

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

Příklady:

1A. Čtvercový závit o straně 50 mm se nachází v magnetickém poli a jeho rovina svírá s vektorem magnetické indukce úhel 30° . Jak velké bude indukované napětí, jestliže se za dobu 0,3 s změní velikost vektoru magnetické indukce o 0,6 T?

$$a = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\beta = 30^\circ \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$\Delta B = 0,6 \text{ T}$$

$$\Delta t = 0,3 \text{ s}$$

$$\underline{U_i = ?}$$

Řešení:

$$U_i = \frac{\Delta B \cdot S \cdot \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$U_i = \frac{0,6 \cdot (0,05)^2 \cdot 1}{2 \cdot 0,3} \text{ V}$$

$$\underline{\underline{U_i = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}}}$$

V závitě se indukuje napětí o velikosti $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$.

2A. Cívkou, která je součástí elektrického obvodu, prochází stejnosměrný proud o velikosti 1,8 A. Jak velké napětí se indukuje na jejích koncích, jestliže obvod přerušíme? Doba okamžiku přerušení je 0,06 s a vlastní indukčnost cívky je 0,8 H.

$$\Delta I = 1,8 \text{ A}$$

$$\Delta t = 0,06 \text{ s}$$

$$L = 0,8 \text{ H}$$

$$\underline{U_i = ?}$$

Řešení:

$$U_i = \frac{L \cdot \Delta I}{\Delta t}$$

$$\underline{\underline{U_i = 24 \text{ V}}}$$

Velikost indukovaného napětí na cívce je 24 V.

3A. Energie magnetického pole cívky je 36 mJ. Cívkou prochází stejnosměrný proud o velikosti 3 A. Jaká je její vlastní indukčnost?

$$E_m = 0,036 \text{ J}$$

$$I = 3 \text{ A}$$

$$\underline{L = ?}$$

Řešení:

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

$$E_m = \frac{1}{2} LI^2$$

$$L = \frac{2E_m}{I^2}$$

$$\underline{\underline{L = 8 \cdot 10^{-3} \text{ H}}}$$

Vlastní indukčnost cívky je $8 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.

1B. Kruhový závit o průměru 40 mm se nachází v magnetickém poli a jeho normála svírá s vektorem magnetické indukce úhel 45 stupňů. Určete velikost indukovaného napětí na závitu, jestliže se za dobu 0,1 s velikost vektoru magnetické indukce zvýší o 0,5 T.

$$d = 40 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ s}$$

$$\Delta B = 0,5 \text{ T}$$

$$\underline{U_i = ?}$$

Řešení:

$$U_i = \frac{\Delta B \cdot \pi d^2 \cdot \cos \alpha}{4 \cdot \Delta t}$$

$$U_i = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1}{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 0,1} \text{ V}$$

$$\underline{\underline{U_i = 4,4 \text{ mV}}}$$

Velikost indukovaného napětí na závitu je 4,4 mV.

2B. Jak velká je vlastní indukčnost cívky, jestliže při změně velikosti proudu z 2,4 A na 2,2 A se v ní za dobu 0,44 s indukuje napětí -0,18 V ?

$$I_1 = 2,4 \text{ A}$$

$$I_2 = 2,2 \text{ A}$$

$$\Delta t = 0,44 \text{ s}$$

$$U_i = -0,18 \text{ V}$$

$$\underline{L = ?}$$

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

Řešení:

$$U_i = \frac{L \cdot \Delta I}{\Delta t}$$

$$L = \frac{U_i \cdot \Delta t}{\Delta I}$$

$$L = \frac{-0,18 \cdot 0,44}{-0,2} \text{ H}$$

$$\underline{\underline{L = 0,4 \text{ H}}}$$

Vlastní indukčnost cívky je 0,4 H.

3B. Jak velkou energii má magnetické pole cívky, jestliže jí prochází stálý proud o velikosti 4A a její vlastní indukčnost je 8 mH?

$$I = 4 \text{ A}$$

$$L = 8 \text{ mH} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

$$\underline{\underline{E_m = ?}}$$

Řešení:

$$E_m = \frac{1}{2} LI^2$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 4^2 \text{ J}$$

$$\underline{\underline{E_m = 64 \cdot 10^{-3} \text{ J}}}$$

Magnetické pole cívky má velikost $64 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.

