

M. Hribar, S. Kocjančič, A. Likar, S. Oblak, B. Pajk, V. Peruna, N. Razpet, B. Roblek, F. Tomažič, M. Tramuš:

Fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol

Založba Modrijan, Ljubljana 2005

Indukcija

Stran 87, naloga 1, 4, 5; stran 88, naloga 13

Stran 87, naloga 1

Raven vodnik z dolžino 2 m se giblje s hitrostjo 80 km/h po magnetnem polju z gostoto 0,076 T pravokotno na silnice. Kolikšna je inducirana napetost med krajiščena vodnika?

$$l = 2\text{ m}$$

$$B = 0,076\text{ T}$$

$$U_i = ?$$

Razlaga

Ko se giblje vodnik v magnetnem polju pravokotno na njegove silnice, se na njem inducira napetost:

$$U_i = Blv \left[\frac{Vs}{m^2} m \frac{m}{s} = V \right]$$

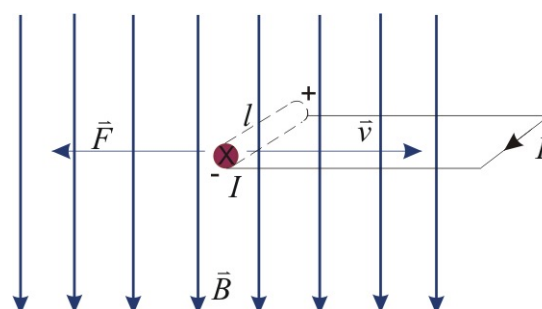
kjer je:

$$B \text{ gostota magnetnega polja; enota } \left[\frac{Vs}{m^2} = T \right]$$

l dolžina žice v magnetnem polju [m]

v hitrost žice v magnetnem polju $\left[\frac{m}{s} \right]$

Smer inducirane napetosti določimo po Lenzovem pravilu.



Lenzovo pravilo

V žici se inducira napetost, ki ima tako smer, da tok I , ki ga požene v primeru sklenjene zanke, povzroči silo F , ki nasprotuje gibanju vodnika.

Silo \vec{F} določiš po pravilu leve roke: silnice \vec{B} grejo v dlan, stegnjeni prsti so smer induciranega toka I in stegnen palec je smer sile.

Rešitev:

$$U_i = B \cdot l \cdot v$$

$$U_i = 0,076 \frac{Vs}{m^2} \cdot 2\text{ m} \cdot 22,2 \frac{m}{s} = 3,4\text{ V}$$

Stran 87, naloga 4.

Po tuljavi z dolžino 70 cm in s 500 ovoji teče tok 0,7 A. V tuljavi je žična zanka s polmerom 2,5 cm postavljena pravokotno na os tuljave. Kolikšen napetostni sunek se inducira v tuljavi, ko prekinemo tok po tuljavi?

$$N_1 = 100 \text{ ovoj}$$

$$l = 70 \text{ cm} = 0,7 \text{ m}$$

$$I = 0,7 \text{ A}$$

$$N_2 = 1 \text{ ovoj}$$

$$r_2 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

$$U_i \Delta t = ?$$

Razlaga:

Če se spremeni magnetni sklep skozi zanko, ki se nahaja v magnetnem polju druge tuljave, se v njej inducira napetost:

$$U_i = - \frac{\Delta \Psi}{\Delta t}$$

kjer je:

$$\Delta \Psi = N_2 \Delta \Phi_2 \text{ sprememba magnetnega sklepa skozi zanko [Vs]}$$

$$N_2 = 1 \text{ število ovojev v zanki}$$

$$\Delta \Phi_2 = S_2 \Delta B \text{ sprememba magnetnega pretoka skozi zanko}$$

$$\left[m^2 \frac{Vs}{m^2} = Vs \right]$$

$$S_2 = \pi r_2^2 \text{ presek skozi zanko}$$

$$B = \frac{\mu_0 I N_1}{l} \text{ gostota magnetnega polja skozi tuljavo}$$

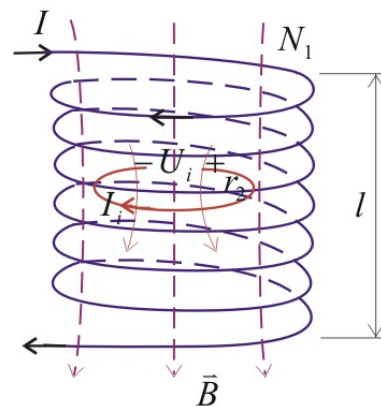
$$\left[\frac{Vs}{Am} \cdot \frac{A}{m} = \frac{Vs}{m^2} = T \right]$$

$$\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \text{ induksijska konstanta}$$

I tok skozi tuljavo

N_1 število ovojev skozi tuljavo

l dolžina tuljave [m]



Smer inducirane napetosti v zanki določimo s pomočjo Lenzovega pravila:

Ob prekinitvi toka v tuljavi se v zanki inducira taka napetost, da tok, ki ga povzroči, skuša s svojim magnetnim poljem preprečiti padec magnetnega pretoka skozi zanko.

Magnetno polje toka v zanki je torej enako usmerjeno kot magnetno polje tuljave.

Rešitev:

$$U_i \Delta t = -N_2 \Delta \Phi = -N_2 S \Delta B = -\frac{N_2 \pi r_2^2 \mu_0 N_1 \Delta I}{l}$$

$$U_i \Delta t = -\frac{1 \pi 0,025^2 4 \pi 10^{-7} 500 \cdot (-0,7)}{0,7} \left[m^2 \frac{Vs}{Am} = Vs \right]$$

$$\underline{U_i \Delta t = 1,25 \cdot 10^{-6} Vs}$$

Stran 87, naloga 5.

Kvadratna tuljava s stranico 30 cm in 25 ovoji se s frekvenco 300/min enakomerno vrti v homogenem magnetnem polju z gostoto 0,05 T. Os tuljave je simetrala stranic in je pravokotna na smer magnetnega polja. Kolikšna je amplituda inducirane napetosti?

$$a = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$N = 25$$

$$\nu = 300 \text{ min}^{-1}$$

$$\underline{B = 0,05 \text{ T}}$$

$$U_i = ?$$

Rešitev:

Inducirana napetost v tuljavi :

$$U_i = -\frac{\Delta \Psi}{\Delta t}$$

kjer je:

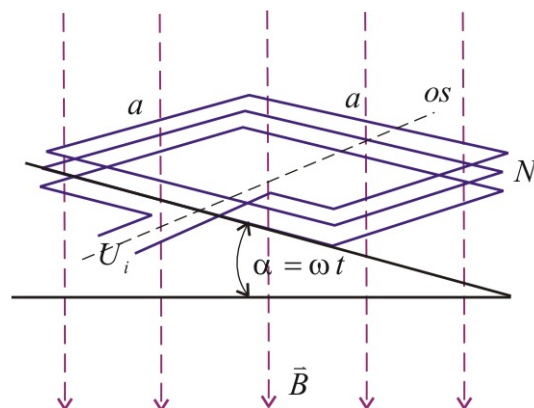
$\Delta \Psi = N \Delta \Phi = N B \Delta S$ sprememba magnetnega sklepa skozi zanko [Vs]

Magnetni sklep skozi vrtljivo tuljavo se spreminja s projekcijo ploščine tuljave na ravnino, ki je pravokotna na gostotnice \vec{B} .

$$S = S_0 \cos \omega t$$

Pri čemer je $S_0 = a^2$

Spremembo projekcije ploščine S po času dobimo z odvodom:



$$\frac{dS}{dt} = -\omega S_0 \sin \omega t = -\omega a^2 \sin \omega t$$

Vstavimo v enačbo za inducirano napetost in dobimo napetost, ki se spriminja s časom (pišemo jo z malo črko u_i):

$$u_i = -N B \frac{dS}{dt} = N B \omega a^2 \sin \omega t = U_0 \sin \omega t$$

Pri tem je maksimalna napetost:

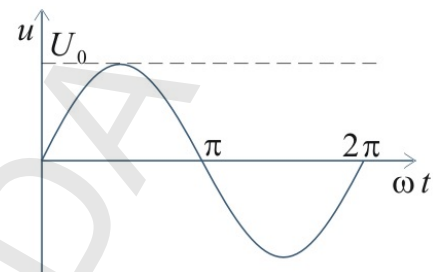
$$U_0 = N B a^2 \omega = N B a^2 2\pi \nu \left[\frac{Vs}{m^2} m^2 \frac{1}{s} = V \right]$$

Vstavimo podatke in dobimo:

$$\underline{U_0 = 25 \cdot 0,05 T \cdot 0,3^2 m^2 \cdot 2\pi 5 s^{-1} = 3,5 V}$$

Inducirana napetost v zanki se spreminja po smeri in velikosti:

$$u_i = U_0 \sin \omega t$$



Stran 88, naloga 13.

Ko priključimo primarno tuljavo transformatorja z 800 ovoji na napetost 220 V, je napetost na neobremenjeni sekundarni tuljavi 12 V. Koliko ovojev ima sekundarna tuljava, če je magnetni pretok skozi jedro na sekundarni tuljavi le 92,6 % magnetnega pretoka skozi jedro na primarni strani?

$$N_1 = 800$$

$$U_1 = 220 V$$

$$U_2 = 12 V$$

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = 92,6\% = 0,926$$

$$N_2 = ?$$

Rešitev:

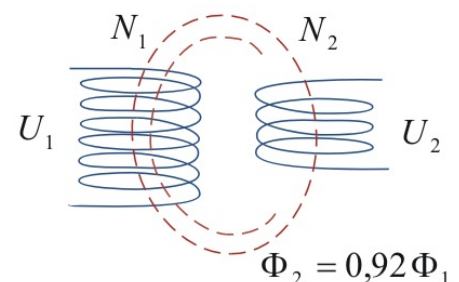
Inducirano napetost v primarni in sekundarni tuljavi zapišemo v naslednji obliki:

$$U_1 = \frac{\Delta \Psi_1}{\Delta t} = N_1 \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$$

$$U_2 = \frac{\Delta \Psi_2}{\Delta t} = N_2 \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = 0,92 N_2 \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$$

Pri tem je:

$$\Phi_2 = 0,92 \Phi_1$$



Enačbi delimo druga z drugo:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{0,92 \cdot N_2}$$

$$N_2 = \frac{U_2 N_1}{0,92 U_1}$$

$$\underline{N_2 = \frac{12V \cdot 800}{0,92 \cdot 220V} = 47}$$

SATCITANANDA