

Anturifysiikka Tehtävät 8

Aman Mughal

27/03/2023

Tehtävä 1

Neliönmuotoinen johdinsilmukka, jonka sivun pituus on 12 cm, tuodaan oheisen kuvan mukaisesti homogeeniseen 0,98 T:n magneettikenttään, jonka suunta on kohtisuorassa silmukan tasoa vastaan. Silmukan resistanssi on $1,5 \Omega$. a) Kuinka suurella voimalla silmukkaa on työnnettävä, jotta se saataisiin vietyä kokonaisuudessaan kenttään (tasaisella vauhdilla) 5,0 sekunnissa? Määritä myös b) silmukan lähdejännite sekä c) silmukkaan indusoituva virta suuntineen. [a) 0,22 mN b) 2,8 mV c) 1,9 mA]

b:

$$12 \text{ cm} \rightarrow 0,12 \text{ m} \rightarrow L = 0.12 \text{ m}$$

$$A = L^2 \rightarrow (0.12 \text{ m})^2 \rightarrow 0.0144 \text{ m}^2$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{0.98 \text{ T} \cdot 0.0144 \text{ m}^2}{5.0 \text{ s}}$$

$$\varepsilon = 0.00288 \frac{\text{Tm}^2}{\text{s}} \approx \underline{2.8 \text{ mV}}$$

c:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{-0.0028}{1.5 \Omega} = -0.0019 \text{ A} \rightarrow \underline{1.9 \text{ mA}}$$

a:

$$F = B \cdot I \cdot l \rightarrow 0.98 \text{ T} \cdot 0.0019 \text{ A} \cdot 0.12 \text{ m} \rightarrow 0.0002207 \text{ N} \rightarrow \underline{0.22 \text{ mN}}$$

Tehtävä 2

Kuinka suuri täytyy vaihtovirtageneraattorin pyörimisnopeuden olla, jotta lähdejännitteen huippuarvo olisi 1,5 kV? Käämin kierrosluku on 420, poikkileikkauksen pinta-ala 87 cm^2 ja magneettivuon tiheys 1,7 T. [2300 rpm]

Vastaus:

$$U = 1.5 \text{ kV} = 1500 \text{ V} \quad A = 87 \text{ cm}^2 \rightarrow 0.0087 \text{ m}^2 \quad B = 1.7 \text{ T} \quad N = 420$$

$$F = \frac{U_{max}}{N \cdot A \cdot B \cdot 2 \cdot \pi}$$
$$F = \frac{1500 \text{ V}}{420 \cdot 0.0087 \text{ m}^2 \cdot 1.7 \text{ T} \cdot 2 \cdot \pi} \cdot 60 \approx \underline{2300 \text{ rpm}}$$

Tehtävä 3

Kuinka suuri sähkövirta tarvitaan, jotta sähkömoottorin käämiin kohdistuisi enimmillään 9,0 Nm:n suuruisen vääntömomentti? Käämissä on 50 kierrosta, sen kierrosten poikkipinta-ala on neliö, jonka sivun pituus on 15 cm, ja käämi on suunnilleen homogeenisessa 0,80 T:n magneettikentässä. [10 A]

Vastaus:

$$t = N \cdot B \cdot A \cdot I$$

$$A = S^2 \rightarrow (0.15m)^2 \rightarrow 0.0225m^2$$

$$I = \frac{t}{N \cdot B \cdot A} = \frac{9.0Nm}{50 \cdot 0.8T \cdot 0.0225m^2} \rightarrow \underline{10A}$$

Tehtävä 4

Auton sytytyspuolassa on kaksi induktiivisesti kytkettyä käämiä. Kun ensiöpiirin virtaa katketaan, se pienenee kahdessa millisekunnissa arvosta 5 A nollaan. Kuinka suuri on systeemin keskinäisinduktanssin oltava, jotta toisiokäämin keskimääräinen induktiojännite olisi 20 kV? [8,0 H]

Vastaus:

$$V = 20\text{kV} = 20000\text{V} \quad I = 5\text{A} \quad \Delta t = 0.002\text{s}$$

$$V = -M \cdot \left(\frac{\Delta I}{\Delta t} \right)$$

$$M = -V \cdot \frac{\Delta t}{\Delta I}$$

$$M = -(20000\text{V}) \cdot \frac{0.002\text{s}}{5\text{A}} \rightarrow \underline{8.0\text{H}}$$