . Ta có:  $Z_L = L\omega = 100\Omega$ .

$$\text{Tổng số chỉ của ba vôn kế là } f(x) = U_R + U_L + U_C = (200 + x) \cdot \frac{100}{\sqrt{100^2 + (100 - x)^2}}$$

$$f^2(x) = 100^2 \cdot \frac{(200 + x)^2}{100^2 + (100 - x)^2} = 100^2 y \Rightarrow y' = 0$$

$$\Leftrightarrow 2(200 + x)(100^2 + (100 - x)^2) + 2(100 - x)(200 + x)^2 = 0 \xrightarrow{\text{SHILF-CALC}} x = \frac{400}{3}.$$

$$\text{Khi đó } f_{\max}(x) = f\left(\frac{400}{3}\right) \approx 316. \text{ **Chọn D.**}$$

**Cách 2:** Nhập hàm  $f(x)$  vào bảng Table cho x chạy từ 50  $\rightarrow$  300 với step là 10.

Ta suy ra đáp án cần chọn là **D.**

**Ví dụ 7:**[Trích đề thi Chuyên Lương Văn Chánh – Phú Yên 2017] Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp với điện dung C thay đổi được. Đặt vào đoạn mạch một điện áp xoay chiều  $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$ . Điều chỉnh C đến giá trị  $C = C_1 = \frac{10^{-4}}{\pi}F$  hay  $C = C_2 = \frac{10^{-4}}{3\pi}F$  thì mạch tiêu thụ cùng công suất nhưng cường độ dòng điện trong mạch tương ứng lệch pha nhau  $2\pi/3(rad)$ . Điện trở thuần R bằng:

- A.  $\frac{100}{\sqrt{3}}\Omega$ .                      B.  $100\Omega$ .                      C.  $100\sqrt{3}\Omega$ .                      D.  $\frac{200}{\sqrt{3}}\Omega$ .

**Lời giải**

Hai giá trị của  $Z_C$  cho cùng công suất tiêu thụ:

$$\text{Ta có } Z_1 = Z_2 \Rightarrow \begin{cases} Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L \Rightarrow Z_L = 200\Omega \\ |\varphi_1| = |\varphi_2| = \frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$\text{Do đó: } \tan \frac{\pi}{3} = \frac{Z_L - Z_{C1}}{R} \Leftrightarrow \frac{200 - 100}{R} = \sqrt{3} \Leftrightarrow R = \frac{100}{\sqrt{3}}\Omega. \text{ Chọn A.}$$

**Ví dụ 8:** [Trích đề thi THPT Nguyễn Khuyến – Nam Định 2017] Đặt điện áp xoay chiều

$u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$  đặt vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm, điện trở thuần R, cuộn cảm thuần L, tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi  $C = C_1$  thì  $U_C = 40V$  và  $u_C$  trễ pha hơn  $u$  là  $\alpha_1$ . Khi  $C = C_2$  thì  $U_C = 40V$  và  $u_C$  trễ pha hơn  $u$  là  $\alpha_2 = \alpha_1 + \pi/3rad$ . Khi  $C = C_3$  thì  $U_{C_{\max}}$  đồng thời lúc này công suất tiêu thụ của mạch đạt 50% công suất cực đại mà mạch có thể đạt được. Tính U?

- A. 23,09 V.                      B. 32,66 V.                      C. 43,34 V.                      D. 17,33 V.

**Lời giải**

$$\text{Ta có: } \tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_C = Z_L - R \tan \varphi.$$

$$\text{Khi đó } U_C = I Z_C = \frac{U}{Z} Z_C = \frac{U}{\frac{R}{\cos \varphi}} (Z_L - R \tan \varphi).$$

$$= \frac{U}{R} (Z_L \cos \varphi - R \sin \varphi) \leq \frac{U}{R} \sqrt{Z_L^2 + R^2} \cos(\varphi + \varphi_0) \text{ với } \cos \varphi_0 = \frac{Z_L}{\sqrt{Z_L^2 + R^2}}.$$

Với hai giá trị của  $Z_C$  là  $Z_{C1}$  và  $Z_{C2}$  mà điện áp hai đầu tụ điện  $U_{C1} = U_{C2}$  thì ta luôn có:

$$\cos(\varphi_1 + \varphi_0) = \cos(\varphi_2 + \varphi_0) \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = -2\varphi_0$$

