

Bài 14: MẠCH CÓ R, L, C MẮC NỐI TIẾP

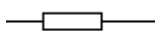
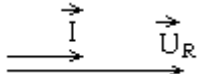
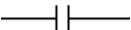
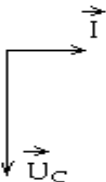
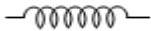
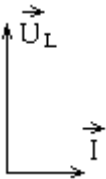
I. Phương pháp giản đồ Fre-nen.

1. Định luật về điện áp tức thời:

Trong mạch xoay chiều gồm nhiều đoạn mạch mắc nối tiếp thì điện áp tức thời giữa hai đầu của mạch bằng tổng đại số các điện áp tức thời giữa hai đầu của từng đoạn mạch ấy.

$$u = u_1 + u_2 + u_3 + \dots$$

2. Phương pháp giản đồ Fre-nen

Mạch	Các vector $\vec{U}$ và $\vec{I}$	Định luật Ôm
R  u_R, i cùng pha		$U_R = I.R$ $u_R = i.R$
C  u_C trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i		$U_C = I.Z_C$ $u_C \neq i.Z_c$
L  u_L sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i		$U_L = I.Z_L$ $u_L \neq i.Z_L$

Phép cộng đại số các đại lượng xoay chiều hình sin (cùng tần số) được thay thế bằng phép *tổng hợp các véc tơ quay tương ứng*.

II. Mạch có R, L, C mắc nối tiếp:

1. Định luật Ôm cho đoạn mạch R,L,C mắc nối tiếp. Tổng trở

- Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế tức thời: $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$

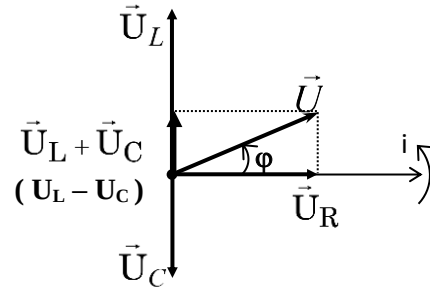
Hệ thức giữa các điện áp tức thời trong mạch: $u = u_R + u_L + u_C$

- Nếu biểu diễn các điện áp tức thời bằng các vector thì:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

Trong đó: $U_R = I.R$, $U_L = I.Z_L$; $U_C = I.Z_C$.

Giả sử : $U_L > U_C$. Ta có giản đồ vector quay như hình vẽ.



Theo giản đồ ta có: $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

Suy ra
$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{Z}$$

Với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ gọi là **tổng trở** của mạch, đơn vị $[\Omega]$

- Phát biểu định luật Ôm:** Cường độ hiệu dụng của một mạch điện xoay chiều có R , L , C mắc nối tiếp có giá trị bằng thương số của điện áp hiệu dụng của mạch và tổng trở của mạch

$$I = \frac{U}{Z}$$

2. Độ lệch pha giữa điện áp và dòng điện φ

Từ giản đồ vector, ta có:
$$\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

- Nếu $Z_L > Z_C \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow u$ sớm pha φ so với i
- Nếu $Z_L < Z_C \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow u$ trễ pha φ so với i

3. Công hưởng điện

- Nếu $Z_L = Z_C \Rightarrow \tan \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow u$ cùng pha i
- Khi đó, tổng trở mạch $Z_{\min} = R$. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có giá trị lớn nhất.

$$I_{\max} = \frac{U}{R} \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

Đó là hiện tượng **cộng hưởng điện**

Vậy: điều kiện để có cộng hưởng điện là: $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega^2 . L . C = 1$

Bài tập: MẠCH RLC NỐI TIẾP

CẦN NHỚ

1. Giới thiệu về mạch RLC

Từ giản đồ vectơ ta có thể nhận các kết quả sau:

$$* U_0^2 = U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2$$

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

$$* Z^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2$$

* Gọi φ là độ lệch pha giữa u và i của mạch điện:

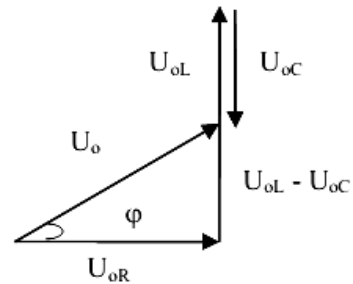
$$\tan\varphi = \frac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$\cos\varphi = \frac{U_{0R}}{U_0} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$$

