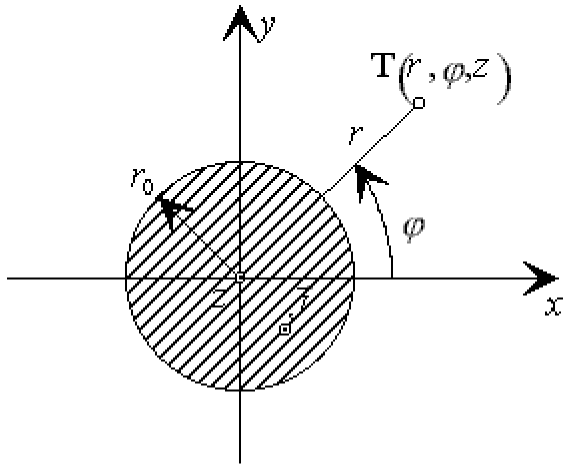
Določite izraz za gostoto magnetnega pretoka znotraj in zunaj vodnika krožnega prereza, če poznamo porazdelitev gostote električnega toka: $\vec{J}(r)=\vec{e}_z C\left(\frac{r}{r_0}\right)^4$, kjer je C konstanta, ki jo določimo iz celotnega toka I, ki teče po vodniku. Vodnik ima polmer r_0 in ni izdelan iz feromagnetika.



Rešitev:

$$i=\int_A \vec{J}\,\mathrm{d}\vec{A}=\int_0^{r_0} C\left(\frac{r}{r_0}\right)^4 2\pi r\,\mathrm{d}r=\frac{\pi C r_0^6}{3}$$

$$C=\frac{3i}{\pi r_0^6},\quad \vec{J}=\vec{e}_z\frac{3i}{\pi r_0^2}\left(\frac{r}{r_0}\right)^4$$

$r<r_0$

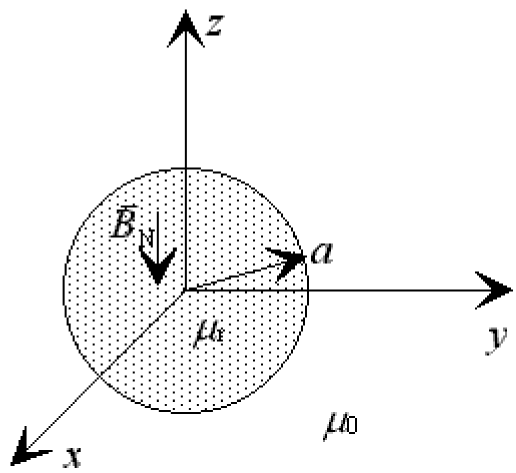
$$\oint \vec{B}\,\mathrm{d}\vec{\ell}=2\pi r B=\mu_0\int_0^r \vec{J}\,\mathrm{d}\vec{A}=\mu_0 i\left(\frac{r}{r_0}\right)^6$$

$$\vec{B}=\vec{e}_\varphi\,\mu_0\,\frac{i}{2\pi r_0}\left(\frac{r}{r_0}\right)^5$$

$r>r_0$

$$\oint \vec{B}\,\mathrm{d}\vec{\ell}=\mu_0 i,\quad B=\vec{e}_\varphi\frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Krogla s polmerom a = 10 cm je izdelana iz feromagnetika z relativno permeabilnostjo $\mu_r = 4$.
Znotraj krogle imamo homogeno magnetno polje: $\vec{B}_N = -\vec{e}_z \cdot 200\,\mathrm{mT}$. Določite vektor gostote magnetnega pretoka v praznem prostoru tik nad površino krogle z uporabo prestopnih pogojev, če po površini krogle ne tečejo električni tokovi!



Rešitev:

$\vec{e}_z = \vec{e}_r \cos\vartheta - \vec{e}_\vartheta \sin\vartheta$

$B_0 = 200\,\mathrm{mT}$

$\vec{B}_N = -\vec{e}_z B_0 = -\vec{e}_r B_0 \cos\vartheta + \vec{e}_\vartheta B_0 \sin\vartheta$

$\vec{e}_n = \vec{e}_r$

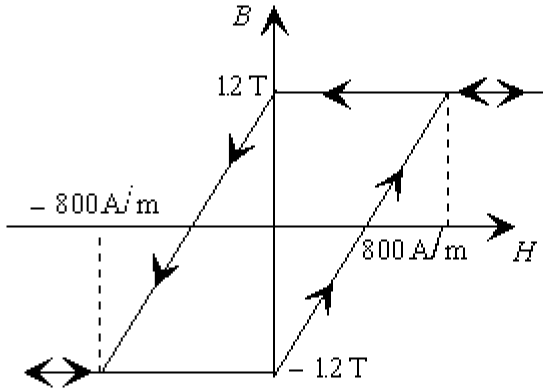
$B_{zr} = B_{Nr} = -B_0 \cos\vartheta$

$H_{z\vartheta} = H_{N\vartheta} = \dfrac{B_{N\vartheta}}{\mu_0\,\mu_r} = \dfrac{B_0 \sin\vartheta}{\mu_0 \cdot 4}$

$B_{zr} = \mu_0 H_{z\vartheta} = \dfrac{B_0}{4} \sin\vartheta$

$\vec{B}_z = \vec{e}_r B_{zr} + \vec{e}_\vartheta B_{z\vartheta} = -\vec{e}_r\, 0.2 \cos\vartheta + \vec{e}_\vartheta\, 0.05 \sin\vartheta\ \mathrm{T}$

Tuljava z N = 100 ovoji je navita na jedru s srednjo dolžino gostotnice ℓ = 25 cm in presekom A = 4 cm^2, brez zračnih rež. Skozi tuljavo teče izmenični tok: $i(t) = 3\cos(314\,\mathrm{s}^{-1}\,t)\mathrm{A}$. Določite povprečno moč P histereznih izgub v jedru, če ima jedro narisano magnetilno krivuljo!



