

Thi ĐH, CĐ 2010: Môn vật lý: Kỹ năng giải các bài toán khi tần số dòng điện thay đổi

Bài toán về dòng điện xoay chiều là dạng toán rất quan trọng trong các đề thi ĐH, CĐ gây khó khăn cho nhiều học sinh. Tuy nhiên, các dạng thường gặp đều có phương pháp giải khác nhau. Do đó, để hệ thống một số phương pháp chính, *Giáo Dục TP.HCM* đăng tải một số kinh nghiệm giúp các em học sinh có thêm tư liệu để giải. Dưới đây là dạng bài “Các bài toán với tần số dòng điện thay đổi”.

A. Phương pháp giải

Khảo sát độ lệch pha khi tần số f thay đổi từ 0 đến ∞ . (U, R, L, C không đổi)

* Khi $f=0$ thì $Z_L = 0$ và $Z_C = \infty$. Lúc này chưa có dòng điện xoay chiều. $P = 0$ vì $I = 0$.

□ **Giai đoạn 1**

* Khi f tăng thì Z_L tăng lên và Z_C giảm xuống.
Giai đoạn này $Z_L < Z_C$ nên đoạn mạch có tính dung kháng.
(Lúc này $LC\omega^2 < 1$) u trễ pha hơn i .

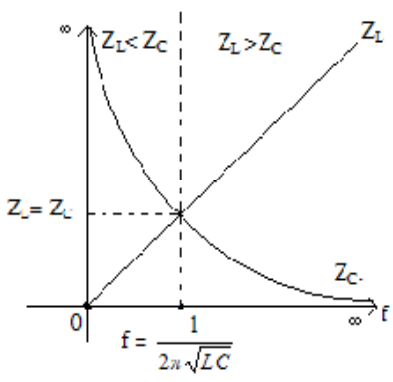
□ **Giai đoạn 2**

* Khi f tăng đến giá trị $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
(Lúc này $LC\omega^2 = 1$) Mạch xảy ra cộng hưởng.
Giai đoạn này $Z_L = Z_C$.

□ **Giai đoạn 3**

* Khi f tiếp tục tăng lên Z_L tăng lên và Z_C giảm.
Giai đoạn này $Z_L > Z_C$ nên đoạn mạch có tính cảm kháng.
(Lúc này $LC\omega^2 > 1$) u sớm pha hơn i .

* Khi $f \rightarrow \infty$ thì $Z_L = \infty$ và $Z_C \rightarrow 0$.



B. Bài tập minh họa

Thí dụ 1. Đoạn mạch R, L và C không phân nhánh được mắc vào hiệu điện thế xoay chiều có điện áp hai đầu mạch ổn định và tần số f thay đổi. Khi $f = 50(\text{Hz})$ thì mạch có cộng hưởng điện. Khi $f = 100(\text{Hz})$ thì:

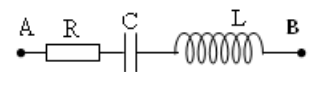
- A. Dung kháng lớn hơn cảm kháng .
- B. Độ lệch pha giữa u và i là số âm.
- C. Điện áp hai đầu mạch sớm pha hơn cường độ
- D. Tích $LC\omega^2$ nhỏ hơn 1.

Đáp án: C
Hướng dẫn

Từ đồ thị ta thấy được khi $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 50 (\text{Hz})$ thì mạch có cộng hưởng điện.

Khi $f > 50 (\text{Hz})$ thì có $Z_L > Z_C$ nên mạch có u sớm pha hơn i .

Thí dụ 2. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ:

U_{AB} ổn định, $L = 0,318 (\text{H})$; $C = \frac{10^{-4}}{4\pi} (\text{F})$, tần số f thay đổi. 

Khi $f = f_0$ thì I_{max} . Lúc đó f_0 có giá trị:

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

Đáp án: C Khi I_{max} thì trong mạch xảy ra cộng hưởng điện.

