

Xác định từ thông, suất điện động

A. Phương pháp & Ví dụ

1. Phương pháp

Áp dụng các công thức:

- Từ thông: $\Phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ (Wb)}$;
- Suất điện động: $e = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$. Trong đó $E_0 = NB\omega S$
- Chu kì và tần số liên hệ bởi: $\omega = 2\pi/T = 2\pi f = 2\pi n$ với n là số vòng quay trong 1 s
- Suất điện động do các máy phát điện xoay chiều tạo ra cũng có biểu thức tương tự như trên.
- Khi trong khung dây có suất điện động thì 2 đầu khung dây có điện áp xoay chiều. Nếu khung chưa nối vào tải tiêu thụ thì suất điện động hiệu dụng bằng điện áp hiệu dụng 2 đầu đoạn mạch.

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Một khung dây dẫn phẳng có diện tích $S = 50 \text{ cm}^2$, có $N = 100$ vòng dây, quay đều với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,1 \text{ T}$. Chọn gốc thời gian $t = 0$ là lúc vector pháp tuyến n của diện tích S của khung dây cùng chiều với vector cảm ứng từ B và chiều dương là chiều quay của khung dây.

- Viết biểu thức xác định từ thông qua khung dây.
- Viết biểu thức xác định suất điện động e xuất hiện trong khung dây.
- Vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi của e theo thời gian.

Hướng dẫn:

- Khung dây dẫn quay đều với tốc độ góc :

$$\omega = 50 \cdot 2\pi = 100\pi \text{ rad/s}$$

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, vector pháp tuyến n của diện tích S của khung dây có chiều trùng với chiều của vector cảm ứng từ B của từ trường. Đến thời điểm t , pháp tuyến n của khung dây đã quay được một góc bằng ωt . Lúc này từ thông qua khung dây là :

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

Như vậy, từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian với tần số góc ω và với giá trị cực đại (biên độ) là $\Phi_0 = NBS$.

Thay $N = 100$, $B = 0,1 \text{ T}$, $S = 50 \text{ cm}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ và $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$ ta được biểu thức của từ thông qua khung dây là : $\Phi = 0,05 \cos(100\pi t) \text{ (Wb)}$

- Từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian, theo định luật cảm ứng điện từ của Faraday thì trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng. Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây được xác định theo định luật Lentz :

Như vậy, suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây biến đổi điều hoà theo thời gian với tần số góc ω và với giá trị cực đại (biên độ) là $E_0 = \omega NBS$.

Thay $N = 100$, $B = 0,1 \text{ T}$, $S = 50 \text{ cm}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ và $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$ ta được biểu thức xác định suất điện động xuất hiện trong khung dây là :

Ví dụ 2: Một khung dây hình chữ nhật có 1500 vòng, diện tích mỗi vòng 100 cm^2 , quay đều quanh trục đối xứng với tốc độ góc 120 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng $0,4 \text{ T}$. Trục quay vuông góc với các đường sức từ. Chọn gốc thời gian là lúc vector pháp tuyến của mặt phẳng khung dây cùng hướng với vector cảm ứng từ. Viết biểu thức suất điện động cảm ứng tức thời trong khung.

Hướng dẫn:

Ta có: $\Phi = NBS = 6 \text{ (Wb)}$; $\omega = 2\pi n/60 = 4\pi \text{ (rad/s)}$

$$\Phi = \Phi_0 \cos(B, n) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Tại thời điểm $t = 0$ thì $(B, n) = 0 \rightarrow \varphi = 0$

Ví dụ 3: Một khung dây dẫn có $N = 100$ vòng dây quấn nối tiếp, mỗi vòng có diện tích là 50 cm^2 . Khung dây được đặt trong từ trường đều $B = 0,5 \text{ T}$. Lúc $t = 0$, vector pháp tuyến của khung dây hợp với B góc $\varphi = \pi/3$. Cho khung dây quay đều với tần số 20 vòng/s quanh trục Δ (trục Δ đi qua tâm và song song với 1 cạnh của khung, vuông góc với B). Chứng tỏ rằng trong khung dây xuất hiện suất điện động cảm ứng e và tìm biểu thức e theo t .

Hướng dẫn:

Khung dây quay đều quanh trục Δ vuông góc với cảm ứng từ B thì góc tạo bởi vector pháp tuyến n của khung dây và B thay đổi \rightarrow từ thông qua khung dây biến thiên \rightarrow Theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây xuất hiện suất điện động cảm ứng.
Tần số góc: $\omega = 2\pi n_0 = 2\pi \cdot 20 = 40\pi (\text{rad/s})$.
Biên độ của suất điện động: $E_0 = \omega NBS = 40\pi \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \approx 31,24 (\text{V})$
Chọn gốc thời gian lúc: $(n, B) = \pi/3$
Biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. (CĐ 2009). Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch là $u = 150 \cos 100\pi t$ (V). Cứ mỗi giây có bao nhiêu lần điện áp này bằng không?

