

UVOD – izpitna vprašanja

1) Napišite osnovne zakone magnetnega polja:

- Amperov zakon,
- zakon o ohranitvi fluksa,
- zakon o materialu

ter narišite sliko za permeabilnost $\mu = f(B)$ za mehko železo in trajni magnet.

2) Narišite magnetilno karakteristiko elektromehanskega pretvornika $B = f(\Theta)$ oziroma $\Phi = f(\Theta)$. Kaj predstavlja karakteristiko zračne reže? Izračunajte potrebne amper-ovoje (Θ_δ) za primer, da je gostota magnetnega pretoka v zračni reži $B_\delta = 0,5$ T in dimenzija zračne reže $\delta = 0,25$ mm.

Rešitev: $\Theta_\delta = 99,47$ A-ov.

3) Izračunajte induktivnost tuljave - dušilke ($L = ?$) z železnim jedrom dimenzij $a = 32$ mm in $b = 40$ mm. Tuljava ima $N = 542$ ovojev s premerom gole žice $d = 0,6$ mm. Pri izračunu induktivnosti upoštevajte, da je relativna permeabilnost jedra $\mu_r = 1370$ in dolžina srednje poti silnic v jedru $l_{Fe} = 0,3$ m. Izračunajte tudi ohmsko upornost ($R = ?$) za srednjo dolžino ovojev tuljave $l_{Cu} = 0,190$ m, če je specifična upornost bakra $\rho_{20} = 0,0175$ $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ pri 20° C ter induktivno upornost ($X = ?$) in impedanco tuljave ($Z = ?$) pri frekvenci $f = 50$ Hz.

Rešitev: $L = 2,158$ H, $R = 6,375$ Ω , $X = 677,95$ Ω , $Z = 678$ Ω .

4) Narišite sliko vzbujanja $\Theta = f(x)$ in magnetnega polja $B_\delta = f(x)$ za dva pola ($2\tau_p$):

a) izraženih polov na statorju za ekvivalentno (gladko) zračno režo δ_e oziroma spremenljivo zračno režo δ_x , če ima rotor štiri utore in zobe na pol,

b) (samo vzbujanja) porazdeljenega navitja na $2/3$ oboda, tj. za štiri tuljave v rotorju.

V obeh primerih je vzbujalno navitje napajano z enosmernim tokom. Napišite tudi enačbo za polje v zračni reži $B_{\delta e} = f(\Theta, \delta_e)$ oziroma $B_{\delta x} = f(\Theta, \delta_x)$.

5) Narišite sliko vzbujanja $\theta(x)$ ene tuljave (oziroma dveh tuljav premaknjenih za kot α) napajane z enosmernim tokom in napišite enačbi za Θ_t ter Θ_{t1} (osnovno harmonsko komponento) in enačbo za kosinusno funkcijo $\theta_x = f(x)$. Narišite kazalčni diagram za skupno vzbujanje, če imamo zaporedno vezani dve prostorsko premaknjeni tuljavi. Kako je definiran faktor navitja f_n ?

6) Napišite enačbe za pozitivno in negativno komponento magnetnega polja posameznih faz trifaznega porazdeljenega navitja napajanega z izmenično trifazno napetostjo oziroma tokom. Kolikšno je rezultirajoče polje v m -faznem sistemu?

7) Napišite enačbe za inducirane napetosti:

- zaradi gibanja vodnika (palice) v magnetnem polju,
- zaradi časovno spremenljivega polja v zanki,
- splošni indukcijski zakon ($\psi = f(x, t)$), ki zajema obe vrsti induciranih napetosti.

8) Napišite enačbe za inducirane napetosti:

- zaradi gibanja vodnika (palice) v magnetnem polju,
- zaradi časovno spremenljivega polja v zanki,
- splošni indukcijski zakon ($\psi = L_{12}i_{\mu}$), ki zajema obe vrsti induciranih napetosti.

9) Narišite sliko elektromagneta in napišite enačbo za silo na kotvo magneta kot funkcijo B_{δ} , ki jo dobimo iz energije magnetnega polja v reži med kotvo in magnetom. Izračunajte silo na kotvo magneta s površino zračne reže $A_{\delta} = 10 \text{ cm}^2$ in $B_{\delta} = 0,55 \text{ T}$. Rešitev: $F = 120,4 \text{ N}$.

10) Narišite sliko enosmernega elektromagneta. Ta ima naslednje podatke: enosmerna napetost $U_{\text{e}} = 36 \text{ V}$, upornost tuljave $R = 38,96 \Omega$, število ovojev $N = 917$, zračna reža $l_{\delta} = 0,44 \text{ mm}$ ter površina zračne reže $A_{\delta} = 50 \text{ cm}^2$. Izračunajte vzbujalni tok I_{v} , sprejeto moč P , amper-ovoje Θ_{m} magneta, gostoto magnetnega pretoka v zračni reži B_{δ} , če vzamemo, da je $\Theta_{\delta} = 0,3\Theta_{\text{m}}$ ($\Theta_{\text{Fe}} = 0,7\Theta_{\text{m}}$) ter silo na železno jedro (kotvo) magneta. Kako se spreminja sila magneta s pritisnjeno napetostjo, če lahko zanemarimo nasičenje v železnem jedru ($\Theta_{\text{Fe}} = 0$)?

Rešitve: $I = 0,924 \text{ A}$, $P = 33,26 \text{ W}$, $\Theta_{\text{m}} = 847,3 \text{ A-ov.}$, $\Theta_{\delta} = 254,2 \text{ A-ov.}$, $B_{\delta} = 0,726 \text{ T}$,
 $F = 1048,6 \text{ N}$. Sila se v tem primeru spreminja s kvadratom napetosti.

11) Izrazite vrtilni moment iz enačb za:

- moč,
- gibalno inducirano napetost,
- transformatorsko inducirano napetost.

12) Izrazite vrtilni moment iz energije magnetnega polja za:

- a) eno vzbujalno navitje, če se spreminja polje kot posledica spremembe magnetne prevodnosti,
- b) eno vzbujalno navitje, če se spreminja polje kot posledica spremembe magnetne upornosti,
- c) dve vzbujalni navitji, če izrazimo energijo z induktivnostjo.

13) Napišite enačbe za prenos toplote in toplotno prevodnost v trdnem telesu in za prenos toplote in toplotno prevodnost s površine na okolico s konvekcijo oziroma sevanjem. Koliko je približno koeficient naravne konvekcije ($\alpha_k = ?$) pri nadtemperaturi $\Delta\vartheta = 40 \div 50$ K in koliko je sevalna konstanta črnega telesa ($C_s = ?$)?

14) Napišite enačbo za segrevanje elektromehanskega pretvornika pri konstantnih izgubah in konstantnih hladilnih pogojih ter narišite segrevalno krivuljo, če je $\Delta\vartheta_0 = 0$. Napišite še enačbe za časovno konstanto segrevanja T , maksimalno nadtemperaturo segrevanja $\Delta\vartheta_{\max}$ in toplotno prevodnost λ_t pri prehajanju toplote s stene v okolico.