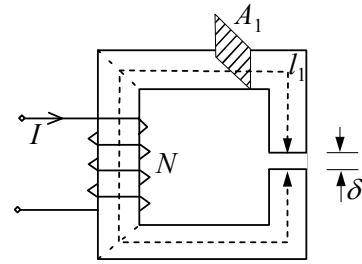


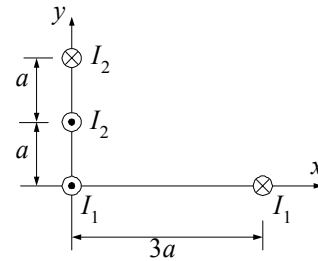
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)
izpit, 20. 9. 2007

1. Na feromagnetnem jedru z relativno permeabilnostjo $\mu_r = 2000$ je navitje z $N = 1000$ ovoji. Kolikšen mora biti magnetilni tok I v navitju, da bo gostota magnetnega pretoka v reži jedra $B_\delta = 1,5\text{ T}$?

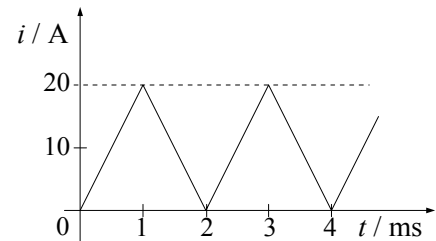
Podatki: $l_1 = 24\text{ cm}$, $A_1 = 4\text{ cm}^2$, $\delta = 1\text{ mm}$.



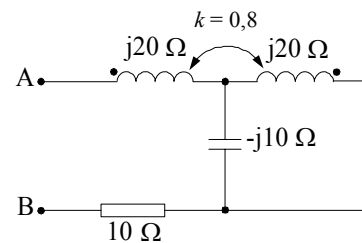
2. Določite medsebojno induktivnost dveh dvovodov na sliki v dolžini 500 m. ($a = 10\text{ cm}$)



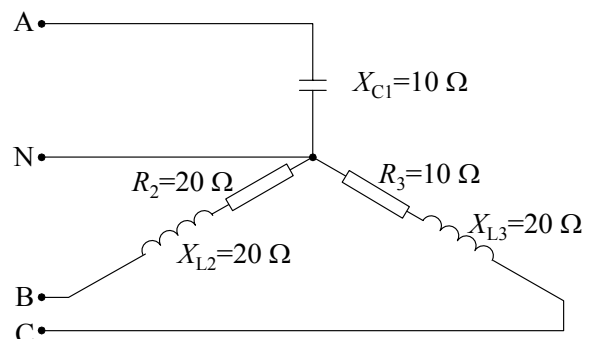
3. Med navitjema je medsebojna induktivnost 20 mH. Primarno navitje vzbuja z žagastim periodičnim tokom podanim v diagramu. Kolikšna je efektivna vrednost napetosti inducirane v sekundarnem navitju z odprtimi sponkami?



4. Določite impedanco vezja med vhodnima sponkama A-B.



5. Nesimetrično trifazno breme v vezavi zvezda z ničelnim vodnikom je priključeno na trifazni sistem napetosti $3 \times 400/230\text{ V}$ industrijske frekvence 50 Hz. Koliko delovne moči se troši na bremenu?



Rešitve so objavljene na naslovu <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)

izpit, 20. 9. 2007, rešitve

1. Za poljske veličine v feromagnetnem jedru veljajo naslednji izrazi:

$$H_1 l_1 + H_\delta \delta = IN$$

$$H_\delta = \frac{B_\delta}{\mu_0}, \quad B_1 = B_\delta, \quad H_1 = \frac{B_1}{\mu_r \mu_0} = \frac{B_\delta}{\mu_r \mu_0}$$

$$\frac{B_\delta}{\mu_r \mu_0} l_1 + \frac{B_\delta}{\mu_0} \delta = IN \Rightarrow IN \cong 1337 \text{ A.}$$

Sledi:

$$I \cong \frac{1337 \text{ A}}{1000} \cong \underline{\underline{1,34 \text{ A}}}.$$

2. Induktivnost je enaka razmerju magnetnega pretoka in električnega toka:

$$M_{12} = \frac{\Phi_{12}}{I_1} = \frac{\Phi_{1'2} - \Phi_{1''2}}{I_1},$$

kjer je $\Phi_{1'2}$ magnetni pretok, ki ga levi vodnik s tokom I_1 povzroča skozi dvovod s tokom I_2 in $\Phi_{1''2}$ magnetni pretok, ki ga desni vodnik s tokom I_1 povzroča skozi dvovod s tokom I_2 . Za določitev obeh magnetnih pretokov si pomagamo z zakonom o brezizvornosti magnetnega polja.

$$\Phi_{1'2} = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} \ln \frac{2a}{a}$$

$$\Phi_{1''2} = \int_{\sqrt{(3a)^2 + a^2}}^{\sqrt{(3a)^2 + (2a)^2}} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{(3a)^2 + (2a)^2}}{\sqrt{(3a)^2 + a^2}}$$

$$M_{12} \cong \underline{\underline{56,2 \mu\text{H}}}.$$

3. Sekundarna inducirana napetost je sorazmerna časovnemu odvodu primarnega toka

$$u_i = \pm M \frac{di}{dt} = \pm M \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

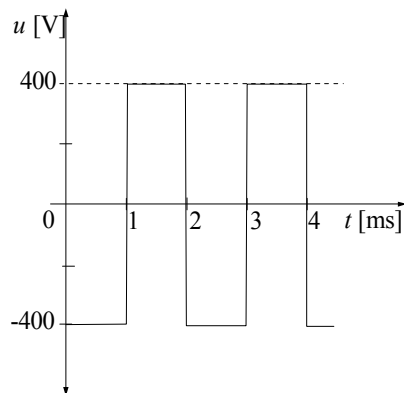
Predznak »+« uporabimo, če se fluksa v zankah podpirata, »-« pa, če se ne podpirata. V konkretnem primeru bi lahko uporabili en ali drug predznak. Zaradi odsekovno linearne funkcije toka lahko odvod določimo z diferenciali v linearnih odsekih.

Ko tok narašča, je inducirana napetost:

$$u_i = -20 \cdot 10^{-3} \text{ H} \frac{20 \text{ A} - 0 \text{ A}}{0,001 \text{ s}} = -400 \text{ V}.$$

Ko tok pada pa je inducirana napetost:

$$u_i = -20 \cdot 10^{-3} \text{ H} \frac{0 \text{ A} - 20 \text{ A}}{0,001 \text{ s}} = 400 \text{ V}.$$



Efektivna vrednost inducirane napetosti v sekundarnem navitju, ki je periodična s periodo $T = 2 \text{ ms}$, je:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{0,002 \text{ s}} \left[\int_0^{0,001 \text{ s}} (-400)^2 dt + \int_{0,001 \text{ s}}^{0,002 \text{ s}} (400)^2 dt \right]} = \underline{\underline{400 \text{ V}}}.$$

4. Impedanca med vhodnima sponkama je enaka razmerju kompleksorjev vhodne napetosti in vhodnega toka: $\underline{Z}_{AB} = \frac{\underline{U}_{AB}}{\underline{I}_A}$. Medsebojna reaktanca (oz. impedanca) tuljav je:

$$X_M = k\sqrt{X_1 X_2} = 16 \Omega, \quad \underline{Z}_M = j16 \Omega.$$

Zapišemo napetostni enačbi za levo in desno zanko vezja:

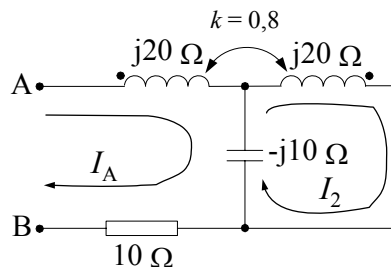
$$\underline{U}_{AB} = \underline{I}_A (j20 - j10 + 10)\Omega - \underline{I}_2 (-j10\Omega) - \underline{I}_2 (j16\Omega)$$

$$0 = \underline{I}_2 (j20 - j10)\Omega - \underline{I}_A (-j10\Omega) - \underline{I}_A j16\Omega$$

Iz spodnje enačbe izrazimo $\underline{I}_2 = \frac{6}{10}\underline{I}_A$ in to vstavimo v zgornjo

enačbo. Nato izrazimo razmerje $\frac{\underline{U}_{AB}}{\underline{I}_A}$:

$$\frac{\underline{U}_{AB}}{\underline{I}_A} = \underline{Z}_{AB} = \underline{(10 + j0,4)\Omega}.$$



5. Delovna moč se troši le v fazi B in fazi C. V fazi A imamo le jalovo moč.

Navidezna moč v fazi B je

$$\underline{S}_B = \frac{U_B^2}{\underline{Z}_B^*} = \frac{230^2 \text{ V}^2}{(20 - j20) \Omega} = (1322,5 + j1322,5) \text{ VA},$$

delovna pa $P_B = \text{Re}\{\underline{S}_B\} = 1322,5 \text{ W}$.

V fazi C pa je

$$\underline{S}_C = \frac{U_C^2}{\underline{Z}_C^*} = \frac{230^2 \text{ V}^2}{(10 - j20)\Omega} = (1058 + j2116) \text{ VA}$$

in s tem delovna moč $P_C = \text{Re}\{\underline{S}_C\} = 1058 \text{ W}$.

Skupna delovna moč na bremenu je:

$$P = P_B + P_C = \underline{\underline{2380,5 \text{ W}}}.$$