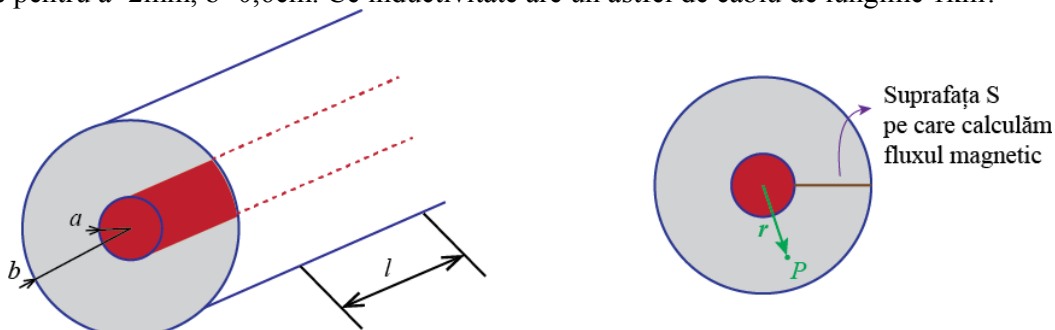


# Inductivități, circuite magnetice și forțe generalizate în câmp magnetic

**Problema 1.** Să se calculeze inductivitatea lineică (inductivitatea pe unitatea de lungime)  $L_l$  a cablului coaxial infinit lung din figură pentru care se cunosc dimensiunile  $a$ ,  $b$ . Rezistivitatea electrică  $\rho$  a conductorilor este nulă (aceștia sunt perfect conductori). Calculați inductivitatea pe unitatea de lungime pentru  $a=2\text{mm}$ ,  $b=0,6\text{cm}$ . Ce inductivitate are un astfel de cablu de lungime  $1\text{km}$ ?

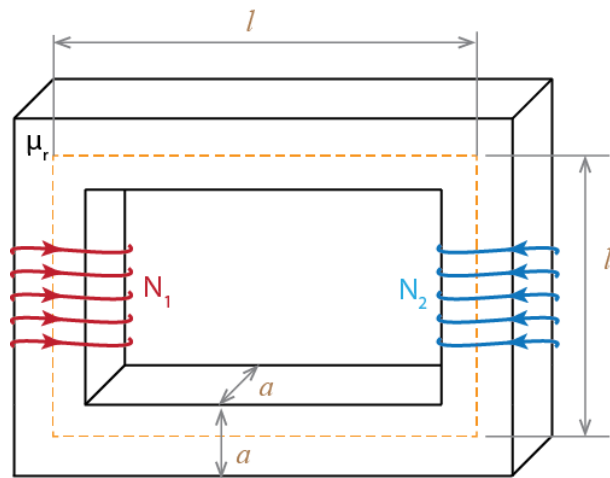


**Indiciu:** Considerăm cablul coaxial o spirală infinit lungă. Nu putem calcula inductivitatea întregii spirale. Așa că aflăm inductivitatea  $L=\phi/i$  a unei porțiuni de lungime  $l$  din spirală, unde  $\phi$  este fluxul magnetic asociat acelei porțiuni. Pentru a-l afla pe  $\phi$  trebuie să stabilim mai întâi suprafața asociată porțiunii considerate. (Vezi cursul pentru a afla modul în care suprafața se asociază spiralei). În cazul de față,  $S$  va fi suprafața plană delimitată de un dreptunghi ce are două laturi lipite de fiecare conductor în parte. Expresia inducției magnetice în dielectric (ce are  $\mu_r=1$ ) într-un punct  $P$  situat la distanța  $r$  față de centru este  $B=\mu_0 i/(2\pi r)$ . (O veți deduce folosind legea circuitului magnetic și ținând cont că printr-un conductor curentul „intră”, în timp ce prin celălalt „iese”.)

**Răspuns:**  $L_l = (\mu_0 i / (2\pi)) \ln(b/a)$

**Problema 2.** Pe miezul feromagnetic (pentru care considerăm  $\mu_r=1000$ ) din figură sunt plasate două bobine având  $N_1=2$ , respectiv  $N_2=3$  spire. Se cunosc dimensiunile  $l=4\text{ cm}$ ,  $a=1\text{ cm}$ . Permeabilitatea magnetic absolută este  $\mu_0=4\pi 10^{-7}\text{ H/m}$ . Se cere:

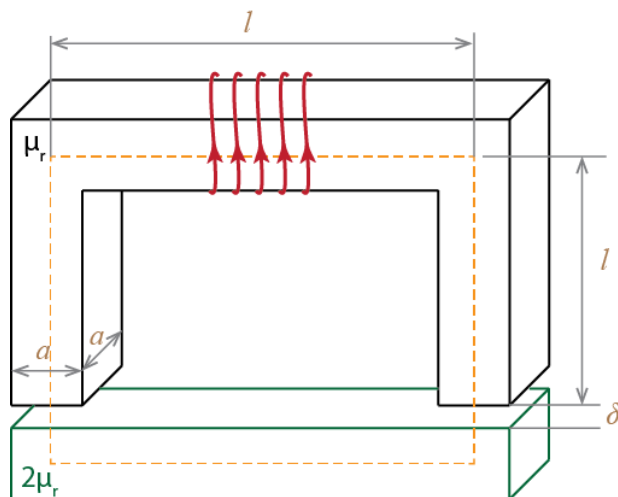
- Matricea inductivităților  $L$ .
- Care sunt inductivitățile proprii și mutuale?
- Factorul de cuplaj  $\lambda$ . Care este semnificația valorii obținute?
- Circuitul electric echivalent al bobinelor.
- Cum variază inductivitățile și factorul de cuplaj cu curentul? (Grafice)
- Cum variază inductivitățile și factorul de cuplaj cu aria secțiunii transversale? (Grafice)
- Dacă creștem numărul de spire ale bobinei 1 de 2 ori și numărul de spire ale bobinei 2 de 3 ori, cum se modifică inductivitățile și factorul de cuplaj?
- (Opțional). Dispozitivul analizat este un transformator. Explicați funcționarea acestuia folosind cunoștințele acumulate la seminar și curs, și ținând cont de faptul că miezul feromagnetic este construit în așa fel încât nu conduce curentul electric.



