

Bài 13: CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Nếu cường độ dòng điện xoay chiều trong mạch có dạng:

$$i = I_0 \cos \omega t = I\sqrt{2} \cos \omega t$$

- Điện áp xoay chiều ở hai đầu mạch điện được viết dưới dạng:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: φ là độ lệch pha giữa u và i .

- Nếu $\varphi > 0$: u sớm (*nhANH*) pha hơn i .
- Nếu $\varphi < 0$: u trễ (*chẬM*) pha hơn i .
- Nếu $\varphi = 0$: u cùng (*đỒNG*) pha với i .

I. Mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở:

1. Biểu thức cường độ dòng điện:

- Nối hai đầu R vào điện áp xoay chiều:

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

- Theo định luật Ohm:

$$i = \frac{u_R}{R} = \frac{U}{R} \sqrt{2} \cos \omega t$$

- Đặt $I = \frac{U}{R}$ thì $i = I\sqrt{2} \cos \omega t = I_0 \cos \omega t$

$\Rightarrow$ cường độ tức thời trong mạch chỉ có điện trở luôn cùng pha với điện áp hai đầu mạch

2. Định luật Ohm:

• Biểu thức: $i = \frac{u_R}{R}$ hay $I = \frac{U_R}{R}$ hay $I_0 = \frac{U_{0R}}{R}$

• Phát biểu: Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa điện trở có giá trị bằng thương số giữa điện áp hiệu dụng và điện trở của mạch.

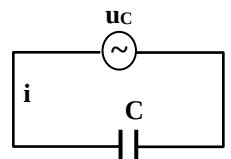
II. Mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện:

1. Thí nghiệm:

- Mắc mạch điện như hình 13.3. Nguồn điện trong mạch là nguồn một chiều, Ampe kế chỉ 0 $\Rightarrow$ Dòng điện không đổi không đi qua tụ điện.
- Thay nguồn điện một chiều bằng nguồn điện xoay chiều Ampe kế chỉ I khác 0 $\Rightarrow$ Dòng điện xoay chiều có thể tồn tại trong những mạch điện có chứa tụ điện

2. Khảo sát mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện

- Đặt vào hai đầu mạch điện chỉ có tụ điện một điện áp xoay chiều:



$$u = U_0 \cos \omega t = U\sqrt{2} \cos \omega t$$

- Điện tích của tụ điện có giá trị: $q = Cu = CU\sqrt{2} \cos \omega t$

Điện tích q biến thiên điều hòa theo thời gian nên trong mạch có dòng điện

- Cường độ dòng điện tức thời trong mạch:

$$i = \frac{dq}{dt} = -\omega CU\sqrt{2} \sin \omega t = \omega CU\sqrt{2} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

- Đặt $I = \omega CU$ thì

$$i = I\sqrt{2} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (I \text{ là cường độ hiệu dụng})$$

Vậy: Trong mạch chỉ chứa tụ điện, cường độ dòng điện qua tụ điện sớm pha $\pi/2$ so với điện áp hai đầu tụ điện. (hoặc điện áp hai đầu tụ điện trễ pha $\pi/2$ so với cường độ dòng điện)

- Nếu ta lấy pha ban đầu của dòng điện bằng 0 thì:

$$i = I\sqrt{2} \cos \omega t \quad \text{và} \quad u = U\sqrt{2} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

3. Định luật Ôm:

- Biểu thức: Ta có $I = \omega CU = \frac{U}{\frac{1}{\omega C}}$, đặt $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{Z_C}$$

Z_C được gọi là **dung kháng của mạch**, đơn vị $[\Omega]$

• Phát biểu: Cường độ hiệu dụng trong mạch chỉ chứa tụ điện có giá trị bằng thương số của điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch.

4. Ý nghĩa của dung kháng Z_C :

- Dung kháng Z_C là đại lượng biểu hiện sự cản trở dòng điện xoay chiều của tụ điện.
- Dòng điện xoay chiều có tần số cao (*cao tần*) chuyển qua tụ điện dễ dàng hơn dòng điện xoay chiều tần số thấp.
- Dung kháng Z_C cũng có tác dụng làm cho i sớm pha $\pi/2$ so với u_C .

III. Mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn cảm thuần:

Cuộn cảm thuần là cuộn cảm có điện trở không đáng kể.

