

1. Khái niệm: Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cosin.

2. Biểu thức của điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời

a) **Điện áp tức thời:** $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$

Trong đó: U_0 là **điện áp cực đại**; ω là **tần số góc**; φ_u là **pha ban đầu** của điện áp.

b) **Cường độ dòng điện tức thời:** $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

Trong đó: I_0 là **cường độ dòng điện cực đại**; φ_i là **pha ban đầu** của dòng điện.

c) **Độ lệch pha của điện áp u so với cường độ dòng điện i trong mạch:** $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

- Nếu $\varphi > 0$ thì u **sớm pha** φ so với i .
- Nếu $\varphi < 0$ thì u **trễ pha** $|\varphi|$ so với i .
- Nếu $\varphi = 0$ thì u **cùng pha (đồng pha)** với i .

$$\varphi \equiv \varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_u = \varphi + \varphi_i; \quad \varphi_i = \varphi_u - \varphi$$

3. Chu kì (T), tần số (f), tần số góc (ω) của dòng điện xoay chiều

a) **Chu kì:** $T = \frac{2\pi}{\omega}$

b) **Tần số:** $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

c) **Tần số góc:** $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

4. Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều

- Nguyên tắc: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

- Cho một cuộn dây kín có N vòng dây quay đều với tốc độ góc ω trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B} . Từ thông gửi qua cuộn dây cho bởi:

$$\Phi = NBS \cos \omega t$$

- S là diện tích mỗi vòng dây.
 - $\Phi_0 = NBS$ là từ thông cực đại qua cuộn dây.
- Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = \omega NBS \sin \omega t$$

- $E_0 = \omega NBS$ là suất điện động cảm ứng cực đại xuất hiện trong cuộn dây.
- Nếu cuộn dây khép kín có điện trở R thì cường độ dòng điện cảm ứng cho bởi:

$$i = \frac{e}{R} = \frac{\omega NBS}{R} \sin \omega t$$

Đây là dòng điện xoay chiều với tần số góc ω và cường độ cực đại:

$$I_0 = \frac{\omega NBS}{R}$$

Chiều dương của i thuận với chiều pháp tuyến \vec{n} của mặt phẳng chứa cuộn dây.

5. Các giá trị hiệu dụng

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

↳ **Lưu ý 1:** Giá trị hiệu dụng được định nghĩa dựa trên **tác dụng nhiệt** của dòng điện.

↳ **Lưu ý 2:** Đơn vị cường độ dòng điện (A – ampe) được định nghĩa theo **trường tác từ** của dòng điện.

- Đối với các đại lượng điện và từ là những hàm số sin hay cosin của thời gian (như cường độ dòng điện, điện áp, suất điện động, cường độ điện trường, điện tích,...) thì:

$$\text{Giá trị hiệu dụng} = \frac{Gi\text{tr}\text{h}\text{u}\text{y}\text{d}\text{u}\text{ng}}{\sqrt{2}}$$

a) Cường độ dòng điện hiệu dụng: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

b) Điện áp hiệu dụng: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

☞ **Lưu ý:** Ở Việt Nam, mạng điện xoay chiều dân dụng có điện áp hiệu dụng là 220 V.

c) Suất điện động hiệu dụng: $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$

☞ **Lưu ý 1:**

- Ampe kế và vôn kế đo các **giá trị hiệu dụng** của cường độ dòng điện và điện áp. Để đo cường độ dòng điện thì **ampe kế** được **mắc nối tiếp** với đoạn mạch cần đo, còn để đo điện áp thì **vôn kế** được **mắc song song** với đoạn mạch cần đo. Nguyên tắc cấu tạo của các dụng cụ này dựa trên những tác dụng không phụ thuộc vào chiều của dòng điện
- Khi các thiết bị điện hoạt động ở chế độ định mức (bình thường) thì I, U, P, f,... bằng các giá trị ghi trên các thiết bị đó.
- Các số liệu ghi trên các thiết bị điện (bóng đèn, quạt,...) đều là các **giá trị hiệu dụng**:

- Ví dụ:

+ Cho điện áp xoay chiều: 220 V – 50 Hz, nghĩa là: U = 220 V và f = 50 Hz.

+ Một bóng đèn có ghi: 220 V – 5 A, nghĩa là: U = 220 V và I = 5 A.