Hướng dẫn

Ta có $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ với $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 100 (\text{Hz})$

Thí dụ 3. Trong một đoạn mạch xoay chiều R, L, C (không đổi) không phân nhánh có $u = 240\cos 100\pi t$ (V), có cường độ dòng điện $I = 1,2\sqrt{2}$ (A) và đoạn mạch có tính cảm kháng với $Z_L = 2Z_C$. Để có cộng hưởng điện với $I_{\text{max}} = 1,5\sqrt{2}$ (A) thì tần số dòng điện phải có giá trị nào sau đây?

- A. 20 (Hz)
- B. $25\sqrt{2}$ (Hz)
- C. $60\sqrt{2}$ (Hz)
- D. 100 (Hz).

Đáp án: B

Hướng dẫn

Khi tần số góc là 100π (rad/s) thì tổng trở mạch là: $Z = \frac{U}{I} = \frac{120\sqrt{2}}{1,2\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow Z = 100\Omega = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$$

Khi có cộng hưởng điện thì $R = \frac{U}{I} = \frac{120\sqrt{2}}{1,5\sqrt{2}} = 80(\Omega)$. Vì R không đổi nên đưa về trường hợp tần

số $\omega = 100\pi$ ta tính được $Z_C = 60(\Omega)$, và $Z_L = 120(\Omega) \Rightarrow L = \frac{6}{5\pi}(H)$ và $C = \frac{10^{-3}}{6\pi}(F)$.

Lại trở về trường hợp có cộng hưởng điện, ta có $\omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow f = 25\sqrt{2} (Hz)$

Thí dụ 4. (ĐỀ THI ĐH 2009): Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_2$. Hệ thức đúng là:

A. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{LC}$ B. $\omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{LC}$ C. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$ D. $\omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Đáp án: B

*** Cách giải 1**

Giải như sau: Ứng với 2 tần số góc ω_1 và ω_2 ta có: $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2$ nên:

$$Z_{L_1} - Z_{C_1} = |Z_{L_2} - Z_{C_2}| \Rightarrow Z_{L_1} - Z_{C_1} = Z_{C_2} - Z_{L_2}$$

$$\Rightarrow Z_{L_1} + Z_{L_2} = Z_{C_1} + Z_{C_2} \Rightarrow L(\omega_1 + \omega_2) = \frac{1}{C} \left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2} \right) \Rightarrow LC (\omega_1 + \omega_2) = \frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1 \omega_2}$$

$$\Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_1 \omega_2} \Rightarrow \omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{LC}$$

Hướng dẫn cần nhớ:

- Khi tần số thay đổi mà các đại lượng trên mạch không đổi, có một giá trị của tần số gây ra hiện tượng cộng hưởng điện: $\omega^2 = \frac{1}{LC}$.
- Lúc cường độ hiệu dụng trong mạch bằng nhau (hoặc tổng trở mạch bằng nhau, hoặc công suất tiêu thụ bằng nhau) ta luôn có $\omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{LC}$

*** Cách giải 2**

$$\text{Khi } I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow (Z_{L_1} - Z_{C_1})^2 = (Z_{L_2} - Z_{C_2})^2$$

$$\Rightarrow Z_{L_1}^2 - 2\frac{L}{C} + Z_{C_1}^2 = Z_{L_2}^2 - 2\frac{L}{C} + Z_{C_2}^2. \text{ Ta được: } Z_{L_1}^2 - Z_{L_2}^2 = Z_{C_2}^2 - Z_{C_1}^2$$

$$\Rightarrow L^2(\omega_1^2 - \omega_2^2) = \frac{1}{C^2} \left(\frac{1}{\omega_2^2} - \frac{1}{\omega_1^2} \right) = \frac{1}{C^2} \left(\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{\omega_1^2 \omega_2^2} \right) \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_1 \omega_2} \Rightarrow \omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{LC}$$

Giảng viên Lê Văn Thời (Trung tâm LTĐH Việt Tân)