1. Hiện tượng tự cảm trong mạch điện xoay chiều

Cho dòng điện cường độ I chạy qua một cuộn cảm thì *từ thông tự cảm* có biểu thức: $\phi = Li$ với L là độ tự cảm của cuộn dây

Khi i là một dòng điện xoay chiều thì từ thông ϕ biến thiên tuần hoàn theo t , trong cuộn cảm xuất hiện suất điện động tự cảm $e = -L \frac{di}{dt}$

2. Khảo sát mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn cảm thuần

- Đặt vào hai đầu cuộn cảm thuần một điện áp xoay chiều, tần số góc ω , giá trị hiệu dụng là U . Giả sử cường độ tức thời trong mạch có biểu thức:

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

- Điện áp tức thời ở hai đầu cuộn cảm thuần:

$$u = L \frac{di}{dt} = -\omega LI\sqrt{2} \sin \omega t = \omega LI\sqrt{2} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

- Đặt $U = \omega LI$ thì

$$u = U\sqrt{2} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Vậy: Trong mạch điện xoay chiều có một cuộn cảm thuần, cường độ dòng điện tức thời trễ pha $\pi/2$ so với điện áp tức thời (hoặc điện áp sớm pha $\pi/2$ so với cường độ dòng điện)

3. Định luật Ôm

- Biểu thức: Ta có: $U = \omega LI \Rightarrow I = \frac{U}{\omega L}$; đặt $Z_L = \omega L$
 $\Rightarrow I = \frac{U}{Z_L}$

Z_L được gọi là **cảm kháng của mạch**, đơn vị $[\Omega]$

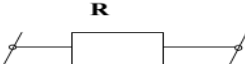
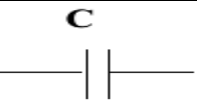
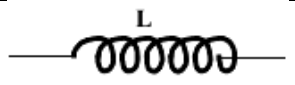
- Phát biểu: Trong mạch điện xoay chiều có cuộn cảm thuần, cường độ hiệu dụng có giá trị bằng thương số của điện áp hiệu dụng và cảm kháng của mạch.

4. Ý nghĩa của cảm kháng Z_L :

- Cảm kháng Z_L là đại lượng biểu hiện sự cản trở dòng điện xoay chiều của cuộn cảm.
- Cuộn cảm có độ tự cảm L lớn sẽ cản trở nhiều đối với dòng điện xoay chiều, nhất là dòng điện xoay chiều cao tần.
- Cảm kháng Z_L cũng có tác dụng làm cho i trễ pha $\pi/2$ so với u_L .

Bài tập : CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Giới thiệu về các linh kiện điện.

Nội dung	Điện trở	Tụ điện	Cuộn dây thuần cảm
Ký hiệu			

Tổng trở	$R = \rho \frac{\ell}{S}$	$Z_C = \frac{1}{C\omega}$	$Z_L = L\omega$
Đặc điểm	Cho cả dòng điện xoay chiều và điện một chiều qua nó nhưng tỏa nhiệt	Chỉ cho dòng điện xoay chiều đi qua	Chỉ cản trở dòng điện xoay chiều
Công thức định luật Ôm	$I = \frac{U}{R}; I_0 = \frac{U_0}{R}; i = \frac{u}{R}$	$I = \frac{U}{Z_C}; I_0 = \frac{U_0}{Z_C}$	$I_0 = \frac{U_0}{Z_L}; I = \frac{U}{Z_L}$
Công suất	$P = RI^2$	0	0
Độ lệch pha u - i	u và i cùng pha	u chậm pha hơn i góc $\pi/2$	u nhanh pha hơn i góc $\pi/2$
Phương trình	$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ $\rightarrow i = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$	$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ $\rightarrow i = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$	$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ $\rightarrow i = I_0 \cos(\omega t + \varphi - \pi/2)$

2. Công thức độc lập với thời gian

Với đoạn mạch chỉ có C hoặc chỉ có cuộn dây thuần cảm (L) ta có: $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$

Chủ đề: MẠCH CHỈ CÓ ĐIỆN TRỞ THUẦN R

Câu 1: Cho dòng điện xoay chiều hình sin qua mạch điện chỉ có điện trở thuần thì hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở

- A. Chậm pha đối với dòng điện. B. Nhanh pha đối với dòng điện.
C. Cùng pha với dòng điện D. lệch pha đối với dòng điện $\pi/2$.

Câu 2: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở R . Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = I\sqrt{2} \cos \omega t$ ($I > 0$). Biểu thức điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là

- A. $u = U\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$. B. $u = U\sqrt{2} \cos \omega t$.
C. $u = U \cos \omega t$. D. $u = U\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$.

Câu 3: Mạch chỉ có điện trở thuần R , biểu thức i qua mạch có dạng $i = 2 \cos 100\pi t$ A, $R = 20 \Omega$. Viết biểu thức hiệu điện thế ở hai đầu mạch?

- A. $u = 40 \cos(100\pi t + \pi/2)$ V B. $u = 40\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/2)$ V
C. $u = 40 \cos(100\pi t)$ V D. $u = 40\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi)$ V

Câu 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch; i , I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây sai?

- A. $\frac{U}{U_0} - \frac{I}{I_0} = 0$ B. $\frac{U}{U_0} + \frac{I}{I_0} = \sqrt{2}$ C. $\frac{u}{U} - \frac{i}{I} = 0$ D. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 1$

Chủ đề: MẠCH CHỈ CÓ CUỘN CẢM THUẦN L

Câu 1: Khi tần số dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm tăng lên 4 lần thì cảm kháng của cuộn cảm

- A. tăng lên 2 lần B. tăng lên 4 lần C. giảm đi 2 lần D. giảm đi 4 lần

Câu 2: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$ ($\omega > 0$) vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Cảm kháng của cuộn cảm này bằng

- A. $\frac{1}{\omega L}$. B. ωL . C. $\frac{\omega}{L}$. D. $\frac{L}{\omega}$.

Câu 3: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$ ($U > 0, \omega > 0$) vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong cuộn cảm là

- A. $\frac{U\sqrt{2}}{\omega L}$. B. $\frac{U}{\omega L}$. C. $\sqrt{2} U \omega L$. D. $U \omega L$.

Câu 4: Hai đầu cuộn thuần cảm $L = 2/\pi$ (H) có hất xoay chiều $u = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t - \pi/2)$ (V). Pha ban đầu của cường độ dòng điện là:

- A. $\varphi_i = \pi/2$ B. $\varphi_i = 0$ C. $\varphi_i = -\pi/2$ D. $\varphi_i = -\pi$

Câu 5: Đặt điện áp $u = U_0 \cos \omega t$ vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là:

- A. $i = \frac{U_0}{\omega L} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ B. $i = \frac{U_0}{\omega L \sqrt{2}} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$
C. $i = \frac{U_0}{\omega L} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ D. $i = \frac{U_0}{\omega L \sqrt{2}} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

Câu 6: Đặt vào hai đầu cuộn thuần cảm $L = 1/\pi$ (H) một hất: $u = 200 \cos(100\pi t + \pi/3)$ (V). Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là:

- A. $i = 2 \cos(100\pi t + \pi/3)$ (A) B. $i = 2 \cos(100\pi t + \pi/6)$ (A)
C. $i = 2 \cos(100\pi t - \pi/6)$ (A) D. $i = 2 \cos(100\pi t - \pi/3)$ (A)

Câu 7: Một đoạn mạch chỉ có $L = \frac{1}{\pi}$ H mắc vào mạng điện và có phương trình $i = 2 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ A, hãy viết phương trình hiệu điện thế hai đầu mạch điện?

- A. $u_L = 200 \cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ V B. $u_L = 200 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ V
C. $u_L = 200\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ V D. $u_L = 200\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ V

Câu 8: Mạch điện chỉ có cuộn cảm thuần, $L = 1/\pi$ H, biểu thức dòng điện trong mạch có dạng $i = 2 \cos(100\pi t)$ A. Tính cảm kháng trong mạch Z_L và viết biểu thức hiệu điện thế hai đầu mạch điện?

- A. $Z_L = 100 \Omega$; $u = 200 \cos(100\pi t - \pi/2)$ V B. $Z_L = 100 \Omega$; $u = 200 \cos(100\pi t + \pi/2)$ V
C. $Z_L = 100 \Omega$; $u = 200 \cos(100\pi t)$ V D. $Z_L = 200 \Omega$; $u = 200 \cos(100\pi t + \pi/2)$ V

Câu 9: (THPTQG 2017) Đặt điện áp xoay chiều có giá trị cực đại là 100 V vào hai đầu một cuộn cảm

thuần thì cường độ dòng điện trong cuộn cảm có biểu thức $i = 2\cos 100\pi t$ (A). Tại thời điểm điện áp có 50 V và đang tăng thì cường độ dòng điện là

- A. $\sqrt{3}$ A. B. $-\sqrt{3}$ A. C. -1 A. D. 1 A.

Câu 10: (THPTQG 2017) Đặt điện áp xoay chiều có giá trị cực đại là 100 V vào hai đầu cuộn cảm thuần thì cường độ dòng điện trong mạch là $i = 2\cos 100\pi t$ (A). Khi cường độ dòng điện $i = 1$ A thì điện áp giữa hai đầu cuộn cảm có độ lớn bằng

- A. $50\sqrt{3}$ V. B. $50\sqrt{2}$ V. C. 50 V. D. 100 V.

Chủ đề: MẠCH CHỈ CÓ TỤ ĐIỆN

Câu 1: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu một đoạn mạch chỉ có tụ điện thì dung kháng của tụ điện là Z_C . Cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là

- A. $I = \frac{U}{Z_C}$. B. $I = U^2 Z_C$. C. $I = \left(\frac{U}{Z_C}\right)^2$. D. $I = \frac{Z_C}{U}$.

Câu 2: Đối với dòng điện xoay chiều, khả năng cản trở dòng điện của tụ điện C.

- A. Càng lớn, khi tần số f càng lớn. B. Càng nhỏ, khi chu kỳ T càng lớn.
C. Càng nhỏ, khi cường độ càng lớn. D. Càng nhỏ, khi điện dung của tụ C càng lớn.

Câu 3: Khi mắc một tụ điện vào mạng điện xoay chiều, nếu tần số của dòng điện xoay chiều:

- A. Càng nhỏ, thì dòng điện càng dễ đi qua B. Càng lớn, dòng điện càng khó đi qua
C. Càng lớn, dòng điện càng dễ đi qua D. Bằng 0, dòng điện càng dễ đi qua

Câu 4: Khi tần số dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch chỉ chứa tụ điện tăng lên 4 lần thì dung kháng của tụ điện

- A. tăng lên 2 lần B. tăng lên 4 lần C. giảm đi 2 lần D. giảm đi 4 lần

Câu 5: Trong một đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện thì hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch

- A. sớm pha $\pi/2$ so với cường độ dòng điện. B. sớm pha $\pi/4$ so với cường độ dòng điện.
C. trễ pha $\pi/2$ so với cường độ dòng điện. D. trễ pha $\pi/4$ so với cường độ dòng điện.

Câu 6: Một tụ điện có $C = 10 \mu\text{F}$ mắc vào mạch điện xoay chiều có tần số 50Hz, tính dung kháng của tụ?

- A. 31,8 Ω B. 3,18 Ω C. 0,318 Ω D. 318,3 Ω

Câu 7: Đặt điện áp $u = U_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có tụ thì cường độ dòng điện trong mạch là $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$. Giá trị của φ_i bằng

- A. $-\frac{\pi}{2}$ B. $-\frac{3\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{2}$ D. $\frac{3\pi}{4}$

Câu 8: Đặt vào hai đầu tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{1,5\pi}$ (F) một hiệu điện thế xoay chiều $u = 300\cos(100\pi t - \pi/6)$ (V), thì biểu thức i qua mạch là

- A. $i = 2\cos(100\pi t + \pi/3)$ (A) B. $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t + \pi/3)$ (A)

C. $i = 2\cos(100\pi t + 5\pi/6)$ (A)

D. $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t - \pi/2)$ (A)

Câu 9: Mạch điện X chỉ có tụ điện C, biết $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, mắc mạch điện trên vào mạng điện có phương trình $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ V. Xác định phương trình dòng điện trong mạch.

A. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ A

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

C. $i = \cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ A

D. $i = \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ A

Câu 10: Dòng điện qua mạch chỉ chứa tụ điện có biểu thức: $i = 2,5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A). Biết điện dung tụ điện bằng $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$ F. Điện áp tức thời giữa hai bản tụ điện có biểu thức:

A. $u = 100\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (V)

B. $u = 100\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V)

C. $u = 100\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V)

D. $u = 100\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (V)

Câu 11: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu một tụ điện thì cường độ dòng điện qua nó có giá trị hiệu dụng là I. Tại thời điểm t, điện áp ở hai đầu tụ điện là u và cường độ dòng điện qua nó là i. Hệ thức liên hệ giữa các đại lượng là:

A. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{2}$

B. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 1$

C. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{4}$

D. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$

Câu 12: Đặt điện áp $u = U_0\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ V vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F. Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu tụ điện là 150 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4A. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là

A. $i = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ A

B. $i = 5\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ A

C. $i = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ A

D. $i = 5\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ A