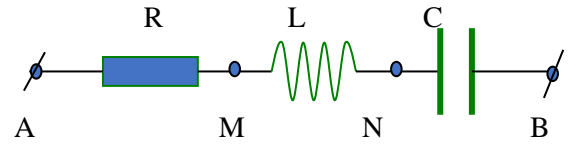


MẠCH ĐIỆN RLC NỐI TIẾP

Cho mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C nối tiếp như hình vẽ.



• Giả sử cường độ dòng điện xoay chiều qua mạch RLC nối tiếp (L thuần cảm) là $i = I\sqrt{2} \cos(\omega t)$ (A)

• Biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu mỗi phần tử là:

$$u_R = u_{AM} = IR\sqrt{2} \cos(\omega t) = U_R\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ (V)}$$

$$u_L = u_{MN} = IZ_L\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = U_L\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (V)}$$

$$u_C = u_{NB} = IZ_C\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = U_C\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (V)}$$

• Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch bằng điện áp tổng điện áp tức thời hai đầu mỗi phần tử là:

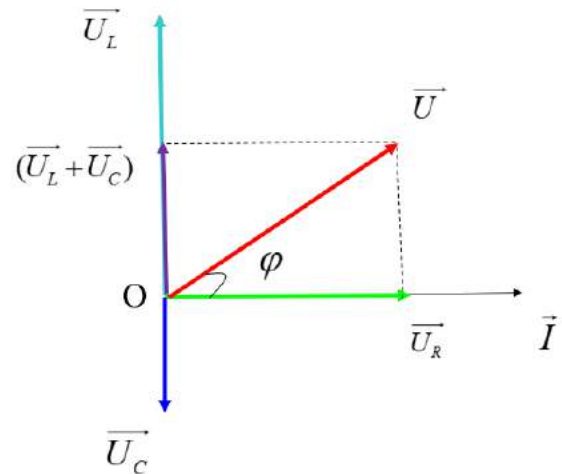
$$u = u_R + u_L + u_C \text{ và có dạng } u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi) \text{ (V)}$$

Với $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$: độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch u và cường độ dòng điện qua mạch i.

❖ Giản đồ véc – tơ:

• Giả sử trong mạch có $Z_L > Z_C$

$$\begin{cases} u_R \rightarrow \vec{U}_R \\ u_L \rightarrow \vec{U}_L \text{ và } u \rightarrow \vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C \\ u_C \rightarrow \vec{U}_C \end{cases}$$



I. Tổng trở của đoạn mạch – Định luật Ohm:

• Từ giản đồ véc – tơ, ta có:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

$$\Leftrightarrow U^2 = I^2 [R^2 + (Z_L - Z_C)^2]$$

$$\Rightarrow U = I\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

• Đặt $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ là tổng trở đoạn mạch.

❖ Định luật Ohm: $U = IZ$ hay $I = \frac{U}{Z}$

II. Độ lệch pha của điện áp hai đầu đoạn mạch u so với cường độ dòng điện qua mạch i:

- Ta có: $\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{IZ_L - IZ_C}{IR}$
 $\Rightarrow \tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$

❖ **Kết luận:** Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch RLC biến thiên điều hòa cùng tần số và lệch pha góc φ so với cường độ dòng điện.

- Nếu $Z_L > Z_C \Rightarrow \varphi > 0$: u sớm (nhanh) pha so với i (mạch có tính cảm kháng)
- Nếu $Z_L < Z_C \Rightarrow \varphi < 0$: u trễ (chậm) pha so với i (mạch có tính dung kháng)
- Nếu $Z_L = Z_C \Rightarrow \varphi = 0$: u cùng pha với i.

❖ **Chú ý:** $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$

III. Hiện tượng cộng hưởng điện (CHĐ):

- Giả sử U, R không đổi. Ta có: $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

- Khi $Z_L = Z_C \Rightarrow I_{\max} = \frac{U}{R}$: Hiện tượng cộng hưởng.

1. Điều kiện có cộng hưởng điện:

- Mạch điện thay đổi L, C hoặc ω để $Z_L = Z_C \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC}$

2. Hệ quả:

- $\varphi = 0$: điện áp hai đầu đoạn mạch u cùng pha cường độ dòng điện qua mạch i.
- $Z_{\min} = R$

- Cường độ dòng điện hiệu dụng đạt giá trị cực đại $I_{\max} = \frac{U}{R}$.

- Điện áp hiệu dụng: $\begin{cases} U_L = U_C \\ U_{R_{\max}} = U \end{cases}$

- Điện áp tức thời: $\begin{cases} u_L = -u_C \\ u_R = u \\ u_R \perp u_L, u_C \end{cases}$

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

Câu 1: Trong mạch điện xoay chiều RLC không phân nhánh. Nếu tăng tần số dòng điện thì

- A. dung kháng giảm. B. độ lệch pha của điện áp so với dòng điện tăng
C. cường độ hiệu dụng giảm. D. cảm kháng giảm.

Câu 2: Nếu mạch điện xoay chiều có đủ 3 phần tử: điện trở R, cuộn dây thuần cảm có cảm kháng Z_L , tụ điện có dung kháng Z_C mắc nối thì tổng trở của đoạn mạch

- A. không thể nhỏ hơn điện trở thuần R. B. không thể nhỏ hơn cảm kháng Z_L .
C. luôn bằng tổng $Z = R + Z_L + Z_C$. D. không thể nhỏ hơn dung kháng Z_C .

Câu 3: Cho một đoạn mạch RLC không phân nhánh (cuộn dây cảm thuần). Gọi U_R , U_L , U_C lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở thuần, hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện. Biết $U_R = U_C = 0,5U_L$ thì dòng điện qua mạch sẽ

- A. trễ pha $0,25\pi$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch. B. trễ pha $0,5\pi$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch
C. sớm pha $0,25\pi$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch. D. sớm pha $0,5\pi$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch.

