

1.3.1. Mintafeladatok

1. feladat: Egy 500 menetes 1650 relatív permeabilitású vasmagos tekercs hossza 4 cm, átmérője 1 cm. Mekkora a gerjesztés, a mágneses térerősség, az indukció és a fluxus, ha a tekercsben 2 mA erősségű áram folyik?

Megoldás:

A gerjesztést a tekercsben folyó áram hozza létre. Mivel az áram annyiszor metszi a mágneses teret ahány menetes a tekercs, ezért a gerjesztést a menetszám és a tekercsben folyó áramerősség szorzata adja:

$$\Theta = N \cdot I = 500 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{1 \text{ Ament}}}$$

A gerjesztés a tekercsben mágneses teret hoz létre, amelynek erősségét az egységnyi indukcióvonalra hossza jutó gerjesztéssel jellemzünk. A tekercsben homogén mágneses tér jön létre, ezért az indukcióvonalak hossza a tekercs hosszúságával egyezik meg.

$$H = \frac{\Theta}{l} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \cdot 10^2 \frac{\text{A}}{\text{m}} = \underline{\underline{25 \frac{\text{A}}{\text{m}}}}$$

Az indukció és a mágneses térerősség közötti kapcsolatot a tekercs belsejében levő anyag mágneses permeabilitása adja. A permeabilitást úgy számíthatjuk ki, hogy az anyagra jellemző relatív permeabilitást megszorozzuk a vákuum permeabilitásával.

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0 = 1650 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cong 2,07 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Így a mágneses indukció:

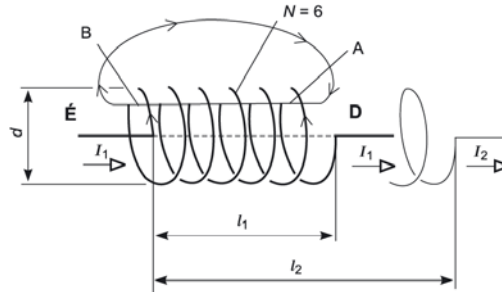
$$B = \mu \cdot H = 2,07 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 51,75 \cdot 10^{-3} \text{ T} = \underline{\underline{51,75 \text{ mT}}}$$

A fluxus tekercsen áthaladó össze indukcióvonalat jelenti, tehát a kiszámításához A tekercs fluxusát a mágneses indukció és a keresztmetszet szorzata adja:

$$\Phi = B \cdot A = 51,75 \cdot 10^{-3} \cdot 0,785 \cdot 10^{-4} \cong 40,6 \cdot 10^{-7} \text{ Wb} = \underline{\underline{4,06 \mu\text{Wb}}}$$

2. feladat: A 25. ábrán egy légmagos szolenoid tekercs látható.

- Határozzuk meg a tekercs fluxusát!
- Mekkora lesz a tekercs fluxusa, ha a tekercs meneteit egyenletesen széthúzzuk úgy, hogy a tekercs mérete 10 mm-rel megnő?
- Mennyivel kell a tekercs áramát megnövelnünk, hogy a széthúzódt, l_2 hosszúságú tekercs mágneses indukciója megegyezzen az l_1 hosszúságú tekercsben mért indukcióval?



25. ábra

Adatok:

$$N = 1000;$$

$$I_1 = 0,02 \text{ A};$$

$$L_1 = 5 \text{ cm};$$

$$\Delta l = 10 \text{ mm};$$

$$d = 1 \text{ cm}.$$

Megoldás:

a) A mágneses fluxus meghatározásához a mágneses indukciót kell kiszámítanunk.

$$\Phi = B \cdot A.$$

A mágneses indukció meghatározásához a mágneses térerősséget kell ismernünk:

$$B = \mu_0 \cdot H.$$

A mágneses térerősség a tekercs adataiból számítható:

$$H_1 = \frac{\Theta_1}{l_1} = \frac{N \cdot I_1}{l_1} = \frac{1000 \cdot 0,02 \text{ A}}{0,05 \text{ m}} = 400 \frac{\text{A}}{\text{m}};$$

$$B = \mu_0 \cdot H = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot 400 \cdot \frac{\text{A}}{\text{m}} = 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 0,5 \text{ mT};$$

$$\Phi = B \cdot A = B \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2}{4} = 3,93 \cdot 10^{-8} \text{ V} \cdot \text{s} = 3,93 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}.$$

b) A széthúzott tekercsben a hosszegységre jutó gerjesztés, azaz a mágneses térerősség lecsökken:

$$H_2 = \frac{N \cdot I_1}{l_2} = \frac{N \cdot I_1}{l_1 + \Delta l} = \frac{1000 \cdot 0,02}{0,05 + 0,01} = 333,33 \frac{\text{A}}{\text{m}}.$$

Emiatt az indukció és a fluxus is csökken:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot 333,33 \frac{\text{A}}{\text{m}} = 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 0,42 \text{ mT}.$$

A tekercs belsejében a fluxus és a menetek által határolt A keresztmetszetet tölti ki.

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{\pi \cdot (1 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2;$$

$$\Phi_2 = B \cdot A = 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \cdot 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ V} \cdot \text{s} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}.$$

c) Az eredeti mágneses térerősség eléréséhez a hosszegységre jutó gerjesztést kell visszaállítanunk az eredeti értékre. Ezt a gerjesztőáram növelésével tudjuk elérni, ahogyan ez a térerősség képletében megfigyelhető:

$$H_2 = \frac{N \cdot I_2}{l_2}.$$

A tört értéke nem változik, ha mind a számlálót, mind a nevezőt ugyanazzal a számmal szorozzuk. A szükséges gerjesztőáram, ha $H_2 = H_1$:

$$I_2 = \frac{H_1 \cdot l_2}{N} = \frac{400 \cdot 0,06}{1000} = 0,024 \text{ A}.$$

Az l_2 hosszúságú tekercs fluxusa $3,93 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}$ volt, amely a tekercs széthúzása miatt $3,3 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}$ -re csökkent. Ha a gerjesztőáramot 20 mA-ról 24 mA-re megnöveljük, akkor a mágneses fluxus a tekercs belsejében eléri az eredeti tekercsben tapasztalt értéket.