



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

škola	Střední škola F. D. Roosevelta pro tělesně postižené, Brno, Křížíkova 11
číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.1037
číslo učebního materiálu	VY_32_INOVACE_ZIL_EL_123_20
předmět, tematický celek	Základy elektrotechniky a elektroniky
ročník	První, druhý, třetí
datum vytvoření	2013
anotace	Materiál obsahuje řešené příklady na téma elektromagnetická indukce.
metodická poznámka	Určeno pro práci s dataprojektorem a bílou keramickou tabulí. Příklady lze řešit na tabuli, nebo je mohou žáci řešit samostatně a nakonec pro kontrolu výsledků odhalit správné řešení.
autor	Ing. Olga Žilková
licence (není-li vyplněno, je materiál ze zdrojů autora)	T. Hajach, M. Tuma, E. Šteliarová: Základy elektrotechniky 1. Bratislava 1984



Magnetické pole

—  —

Elektromagnetická indukce



3



Indukované napětí

Jaké napětí se indukuje na vodiči s délkou 5cm, který se pohybuje rychlostí 10m.s^{-1} v homogenním magnetickém poli s magnetickou indukcí 200mT? Vodič se pohybuje kolmo k siločarám magnetického pole.

■ Dáno:

- $l = 5\text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2}\text{ m} = 0,05\text{ m}$
- $v = 10\text{ m.s}^{-1}$
- $B = 200\text{ mT} = 200 \cdot 10^{-3}\text{ T} = 0,2\text{ T}$
- $u_i = ?\text{ [V]}$



4



Indukované napětí

■ Řešení:

$$u_i = B \cdot l \cdot v$$

$$u_i = 0,2 \cdot 0,05 \cdot 10 = 0,1V = 100mV$$

Na vodiči se indukuje napětí o velikosti 100mV.

■ Dáno:

- $l = 0,05 \text{ m}$
- $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$
- $B = 0,2 \text{ T}$
- $u_i = ? \text{ [V]}$



5



Indukované napětí

Jakou rychlostí se pohybuje vodič délky 3cm v homogenním magnetickém poli s magnetickou indukcí 200mT když se na něm indukuje napětí 120mV? Vodič se pohybuje kolmo k siločarám magnetického pole.

■ Dáno:

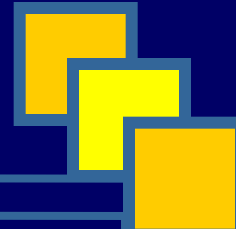
- $l = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,03 \text{ m}$
- $u_i = 120 \text{ mV} = 120 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 0,12 \text{ V}$
- $B = 200 \text{ mT} = 200 \cdot 10^{-3} \text{ T} = 0,2 \text{ T}$
- $v = ? [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$



6



Indukované napětí



■ Řešení:

$$u_i = B \cdot l \cdot v$$

$$v = \frac{u_i}{B \cdot l}$$

$$v = \frac{0,12}{0,2 \cdot 0,03} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost pohybu vodiče je 20 ms^{-1} .

■ Dáno:

- $l = 0,03 \text{ m}$
- $u_i = 0,12 \text{ V}$
- $B = 0,2 \text{ T}$
- $v = ? [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$





7



Indukované napětí

Jakou magnetickou indukci má homogenní magnetické pole když se v něm pohybuje vodič o délce 4cm rychlostí 20m.s^{-1} a indukuje se na něm napětí 320mV? Vodič se pohybuje kolmo k siločarám magnetického pole.

■ Dáno:

- $l = 4\text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2}\text{ m} = 0,04\text{ m}$
- $U_i = 320\text{ mV} = 320 \cdot 10^{-3}\text{ V} = 0,32\text{ V}$
- $v = 20\text{ ms}^{-1}$
- **$B = ?\text{ [T]}$**



8



Indukované napětí

■ Řešení:

$$u_i = B \cdot l \cdot v$$

$$B = \frac{u_i}{v \cdot l}$$

$$B = \frac{0,32}{20 \cdot 0,04} = 0,4 \text{ T}$$

Magnetická indukce je 0,4T.

