

Једначине за магнетна кола

$$\Phi = \int_S \vec{B} d\vec{S} = \int_S B ds \cos(\angle(\vec{B}, \vec{n})) = B \int_S ds = B \cdot S$$

$$\oint_C \vec{H} d\vec{l} = \sum I_{\text{кроз } C}$$

I Кирхофов закон за магнетна кола

$$\sum_C (\overset{\text{ако се смерови са } \vec{H} \text{ одговарају}}{\pm} H_k l_k) = \sum_C (\overset{\text{ако се смер } I \text{ по правилу десне завојнице поклапа са смером } I}{\pm} NI)_k$$

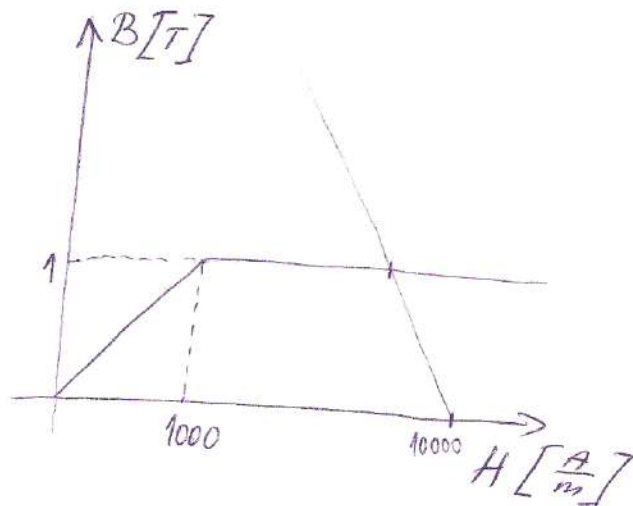
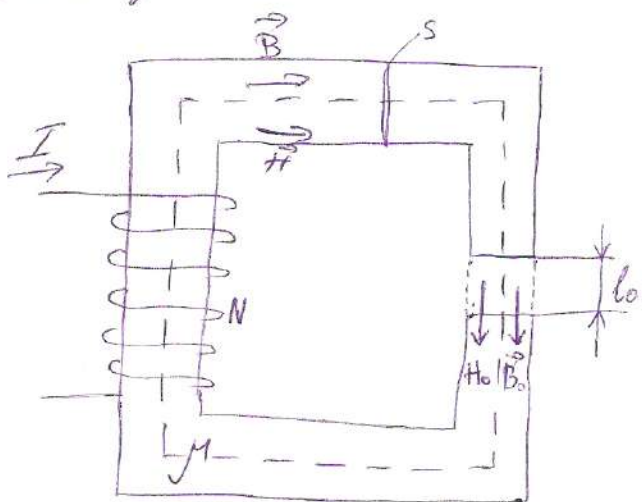
↳ одговара се са l, l_0 , смер бирајући исти са \vec{H} , ако је могуће

линеарна магнетна кола ($\mu_0 = \text{const}$)

$$\sum_C (\pm \Phi_k R_{mk}) = \sum_C (\pm NI)_k$$

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot S} \quad \begin{array}{l} \text{релуктанса} \\ \text{магнетна отпорност} \end{array}$$

1) Димензије магнетног кола приказаног на слици су: $S = 5 \text{ [cm]}$, $l = 250 \text{ [mm]}$, $l_0 = 0,1 \text{ [mm]}$. Намотан на језеру има $N = 500$ завојака и кроз њега протиче стална струја јачине $I = 5 \text{ [A]}$. Карактеристика магнетног материјала од кога је направљено језгро приказана је на слици 2. Израчунајте јачину магнетног поља у језгру и у ваздушном процеду. Магнетно расибање у процеду се може занемарити.



$$\Phi = \Phi_0 \Leftrightarrow B \cdot S = B_0 \cdot S_0 \Rightarrow B = B_0 \rightarrow H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{B}{\mu_0}$$

$$+Hl + H_0 l_0 = +NI \Leftrightarrow Hl + \frac{B}{\mu_0} \cdot l_0 = NI, \text{ једначина равне шанке}$$

$$H \cdot 0,25 + B \cdot \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 500 \cdot 5 \Leftrightarrow 0,25H + 79,577B = 2500$$

$$\left. \begin{aligned} H=0 &\Rightarrow B = \frac{2500}{79,577} = 31,42 \text{ [T]} \\ B=0 &\Rightarrow H = \frac{2500}{0,25} = 10000 \text{ [A/m]} \end{aligned} \right\} \text{ радна права пресеца график зависности } B-H \text{ дубоко у засићењу}$$

