

MAGNETNA INDUKCIJA

16.1. MAGNETNA INDUKCIJA

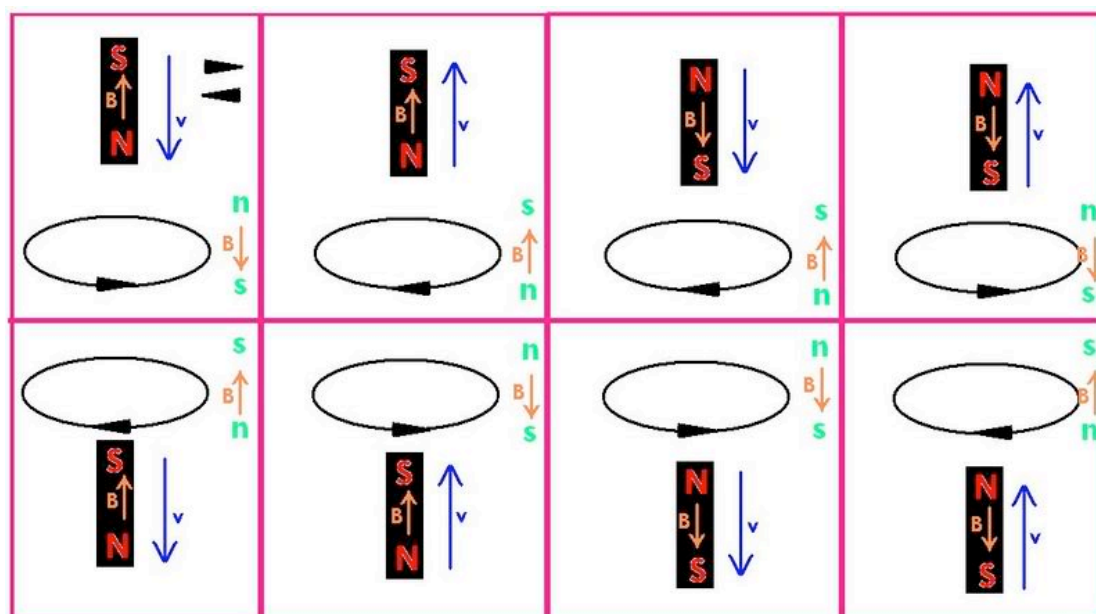
16.2. TRANSFORMATOR

16.3. LASTNA INDUKCIJA

16.4. MAGNETNA ENERGIJA TULJAVE

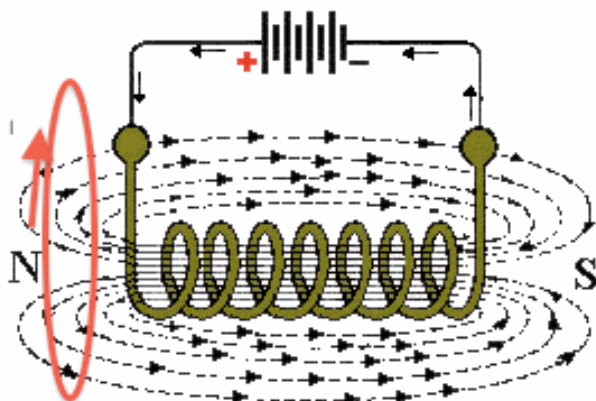
16.1. MAGNETNA INDUKCIJA

Magnetna indukcija je pojav pri katerem se v magnetnem polju ustvarja (inducira) električna napetost, ki poganja električni tok (inducirani tok). Oglejmo si nekaj preprostih primerov.

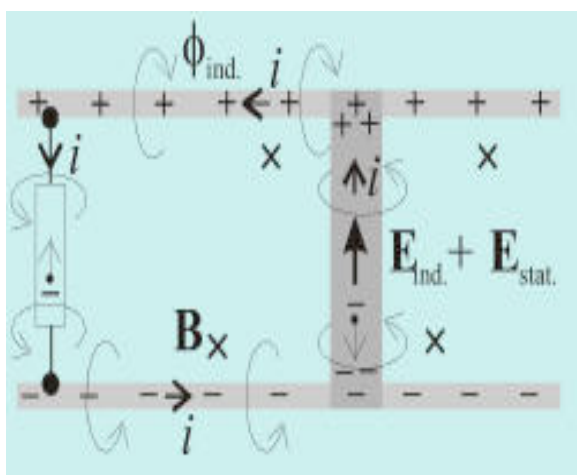


.Skozi zaključeno zanko steče inducirani tok, če zanki približamo magnet ali če ga oddaljujemo od nje. V primeru mirovanja magnet se tok ne inducira.

Magnetni pretok skozi zanko spreminjamo tako da spreminjamo tok I_1 skozi tuljavo, pri čemer silnice polja tuljave prebadajo ravnino zanke.

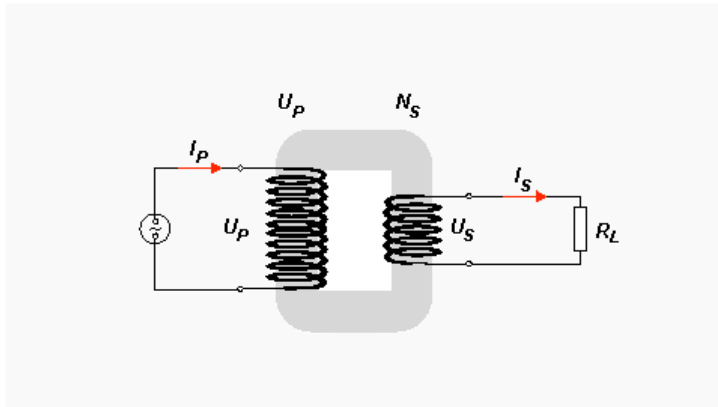


Oglejmo si kako dobimo indukcijo napetosti s premikanjem vodnika, ki je del zaključene zanke:



Zakaj premikanje sklenjenega vodnika v magnetnem polju inducira napetost? Premikajoč prečko v desno povzročamo, da se elektroni gomilijo na njeni spodnji strani. Na zgornji strani pa je vse manj elektronov. Tako se inducira napetost (U_i), ki poganja inducirani tok (I_i). Inducirani tok (I_i) steče v nasprotni smeri, kot se premikajo elektroni. Zaradi inducirane toka, deluje na prečko magnetna sila $F_m = I_i B$, ki je usmerjena v levo in nasprotuje premikanju vodnika. V kratkem časovnem intervalu Δt se prečka premakne za $x = v\Delta t$, pri tem pa opravimo delo $A = Fx = Fv\Delta t = I_i l B v \Delta t$. Opravljeno mehansko delo se spreminja v električno delo, ki ga opravi inducirana napetost U_i , poganjajoč inducirani tok I_i . Imamo $A = U_i I_i \Delta t$. Enačimo $U_i I_i \Delta t = I_i l B v \Delta t$ in dobimo $U_i = l v B$.

16.2. TRANSFORMATOR



Transformator sestoji iz dveh med seboj ločenih tuljav, navitih na skupno železno jedro. Vsaka sprememba toka v primarni tuljavi povzroči enako spreminjanje magnetnega pretoka, le-ta pa inducira enako spreminjajočo se napetost med koncema sekundarne tuljave. Napetosti med priključkoma primarne in sekundarne tuljave neobremenjenega transformatorja sta v enakem razmerju kakor števili ovojev na tuljavah (pri nesklenjeni sekundarni tuljavi):

$$U_1 = N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, U_2 = N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Ker se moč ohrani, imamo tudi: $U_1 I_1 = U_2 I_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$.

Toka v primarni in sekundarni tuljavi obremenjenega transformatorja sta pri sklenjeni sekundarni tuljavi obratno sorazmerna s številoma ovojev.

16.3. LASTNA INDUKCIJA

Poskus dokazuje, da se pri vključitvi in izključitvi toka v tuljavi sami inducira napetost. Ta pojav imenujemo lastna indukcija. Pri vključitvi toka magnetno polje v tuljavi narašča, zato je inducirana napetost nasprotna gonilni. Pri izključitvi toka pa magnetno polje v tuljavi upada, zato ima inducirana napetost isto smer kot gonilna. Izračunajmo lastno inducirano napetost v tuljavi! Imamo

na voljo tisto, kar nam pove indukcijski zakon: $U_i = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Ker je $\Phi = LI$, velja tudi

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow U_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

kar pomeni: napetost, ki nastane v tuljavi zaradi lastne indukcije, je sorazmerna hitrosti spreminjanja toka v njej. Tuljava torej deluje kot povečanje upora. Ta upor bi hoteli izračunati. Imamo:

$$U_i = L \frac{dI}{dt} = L \frac{d}{dt}(I_0 \sin \omega t) = I_0 \omega L \cos(\omega t) = I_0 \omega L \sin(\omega t + 90^\circ).$$

Faktor $I_0 \omega L$ je amplituda napetosti U_0 . Velja namreč $U_i = U_0 \sin(\omega t + 90^\circ)$. Ker je po Ohmovem zakonu $U = RI$, je torej induktivni upor enak: $R_L = \omega L$.

16.4. MAGNETNA ENERGIJA TULJAVE

Oglejmo si kako je z električnim delom v tuljavi, ko spremenimo tok za

$\Delta I = I_2 - I_1$ v časovnem intervalu Δt . Inducirana napetost je $U_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t}$,

delo, ki ga prejme tuljava pa je: $A = U_i \Delta t = L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t = \frac{1}{2} L I_2^2 - \frac{1}{2} L I_1^2$. Od

tod sklepamo, da izraz $E_m = \frac{1}{2} L I^2$ predstavlja **magnetno energijo tuljave**.

Izračunajmo še **gostoto magnetne energije**! Upoštevajmo, da velja

$\Phi = LI, \Phi = NBS, B = \mu_0 \frac{NI}{l}, V = Sl$ (prostornina tuljave). Dobimo:

$E_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \Phi I = \frac{1}{2} NBSI = \frac{1}{2} B \mu_0 \frac{NI}{l} \frac{1}{\mu_0} Sl = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} V$. Če vpeljemo gostoto

magnetne energije kot $\epsilon_m = \frac{E_m}{V}$, dobimo $\epsilon_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$.