Khi  $C = C_3$  thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện đạt cực đại và mạch thực hiện một công suất bằng 50% công suất cực đại mà mạch điện xoay chiều đạt được:

$$\text{Ta có: } R \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 0,5 R \frac{U^2}{R^2} \Rightarrow \frac{R}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \cos \varphi \Rightarrow \varphi_{\max} = \frac{\pi}{4}.$$

$$\text{Do đó } \cos\left(\frac{\pi}{4} + \varphi_0\right) = 1 \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow 2\alpha_1 + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{12}.$$

$$\text{Lại có: } U_{C1} = U_{C_{\max}} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{12} - \frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow U_{C_{\max}} = \frac{80}{\sqrt{3}} V \Rightarrow U = U_{C_{\max}} \cdot \sin \frac{\pi}{4} = \frac{80}{\sqrt{6}} V. \text{ Chọn B.}$$

**Ví dụ 9:** [Trích đề thi Sở GD-ĐT Hà Nội] Đặt điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$  vào hai đầu đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp. Biết tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh tụ điện để  $C = C_1$  thì cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức  $i_1 = I_0 \cos(\omega t + \varphi_1)$ ; khi  $C = C_2$  thì cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức  $i_1 = I_0 \cos(\omega t + \varphi_2)$ . Khi  $C = C_3$  thì cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng đạt cực đại. Giá trị  $C_3$  và  $\varphi$  lần lượt là:

A.  $\frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2}$  và  $\frac{2\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2}$ .

B.  $\frac{C_1 + C_2}{2}$  và  $\frac{2\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2}$ .

C.  $\frac{C_1 + C_2}{2}$  và  $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ .

D.  $\frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2}$  và  $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ .

**Lời giải**

$$\text{Khi đó } I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2 = R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2$$

$$\Leftrightarrow |Z_L - Z_{C1}| = |Z_L - Z_{C2}| \Rightarrow Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L.$$

$$\text{Khi } C = C_3 \text{ để } I_{\max} \Rightarrow Z_{C3} = Z_L \text{ suy ra } Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_{C3} \Rightarrow \frac{2}{C_3} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\Rightarrow C_3 = \frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2}. \text{ Khi đó: } \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos \Delta \varphi_1 = \cos \Delta \varphi_2 \Rightarrow \Delta \varphi_1 = -\Delta \varphi_2$$

$$\Rightarrow \varphi - \varphi_1 = \varphi_2 - \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}. \text{ Chọn D.}$$

### **BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM**

**Câu 1:** Cho một đoạn điện mạch gồm điện trở R, một cuộn dây thuần cảm có cảm kháng  $Z_L$  và có tụ xoay mắc nối tiếp, Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi. Khi dung kháng của tụ là  $Z_C$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ cực đại, ta có:

A.  $Z_L = Z_C$

B.  $Z_L = R + Z_C$

C.  $Z_L = R - Z_C$

D.  $Z_C Z_L = R^2 + Z_L^2$

**Câu 2:** Cho mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm: điện trở  $20\Omega$  cuộn dây có cảm kháng  $100\Omega$  có điện trở thuần  $30\Omega$  và tụ xoay có điện dung. Để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại dung kháng bằng

A.  $104\Omega$

B.  $125\Omega$

C.  $120\Omega$

D.  $20\Omega$

**Câu 3:** Một đoạn điện trở xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp vào nguồn có điện áp hiệu dụng không đổi, có tần số  $f = 55 \text{ Hz}$ , hệ số tự cảm  $L = 0,3 \text{ H}$  và điện trở  $R = 45\Omega$ . Điện dung có tụ xoay C bằng bao nhiêu để điện tích trên bản tụ điện đạt giá trị lớn nhất?

A.  $23,5\mu F$

B.  $33,77\mu F$

C.  $26,9\mu F$

D.  $27,9\mu F$

**Câu 4:** Trong đoạn mạch xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho L, R,  $\omega$  không đổi. Thay đổi C đến khi  $C = C_0$  thì điện áp  $U_{R\max}$ . Khi đó  $U_{R\max}$  được xác định bởi công thức

A.  $U_{R\max} = I_0.R$

B.  $U_{R\max} = \frac{U.R}{Z_C}$

C.  $U_{R\max} = \frac{U.R}{|Z_L - Z_C|}$

D.  $U_{R\max} = U$

**Câu 5:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $50\Omega$ ,  $L = \frac{1}{\pi}$  H. cuộn điện thuần cảm, điện dung C thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 100\sqrt{6}(100\pi t)$  V. Điều chỉnh C để điện áp hiệu dụng  $U_C$  lớn nhất. Tính giá trị công suất tiêu thụ trên mạch khi đó?

