

14 MẠCH CÓ R, L, C MẮC NỐI TIẾP

I – MỤC TIÊU

- Nêu lên được những tính chất chung của mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp.
- Nêu được những điểm cơ bản của phương pháp giản đồ Fre-nen.
- Viết được công thức tính tổng trở.
- Viết được công thức định luật Ôm cho đoạn mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp.
- Viết được công thức tính độ lệch pha giữa dòng điện và điện áp đối với mạch có R, L, C mắc nối tiếp.
- Nêu được đặc điểm của đoạn mạch có R, L, C nối tiếp khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện.

II – CHUẨN BỊ

1. Giáo viên

Nếu có điều kiện, chuẩn bị sẵn một bộ thí nghiệm gồm có dao động kí điện tử (hai chòm tia), các vôn kế và ampe kế, các phần tử R, L, C .

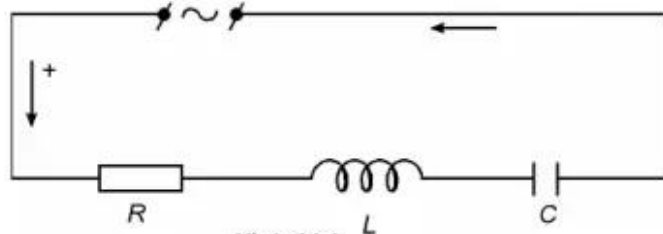
2. Học sinh

Ôn lại :

- Phép cộng vectơ ;
- Phương pháp giản đồ Fre-nen để tính tổng của hai dao động điều hoà cùng tần số.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

1. Về tính toán mạch có R, L, C mắc nối tiếp bằng phương pháp lượng giác (H.14.1).



Hình 14.1

$$\text{Ta có : } u = U\sqrt{2} \cos \omega t = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C}q \quad (14.1)$$

Đặt $i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$ và đạo hàm theo t hai vế của (14.1), ta được :

$$-\omega U\sqrt{2} \sin \omega t = R \frac{di}{dt} + L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C}i$$

$$-\omega U \sin \omega t = -R\omega I \sin(\omega t + \varphi) - \omega^2 LI \cos(\omega t + \varphi) + \frac{1}{C}I \cos(\omega t + \varphi)$$

Hay :

$$U \sin \omega t = RI \sin(\omega t + \varphi) + (Z_L I - Z_C I) \cos(\omega t + \varphi)$$

Hai vế bằng nhau với mọi t ; cho $\omega t = 0$, ta được :

$$\begin{aligned} 0 &= RI \sin(+\varphi) + (Z_L I - Z_C I) \cos(+\varphi) \\ &= -RI \sin \varphi + (Z_C - Z_L) I \cos \varphi \end{aligned} \quad (14.2)$$

$$\text{suy ra : } \tan \varphi = \frac{Z_C - Z_L}{R} \text{ hay } \tan(-\varphi) = \frac{Z_L - Z_C}{R} \quad (14.3)$$

Chú ý rằng trong SGK Vật lí 12, φ là độ lệch pha của điện áp so với dòng điện, còn trong bài viết này φ là độ lệch pha giữa dòng điện và điện áp.

Cho $\omega t = \frac{\pi}{2}$, ta được :

$$\begin{aligned} U &= RI \sin\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) + (Z_L - Z_C)I \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) \\ &= RI \cos \varphi + (Z_C - Z_L)I \sin \varphi \end{aligned} \quad (14.4)$$

Bình phương (14.2) và (14.4) rồi cộng lại, ta được :

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

$$\text{Suy ra : } I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \quad (14.5)$$

Như vậy với mạch có R, L, C mắc nối tiếp, phương pháp tính toán trực tiếp bằng lượng giác cũng đơn giản. Nhưng với một mạch phức tạp, chắc chắn phương pháp giản đồ Fre-nen có hiệu quả hơn.

2. Ghi chú : Có thể lí giải tương tự như trên cho trường hợp

$$u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi) ; i = I\sqrt{2} \cos \omega t$$

$$u = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C}q$$

$$\text{Đạo hàm theo } t : -\omega U\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) = R \frac{di}{dt} + L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C} i$$

$$-U \sin(\omega t + \varphi) = -RI \sin \omega t - Z_L I \cos \omega t + Z_C I \cos \omega t$$

$$U \sin(\omega t + \varphi) = RI \sin \omega t + (Z_L - Z_C) I \cos \omega t$$

Sau đó cho $\omega t = 0$ và $\omega t = \frac{\pi}{2}$.