Câu 4: Mạch xoay chiều mắc nối tiếp gồm tụ điện có điện dung $19,6 \mu\text{F}$ điện trở thuần 100Ω , cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm 159 mH . Tần số dòng điện là 60 Hz . Tổng trở của mạch điện gần với giá trị nào nhất sau đây?

- A. 150Ω B. 125Ω . C. 4866Ω D. 140Ω .

Câu 5: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ với U_0 , ω không đổi vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh. Điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở thuần là 80 V , hai đầu cuộn dây thuần cảm là 120 V và hai đầu tụ điện là 60 V . Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch này bằng

- A. 260 V . B. 220 V . C. 100 V . D. 140 V .

Câu 6: Đặt một điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos(100\pi t) (\text{V})$ vào hai đầu một đoạn mạch mắc nối tiếp gồm tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{2\pi} \text{ F}$, điện trở thuần $R = 80\sqrt{3} \Omega$ và cuộn cảm có độ tự cảm $L = \frac{14\pi}{5} \text{ H}$. Điện áp hai đầu đoạn mạch

- A. sớm pha hơn cường độ dòng điện là $\frac{\pi}{3}$. B. sớm pha hơn cường độ dòng điện là $\frac{\pi}{6}$.
C. trễ pha hơn cường độ dòng điện là $\frac{\pi}{3}$. D. trễ pha hơn cường độ dòng điện là $\frac{\pi}{6}$.

Câu 7: Đặt điện áp $50 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$ vào đoạn mạch nối tiếp gồm điện trở 40Ω và cuộn dây thuần cảm thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm là $U_L = 30 \text{ V}$. Độ tự cảm của cuộn dây là

- A. $L = \frac{0,4}{\pi\sqrt{2}} \text{ H}$ B. $L = \frac{0,3}{\pi} \text{ H}$ C. $L = \frac{0,4}{\pi\sqrt{3}} \text{ H}$ D. $L = \frac{0,2}{\pi} \text{ H}$

Câu 8: Một đoạn mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp gồm điện trở thuần $R = 15 \Omega$, cuộn thuần cảm có cảm kháng $Z_L = 25 \Omega$ và tụ điện có dung kháng $Z_C = 10 \Omega$. Nếu cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) (\text{A})$ thì biểu thức điện áp hai đầu đoạn mạch là

- A. $u = 60 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{V})$ B. $u = 30\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) (\text{V})$
C. $u = 60 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) (\text{V})$ D. $u = 60\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{V})$

Câu 9: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp có giá trị các phần tử cố định. Đặt vào hai đầu đoạn này một hiệu điện thế xoay chiều có tần số thay đổi. Khi tần số góc của dòng điện bằng ω_0 thì cảm kháng và dung kháng có giá trị 20Ω và 80Ω . Để trong mạch xảy ra cộng hưởng, phải thay đổi tần số góc của dòng điện đến giá trị ω bằng

- A. $2\omega_0$. B. $0,25 \omega_0$. C. $0,5\omega_0$. D. $4\omega_0$.

Câu 10: Đặt điện áp xoay chiều tần số $f = 50 \text{ Hz}$ vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R = 100\sqrt{3}\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, đoạn MB chỉ có tụ điện có điện dung $C = \frac{0,05}{\pi} \text{ mF}$. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch MB và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$. Giá trị L bằng

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

BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Đặt điện áp xoay chiều $u = 220\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (V)}$ vào hai đầu đoạn mạch theo đúng thứ tự gồm điện trở thuần $R = 50\Omega$, tụ điện có điện dung $C = \frac{100}{\pi} \mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi} \text{ H}$ mắc nối tiếp.

- Tính tổng trở của mạch. Điện áp hai đầu đoạn sớm hay trễ hơn dòng điện trong mạch bao nhiêu?
- Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch.
- Viết biểu thức điện áp ở hai đầu chứa R và C.
- Viết biểu thức điện áp ở hai đầu chứa C và L.

Bài 2: Cho mạch điện xoay chiều tần số 50 Hz nối tiếp theo đúng thứ tự: điện trở thuần $R = 50 \Omega$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi} \text{ H}$ và tụ điện có điện dung $C = \frac{0,1}{\pi} \text{ mF}$. Tính

- Tổng trở của đoạn mạch.
- Độ lệch pha giữa u_{RL} và u_{LC} .

Bài 3: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi lần lượt vào hai đầu điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch tương ứng là $0,25 \text{ A}$; $0,5 \text{ A}$; $0,3 \text{ A}$. Nếu đặt điện áp xoay chiều này vào hai đầu đoạn mạch gồm ba phần tử trên mắc nối tiếp. Tính

- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch.
- Độ lệch pha giữa điện áp hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện qua mạch.

Bài 4: Đoạn mạch xoay chiều nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện C và cuộn cảm thuần L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định thì điện áp hiệu dụng trên R, L và C lần lượt là 60 V , 120 V và 40 V . Thay C bởi tụ điện C' thì điện áp hiệu dụng trên tụ là 100 V thì khi đó, điện áp hiệu dụng trên R bao nhiêu?

Bài 5: Đặt điện áp $u = 240\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ (V)}$ vào hai đầu đoạn mạch nối tiếp gồm điện trở thuần $R = 60 \Omega$, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1,2}{\pi} \text{ H}$ và tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{6\pi} \text{ mF}$. Tính điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở R, điện áp tức thời giữa hai đầu bản tụ và điện áp tức thời hai đầu đoạn mạch khi điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm là 240 V và đang giảm?