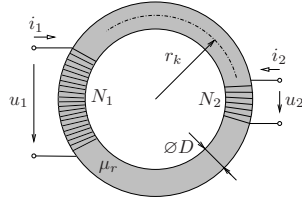


**NAGYPÉLDA** – 10 PONT *Csak egész pontszám adható (a kispéldákra is)!*

Tórusz alakú lágy ferritmagon két tekercs helyezkedik el. A primer tekercs menetszáma  $N_1 = 120$ , a szekunderé  $N_2 = 20$ . A vasmag közepes sugara  $r_k = 12$  cm, kör keresztmetszetének átmérője  $D = 2$  cm, relatív permeabilitása  $\mu_r = 1000$ , vezetőképessége elhanyagolható. Az elrendezést transzformátorként használjuk 1 kHz frekvencián, szinuszos állandósult állapotban. A primer és a szekunder feszültség effektív értékét  $U_1$ , ill.  $U_2$  jelöli.



a. Határozza meg a tekercsek ön- és kölcsönös inuktivitásait a megadott referenciáirányok figyelembevételével! (6 p.)

A fluxus az  $A = \pi D^2/4$  magkeresztmetszeten és a közepes sugáron érvényes indukció szorzatával közelíthető, utóbbi pedig a gerjesztési törvényből kapható. Ezzel

$$L_1 = \frac{\psi_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 A}{2\pi r_k} = \underline{7,54 \text{ mH}} \quad (2 \text{ p.})$$

$$L_2 = \frac{\psi_2}{I_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{\mu_0 \mu_r N_2^2 A}{2\pi r_k} = \underline{0,21 \text{ mH}} \quad (2 \text{ p.})$$

$$M = \frac{\psi_2}{I_1} \Big|_{I_2=0} = -\frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{2\pi r_k} = \underline{-1,26 \text{ mH}} \quad (\text{előjelhiba: -1 pont}) \quad (2 \text{ p.})$$

b. Adja meg  $U_2$  értékét a szekunder tekercs *nyitott* kapcsain, ha  $U_1 = 60$  V. (2 p.)

A feszültségek komplex amplitúdójára:  $\bar{U}_1 = j\omega L_1 \bar{I}_1$ ,  $\bar{U}_2 = j\omega M \bar{I}_1$ ,

$$\text{innen az effektív értékekre: } \frac{U_2}{U_1} = \frac{M}{L_1} = \frac{1}{6} \rightarrow U_2 = \underline{10 \text{ V}} \quad (2 \text{ p.})$$

(Levezetés nélkül is pontot ér, mert „ránézésre” megoldható.)

c. Legfeljebb mekkora  $U_1$  érték mellett tekinthető a transzformátor *lineáris* kétkapunak, ha a ferrit telítési indukciója  $B_t = 1,2$  T? (A hiszterézis elhanyagolható.) (2 p.)

Indukciótörvény komplex amplitúdókkal:  $\bar{U}_1 = j\omega \bar{\psi}_1$ .

A feszültség csúcserkére telítéskor:  $\sqrt{2}U_1 = \omega N_1 B_t A$ ,

amelyből  $U_1 = \underline{201 \text{ V}}$  (2 p.)

## KISPELDÁK – 5 × 2 PONT

1. Síkkondenzátor közege két, a lemezekkel párhuzamos rétegből áll, melyek vastagsága  $d_1 = d_2 = 1$  mm; vezetőképessége  $\sigma_1 = \sigma_2 = 2 \cdot 10^{-11}$  S/m; míg permittivitásai  $\varepsilon_1 = \varepsilon_0$ , ill.  $\varepsilon_2 = 3\varepsilon_0$ . Mekkora szabad töltés van jelen a rétegek közötti határfelületen, ha a kondenzátor lemezeinek felszíne egyenként  $4 \text{ cm}^2$ , és feszültsége  $20$  V?

$$|Q| = 70,8 \text{ pC}$$

2. Koaxiális kábel erének sugara  $1$  mm, köpenyének belső sugara  $5$  mm. Mekkora a szigetelő anyag fajlagos vezetőképessége, ha a kábel  $25$  m hosszú szakaszának szivárgási ellenállása  $8 \text{ M}\Omega$ ?

$$\sigma = 1,28 \text{ nS/m}$$

3. Két hosszú, vékony, párhuzamos vezető egymástól  $4$  m távolságban helyezkedik el a levegőben. Az egyik vezetében  $2$  A, a másikban  $3$  A áram folyik. Adja meg az egyik vezető  $1$  m-es szakaszára ható erő nagyságát.

$$F = 3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

4. Húzza alá azt az összefüggést, amely *nem* teljesül stacionárius áramlási térben, ha a közeg inhomogén vezetőképességű!

$$\text{div } \mathbf{J} = 0 \mid \oint_{\partial V} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0 \mid \text{div } \mathbf{E} = 0 \mid \oint_A \mathbf{J} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

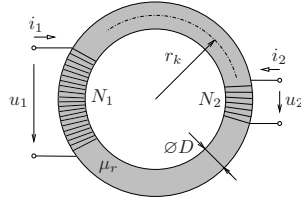
5. Két vezetőhurok csatolásban van. Az első öninduktivitása  $L_1 = 200$  mH, árama  $I_1 = 4$  A, a másik árama  $I_2 = 3$  A. Az első hurok fluxusa  $\psi_1 = 1,1$  Vs. Határozza meg a kölcsönös inuktivitást.

$$M = 100 \text{ mH}$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 20	jeles (5)

**NAGYPÉLDA – 10 PONT** Csak egész pontszám adható (a kispéldákra is)!

Tórusz alakú lágy ferritmagon két tekercs helyezkedik el. A primer tekercs menetszáma  $N_1 = 100$ , a szekunderé  $N_2 = 20$ . A vasmag közepes sugara  $r_k = 8$  cm, kör keresztmetszetének átmérője  $D = 1$  cm, relatív permeabilitása  $\mu_r = 1200$ , vezetőképessége elhanyagolható. Az elrendezést transzformátorként használjuk 3 kHz frekvencián, szinuszos állandósult állapotban. A primer és a szekunder feszültség effektív értékét  $U_1$ , ill.  $U_2$  jelöli.



- a. Határozza meg a tekercsek ön- és kölcsönös inductívitásait a megadott referenciárányok figyelembevételével! (6 p.)  
A fluxus az  $A = \pi D^2/4$  magkeresztmetszeten és a közepes sugáron érvényes indukció szorzatával közelíthető, utóbbi pedig a gerjesztési törvényből kapható. Ezzel

$$L_1 = \left. \frac{\psi_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 A}{2\pi r_k} = \underline{2,36 \text{ mH}} \quad (2 \text{ p.})$$

$$L_2 = \left. \frac{\psi_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = \frac{\mu_0 \mu_r N_2^2 A}{2\pi r_k} = \underline{94,2 \mu\text{H}} \quad (2 \text{ p.})$$

$$M = \left. \frac{\psi_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = -\frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{2\pi r_k} = \underline{-471 \mu\text{H}} \quad (\text{előjelhiba: -1 pont}) \quad (2 \text{ p.})$$

- b. Adja meg  $U_2$  értékét a szekunder tekercs *nyitott* kapcsain, ha  $U_1 = 60$  V. (2 p.)

$$\text{A feszültségek komplex amplitúdójára: } \bar{U}_1 = j\omega L_1 \bar{I}_1, \quad \bar{U}_2 = j\omega M \bar{I}_1,$$

$$\text{innen az effektív értékekre: } \frac{U_2}{U_1} = \frac{M}{L_1} = \frac{1}{5} \rightarrow U_2 = \underline{12 \text{ V}} \quad (2 \text{ p.})$$

(Levezetés nélkül is pontot ér, mert „ránézésre” megoldható.)

- c. Legfeljebb mekkora  $U_1$  érték mellett tekinthető a transzformátor *lineáris* kétkapunak, ha a ferrit telítési indukciója  $B_t = 1,2$  T? (A hiszterézis elhanyagolható.) (2 p.)

$$\text{Indukciótörvény komplex amplitúdókkal: } \bar{U}_1 = j\omega \bar{\psi}_1.$$

$$\text{A feszültség csúcserkére telítéskor: } \sqrt{2}U_1 = \omega N_1 B_t A,$$

$$\text{amelyből } U_1 = \underline{125,6 \text{ V}} \quad (2 \text{ p.})$$

## KISPELDÁK – 5 × 2 PONT

1. A 0,02 S/m fajlagos vezetőképességű közegben 5 cm sugarú fémgömb helyezkedik el. Határozza meg a gömb középpontjától 1 m távolságbán az elektromos térerősség nagyságát, ha a gömbből 100 A áram folyik a közegbe.

$$E = 398 \text{ V/m}$$

2. Síkkondenzátor közege két, a lemezekkel párhuzamos rétegből áll, amelyek vastagsága  $d_1 = d_2 = 1$  mm; vezetőképessége  $\sigma_1 = \sigma_2 = 10^{-4}$  S/m; míg permittivitásuk  $\epsilon_1 = 3\epsilon_0$ , ill.  $\epsilon_2 = \epsilon_0$ . Mekkora szabad töltés van jelen a rétegek közötti határfelületen, ha a kondenzátor lemezeinek felszíne egyenként 5 cm<sup>2</sup>, és feszültsége 25 V?

$$|Q| = 110,6 \text{ pC}$$

3. Húzza alá azt az összefüggést, amely *nem* teljesül stacionárius áramlási térben, ha a közeg inhomogén vezetőképességű!

$$\text{div } \mathbf{J} = 0 \mid \oint_V \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0 \mid \text{div } \mathbf{E} = 0 \mid \oint_A \mathbf{J} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

4. Két vezetőhurok csatolásban van. Az első öninduktívátása  $L_1 = 150$  mH, árama  $I_1 = 4$  A, a másik árama  $I_2 = 3$  A. Az első hurok fluxusa  $\psi_1 = 1,2$  Vs. Határozza meg a kölcsönös inductívátást.

$$M = 200 \text{ mH}$$

5. Két hosszú, vékony, párhuzamos vezető egymástól 3 m távolságban helyezkedik el a levegőben. Az egyik vezetőkben 2 A, a másikban 3 A áram folyik. Adja meg az egyik vezető 1 m-es szakaszára ható erő nagyságát.

$$F = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 20	jeles (5)