A. 200W

B. 400W

C. 240W

D. 480W

**Câu 6:** Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho L, R,  $\omega$  không đổi. Thay đổi C đến khi  $C = C_0$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện C đạt giá trị cực đại. Khi đó:

A.  $C_0 = \frac{\omega Z_L}{R^2 + Z_L^2}$

B.  $C_0 = \frac{R^2 + Z_L^2}{\omega Z_L}$

C.  $C_0 = \frac{Z_L}{\omega(R^2 + Z_L^2)}$

D.  $C_0 = \frac{1}{\omega^2 L}$

**Câu 7:** Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho L, R,  $\omega$  không đổi. Thay đổi C đến khi  $C = C_0$  thì điện áp  $U_{L\max}$ . Khi đó  $U_{L\max}$  đó được xác định bởi biểu thức

A.  $U_{L\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

B.  $U_{L\max} = U$

C.  $U_{L\max} = I_0.Z_L$

D.  $U_{L\max} = \frac{U.Z_L}{R}$

**Câu 8:** Mạch điện nối tiếp gồm R, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi điện áp hai đầu là U ổn định, tần số f Thay đổi C để  $C_{\max}$ . Chọn hệ thức **đúng**?

A.  $U_{C\max}^2 = U^2 + \frac{1}{2}(U_R^2 + U_L^2)$

B.  $U_{C\max}^2 = U^2 - (U_R^2 + U_L^2)$

C.  $U_{C\max}^2 = \frac{U^2}{U_R^2 + U_L^2}$

D.  $U_{C\max}^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$

**Câu 9:** Mạch điện gồm điện trở thuần  $R = 100\Omega$ , cuộn thuần cảm  $L = \frac{2}{\pi}$  H và tụ điện có điện dung C biến

đổi mắc nối tiếp vào hai đầu A, B có điện áp  $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$  (V). Khi C thay đổi từ 0 đến rất lớn thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ

A. tăng từ 120 V đến  $120\sqrt{5}$  V rồi giảm về 0

B. tăng từ 0 đến  $120\sqrt{5}$  V rồi giảm về 0

C. tăng từ 120 V đến  $120\sqrt{10}$  V rồi giảm về 0

D. tăng từ 0 đến  $120\sqrt{5}$  V rồi giảm về 120 V

**Câu 10:** Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho L, R,  $\omega$  không đổi. Thay đổi C đến khi  $C = C_0$  thì công suất  $P_{\max}$ . Khi đó  $P_{\max}$  được xác định bởi biểu thức

A.  $P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

B.  $P_{\max} = \frac{U^2}{2R}$

C.  $P_{\max} = I_0^2.R^2$

D.  $P_{\max} = \frac{U^2}{R^2}$

**Câu 11:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\sqrt{3}\Omega$ ;  $L = \frac{1}{2\pi}H$ , cuộn dây thuần cảm, điện dung C thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 200\cos(100\pi t)V$ . Điều chỉnh C để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm lớn nhất, Tính công suất tiêu thụ của mạch khi đó?

- A.  $100\sqrt{3}W$       B.  $\frac{200}{\sqrt{3}}W$       C.  $40\sqrt{3}W$       D.  $\frac{400}{\sqrt{3}}W$

**Câu 12:** Cho mạch điện RLC nối tiếp. Trong đó R và L xác định, C có thể thay đổi được. Khi  $C = C_1$  và  $C = C_2$  thì cường độ dòng điện trong mạch không thay đổi. Hệ thức nào sau đây **đúng**?

- A.  $Z_L = Z_{C_1} + Z_{C_2}$       B.  $Z_L = 2(Z_{C_1} + Z_{C_2})$       C.  $Z_L = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2}$       D.  $Z_L = \sqrt{Z_{C_1} \cdot Z_{C_2}}$

**Câu 13:** Cho mạch điện RLC có  $L = \frac{1,4}{\pi}(H)$ ,  $R = 50\Omega$ , điện dung của tụ điện C có thể thay đổi được.

Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là  $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)V$ . Giá trị của C để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ là cực đại là

- A.  $C = 20(\mu F)$       B.  $C = 30(\mu F)$       C.  $C = 40(\mu F)$       D.  $C = 10(\mu F)$

**Câu 14:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC,  $R = 60\Omega$  cuộn dây thuần cảm có  $L = 0,8/\pi(H)$ , tụ điện có điện dung thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch điện có biểu thức  $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)V$ . Thay đổi điện dung của tụ để điện áp hiệu dụng hai đầu bản tụ đạt giá trị cực đại thì điện dung của tụ và giá trị cực đại của nó sẽ là

- A.  $C = \frac{8}{\pi}(\mu f), (U_C)_{\max} = 366,7V$       B.  $C = \frac{10}{125\pi}(\mu f), (U_C)_{\max} = 518,5V$   
C.  $C = \frac{80}{\pi}(\mu f), (U_C)_{\max} = 518,5V$       D.  $C = \frac{80}{\pi}(\mu f), (U_C)_{\max} = 333,3V$

**Câu 15:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\sqrt{3}\Omega$ ;  $L = \frac{1}{2\pi}H$ , cuộn dây thuần cảm, điện dung C thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 200\cos(100\pi t)V$ . Điều chỉnh C để điện áp hiệu dụng  $U_{RC}$  lớn nhất. Giá trị lớn nhất đó **gần giá trị nào nhất**?

- A. 150V      B. 180V      C. 190V      D. 200V

**Câu 16:** Cho mạch điện gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho  $R = 60\Omega$ ,  $L = 0,8H$ , điện dung C thay đổi được, Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều  $u = 120\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)V$ . Khi  $C = C_0$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở đạt giá trị cực đại, Khi đó biểu thức điện áp giữa hai bản tụ là

- A.  $u_c = 80\sqrt{2}\cos(100t + \pi)V$ .      B.  $u_c = 160\cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right)V$ .



C.  $u_c = 160\cos(100t)$  V.

D.  $u_c = 80\sqrt{2}\cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right)$  V.

**Câu 17:** Cho mạch điện RLC nối tiếp. Trong đó R và L xác định, C có thể thay đổi được. Khi  $C = C_1$  và  $C = C_2$  thì  $U_C$  có cùng giá trị, Khi  $C = C_0$  thì  $U_C$  đạt cực đại. Mối liên hệ giữa  $C_1, C_2$  và  $C_0$  là

A.  $C_0 = C_1 + C_2$       B.  $C_0 = \frac{C_1 + C_2}{2}$       C.  $C_0 = \frac{C_1 + C_2}{2C_1 \cdot C_2}$       D.  $C_0 = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$

**Câu 18:** Cho mạch điện gồm cuộn dây có điện trở  $R = 40\Omega$  và độ tự cảm  $L = 0,8$  (H) nối tiếp với tụ điện có điện dung C thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp  $u = 100\sqrt{10}\cos(100\pi t)$  V. Khi

$C = C_0$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ đạt giá trị cực đại. Khi đó công suất tiêu thụ trên mạch là

A.  $P = 250$  W      B.  $P = 5000$  W      C.  $P = 1250$  W      D.  $P = 1000$  W

**Câu 19:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\Omega$ ;  $L = \frac{1}{\pi}$  H, cuộn dây thuần cảm, điện dung C

thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 100\sqrt{6}\cos(100\pi t)$  V. Điều chỉnh  $C = C_1$  để công suất tiêu thụ trên mạch lớn nhất,  $C = C_2$  để công suất tiêu thụ bằng 120W. Khi điều chỉnh điện dung  $C = C_1 + C_2$  thì điện áp hiệu dụng  $U_L$  có giá trị bằng

A. 281 V      B. 288 V      C. 256 V      D. 278 V

**Câu 20:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\Omega$ ;  $L = \frac{1}{\pi}$  H, cuộn dây thuần cảm, điện dung C

thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 100\sqrt{6}\cos(100\pi t)$  V. Điều chỉnh C để điện áp hiệu dụng  $U_{RC}$  lớn nhất. Tính công suất tiêu thụ trên mạch khi đó?