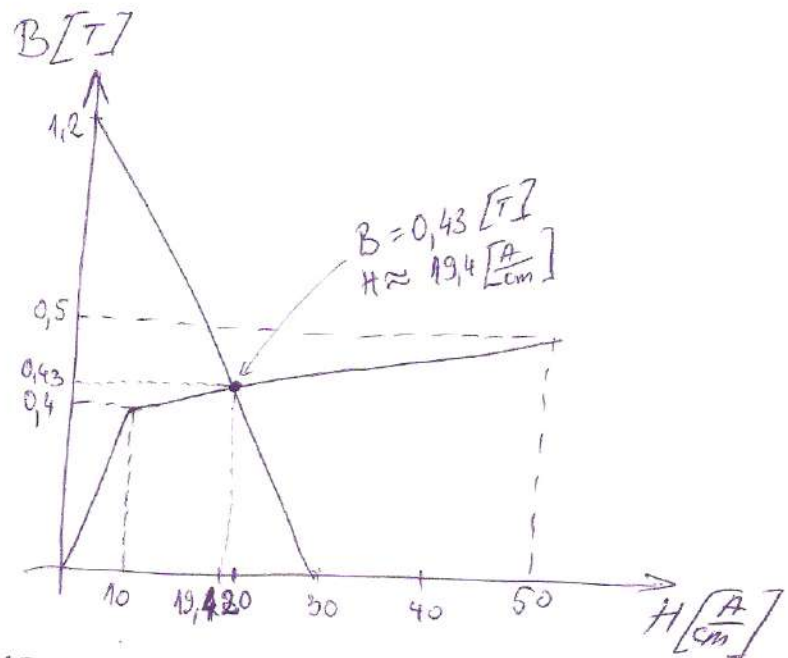
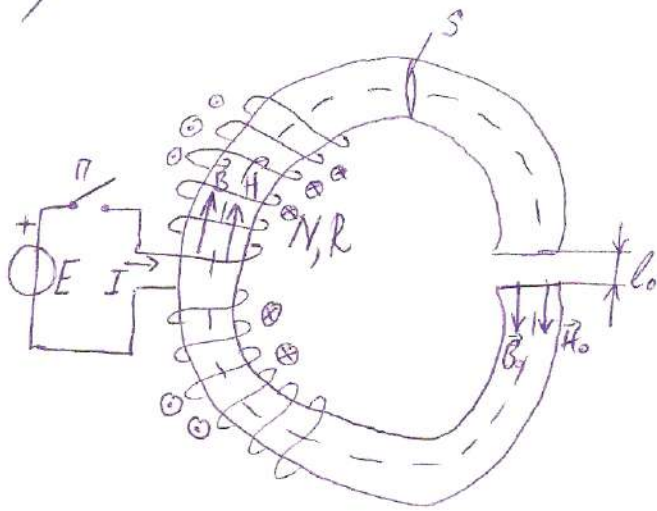
$$B = 1 \text{ [T]} = B_0$$

$$0,25H + 79,577 \cdot 1 = 2500$$

$$H = \frac{2500 - 79,577}{0,25} = 9680 \text{ [A/m]}$$

$$H_0 = \frac{B}{\mu_0} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 7690 \text{ [A/m]}$$