Tổng kết 2 trường hợp :

$$u = U\sqrt{2} \cos \omega t$$

$$i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$$

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

$$\tan \varphi = \frac{Z_C - Z_L}{R}$$

$$u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$i = I\sqrt{2} \cos \omega t$$

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

$$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bài này dạy trong 1 tiết.

Bài này chia thành những phần sau :

+ Nêu mục tiêu phải đạt : xác định I và $(+\varphi)$ đối với một mạch điện xoay chiều có $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$.

+ Nêu phương pháp tiếp cận để tính toán : phương pháp giản đồ Fre-nen.

+ Cho những ví dụ đơn giản để HS nắm được phương pháp vẽ :

- mạch RC nối tiếp.

- mạch RL nối tiếp : cho HS tự làm.

+ Xét mạch RLC nối tiếp :

- Thay phép cộng đại số :

$$u = u_R + u_L + u_C$$

bằng phép cộng vectơ :

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

- Xét trường hợp $Z_C > Z_L$.
- Xét trường hợp $Z_C < Z_L$.
- Xét trường hợp cộng hưởng $Z_C = Z_L$.
- Tổng kết.

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

c1. Xem lại SGK Vật lí 11.

c2. Dòng 1 : \vec{I} và \vec{U}_R cùng pha.

Dòng 2 : \vec{I} nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với \vec{U}_C ; hoặc \vec{U}_C chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với \vec{I} .

Dòng 3 : \vec{I} chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với \vec{U}_L ; hoặc \vec{U}_L nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với \vec{I} .

c3. Hình 14.3 SGK Vật lí 12 ứng với trường hợp $U_L > U_C$.

Đặt $U_{LC} = U_L - U_C$. Ta vẫn có hệ thức :

$$U^2 = U_R^2 + U_{LC}^2 = [R^2 + (Z_L - Z_C)^2] I^2$$

Từ đó, ta có :
$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{Z}$$

với :
$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$
.

1. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của một đoạn mạch gồm có R, L, C mắc nối tiếp được đo bằng tích của tổng trở của mạch với cường độ hiệu dụng của dòng điện.

2. 1-e ; 2-c ; 3-a ; 4-b ; 5-d ; 6-f.

3. Xem II.3 SGK.

4. $Z_C = 20 \Omega$;
$$I = \frac{60}{\sqrt{20^2 + 20^2}} = \frac{3}{\sqrt{2}} \text{ A}$$

$$\tan(-\varphi) = 1$$

$$i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}.$$

$$5. Z_L = 30 \Omega; \quad Z = 30\sqrt{2} \Omega$$

$$I = \frac{120}{30\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} \text{ A}; \quad i = 4 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}.$$

$$6. \text{Ta có: } U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

$$\text{suy ra: } U_R = \sqrt{U^2 - U_C^2} = 60 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{60}{30} = 2 \text{ A}$$

$$\text{và: } Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{80}{2} = 40 \Omega.$$

$$7. \text{Ta có: } U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

$$\text{với } U_L = 40 \text{ V}; \quad U = \frac{80}{\sqrt{2}} = 40\sqrt{2} \text{ V}$$

$$\text{Vậy: } U_R = \sqrt{U^2 - U_L^2} = 40 \text{ V}; \quad I = \frac{U_R}{R} = 1 \text{ A}$$

$$\text{a) } Z_L = 40 \Omega; \quad \text{b) } i = \sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}$$

$$8. Z_C = 50 \Omega > Z_L = 20 \Omega; \quad Z = 30\sqrt{2} \Omega.$$

$$I = \frac{4}{\sqrt{2}} \text{ A}; \quad \tan(-\varphi) = 1; \quad i = 4 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}.$$

$$9. Z_C = 40 \Omega > Z_L = 10 \Omega$$

$$Z = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \Omega$$

$$\text{a) } I = \frac{120}{50} = 2,4 \text{ A}$$

$$\tan(-\varphi) = \frac{40 - 10}{40} = \frac{3}{4} = \tan 37^\circ$$

$$i = 2,4\sqrt{2} \cos(100\pi t + \varphi) \text{ (A)}$$

$$\text{b) } U_{AM} = I\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} \cdot 2,4 = 96\sqrt{2} \text{ V}.$$

$$10. Z_L = \frac{0,2\omega}{\pi} = Z_C = \frac{2\,000\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{80}{20} = 4 \text{ A}$$

$$i = 4\cos 100\pi t \text{ (A)}.$$

11. D. 12. D.