■ Dáno:

- $l = 0,04 \text{ m}$
- $u_i = 0,32 \text{ V}$
- $v = 20 \text{ m/s}$
- $B = ? [\text{T}]$



9



Indukované napětí

Jaké napětí se indukuje na cívce s 500 závitů, když se na ní změní magnetický tok z $30\mu\text{Wb}$ na $80\mu\text{Wb}$ za $20\mu\text{s}$?

■ Dáno:

- $N = 500$ závitů
- $\Phi_1 = 30 \mu\text{Wb} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\Phi_2 = 80 \mu\text{Wb} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\Delta t = 20 \mu\text{s} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ s}$
- $u_i = ? [\text{V}]$



10



Indukované napětí

■ Řešení:

$$u_i = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \cdot \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$$

$$u_i = 500 \cdot \frac{(80 - 30) \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6}} = 1250 \text{ V}$$

Na cívce se indukuje napětí 1250V.

■ Dáno:

- $N = 500$ závitů
- $\Phi_1 = 30 \text{ } \mu\text{Wb}$
- $\Phi_2 = 80 \text{ } \mu\text{Wb}$
- $\Delta t = 20 \text{ } \mu\text{s}$
- $u_i = ? \text{ [V]}$



11



Indukované napětí

Za jak dlouhou dobu se indukuje napětí 5kV na cívce s 1000 závitů, když se na ní změní magnetický tok z $50\mu\text{Wb}$ na $100\mu\text{Wb}$?

■ Dáno:

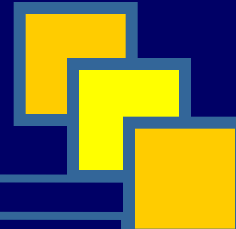
- $N = 1000$ závitů
- $\Phi_1 = 50 \mu\text{Wb} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\Phi_2 = 100 \mu\text{Wb} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\underline{u_i} = \underline{5 \text{ kV}} = 5 \cdot 10^3 \text{ V}$
- $\Delta t = ? [\text{s}]$



12



Indukované napětí



■ Řešení:

$$u_i = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \cdot \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$$

$$\Delta t = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{u_i} = N \cdot \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{u_i}$$

$$\Delta t = 1000 \cdot \frac{(100 - 50) \cdot 10^{-6}}{5000} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Na cívce se indukuje napětí za $10 \mu\text{s}$

■ Dáno:

- $N = 1000$ závitů
- $\Phi_1 = 50 \mu\text{Wb}$
- $\Phi_2 = 100 \mu\text{Wb}$
- $\underline{u_i} = 5 \text{ kV}$
- $\Delta t = ? [\text{s}]$





13



Indukované napětí

Jaký počet závitů má cívka když se na ní indukuje napětí 20kV za $1\mu\text{s}$ a změní se na ní magnetický tok z $80\mu\text{Wb}$ na $100\mu\text{Wb}$?

■ Dáno:

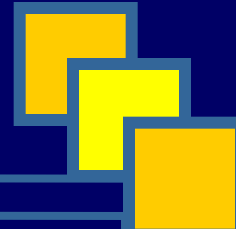
- $\Delta t = 1\mu\text{s} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ s}$
- $\Phi_1 = 80 \mu\text{Wb} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\Phi_2 = 100 \mu\text{Wb} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- $\underline{u_i} = \underline{20 \text{ kV}} = 20 \cdot 10^3 \text{ V}$
- **N = ? [-]**



14



Indukované napětí



■ Řešení:

$$u_i = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \cdot \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$$

$$N = u_i \cdot \frac{\Delta t}{\Delta \Phi} = N \cdot \frac{\Delta t}{\Phi_2 - \Phi_1}$$

$$N = 20000 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{(100 - 80) \cdot 10^{-6}} = 1000$$

Cívka má 1 000 závitů

■ Dáno:

- $\Delta t = 1 \mu s$
- $\Phi_1 = 80 \mu Wb$
- $\Phi_2 = 100 \mu Wb$
- $\underline{u_i} = 20 \text{ kV}$
- $N = ? [-]$