+ Một bóng đèn dây tóc (đèn sợi đốt) có ghi: 220 V – 100 W (nghĩa là: U = 220 V và P = 100 W) được coi là điện trở thuần có điện trở:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega.$$

☞ **Lưu ý 2:** Nhiệt lượng mà điện trở thuần R tỏa ra trong thời gian t (s)

$$Q = I^2 R t$$

với I là giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện chạy qua điện trở R.

$$\text{Với } I_1 = \frac{I_0}{2} \text{ và } I_2 = \frac{I_{02}}{\sqrt{2}} = \frac{I_0/2}{\sqrt{2}} = \frac{I_0}{2\sqrt{2}}.$$

Dòng điện này gồm hai thành phần: thành phần dòng điện không đổi có cường độ I_1 và thành phần dòng điện xoay chiều có cường độ hiệu dụng I_2 . Cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện $i = I_0 \cos^2 \omega t$ là: $I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$

Ví dụ 1: Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch là $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V) (trong đó t tính bằng giây). Cứ mỗi giây có bao nhiêu lần điện áp này bằng không?

Giải

- Chu kì của dòng điện: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50}$ s.

- Trong mỗi chu kì có 2 lần điện áp này bằng không. Suy ra: trong 1 giây = 50 T có $2.50 = 100$ lần điện áp này bằng không.

Ví dụ 2: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch là $i = 2 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A), (trong đó t tính bằng giây). Hỏi trong giây đầu tiên dòng điện này đổi chiều bao nhiêu lần?

Giải

- Chu kì của dòng điện: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50}$ s.

- Tại $t = 0$: $i = 2 \cos\left(100\pi \cdot 0 + \frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow i = 2 \cos \frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ A} \neq \pm I_0 = \pm 2 \text{ A}$

\Rightarrow Trong chu kì đầu tiên dòng điện này đổi chiều 2 lần.

- Trong mỗi chu kì tiếp theo dòng điện này cũng đổi chiều 2 lần. Suy ra, trong giây đầu tiên = 1 giây = 50 T dòng điện này đổi chiều: $2.50 = 100$ lần.

Lưu ý: Nếu dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2 \cos 100\pi t$ thì

- Tại $t = 0$: $i = 2 \cos 100\pi \cdot 0 = 2 = I_0$ (tức là đang ở biên) \Rightarrow Trong chu kì đầu tiên dòng điện này đổi chiều 1 lần.

- Trong mỗi chu kì tiếp theo dòng điện này đổi chiều 2 lần.

Suy ra, trong giây đầu tiên = 1 giây = 50 T dòng điện này đổi chiều: $2.50 - 1 = 99$ lần.

Ví dụ 3: Một dòng điện có cường độ $i = I_0 \cos 2\pi f t$. Tính từ $t = 0$, khoảng thời gian ngắn nhất để cường độ dòng điện này bằng 0 là 0,004 s. Tìm giá trị của f .

Giải

- Tại $t = 0 \Rightarrow i = I_0 \cos(2\pi f \cdot 0) = I_0$. Khoảng thời gian ngắn nhất để cường độ dòng điện này giảm từ I_0 đến 0 là:

$$\frac{T}{4} = 0,004 \Rightarrow T = 0,016 \text{ s.}$$

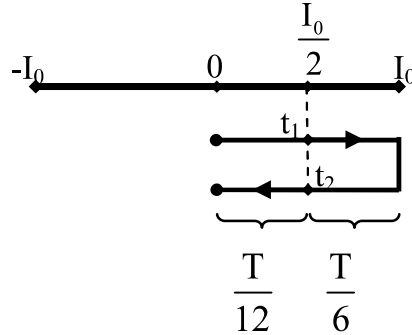
- Tần số của dòng điện là: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,016} = 62,5 \text{ Hz.}$

Ví dụ 4: Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0 \sin 100\pi t$ (t tính bằng s). Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01 s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm nào?

Giải

- Chu kì của dòng điện: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = 0,02$ s.

- Tại $t = 0 \Rightarrow i = I_0 \sin(100\pi \cdot 0) = 0$ và đang tăng (vì $i' > 0$); đến thời điểm $0,01$ s = $\frac{T}{2}$ nên ta có giản đồ như hình vẽ.