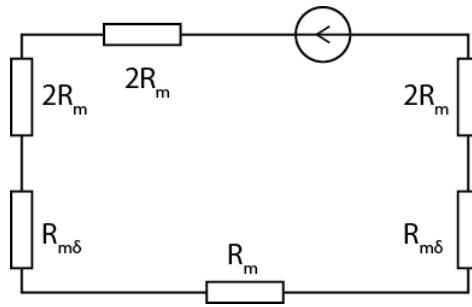
**Indicii și răspunsuri:** (a) Folosim modelul de circuit magnetic. Calculăm fluxul. Inductivitățile sunt  $L_{11}=0,4$  mH,  $L_{12}=0,6$  mH,  $L_{21}=0,6$  mH,  $L_{22}=0,9$  mH. (d) Bobine cuplate, (g) Vezi cursul, (h) Dacă aplicăm o tensiune sinusoidală  $u_1$  pe bobina 1, pe bobina 2 obținem o tensiune având amplitudinea mai mare, mai mică sau egală cu  $u_2$  (Ce anume în construcția transformatorului dictează dacă tensiunea e mai mare sau mai mică). Fenomenul se explică ținând cont de: faptul că miezul „conduce” câmpul magnetic, miezul nu conduce curentul electric (deci nu se induce curenți turbionari) și de legea inducției electromagnetice. Ce valoare are  $u_2$  dacă  $u_1$  este constantă în timp? Dar dacă  $u_1$  este variabilă în timp dar nu e sinusoidală?

**Problema 3.** Electromagnetul din figură este format dintr-un miez feromagnetic compus din două materiale (considerate liniare) de permeabilități relative  $\mu_r$  și  $2\mu_r$ , unde  $\mu_r=2000$ . Bobina are  $N=2000$  de spire și este parcursă de un curent continuu de intensitate  $I=2$  A. Se cunosc dimensiunile:  $a=3$  cm,  $l=6$  cm și grosimea întrefierului  $\delta=3$  mm. Se cere:

- Fluxul fascicular  $\varphi$ ; inducția magnetică  $B$  și intensitatea magnetică  $H$  (aproximative) în fiecare punct din electromagnet.
- Forța magnetică ce acționează asupra armăturii mobile.
- Inductivitatea  $L$  a bobinei.

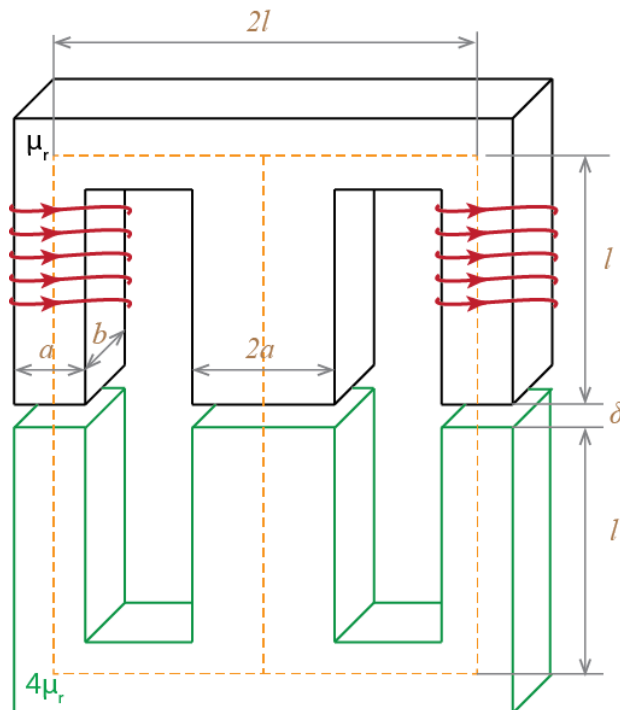


**Indiciu:**



**Problema 4.** Electromagnetul din figură este format dintr-un miez feromagnetic compus din două materiale (considerate liniare) de permitivități relative  $\mu_r$  și  $4\mu_r$ , unde  $\mu_r=1000$ . Bobinele au  $N=5000$  de spire și sunt parcurse de curentul continuu de intensitate  $I=3\text{ A}$ . Se cunosc dimensiunile:  $a=3\text{ cm}$ ,  $b=2\text{ cm}$ ,  $l=6\text{ cm}$  și grosimea întrefierului  $\delta=2\text{ mm}$ . Se cere:

- Fluxurile fasciculare  $\varphi_1, \varphi_3, \varphi_2$ ; inducția magnetică  $B$  și intensitatea magnetică  $H$  (aproximative) în fiecare punct din electromagnet. Are  $B$  aceeași valoare aproximativă pe fiecare tronson al electromagnetului?
- Forța magnetică ce acționează asupra armăturii mobile.
- Matricea inductivităților  $\mathbf{L} = \begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{21} & L_{22} \end{bmatrix}$ .



**Indiciu:** Energia rezultă din fluxurile bobinelor, deci din fluxurile fasciculare ale coloanelor laterale. Pentru obținerea expresiei fluxurilor se recomandă folosirea ecuațiilor  $\mathbf{K1}+\mathbf{K2}$ ; se va ține cont de simetria circuitului.