A. 100 lần. B. 50 lần. C. 200 lần. D. 2 lần.

Lời giải:

$T = 2\pi/\omega = 0,02 \text{ s}$; 1 s có $1/0,02 = 50$ chu kì; mỗi chu kì có 2 lần điện áp bằng 0 nên sẽ có 100 lần điện áp bằng 0. Chọn A.

Câu 2. (CĐ 2009). Một khung dây dẫn phẳng dẹt hình chữ nhật có 500 vòng dây, diện tích mỗi vòng 54 cm^2 . Khung dây quay đều quanh một trục đối xứng (thuộc mặt phẳng của khung), trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với trục quay và có độ lớn $0,2 \text{ T}$. Từ thông cực đại qua khung dây là

A. $0,27 \text{ Wb}$. B. $1,08 \text{ Wb}$.
C. $0,54 \text{ Wb}$. D. $0,81 \text{ Wb}$.

Lời giải:

$\Phi_0 = NBS = 500 \cdot 0,2 \cdot 54 \cdot 10^{-4} = 0,54 (\text{Wb})$. Chọn C.

Câu 3. (CĐ 2010). Một khung dây dẫn phẳng dẹt hình chữ nhật có 500 vòng dây, diện tích mỗi vòng là 220 cm^2 . Khung quay đều với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục đối xứng nằm trong mặt phẳng của khung dây, trong một từ trường đều có véc

tơ cảm ứng từ B —vuông góc với trục quay và có độ lớn T . Suất điện động cực đại trong khung dây bằng

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

Lời giải:

$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$; $E_0 = \omega NBS = 220\sqrt{2} \text{ V}$. Chọn B.

Câu 4. (CĐ 2011). Một khung dây dẫn phẳng, hình chữ nhật, diện tích $0,025 \text{ m}^2$, gồm 200 vòng dây quay đều với tốc độ 20 vòng/s quanh một trục cố định trong một từ trường đều. Biết trục quay là trục đối xứng nằm trong mặt phẳng khung và vuông góc với phương của từ trường. Suất điện động hiệu dụng xuất hiện trong khung có độ lớn bằng 222 V . Cảm ứng từ có độ lớn bằng

A. $0,50 \text{ T}$. B. $0,60 \text{ T}$. C. $0,45 \text{ T}$. D. $0,40 \text{ T}$.

Lời giải:

$\omega = 2\pi f = 40\pi \text{ rad/s}$; $E = \omega NBS/\sqrt{2} \rightarrow B = E\sqrt{2}/(\omega NS) = 0,5 \text{ T}$. Chọn A.

Câu 5. (CĐ 2011). 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 bằng 0 là
A. 1/100 s. B. 1/200 s. C. 1/50 s. D. 1/25 s.

Lời giải:

$T = 1/f = 0,02$ s. Trong một chu kì có hai lần cường độ dòng điện bằng 0 nên khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp cường độ dòng điện bằng 0 là $\Delta t = T/2 = 0,01$ s. Chọn A.

Câu 6. (ĐH 2009). Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = 2\cos(100\pi t - \pi/4)$ (V). Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là

A. $e = 2\cos(100\pi t - \pi/4)$ (V). B. $e = 2\cos(100\pi t - \pi/4)$ (V).
C. $e = 2\cos 100\pi t$ (V). D. $e = 2\cos(100\pi t + \pi/2)$ (V).

Lời giải:

$e = -\Phi' = \omega\Phi_0\sin(\omega t + \varphi) = \omega\Phi_0\cos(\omega t + \varphi - \pi/2) = 2\cos(100\pi t - \pi/4)$ (V). Chọn B.

Câu 7. (ĐH 2011). Một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục cố định nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với trục quay của khung. Suất điện động cảm ứng trong khung có biểu thức $e = E_0\cos(\omega t + \pi/2)$. Tại thời điểm $t = 0$, vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc bằng
A. 45° . B. 180° . C. 90° . D. 150° .

Lời giải:

Nếu $\Phi = \Phi_0\cos(\omega t + \varphi)$ thì:

$e = -\Phi' = \omega\Phi_0\cos(\omega t + \varphi - \pi/2) = E_0\cos(\omega t + \varphi - \pi/2) \rightarrow \varphi - \pi/2 = \pi/2 \rightarrow \varphi = \pi$.
Chọn B.

Câu 8. (ĐH 2011). Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp. Suất điện động xoay chiều do máy phát sinh ra có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng $100\sqrt{2}$ V. Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $5/\pi$ mWb. Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là

A. 71 vòng. B. 200 vòng.
C. 100 vòng. D. 400 vòng.

Lời giải:

$\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s; $E = \omega 4N\Phi_0/\sqrt{2} \rightarrow N = E\sqrt{2}/(4\omega\Phi_0) = 100$ vòng. Chọn C.

