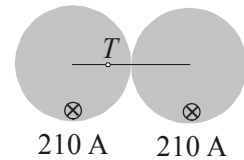


**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 20. september 2004**

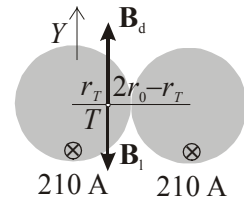
1. Dotikajoča ravna vodnika premerov 2 cm vodita tok 420 A. Izračunajte absolutno vrednost gostote magnetnega pretoka v točki  $T$ , ki leži na zveznici med osema vodnikov in je od osi enega izmaknjena za 6 mm.



2. V enakostranični trikotni zanki s stranico 15 cm je tok 20 A. Zanka se nahaja v homogenem magnetnem polju gostote 30 mT in leži tako, da je v stabilni legi. Kolikšno delo opravi zunanja sila, da jo zavrti v labilno lego?
3. Prevoden disk polmera 30 cm se nahaja v homogenem magnetnem polju gostote 25 mT. Disk se enakomerno vrti okrog svoje osi s 3000 obrati na minuto. Izračunajte inducirano napetost med osjo in obodom diska, če je kót med smerjo magnetnega polja in osjo diska  $60^\circ$ .
4. Kondenzator s kapacitivnostjo  $40 \mu\text{F}$  je naelektren z nabojevoma  $\pm 20 \text{ mC}$ . Na ta kondenzator nato priključimo zaporedno vezje upora upornosti  $20 \Omega$  in kondenzatorja kapacitivnosti  $10 \mu\text{F}$ . Določite časovno odvisnost toka skozi upor med prehodnim pojavom.
5. Primarno navitje idealnega transformatorja ima 40, sekundarno pa 10 ovojev. Na sekundarno stran transformatorja priključimo grelo upornosti  $5 \Omega$ , primarno stran transformatorja pa priključimo na harmonični vir, ki ima efektivno vrednost napetosti 300 V. Koliko toplote se sprosti v grelu v desetih minutah?

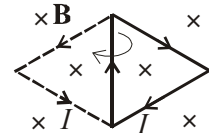
**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 20. september 2004, rešitve**

1. Prispevka k vektorju gostote magnetnega pretoka  $\mathbf{B}$  v točki  $T$  od levega ( $\mathbf{B}_l$ ) in desnega toka ( $\mathbf{B}_d$ ) določimo po enačbah za magnetno polje v zunanosti in notranosti tokovodnika krožnega prereza; upoštevamo še, da sta ta prispevka tam vertikalna vektorja nasprotnih smeri. Pri  $r_0 = 10$  mm in  $r_T = 6$  mm je:



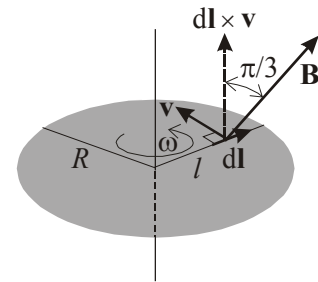
$$|\mathbf{B}| = |\mathbf{B}_d - \mathbf{B}_l| = |B_{dy} - B_{ly}| = \left| \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left( \frac{1}{2r_0 - r_T} - \frac{r_T}{r_0^2} \right) \right| = \underline{\underline{480 \mu\text{T}}}$$

2. V desni (stabilni) legi zanke je magnetni pretok  $\phi_d$  polja  $\mathbf{B}$  skozi zanko v referenčni smeri (ki jo določata smer toka  $I$  v zanki in desno pravilo, torej v list) enak  $BS$ , v levi (labilni) legi pa je magnetni pretok  $\phi_l$  polja  $\mathbf{B}$  v novi referenčni smeri (iz lista) enak  $-BS$ , kjer je  $S$  površina opne enakostranične trikotne zanke. Delo  $A_z$  zunanje sile za zasuk je:



$$A_z = -A_m = -I(\phi_l - \phi_d) = 2ISB \cong \underline{\underline{11,7 \text{ mJ}}}$$

3. Diferencial inducirane napetosti  $du_{\text{ind}}$  na diferencialu radialnega odseka  $d\mathbf{l}$ , ki kroži na radiju  $l$  s hitrostjo  $\mathbf{v}$ , je enak  $(\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$ . Uporabimo lastnost mešanega množenja:  $(\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l} = (d\mathbf{l} \times \mathbf{v}) \cdot \mathbf{B}$ . Vektorski produkt je vektor, ki je usmerjen vzdolž osi diska, njegova absolutna vrednost pa je (zaradi pravokotnosti) enaka  $\omega dl$ . Po skalarnem množenju tega vektorja z vektorjem  $\mathbf{B}$  in ob upoštevanju kota, ki ga slednji oklepa z osjo, dobimo:  $du_{\text{ind}} = B \cos(\pi/3) \omega dl = (\omega B / 2) dl$ . Po integraciji diferencialov napetosti med osjo in obodom diska sledi:



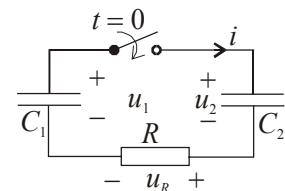
$$u_{\text{ind}} = \int du_{\text{ind}} = (\omega B / 2) \int_0^R dl = \omega BR^2 / 4 \cong \underline{\underline{0,177 \text{ V}}}$$
 (Podobna naloga: izpit 24. junij 2003, naloga 3.)

4. Po vklopu stikala velja v zanki enačba:

$$-u_1 + u_2 + u_R = 0 \Rightarrow -\left( \frac{Q_{10}}{C_1} - \frac{1}{C_1} \int_0^t i(t') dt' \right) + \frac{1}{C_2} \int_0^t i(t') dt' + Ri = 0,$$

kjer pomeni  $Q_{10}$  naboj levega kondenzatorja pred vklopom stikala,  $t'$  pa je integracijski čas med vklopnim in časom  $t$ . Po njenem odvajanju se dobi:

$$R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C_{12}} = 0, \text{ kjer je } C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 8 \mu\text{F}.$$



Začetni pogoj sledi iz zanke enačbe, ki jo zapišemo pod limito, ko gre  $t \rightarrow 0$ :

$$\lim_{t \rightarrow 0} \left( -\frac{Q_{10}}{C_1} + \frac{1}{C_1} \int_0^t i(t') dt' + \frac{1}{C_2} \int_0^t i(t') dt' + Ri \right) = -\frac{Q_{10}}{C_1} + Ri(0^+) = 0 \Rightarrow i(0^+) = \frac{Q_{10}}{C_1 R} = 25 \text{ A}.$$

Homogeno diferencialno enačbo reši nastavek  $Ae^{\lambda t}$ , kjer je  $\lambda = -1 / RC_{12} = -0,625 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ . Ko od njega zahtevamo še izpolnitev začetnega pogoja, sledi konstanta  $A = 25 \text{ A}$  in rešitev:

$$i(t) = \underline{\underline{25 e^{-0,625 \cdot 10^4 t/s} \text{ A}}}$$
 (Podobna naloga: izpit 11. december 2002, naloga 5.)

5. Prestavno razmerje  $n = 40 / 10 = 4$  govori, da je efektivna vrednost harmonične napetosti na sekundarju četrtina tiste na primarni strani, torej  $75 \text{ V}$ . Moč v bremenu upornosti  $5 \Omega$  je  $(75 \text{ V})^2 / 5 \Omega$  oziroma  $1125 \text{ W}$ . V 10 minutah se v upor sprosti toplota, ki je  $1125 \text{ W} \cdot 600$  s oziroma  $\underline{\underline{675 \text{ kJ}}}$ .