2)



$$N = 1000 \text{ завојка}$$

$$R = 50 \text{ } [\Omega]$$

$$l = 1 \text{ [m]}$$

$$l_0 = 3,14 \text{ [mm]}$$

$$S = S_0 = 1 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$E = 150 \text{ [V]}$$

$$H = ? \quad H_0 = ? \text{ (позитивен)}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{150}{50} = 3 \text{ [A]}$$

$$\phi = \phi_0 \Rightarrow B = B_0 \quad H_0 = \frac{B_0}{\mu_0}$$

$$H \cdot l + H_0 l_0 = NI \Rightarrow H \cdot l + \frac{B}{\mu_0} l_0 = NI$$

$$H \cdot 1 + B \cdot \frac{\pi \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1000 \cdot 3$$

$$H + 2500 B = 3000$$

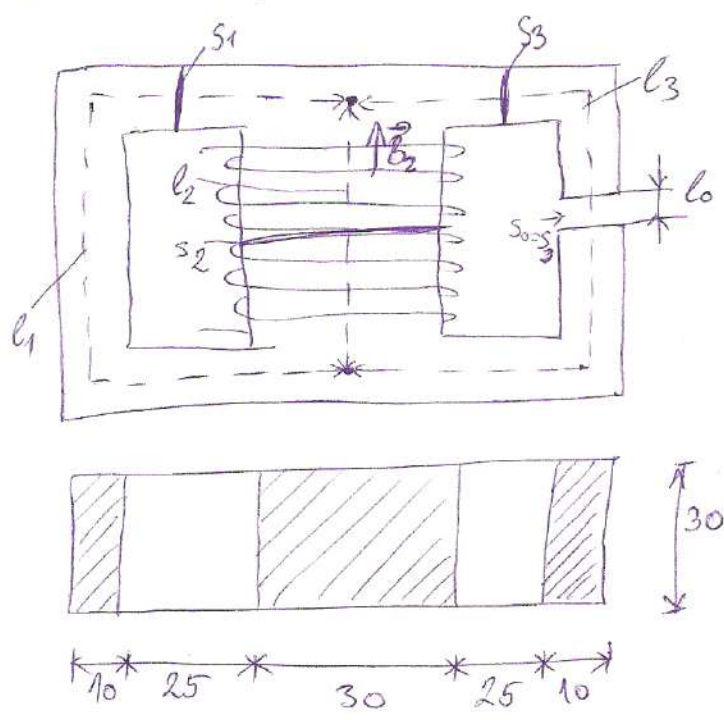
$$H_0 = 0 \Rightarrow B = \frac{3000}{2500} = 1,2 \text{ [T]}$$

$$B = 0 \Rightarrow H = 3000 \text{ } \left[\frac{\text{A}}{\text{mm}} \right] = 30 \text{ } \left[\frac{\text{A}}{\text{cm}} \right]$$

$$\text{са графика: } B = 0,43 \text{ [T]} \quad H = 19,4 \text{ } \left[\frac{\text{A}}{\text{cm}} \right]$$

$$H_0 = \frac{B}{\mu_0} = \frac{0,43}{4\pi \cdot 10^{-7}} \approx 337 \text{ } \left[\frac{\text{kA}}{\text{m}} \right]$$

3) На језгру од феромагнетног материјала намотано је $N=628$ завојака жице, као на слици. Димензије језгра су у милиметрима. При сваткој струји у намотају јачине $I=0,4[A]$, релативна магнетна пермеабилност феромагнетног материјала од кога је језгро направљено је $\mu_r=700$. Одреди магнетске флуксе у појединим деловима језгра. Магнетска распадања занемарити.



$\phi=? \quad \phi_1=? \quad \phi_2=? \quad \phi_3=?$

$\phi_3 = \phi_0$

$l_1 = 15 + 25 + 5 + 5 + 31 + 5 + 5 + 25 + 15 = 131 \text{ [mm]}$

$l_2 = 5 + 31 + 5 = 41 \text{ [mm]}$

$l_3 = 15 + 25 + 5 + 5 + 15 = 65 \text{ [mm]}$

$l_0 = 1 \text{ [mm]}$

$S_1 = 10 \cdot 30 = 300 \text{ [mm}^2\text{]}$

$S_2 = 30 \cdot 30 = 90 \text{ [mm}^2\text{]}$

$S_3 = 10 \cdot 30 = 300 \text{ [mm}^2\text{]} = S_0$

$\sum (\pm \phi_k \cdot R_{m_k}) = \sum (\pm NI)$

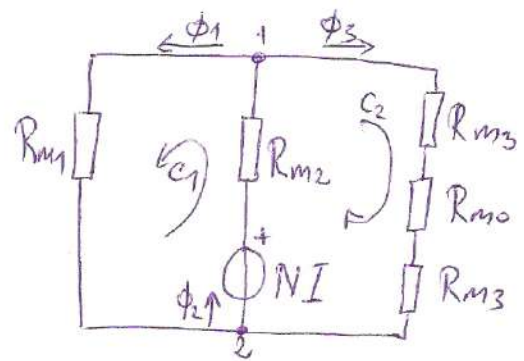
$R_m = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l_{sr}}{S} \quad \mu = \mu_0 \cdot \mu_r$

