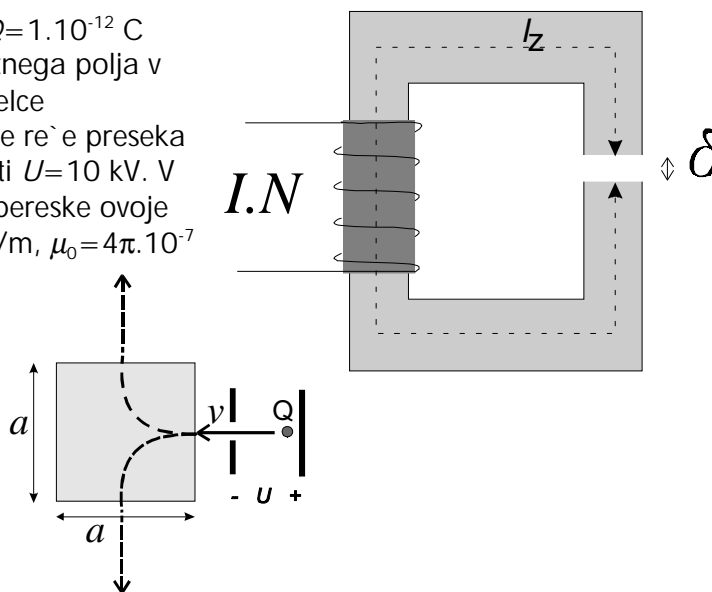


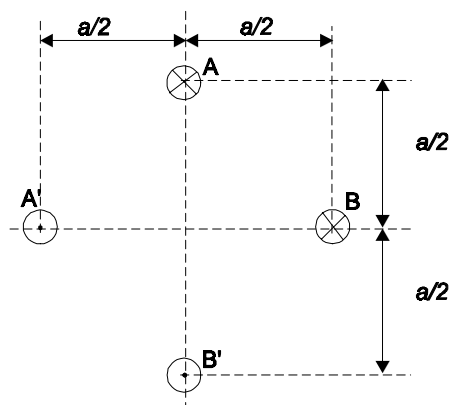
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE 2

IZPIT (UNI), 4.2.2000

1. Delec z maso $2 \cdot 10^{-22}$ kg in naelektren z $Q = 1 \cdot 10^{-12}$ C želimo usmerjati s spreminjanjem magnetnega polja v reži magnetnega jedra za kot do $\pm 90^\circ$. Delce usmerjamo pravokotno in v sredino zračne reže preseka 1 cm^2 s pomočjo pospeževalnika napetosti $U = 10 \text{ kV}$. V katerem obsegu moramo spreminjati amperske ovoje ($I \cdot N$) na navitju jedra? ($\mu(\text{jedra}) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$, $a = 1 \text{ cm}$, $\delta = 1 \text{ mm}$, $l_z = 15 \text{ cm}$).

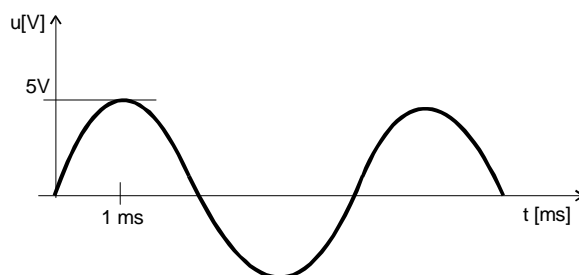


2. Izračunajte medsebojno induktivnost M med dvema vzporednima dvovodoma na sliki, -e sestavljata prvi dvovod žici A in A', drugi dvovod pa žici B in B'. Dolžina dvovodov je 1 km, razdalja med žicama dvovoda a pa 1m!