Rešitev:

Preverimo ustreznost diagrama.

$$H_{\mathrm{maks}} = \frac{N\,I_{\mathrm{maks}}}{\ell} = \frac{100\cdot 3}{0.25} = 1200\ \mathrm{A/m} > 800\mathrm{A/m}$$

V vsaki periodi B in H opišeta celotno histerezno zanko.

$(\Delta H = 800\mathrm{A}\ /\ \mathrm{m},\ \Delta B = 2.4\,\mathrm{T})$

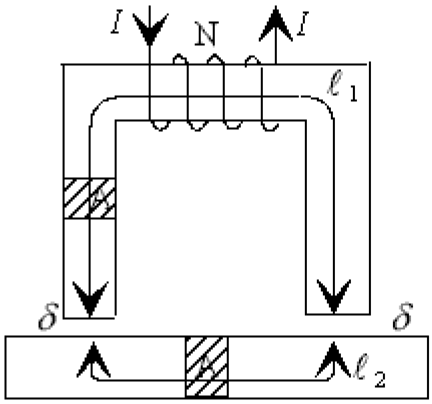
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2\pi} = 50\mathrm{Hz}$$

$$w = \int H\,\mathrm{d}B = \Delta H\,\Delta B = 1920\ \mathrm{J/m^3}$$

$$P = f\,wV = f\,w\cdot\ell\cdot A$$

$$P = 50\cdot 1920\cdot 0.25\cdot 4\cdot 10^{-4} = 9.6\ \mathrm{W}$$

Izračunajte potrebno število ovojev, da bo elektromagnet pritegnil kotvo s silo $F = 400$ N pri toku skozi navitje $I = 0.4$ A! Jedro elektromagneta je iz transformatorske pločevine (glej magnetilno krivuljo na hrbtni strani lista) in ima dve enaki zračni reži debeline $\delta = 0.1$ mm. Presek jedra znaša $A = 4$ cm^2, srednja dolžina gostotnice v jedru $l_1 + l_2 = 20$ cm.



Rešitev:

$$F = \frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2}{\mu_0} \cdot 2A$$

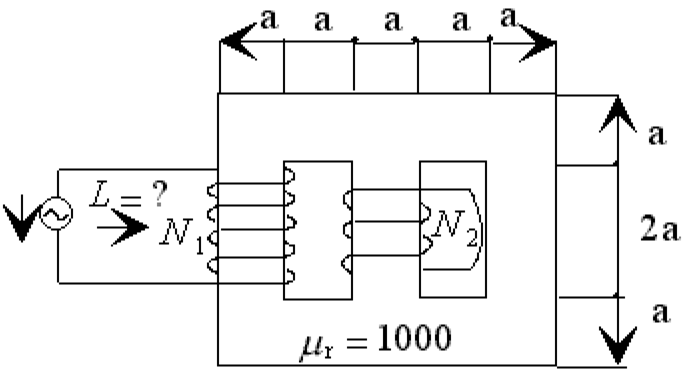
$$B = \sqrt{\frac{F \cdot \mu_0}{\mathrm{A}}} = \sqrt{\frac{400 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-4}}}$$

$$B = B_\mathrm{j} = 1.121 \text{ T} \quad \to \text{ iz diagrama } H_\mathrm{j} = 300 \text{A/m}$$

$$N = \frac{\Theta}{i} = \frac{H_\mathrm{j}(\ell_1 + \ell_2) + (B/\mu_0) 2\delta}{i}$$

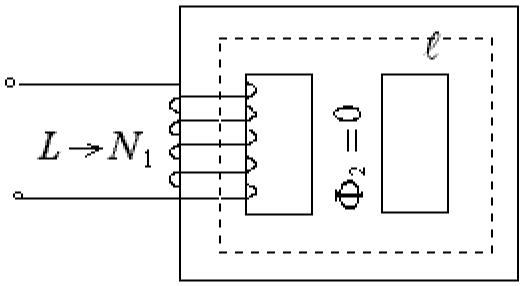
$$N = \frac{300 \cdot 0.2 + 178.4}{0.4} = 596 \text{ ovojev}$$

Določite induktivnost, ki jo predstavlja narisana naprava za izmenični izvor, če ima navitje N_1 = 1000 ovojev. Navitje N_2 = 700 ovojev na srednjem stebru je kratko sklenjeno. Feromagnetno jedro brez zračnih rež ima permeabilnost $\mu_r = 1000$. Dimenzija a = 1 cm velja tudi za debelino jedra (presek jedra a^2 je 1 cm^2)



Rešitev:

Kratko sklenjeni ovoji na srednjem stebru izrinejo magnetni fluks iz srednjega stebra.



$$\frac{\mathrm{d}\Phi_2}{\mathrm{d}t} = 0, \quad \Phi_{2\sim} = 0$$

$$A = a^2$$

$$\ell = 14a$$

$$L = \frac{N\Phi}{i} = N_1^2 \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}{\ell} = \left(10^3\right)^2 \frac{4\pi \cdot 10^7 \cdot 1000 \cdot 10^{-4}}{14 \cdot 10^{-2}}$$

$$L = 0.898 \text{ H}$$