A. 520 W      B. 512 W      C. 440 W      D. 480 W

**Câu 21:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\Omega$ ;  $L = \frac{1}{\pi}$  H, cuộn dây thuần cảm, điện dung C

thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 100\sqrt{6}\cos(100\pi t)$  V. Điều chỉnh  $C = C_1$  để điện áp hiệu dụng  $U_L$  lớn nhất,  $C = C_2$  để điện áp hiệu dụng  $U_{RC}$  lớn nhất. Khi điều chỉnh điện dung bằng

$C = \frac{C_1 + C_2}{2}$  hệ số công suất của mạch bằng

A. 0,923      B. 0,974      C. 0,983      D. 0,743

**Câu 22:** Cho mạch điện xoay chiều RLC, trong đó tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh C để dung kháng của mạch lần lượt có giá trị bằng  $32\Omega$ ;  $35\Omega$ ;  $39,5\Omega$ ;  $43\Omega$ ;  $48\Omega$ ;  $50\Omega$  thì công suất tiêu thụ trên mạch tương ứng bằng  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ . Tìm giá trị lớn nhất trong các giá trị  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  ở trên biết rằng  $P_1 = P_6$

A.  $P_6$       B.  $P_5$       C.  $P_3$       D.  $P_1$

**Câu 23:** Cho mạch điện gồm một cuộn dây, một điện trở thuần R và một tụ điện (có C thay đổi được) nối tiếp nhau. Đặt vào hai đầu mạch điện một hiệu điện thế  $u = 160\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$  V. Khi  $C = C_0$  thì cường độ

dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt giá trị cực đại  $I_{\max} = \sqrt{2}$  A và biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn

dây là  $u_1 = 80\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$  V thì

A.  $R = 80\Omega$  và  $Z_L = Z_C = 40\Omega$

B.  $R = 60\Omega$  và  $Z_L = Z_C = 20\sqrt{3}\Omega$

C.  $R = 80\sqrt{2}\Omega$  và  $Z_L = Z_C = 40\sqrt{2}\Omega$

D.  $R = 80\sqrt{2}\Omega$  và  $Z_L = Z_C = 40\Omega$

**Câu 24:** Cho đoạn mạch không phân nhánh RLC có  $R = 50\Omega$ ;  $L = \frac{1}{\pi}$  H, cuộn dây thuần cảm, điện dung C

thay đổi được. Điện áp hai đầu mạch có biểu thức  $u = 100\sqrt{6}\cos(100\pi t)$  V. Điều chỉnh  $C = C_1$  để công suất

tiêu thụ trên mạch lớn nhất,  $C = C_2$  để công suất tiêu thụ bằng 120W. Khi điều chỉnh điện dung

$C = C_1 + C_2$  thì hệ số công suất của mạch bằng

A. 0,832

B. 0,874

C. 0,924

D. 0,848

**Câu 25:** Một mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở thuần  $40\Omega$ , độ tự cảm  $\frac{1}{3}\pi$  (H), một tụ điện

có điện dung C thay đổi được và một điện trở thuần  $80\Omega$  mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp

xoay chiều có giá trị lớn nhất 120 V, tần số 50 Hz, Thay đổi điện dung của tụ điện đến giá trị  $C_0$  thì điện áp

đặt vào hai đầu mạch chứa cuộn dây và tụ điện cực tiểu. Dòng điện hiệu dụng trong mạch khi đó là

A. 1 A

B. 0,7 A

C. 1,4 A

D. 2 A

**Câu 26:** Cho mạch điện gồm một cuộn dây, một điện trở thuần  $R = 70\Omega$ , độ tự cảm  $L = 0,7$ (H) nối tiếp

với tụ điện có điện dung thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch điện một hiệu điện thế  $u = 140\cos\left(100t - \frac{\pi}{4}\right)$

V. Khi  $C = C_0$  thì u cùng pha với cường độ dòng điện i trong mạch. Khi đó biểu thức điện áp giữa hai bản

tụ là

A.  $u_c = 140\cos\left(100t - \frac{3\pi}{4}\right)$  V

B.  $u_c = 70\sqrt{2}\cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right)$  V

C.  $u_c = 70\sqrt{2}\cos\left(100t + \frac{\pi}{4}\right)$  V

D.  $u_c = 140\cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right)$  V

**Câu 27:** Cho mạch điện gồm cuộn dây có điện trở thuần  $R = 20\Omega$  và cảm kháng  $Z_L = 20\Omega$  nối tiếp với tụ

điện có điện dung C thay đổi được. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp  $u = 40\cos(\omega t)$  V. Khi

$C = C_0$  thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ đạt giá trị cực đại. Khi đó độ lệch pha của điện áp giữa hai bản

tụ so với điện áp u là

A.  $90^\circ$

B.  $45^\circ$

C.  $\varphi = 135^\circ$

D.  $\varphi = 180^\circ$