$R_{m1} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot \frac{l_1}{S_1} = 5 \cdot 10^5 \text{ [H}^{-1}\text{]}$

$R_{m2} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot \frac{l_2}{S_2} = 0,51 \cdot 10^5 \text{ [H}^{-1}\text{]}$

$R_{m3} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot \frac{l_3}{S_3} = 2,4 \cdot 10^5 \text{ [H}^{-1}\text{]}$

$R_{m0} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l_0}{S_0} = 26 \cdot 10^5 \text{ [H}^{-1}\text{]}$



$C_1: +R_{m2} \phi_2 + R_{m1} \phi_1 = NI$

$C_2: +R_{m2} \phi_2 + (R_{m0} + 2 \cdot R_{m3}) \phi_3 = NI$

$C_3: \phi_2 = \phi_1 + \phi_3$

$0,51 \cdot 10^5 \cdot \phi_2 + 5 \cdot 10^5 \phi_1 = 250$
 $0,51 \cdot 10^5 \phi_2 + 30,8 \cdot 10^5 \phi_3 = 250$

$5 \cdot 10^3 \phi_1 - 30,8 \cdot 10^5 \phi_3 = 0$

$\phi_1 = 6,16 \phi_3$

$\phi_2 = 6,16 \phi_3 + \phi_3 = 7,16 \phi_3$

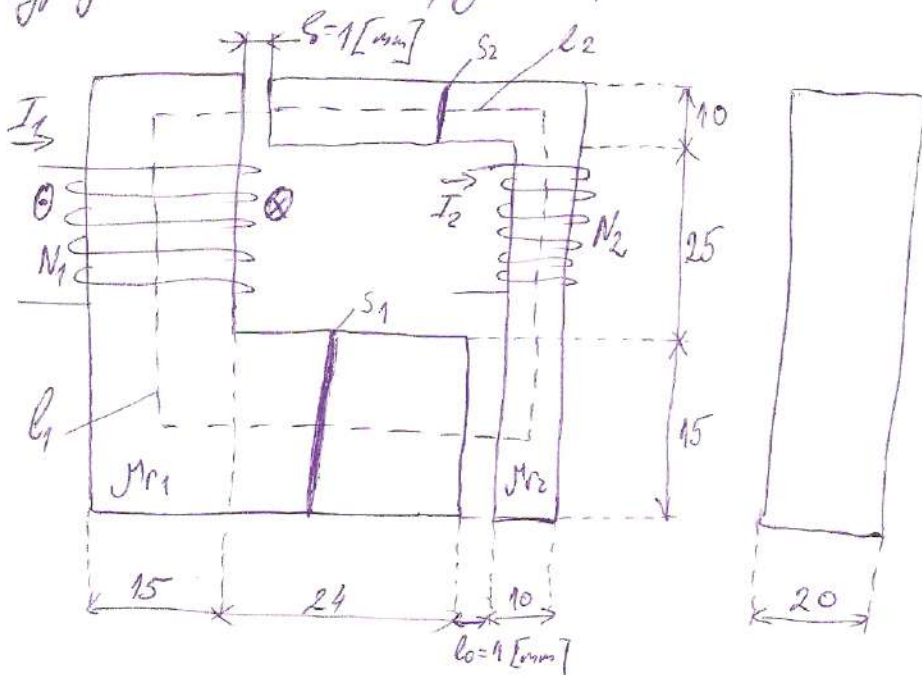
$0,51 \cdot 10^5 \cdot 7,16 \phi_3 + 5 \cdot 10^5 \cdot 6,16 \phi_3 = 250$

$\phi_3 \approx 0,72 \cdot 10^{-4} \text{ [Wb]}$

$\phi_2 = 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ [Wb]}$

$\phi_1 = 4,43 \cdot 10^{-4} \text{ [Wb]}$

4) На језеру направљеном од два различита феромагнетна материјала налазе се два намотаја са $N_1 = 300$ завојака и $N_2 = 400$ завојака. У намотајима су успостављене сталне струје јачина $I_1 = 0,3 [A]$ и $I_2 = 0,5 [A]$. Релативне магнетске пермеабилности материјала језгра под овим околностима су $\mu_{r1} = 1200$ и $\mu_{r2} = 800$. Димензије магнетског кола су даје у милиметрима. Одреди магнетски флукс кроз магнетско коло. Магн. расипање занемарити.



