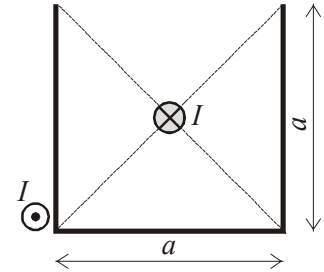
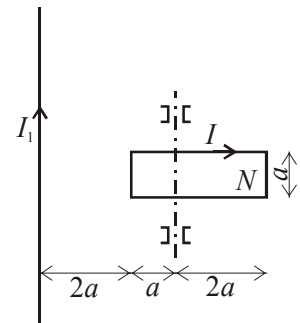


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 29. avgust 2007

1. V sredini tridelnega kovinskega žleba, ki vodi tok I , leži vodnik, ki vodi povratni tok. Določite magnetno silo na ta vodnik na dolžini l .

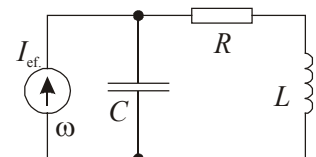


2. Na vrtljivem pravokotnem okvirju je navitje z $N = 50$ ovoji in tokom $I = 3$ A. Ob njem je raven vodnik s tokom $I_1 = 150$ A. Izračunajte delo navora, ki zasučje okvir za 180° okoli dane osi. Osnovna mera $a = 20$ cm.



3. Navitje z $N = 250$ ovoji objema feromagnetni steber. V stebru je harmonični magnetni pretok, ki ima amplitudo $\phi_m = 200 \mu\text{Wb}$ in krožno frekvenco $\omega = 300$ rad/s. Med sponki navitja je priključen kondenzator kapacitivnosti $C = 200 \mu\text{F}$. Izračunajte efektivno vrednost polnilnega toka kondenzatorja.

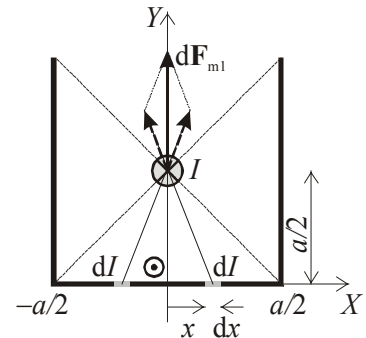
4. Vezje vzbuja harmonični tokovni vir jakosti $I_{\text{ef}} = 2$ A in krožne frekvence $\omega = 4000$ rad/s. Izračunajte delovno moč upora, če so: $R = 30 \Omega$, $L = 10$ mH in $C = 5 \mu\text{F}$.



5. Zaporedno vezje upora upornosti R in praznega kondenzatorja kapacitivnosti C priključimo na idealen napetostni vir napetosti U_g . Izrazite energijo, ki jo vir posreduje elementoma v času prehodnega pojava.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 29. avgust 2007, rešitve

1. Žleb oblikujejo trije enaki trakovi; vsak s tokom $I/3$. Določimo vektor sile (F_{m1}) na vodnik zaradi toka v spodnjem traku (od tokov v bočnih trakovih pričakujemo, da učinkujeta na sredinski vodnik z nasprotnima silama). Pomagamo si s simetrijo in zapišemo najprej diferencialne sile kot učinek označenih diferencialnih tokov na sredinski tokovodnik, nato pa še njen integral:



$$dF_{m1y} = 2 \left(\frac{\mu_0 I (I/3a) dx}{2\pi \sqrt{(a/2)^2 + x^2}} \right) \frac{a/2}{\sqrt{(a/2)^2 + x^2}} = \frac{\mu_0 (a/2) I^2 dx}{3\pi a \left((a/2)^2 + x^2 \right)} \Rightarrow$$

$$F_{m1y} = \frac{\mu_0 I^2 l}{3\pi a} \int_0^{a/2} \frac{(a/2) dx}{(a/2)^2 + x^2} = \frac{\mu_0 I^2 l}{3\pi a} \left(\arctan \frac{x}{a/2} \right)_0^{a/2} = \underline{\underline{\frac{\mu_0 I^2 l}{12a}}}$$

Enak izraz določa očitno tudi x komponenti sil na tokovodnik zaradi tokov v bočnih trakovih; ti se pač odštejeta. Rezultančna je potemtakem enaka kar delni sili, ki smo jo določevali.

2. V narisani (stabilni) legi je magnetni pretok ϕ_s skozi okvir (zaradi I_1) v referenčni smeri (v list)

enak: $\phi_s = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{5a}{2a}$, v novi (labilni) legi, v katero ga zasuče navor zunanjih sil, pa je magnetni

pretok (zaradi I_1) skozenj v referenčni smeri (iz lista) enak $\phi_1 = -\frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{4a}{a}$. Delo navora zunanjih sil (A_z) je nasprotno delu magnetnih sil (A_m); ker pa ima navitje na N ovojev, je celotno delo:

$$A_z = -A_m = -NI(\phi_1 - \phi_s) = -NI \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \left(-\ln 4 - \ln \frac{5}{2} \right) = NI \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln 10 \cong \underline{\underline{2,07 \text{ mJ}}}$$

3. Magnetni pretok v stebru je harmoničen: $\phi(t) = \phi_m \sin(\omega t + \alpha)$. Inducirana napetost med sponkama navitja je hkrati že tudi napetost kondenzatorja: $u_c(t) = u_{ind}(t) = -N\phi'(t) = -\omega N\phi_m \cos(\omega t + \alpha)$.

Polnilni tok kondenzatorja določa odvod njegove napetosti: $i(t) = Cu_c'(t) = -\omega^2 CN\phi_m \sin(\omega t + \alpha)$.

Polnilni tok je harmoničen z amplitudo $\omega^2 CN\phi_m$, zato je njegova efektivna vrednost

$$I_{C,ef} = \omega^2 CN\phi_m / \sqrt{2} \cong \underline{\underline{0,636 \text{ A}}}$$

4. Pri dani krožni frekvenci so impedance elementov R, L in C sledeče: $30 \Omega, j40 \Omega$ in $-j50 \Omega$.

Impedanca desne veje je $Z_1 = (30 + j40) \Omega$, leve pa $Z_2 = -j50 \Omega$. Impedanca sestavljenega bremena je

$Z = Z_1 Z_2 / (Z_1 + Z_2)$. Če je I amplitudni kazalec toka generatorja, potem je amplitudni kazalec toka

desne veje $I_1 = ZI / Z_1 = Z_2 I / (Z_1 + Z_2) = (0,5 - j1,5)I$. Delovna moč upora je

$$P = \frac{1}{2} R |I_1|^2 = |0,5 - j1,5|^2 R \left(\frac{1}{2} |I|^2 \right) = 2,5 (R I_{ef}^2) = \underline{\underline{300 \text{ W}}}$$

5. Moč vira je enaka produktu njegove napetosti (U_g) in polnilnega toka (i). Delo oziroma energija, ki

jo ta posreduje elementoma, je $A_g = \int_0^\infty U_g i(t) dt = U_g \int_0^\infty i(t) dt$, če je $t = 0$ s čas priklopa na vir. Integral

toka je enak množini naboja, ki se (skozi vir) izmenja med ploščama kondenzatorja, ko se ta elektri in na koncu naelektri z nabojema $\pm CU_g$ ter doseže napetost, ki je enaka napetosti vira. Integral toka je

torej enak CU_g , delo vira je zato enako CU_g^2 . Polovico energije ($\frac{1}{2} CU_g^2$) posreduje vir kondenzatorju

v akumulacijo v obliki električne energije, druga polovica pa se pretvori v toploto v upor.