Câu 9. Một khung dây quay đều quanh trục Δ với tốc độ 90 vòng/phút trong một từ trường đều có các đường sức từ vuông góc với trục quay Δ của khung. Từ thông cực đại qua khung là $10/\pi$ Wb. Suất điện động hiệu dụng trong khung là

A. $50\sqrt{2}$ V. B. $30\sqrt{2}$ V. C. $15\sqrt{2}$ V. D. 30 V.

Lời giải:

$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 1,5 = 3\pi$ rad/s; $E = \omega\Phi_0/\sqrt{2} = 15\sqrt{2}$ V. Chọn C.

Câu 10. (Quốc gia – 2017). Một máy phát điện xoay chiều ba pha đang hoạt động ổn định. Suất điện động trong ba cuộn dây của phần ứng có giá trị e_1 , e_2 và e_3 . Ở thời điểm mà $e_1 = 30$ V thì $|e_2 - e_3| = 30$ V. Giá trị cực đại của e_1 là:

A. 51,9 V. B. 45,1 V. C. 40,2 V. D. 34,6 V.

Lời giải:

Giả sử $e_1 = E\cos\omega t$.

Khi đó

$\Rightarrow E^2 - 900 = 300 \Rightarrow E^2 = 1200 \Rightarrow E = 34,6$ (V). Chọn D

Câu 11. (ĐH 2008). Một khung dây dẫn hình chữ nhật có 100 vòng, diện tích mỗi vòng 600 cm^2 , quay đều quanh trục đối xứng của khung với vận tốc góc 120 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng $0,2T$. Trục quay vuông góc với các đường cảm ứng từ. Chọn gốc thời gian lúc vectơ pháp tuyến của mặt phẳng

khung dây ngược hướng với vectơ cảm ứng từ. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung là

A. $e = 48\pi \sin(40\pi t - \pi/2)$ (V)

B. $e = 4,8\pi \sin(4\pi t + \pi)$ (V)

C. $e = 48\pi \sin(4\pi t + \pi)$ (V)

D. $e = 4,8\pi \sin(40\pi t - \pi/2)$ (V)

Lời giải:

Ta có:

$$\Phi = BScos(\omega t + \pi) \Rightarrow e = -N\Phi' = NBS\omega \sin(\omega t + \pi) = 4,8\sin(4\pi t + \pi) \text{ V. Chọn D.}$$

Câu 12. (Bến Tre – 2015). Từ thông qua mỗi vòng dây dẫn của một máy phát điện

xoay chiều một pha có biểu thức $\Phi = 0,01 \cos(100\pi t + \pi/3)$ Wb. Với stato có 4 cuộn dây nối tiếp, mỗi cuộn có 25 vòng, biểu thức của suất điện động xuất hiện trong máy phát là

A. $e = -2\sin(100\pi t + 5\pi/3)$ (V)

B. $e = 200\sin(100\pi t - \pi/3)$ (V)

C. $e = -200\sin(100\pi t - 5\pi/3)$ (V)

D. $e = 2\sin(100\pi t + 5\pi/3)$ (V)

Lời giải:

$$\text{Ta có: } e = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi) = \omega N\Phi_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Chọn D.

Câu 13. Một khung dây dẫn quay đều quanh trục quay xx' với vận tốc 150 vòng/phút trong một từ trường có cảm ứng từ $B = 0,1$ T vuông góc với trục quay của khung. Từ thông cực đại ghi qua khung là $10/\pi$ Wb. Suất điện động hiệu dụng trong khung có giá trị

A. 25 V B. $25\sqrt{2}$ V C. 50 V D. $50\sqrt{2}$ V

Lời giải:

Chọn A.

Khung quay với vận tốc 150 vòng/phút = 2,5 vòng/giây suy ra $f = 2,5$ Hz.

$$\text{Tần số góc: } \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 2,5 = 5\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Biểu thức suất điện động cảm ứng do máy phát tạo ra: } e = NBS\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{Suất điện động cực đại: } E_0 = NBS\omega = \Phi_0 \omega = 10 \cdot 5\pi / \pi = 50 \text{ V}$$

$$\text{Suất điện động hiệu dụng trong khung: } E = E_0 / \sqrt{2} = 50 / \sqrt{2} = 25\sqrt{2} \text{ V}$$

Câu 14. Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = 0,01 \cos(100\pi t + \pi/4)$ Wb. Biểu thức suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây là:

A. $e = -2\sin(100\pi t + \pi/4)$ (V) B. $e = 2\sin 100\pi t$ (V)

C. $e = -2\sin 100\pi t$ (V) D. $e = 2\sin(100\pi t + \pi/4)$ (V)

Lời giải:

Chọn D.

Ta có: