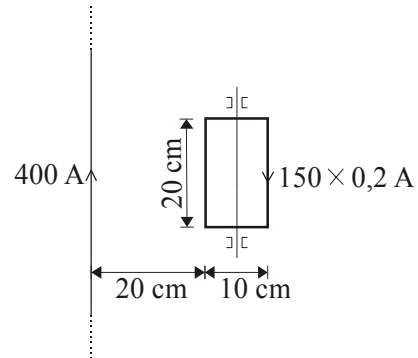


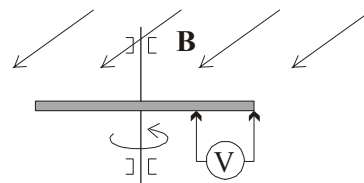
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 24. junij 2003

1. Skozi žico ravne zračne tuljave s 150 ovoji, dolžine 10 cm in premera 3 cm teče harmonični tok amplitude 2,5 A. Izračunajte efektivno vrednost gostote magnetnega pretoka v središču tuljave!

2. Raven tokovodnik s tokom 400 A in pravokotna tokovna zanka s 150 ovoji ter tokom 0,2 A ležita v isti ravnini. Koliko dela opravi zunanja sila, da zavrti zanko okrog svoje osi za kot 45° ?

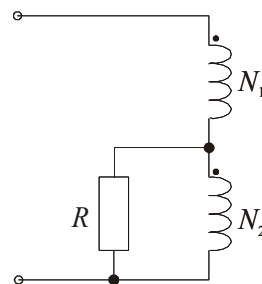


3. Bakren disk premera 40 cm se vrti s 3000 obrati/minuto v homogenem magnetnem polju gostote 10 mT. Smer magnetnega polja oklepa z osjo diska kot 60° . Diska se dotikata dva drsnika: prvi na radiju 10 cm in drugi na radiju 20 cm. Kolikšno absolutno vrednost napetosti meri idealni voltmeter, ki je priključen med oba drsnika?



4. Koaksialni kabel ima izolant dielektričnosti $4,5\epsilon_0$ in izolacijske upornosti $2,3 \cdot 10^{13} \Omega\text{m}$. Ob trenutku $t_1 = 0$ s ga odklopimo od vira napetosti 50 kV. Ob katerem času t_2 bo napetost med žilo in plaščem padla na nenevarnih 60 V?

5. Izrazite impedanco dvopola, ki vključuje tuljavi idealnega transformatorja!



Rešitve izpitnih nalog bodo dosegljive na naslovu <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>. Rezultati pisnih izpitov in razpored usnih bo objavljen na straneh e-Študent.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 24. junij 2003
Rešitve

1. Za izračun gostote magnetnega pretoka v središču tuljave uporabimo enačbo

$$B_z(T, t) = \frac{\mu_0 Ni}{2l} (\cos \beta_1 + \cos \beta_2)$$

V središču tuljave velja:

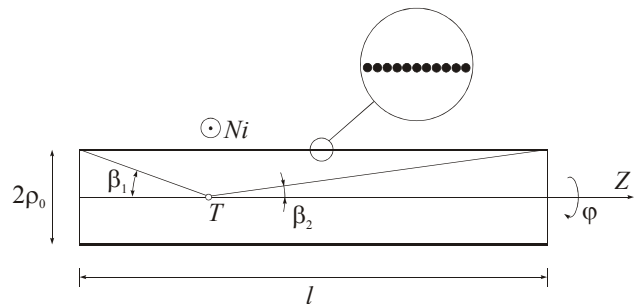
$$\cos \beta_1 = \cos \beta_2 = \frac{l}{2\sqrt{l^2/4 + \rho_0^2}}$$

Amplitudo gostote magnetnega pretoka zapišemo kot:

$$B_{z, \max}(T) = \frac{\mu_0 Ni_{\max}}{2l} (2 \cos \beta_1) \doteq 4,5 \text{ mT}$$

Efektivno vrednost določimo po enačbi:

$$B_{z, \text{ef}}(T) = \frac{B_{z, \max}(T)}{\sqrt{2}} \doteq 3,2 \text{ mT}$$



2. Delo zunanje sile je po velikosti enako delu magnetnih sil, vendar nasprotno predznačeno. Označimo z I_1 tok v premem vodniku in z I_2 tok v tokovni zanki z N ovoji. Označimo s ϕ_1 magnetni fluks skozi tokovno zanko v prvotnem položaju ter s ϕ_2 magnetni fluks skozi tokovno zanko v končnem položaju.

$$W_{zun} = -NI_2 \Delta\phi = -NI_2 (\phi_2 - \phi_1)$$

Magnetni fluks skozi tokovno zanko v prvotnem položaju je enak

$$\phi_1 = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} \ln \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right), \quad l = 20 \text{ cm}$$

Po zasuku tuljave pa je magnetni fluks skozi tokovno zanko enak

$$\phi_2 = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} \ln \left(\frac{\rho'_2}{\rho'_1} \right)$$

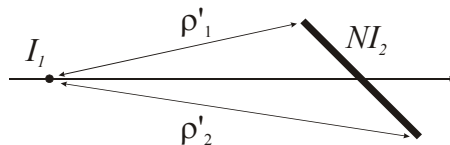
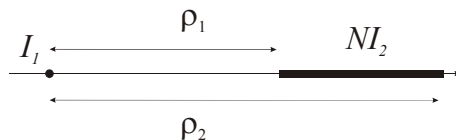
pri čemer sta razdalji med robovi tuljave in vodnikom enaki

$$\rho'_2 = \sqrt{(25 \text{ cm} + 5/\sqrt{2} \text{ cm})^2 + (5/\sqrt{2} \text{ cm})^2}$$

$$\rho'_1 = \sqrt{(25 \text{ cm} - 5/\sqrt{2} \text{ cm})^2 + (5/\sqrt{2} \text{ cm})^2}$$

Po vstavitvi razdalj v izraz za delo zunanje sile dobimo:

$$W_{zun} = -NI_2 \Delta\phi = NI_2 \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} \left(\ln \frac{\rho_2}{\rho_1} - \ln \frac{\rho'_2}{\rho'_1} \right) \doteq 61 \mu\text{J}$$



3. Zapišimo napetost, ki se inducira v radialni smeri diska med dvema radijema:

$$U_{ind} = \int_{r_n}^{r_z} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = f \pi (r_z^2 - r_n^2) B_{nor.}$$

(Anton. R. Sinigoj, Osnove elektromagnetike, Zgled 53.4, str. 345)

Smer magnetnega polja oklepa z osjo diska kot $\varphi = 60^\circ$. Inducirano napetost povzroča normalna komponenta gostote mag. pretoka $B_{nor.} = B \cos \varphi$.

Zapišimo absolutno vrednost napetosti, inducirane med priključkoma voltmetra :

$$U_{ind} = f \pi (r_z^2 - r_n^2) B \cos \varphi \doteq 23,6 \text{ mV}$$

4. Odklop koaksialnega kabla obravnavamo kot praznjenje kondenzatorja: $u_c(t) = U_0 e^{-t/\tau}$; kjer predstavlja U_0 začetno vrednost, na katero je bil priključen kabel, časovna konstanta pa je določena z izrazom $\tau = RC$.

Zapišimo izraz za kapacitivnost koaksialnega kabla:

$$C = \frac{2\pi\epsilon l}{\ln \rho_2 / \rho_1}$$

Z dualnostjo zapišimo tudi prevodnost oziroma upornost izolacije koaksialnega kabla:

$$R = \frac{1}{G} = \frac{\rho \ln \rho_2 / \rho_1}{2\pi l}$$

Po vstavitvi zadnjih dveh enačb v izraz za časovno konstanto dobimo: $\tau = \rho\epsilon$.

Z U_2 označimo vrednost napetosti na koaksialnem kablu v iskanem trenutku t_2 .

Zapišemo enačbo za praznjenje: $U_2 = U_0 e^{-t_2/\tau}$.

Iz nje lahko določimo trenutek t_2 :

$$t_2 = -\rho\epsilon \ln \left(\frac{U_2}{U_0} \right) \doteq 6160 \text{ s} \doteq 1 \text{ ura } 43 \text{ minut}$$

5. Glede na oznake na skici zapišimo enačbe, ki veljajo za idealen transformator:

$$\underline{U}_1 = n \underline{U}_2 = \frac{N_1}{N_2} \underline{U}_2, \quad \underline{I}_1 = -\frac{1}{n} \underline{I}_2$$

Zapišimo Kirchoffova zakona:

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 + \frac{\underline{U}_2}{R} \quad \text{in} \quad \underline{U}_{VH} = \underline{U}_1 + \underline{U}_2$$

Iz tega lahko izpeljemo:

$$\underline{U}_{VH} = (n+1)\underline{U}_2, \quad \underline{U}_2 = (n+1)R\underline{I}_1$$

$$\underline{Z}_{VH} = \frac{\underline{U}_{VH}}{\underline{I}_1} = (n+1)^2 R$$