Nếu $\tan\varphi > 0 \Rightarrow Z_L > Z_C$ (mạch có tính cảm kháng)

Nếu $\tan\varphi < 0 \Rightarrow Z_C > Z_L$ (mạch có tính dung kháng)

Nếu $\tan\varphi = 0 \Rightarrow$ mạch đang có hiện tượng cộng hưởng điện



$$2. \text{ Định luật Ôm: } \begin{cases} I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_{0R}}{R} = \frac{U_{0L}}{Z_L} = \frac{U_{0C}}{Z_C} \\ I = \frac{U}{Z} = \frac{U_R}{R} = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{U_C}{Z_C} \end{cases}$$

3. Công suất của mạch RLC

$$P = UI \cdot \cos\varphi = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \cdot \cos^2\varphi = \frac{U_R^2}{R} = \frac{U^2 \cdot R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

4. Cộng hưởng điện

a) Điều kiện cộng hưởng điện

$$\text{Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi } \omega_{\text{dòng điện}} = \omega_{\text{riêng}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow Z_L = Z_C$$

b) Hệ quả (Khi mạch có hiện tượng cộng hưởng)

$$+ Z_L = Z_C; \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$+ \varphi = 0; \tan \varphi = 0; \cos \varphi = 1$$

$$+ Z_{\min} = R; I_{\max} = \frac{U}{R}$$

$$+ P_{\max} = UI = \frac{U^2}{R}$$

$$+ U_{R\max} = U, u \text{ cùng pha với } u_R, i$$

Chủ đề: CÁC DẠNG CƠ BẢN MẠCH RLC NỐI TIẾP

Câu 1: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$ ($\omega > 0$) vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Gọi Z và I lần lượt là tổng trở của đoạn mạch và cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây đúng?

- A. $Z = I^2 U$. B. $Z = IU$. C. $U = IZ$. D. $U = I^2 Z$.

Câu 2: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở R , cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cuộn cảm có cảm kháng Z_L và tụ điện có dung kháng Z_C . Tổng trở của đoạn mạch là:

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

Câu 3: Đặt điện áp xoay chiều có tần số góc ω vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C . Điều kiện để trong mạch có cộng hưởng điện là

- A. $\omega LC = 1$. B. $2\omega^2 LC = 1$ C. $\omega^2 LC = 1$. D. $2\omega LC = 1$.

Câu 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp thì có cộng hưởng điện. Biết cuộn cảm có cảm kháng 60Ω . Điện dung của tụ điện có giá trị là

- A. $0,60 \text{ F}$. B. $5,31 \cdot 10^{-5} \text{ F}$. C. $0,19 \text{ F}$. D. $1,67 \cdot 10^{-4} \text{ F}$.

Câu 5: Một mạch RLC nối tiếp, độ lệch pha giữa u và i ở hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\pi/4$:

- A. Mạch có tính dung kháng B. Mạch có tính cảm kháng
C. Mạch có tính trở kháng D. Mạch cộng hưởng điện

Câu 6: Mạch điện gồm cuộn dây có điện trở 30Ω , $L = 0,6/\pi \text{ H}$ mắc nối tiếp vào tụ điện có điện dung $C = (100/\pi) \mu\text{F}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch biến thiên điều hòa với tần số 50 Hz . Tổng trở của đoạn mạch?

- A. 50Ω B. 40Ω C. 60Ω D. 45Ω

Câu 7: Mạch điện xoay chiều RLC không phân nhánh có: $R = 50 \Omega$; $L = \frac{7}{10\pi} \text{ H}$; $C = \frac{10^{-3}}{2\pi} \text{ F}$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có tần số 50 Hz thì tổng trở của đoạn mạch

- A. 50Ω . B. $50\sqrt{2} \Omega$ C. $50\sqrt{3} \Omega$ D. $50\sqrt{5} \Omega$

Câu 8: Đặt hiệu điện thế $u = U_0 \sin \omega t$ với ω, U_0 không đổi vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh. Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở thuần là 80 V , hai đầu cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) là 120 V và hai đầu tụ điện là 60 V . Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch này bằng

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

Câu 9: Khi đặt hiệu điện thế $u = U_0 \sin \omega t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh thì hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, hai đầu cuộn dây và hai bản tụ điện lần lượt là 30 V , 120 V và 80 V . Giá trị của U_0 bằng

- A. 50 V . B. 30 V . C. $50\sqrt{2} \text{ V}$. D. $30\sqrt{2} \text{ V}$.