4. Kruhový závit o poloměru 0,04 m a odporu 0,012 Ω vložíme do magnetického pole tak, že jeho normála svírá s vektorem magnetické indukce úhel 60 stupňů. Jak velká bude hodnota indukovaného proudu, který bude procházet závitem, jestliže se za dobu 0,1 s změní velikost magnetické indukce o 0,64 T?

$$d = 0,04 \text{ m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ s}$$

$$\Delta B = 0,64 \text{ T}$$

$$R = 0,012 \Omega$$

$$\underline{\underline{I = ?}}$$

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

Řešení:

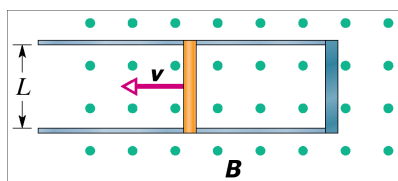
$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t \cdot R} = \frac{\square B \cdot \pi d^2 \cdot \cos \alpha}{4 \cdot \square t \cdot R}$$

$$I = \frac{0,64 \cdot \pi \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 0,012} \text{ A}$$

$$\underline{\underline{I = 0,33 \text{ A}}}$$

Závitem bude procházet indukovaný proud o velikosti 0,33 A.

5. Kovovou tyč posuneme podle obrázku konstantní rychlostí $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ po dvou rovnoběžných kovových kolejnicích spojených kovovým páskem na jednom konci. Vzdálenost kolejnic je 8 cm. Vektor magnetické indukce má velikost 0,9 T a je kolmý na směr pohybu tyče. Spočítejte: a/ velikost indukovaného napětí a magnetickou sílu působící na tyč, b/ jak velký proud protéká tyčí, jestliže má odpor 10Ω a kolejnice a pásek mají odpor zanedbatelný c/ jaký je výkon obvodu a jak velké Joulovo teplo se uvolní za 2s.



$$v = 0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$l = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$$

$$B = 0,9 \text{ T}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$\Delta t = 2 \text{ s}$$

$$U_i = ?, F = ?$$

$$I = ?$$

$$\underline{\underline{P = ?, Q = ?}}$$

Řešení:

a,b/

$$U_i = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \cdot l \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t} = B \cdot l \cdot v$$

$$\underline{\underline{U_i = 0,05 \text{ V}}}$$

$$I = \frac{U_i}{R} = 0,005 \text{ A}$$

$$F = B \cdot I \cdot l$$

$$\underline{\underline{F = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}}}$$

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

c/

$$P = U \cdot I$$

$$P = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

$$Q = U \cdot I \cdot t$$

$$Q = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

Velikost indukovaného napětí je 0,05 V, tyčí protéká proud 0,005 A a magnetická síla působící na tyč je $3,6 \cdot 10^{-4}$ N. Výkon obvodu je $2,5 \cdot 10^{-4}$ W a za 2 s se uvolní Joulovo teplo o velikosti $5 \cdot 10^{-4}$ W.

9. Obvod s cívkou, která má hustotu závitů 10^3 m^{-1} a průměr 40 mm, přerušíme. Velikost časové změny proudu je $10^3 \text{ A} \cdot \text{s}^{-1}$. Jak velká bude hodnota proudu, který se indukuje na cívce za dobu 0,01 s a Joulovo teplo, které se za tuto dobu na cívce uvolní následkem indukovaného proudu? Odpor cívky je 0,001 Ω .

$$\frac{N}{l} = 10^3 \text{ m}^{-1}$$

$$d = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 10^3 \text{ A} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t = 10^{-2} \text{ s}$$

$$R = 0,001 \Omega$$

$$I = ?, Q = ?$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l}$$

$$U_i = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot \Delta I \cdot \pi d^2}{4 \cdot \Delta t \cdot l} = \frac{4\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot 10^3 \cdot 10^3 (0,04)^2}{4} \text{ V}$$

$$U_i = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad Q = U \cdot I \cdot t$$

$$I = \frac{U_i}{R} = 1,58 \text{ A} \quad Q = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Hodnota indukovaného proudu má velikost 1,58 A a uvolněné Joulovo teplo má velikost $2,5 \cdot 10^{-5}$ J.

10. Cívku o průměru 60 mm tvořenou 120 závitů vložíme do magnetického pole o velikosti 0,75 T tak, že její osa je rovnoběžná s vektorem magnetické indukce. Jak velké bude indukované napětí, jestliže se za dobu 0,2 s cívka otočí o 180 stupňů?

$$d = 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m}$$

$$N = 120$$

$$B = 0,75 \text{ T}$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ s}$$

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

$$\alpha_1 = 0^\circ, \alpha_2 = 180^\circ$$

$$U_i = ?$$

Řešení:

$$U_i = \frac{B \cdot S \cdot (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)}{\Delta t} = \frac{B \cdot N \cdot \pi d^2 \cdot 2}{4 \cdot \Delta t}$$

$$U_i = \frac{0,75 \cdot 120 \cdot \pi \cdot (0,06)^2 \cdot 2}{4 \cdot 0,2} \text{ V}$$

$$\underline{\underline{U_i = 2,5 \text{ V}}}$$

Velikost indukovaného napětí je 2,5 V.