- Từ giản đồ ta thấy, cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm:

$$t_1 = \frac{T}{12} = \frac{0,02}{12} = \frac{1}{600} \text{ s và}$$

$$t_2 = \frac{T}{12} + 2 \cdot \frac{T}{6} = \frac{5T}{12} = \frac{5 \cdot 0,02}{12} = \frac{1}{120} = \frac{5}{600} \text{ s.}$$

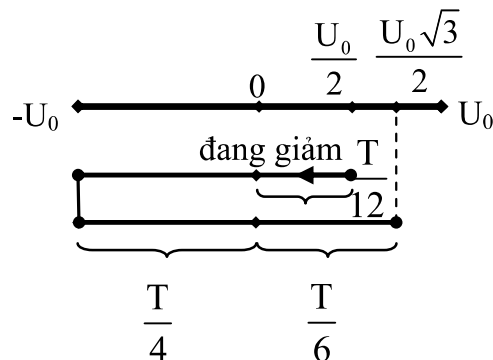
Ví dụ 5: Điện áp ở hai đầu một đoạn mạch là $u = 160 \cos 100\pi t$ (V) (t tính bằng giây). Tại thời điểm t_1 , điện áp ở hai đầu đoạn mạch có giá trị là 80V và đang giảm. Đến thời điểm $t_2 = t_1 + 0,015$ s, điện áp ở hai đầu đoạn mạch có giá trị bằng bao nhiêu?

Giải

- Từ biểu thức $u = 160 \cos 100\pi t$

\Rightarrow điện áp cực đại $U_0 = 160$ V và chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50}$ s.

- Dễ thấy, tại thời điểm t_1 : $u_1 = 80 = \frac{U_0}{2}$.



- Dựa vào giản đồ ta phân tích: $0,015 = \frac{3T}{4} = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{6}$.

- Từ giản đồ bên, ta suy ra đến thời điểm $t_2 = t_1 + 0,015$ s, điện áp này có giá trị là:

$$u_2 = \frac{U_0 \sqrt{3}}{2} = \frac{160\sqrt{3}}{2} = 80\sqrt{3} \text{ V.}$$

Ví dụ 6: Tìm giá trị hiệu dụng của dòng điện $i = 8\cos^2\omega t$ (A) chạy qua đoạn mạch chứa điện trở thuần R.

Giải

- Ta có: $i = 8\cos^2\omega t = 4 + 4\cos(2\omega t)$.

- Dòng điện này gồm hai thành phần: thành phần dòng điện không đổi có cường độ $I_1 = 4$ A và thành phần dòng điện xoay chiều có cường độ hiệu dụng

$$I_2 = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \text{ A.}$$

- Dựa vào định nghĩa cường độ dòng điện hiệu dụng: Cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở R trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

Do đó, ta có:

$$I^2 R \cdot T = I_1^2 R \cdot T + I_2^2 R \cdot T$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{4^2 + (2\sqrt{2})^2} = 2\sqrt{6} \text{ A.}$$

(với T là khoảng thời gian bằng một chu kì).

Ví dụ 7: Dòng điện xoay chiều $i = I_0 \cos\omega t$ trong đoạn mạch có đặc điểm sau: trong thời gian một phần tư đầu của chu kì thì có giá trị hiệu dụng bằng 1 A, trong thời gian ba phần tư sau của chu kì thì có giá trị hiệu dụng bằng 3 A. Tìm giá trị hiệu dụng của dòng điện này trong một chu kì.

Giải

- Gọi T là chu kì của dòng điện. Theo đề bài, trong $T/4$ đầu thì dòng điện có giá trị hiệu dụng $I_1 = 1$ A và trong $3T/4$ sau thì dòng điện có giá trị hiệu dụng $I_2 = 3$ A.

- Dựa vào định nghĩa cường độ dòng điện hiệu dụng: Cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở R trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

Gọi I là giá trị hiệu dụng của dòng điện trong một chu kì, ta có:

$$I^2 R \cdot T = I_1^2 R \cdot \frac{T}{4} + I_2^2 R \cdot \frac{3T}{4}$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{I_1^2}{4} + \frac{3I_2^2}{4}} = \sqrt{\frac{1^2}{4} + \frac{3 \cdot 3^2}{4}} = \sqrt{7} \text{ A.}$$

A - CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

Câu 1: Cường độ dòng điện $i = 2\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (A) có giá trị hiệu dụng bằng

- A. $\sqrt{2}$ A. B. $2\sqrt{2}$ A. C. 1 A. D. 2 A.

Câu 2: Cường độ dòng điện qua một đoạn mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A) (t tính bằng

s). Cường độ dòng điện tức thời tại thời điểm $t = 2015$ s là

- A. $-\sqrt{2}$ A. B. 2 A. C. $\sqrt{2}$ A. D. -2 A.

Câu 3: Ở Việt Nam, mạng điện xoay chiều dân dụng có tần số là

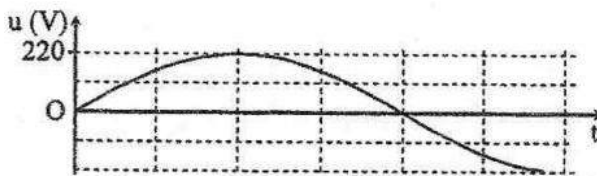
- A. 50π Hz. B. 100π Hz. C. 100 Hz. D. 50 Hz.

Câu 4: Điện áp giữa hai cực một vôn kế xoay chiều là $u = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (V). Số chỉ của vôn kế này là

- A. 200 V. B. $200\sqrt{2}$ V. C. $100\sqrt{2}$ V. D. 100 V.

Câu 5: Hình bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của điện áp xoay chiều u ở hai đầu một đoạn mạch vào thời gian t . Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch bằng

- A. $110\sqrt{2}$ V. B. $220\sqrt{2}$ V. C. 220 V. D. 110 V.



Câu 6: Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch là $u = 100\sqrt{2} \cos 120\pi t$ (V) (trong đó t tính bằng giây). Cứ mỗi giây có bao nhiêu lần điện áp này bằng không?

- A. 60 lần. B. 2 lần. C. 120 lần. D. 240 lần.

Câu 7: Cho dòng điện xoay chiều có tần số 50 Hz, chạy qua một đoạn mạch. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp cường độ dòng điện này bằng 0 là:

- A. $\frac{1}{25}$ s B. $\frac{1}{50}$ s C. $\frac{1}{100}$ s D. $\frac{1}{200}$ s

Câu 8: Tại thời điểm t , điện áp $u = 220\sqrt{2} \cos(120\pi t + \frac{\pi}{2})$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có

giá trị $110\sqrt{2}$ V và đang giảm. Sau thời điểm đó $\frac{1}{360}$ s, điện áp này có giá trị là

- A. -110V. B. -220 V. C. $-110\sqrt{2}$ V. D. 220 V.

Câu 9: Suất điện động $e = 100\cos(100\pi t + \pi)$ (V) có giá trị cực đại là

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

Câu 10: Suất điện động cảm ứng do một máy phát điện xoay chiều một pha tạo ra có biểu thức: $e = 110\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) (t tính bằng s). Tần số góc của suất điện động là

- A. 100 rad/s B. 50 rad/s C. 50π rad/s
D. 100π rad/s

B - BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Một đèn nêon mắc với mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 110 V và tần số 50 Hz. Biết đèn sáng khi độ lớn điện áp giữa hai cực không nhỏ hơn $55\sqrt{2}$ V. Trong một chu kỳ của dòng điện, tìm thời gian đèn tắt.

Bài 2: Một đèn nêon mắc với mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 200 V và tần số 60 Hz. Biết đèn sáng khi độ lớn điện áp giữa hai cực không nhỏ hơn 120 V. Trong một chu kỳ của dòng điện, tìm số lần đèn tắt.

Bài 3: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch có biểu thức là $i = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t - 2\pi/3)$ (A). Tại thời điểm $t = 0$, tìm giá trị của i .

Bài 4: Tại thời điểm t , điện áp $u = 120\sqrt{6}\cos(120\pi t - \frac{\pi}{4})$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $180\sqrt{2}$ V và đang tăng. Sau thời điểm đó $\frac{1}{144}$ s, điện áp này có giá trị bằng bao nhiêu?

Bài 5: Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0\sin 100\pi t$. Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm nào?