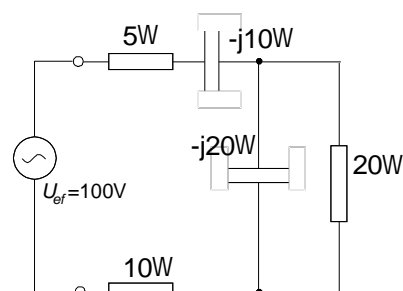


3. V prostoru $x > 0$ z $\mu_1 = 2 \cdot \mu_0$ je gostota magnetnega pretoka $\vec{B}_1 = (\vec{i}_x \cdot 0,5 + \vec{i}_y \cdot 0,1) \text{ T}$, v prostoru $x < 0$ pa je $\mu_2 = \mu_0$. Koliko je gostota magnetnega pretoka za $x < 0$, -e je gostota ploskovnega toka na meji enaka $\vec{G} = 2 \cdot 10^4 \cdot \vec{i}_y \text{ A/m}$?

4. Idealni harmonski vir s potekom napetosti, prikazanim na sliki, priključimo na vezje, sestavljeno iz zaporedne vezave upora $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ in vzporedne vezave upora $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ter kondenzatorja $C = 1 \mu\text{F}$. Izračunajte in skicirajte časovni potek napetosti na uporu R_1 .



5. Določite delovno moč, ki se troši v vezju, ki je priključeno na harmonski generator efektivne napetosti $U_{ef} = 100\text{V}$!



1. Z izena-enjem kineti-ne in potencialne energije naelektrenega delca dolo-imo hitrost delca. Iz izena-enja centrifugalne in magnetne sile izra-unamo potrebno polje v re`i za maksimalen odklon 90°. Iz amperovega zakona dolo-imo potrebno {tevilo amperskih ovojev na jedru.

$$\frac{mv^2}{2} = QU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2QU}{m}} = 10 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$F_{cf} = F_m; \frac{mv^2}{r} = QvB_\delta \Rightarrow B_\delta = \frac{mv}{Qr} = 0,4 \text{ T}$$

$$NI = \oint H \cdot dl = H_z \cdot l_z + H_\delta \cdot \delta$$

$$H_\delta = \frac{B_\delta}{\mu_0}, \Phi_z = \Phi_\delta \Rightarrow B_z = B_\delta \Rightarrow H_z = \frac{B_z}{\mu_z} = \frac{B_\delta}{\mu_z}$$

$$NI = \frac{B_\delta}{\mu_z} \cdot l_z + \frac{B_\delta}{\mu_0} \cdot \delta = B_\delta \cdot \left(\frac{l_z}{\mu_z} + \frac{\delta}{\mu_0} \right) = 0,4 \left(\frac{15 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} \right) \text{ A} = 348,31 \text{ A}$$

Potrebujemo ± 348,31 A ovojev.

3. Uporabimo mejne pogoje za normalno komponento gostote mag. pretoka in tangencialni komponenti jakosti mag. polja. Izra-unamo poznane vrednosti, ostale pa dolo-imo iz podanih komponent tokovne obloge na meji.

$$B_{n1} = B_{n2} \Rightarrow B_{1x} = B_{2x} = 0,5 \text{ T} \Rightarrow H_{1x} = \frac{0,5}{2\mu_0}; H_{2x} = \frac{0,5}{\mu_0}$$

$$\vec{G} = \vec{I}_n \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2); \vec{I}_n = \vec{I}_x$$

$$H_{1y} = \frac{B_{1y}}{\mu_1} = \frac{0,1}{2\mu_0}; H_{1z} = 0$$

$$\vec{H}_1 - \vec{H}_2 = \vec{I}_x \left(\frac{0,5}{2\mu_0} - \frac{0,5}{\mu_0} \right) + \vec{I}_y \left(\frac{0,1}{2\mu_0} - H_{2y} \right) + \vec{I}_z (0 - H_{2z})$$