Câu 10: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm $R = 60 \Omega$, cuộn cảm thuần $L = 0,2/\pi$ H và $C = 10^{-3}/8\pi$ F mắc nối tiếp. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là: $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ V. Tìm độ lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế mắc vào hai đầu mạch điện?

- A. $\pi/4$ B. $-\pi/4$ C. $\pi/6$ D. $-\pi/6$.

Câu 11: Mạch RLC nối tiếp: $R = 70,4\Omega$; $L = 0,487$ H và $C = 31,8\mu\text{F}$. Biết $I = 0,4$ A; $f = 50$ Hz. Hết hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch là:

- A. $U = 15,2$ V B. $U = 25,2$ V C. $U = 35,2$ V D. $U = 45,2$ V

Câu 12: Đặt hiệu điện thế $u = 125\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) lên hai đầu một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 30 \Omega$, cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) có độ tự cảm $L = 0,4/\pi$ H và ampe kế nhiệt mắc nối tiếp. Biết ampe kế có điện trở không đáng kể. Số chỉ của ampe kế là

- A. 2,0 A. B. 2,5 A C. 3,5 A D. 1,8 A

Câu 13: Một mạch điện gồm $R = 60 \Omega$, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 0,4/\pi$ H và tụ điện có điện dung $C = 10^{-4}/\pi$ F mắc nối tiếp, biết $f = 50$ Hz tính tổng trở trong mạch và độ lệch pha giữa u và i ?

- A. 60Ω ; $\pi/4$ rad B. $60\sqrt{2} \Omega$; $\pi/4$ rad C. $60\sqrt{2} \Omega$; $-\pi/4$ rad D. 60Ω ; $-\pi/4$ rad

Câu 14: Mạch RLC nối tiếp có $R = 30\Omega$. Biết i trễ pha $\pi/3$ so với u ở hai đầu mạch, cuộn dây có $Z_L = 70\Omega$. Tổng trở Z và Z_C của mạch là:

- A. $Z = 60 \Omega$; $Z_C = 18 \Omega$ B. $Z = 60 \Omega$; $Z_C = 12 \Omega$
C. $Z = 50 \Omega$; $Z_C = 15 \Omega$ D. $Z = 70 \Omega$; $Z_C = 28 \Omega$

Câu 15: Điện trở thuần $R = 100\Omega$ và tụ điện có $C = 10^{-4}/\pi$ (F) mắc nối tiếp vào mạng điện có hiệu điện thế hiệu dụng $U = 200$ V, $f = 50$ Hz. Hết hiệu dụng ở hai đầu R và C là:

- A. $U_R = 141,4$ V và $U_C = 141,4$ V B. $U_R = 100$ V và $U_C = 141,4$ V
A. $U_R = 100$ V và $U_C = 100$ V D. $U_R = 141,4$ V và $U_C = 100$ V

Câu 4: Mạch RLC mắc nối tiếp có $C = 10^{-4}/\pi$ F; $L = 1/\pi$ H. Mạch điện trên được mắc vào dòng điện trong mạch xoay chiều có f thay đổi. Tìm f để dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại?

- A. 100 Hz B. 60 Hz C. 50Hz D. 120 Hz

Câu 5: Mạch RLC nối tiếp: cuộn dây thuần cảm $L = 0,0318$ H, $R = 10\Omega$ và tụ điện C . Đặt vào hai đầu mạch một hđt $U = 100$ V; $f = 50$ Hz. Giả sử điện dung của tụ điện có thể thay đổi được. Tính C và cường độ hiệu dụng khi xảy ra cộng hưởng

- A. $\frac{10^{-3}}{2\pi}$ F; 15 A B. $\frac{10^{-4}}{2\pi}$ F; 0,5 A C. $\frac{10^{-3}}{\pi}$ F; 10 A D. $\frac{10^{-3}}{3\pi}$ F; 1,8 A