$$(G_x, G_y, G_z) = \begin{vmatrix} \vec{I}_x & \vec{I}_y & \vec{I}_z \\ 1 & 0 & 0 \\ \frac{-0,25}{\mu_0} & \frac{0,05}{\mu_0} - H_{2y} & 0 - H_{2z} \end{vmatrix} = \vec{I}_x (0) - \vec{I}_y (0 - H_{2z}) + \vec{I}_z \left(\frac{0,05}{\mu_0} - H_{2y} \right)$$

$$H_{2z} = 2 \cdot 10^4 \text{ A/m}; H_{2y} = \frac{0,05}{\mu_0}$$

$$\vec{H}_2 = (\vec{I}_x \cdot 0,5 + \vec{I}_y \cdot 0,05 + \vec{I}_z \cdot 2 \cdot 10^4) / \mu_0 \text{ A/m}$$

$$\vec{B}_2 = \mu_2 \cdot \vec{H}_2 = \mu_0 \cdot \vec{H}_2 = (\vec{I}_x \cdot 0,5 + \vec{I}_y \cdot 0,05 + \vec{I}_z \cdot 0,025) \text{ T}$$

2.

$$M = \frac{\Psi_{BB'}}{I_A} = 2 \frac{\Phi_B}{I_A}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I_A}{2\pi r}$$

$$M = 2 \frac{\int_{r_1}^{r_2} \frac{\mu_0 \cdot I_A}{2\pi r} \cdot dr \cdot l}{I_A} = \frac{\mu_0 \cdot I}{\pi} \cdot \ln(\sqrt{2}) = 1,386 \cdot 10^{-4} \text{ H}$$

4. Zapi{emo skupno impedanco vezja in izra-unamo tok skozi vezje, iz toka pa napetost na upor R_1 :

$$\underline{U}_{R1} = \underline{I} \cdot R_1 = \underline{U} \cdot \underline{Y} \cdot R_1$$

$$\underline{U} = 5e^{-j90}; \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4\text{ms}} = 1,57 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\underline{Y}_{RC} = G_2 + j\omega C = (1 + j1,57)10^{-3} \text{ S}$$

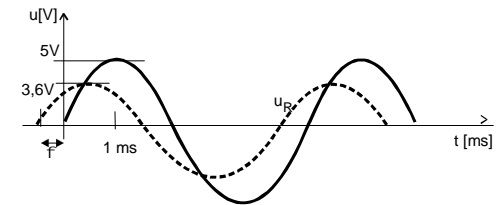
$$\underline{Z}_{RC} = \frac{1}{\underline{Y}_{RC}} = (288,61 - j453,12) \Omega$$

$$\underline{Z} = R_1 + \underline{Z}_{RC} = (1288,6 - j453,12) \Omega = \Omega$$

$$\underline{U}_{R1} = \underline{U} \cdot \underline{Y} \cdot R_1 = \frac{5e^{-j90} \cdot 1000}{1366e^{-j19,37}} = 3,66e^{-j70,63} \text{ V}$$

$$u_R(t) = 3,66 \cdot \cos(1,57 \cdot 10^3 t - 70,63^\circ) \text{ V}$$

$$u_R(t) = 3,66 \cdot \sin(1,57 \cdot 10^3 t + 19,37^\circ) \text{ V}$$



5.

$$P = \text{Re}[\underline{S}] = \text{Re}[\underline{U} \cdot \underline{I}^*] = \text{Re} \left[\frac{\underline{U}^2}{\underline{Z}^*} \right] = U^2 \cdot \text{Re}[\underline{Y}^*]$$

$$\underline{Z} = 10 - j10 + 20 \parallel (-j20) + 5 = 15 - j10 + (10 - j10) = 25 - j20 \Omega$$

$$\underline{Z}^* = (25 + j20) \Omega \Rightarrow \underline{Y}^* = \frac{25 - j20}{25^2 + 20^2} \text{ S}$$

$$P = 100^2 \cdot \frac{25}{25^2 + 20^2} = 243,9 \text{ W}$$