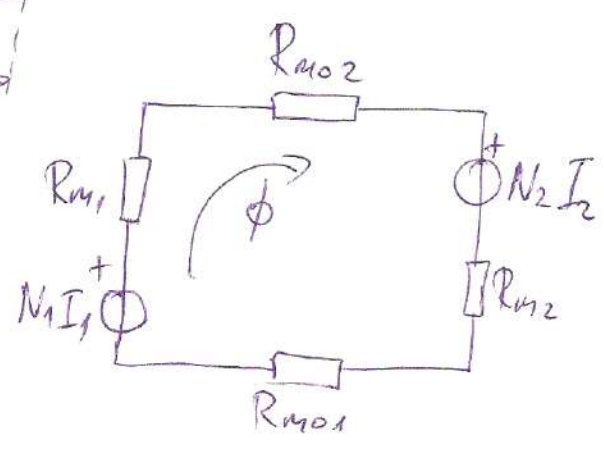
$$l_1 = 76,5 [mm]$$

$$l_2 = 71,5 [mm]$$

$$l_0 = 1 [mm]$$

$$S_1 = 15 \cdot 20 = 300 [mm^2] = S_{10}$$

$$S_2 = 10 \cdot 20 = 200 [mm^2] = S_{20}$$



$$R_{\mu 1} = \frac{l_1}{\mu_0 \mu_{r1} \cdot S_1} = 1,69 \cdot 10^5 [H^{-1}]$$

$$R_{\mu 2} = \frac{l_2}{\mu_0 \mu_{r2} \cdot S_2} = 3,56 \cdot 10^5 [H^{-1}]$$

$$R_{\mu 01} = \frac{l_0}{\mu_0 \cdot S_{01}} = 3,89 \cdot 10^6 [H^{-1}]$$

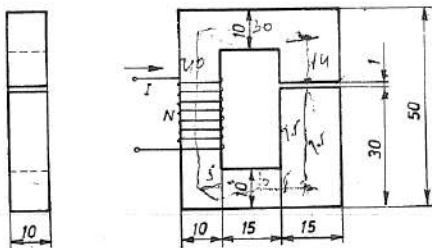
$$R_{\mu 02} = \frac{l_0}{\mu_0 \cdot S_{02}} = 2,65 \cdot 10^6 [H^{-1}]$$

$$(R_{\mu 1} + R_{\mu 2} + R_{\mu 01} + R_{\mu 02}) \phi = N_1 I_1 - N_2 I_2$$

$$\phi = \frac{N_1 I_1 - N_2 I_2}{R_{\mu 1} + R_{\mu 2} + R_{\mu 01} + R_{\mu 02}}$$

$$\phi \approx 15,37 [\mu Wb]$$

(1) U vazdušnom procepu magnetskog kola prikazanog na sl. 3. 81. a treba ostvariti fluks $\Phi_0 = 1,08 \cdot 10^{-4}$ Wb. Dimenzije feromagnetskog jezgra i vazdušnog procepa su označene na slici i date su u milimetrima.



Sl. 3. 81. a.

Na jezgru je namotano $N = 300$ zavoja.

Kriva magnećenja feromagnetskog materijala od koga je jezgro napravljeno je data tablicom:

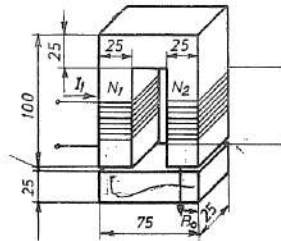
$H \left[\frac{A}{m} \right]$	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$B \left[T \right]$	0,25	0,50	0,72	0,89	1,08	1,16	1,24	1,30	1,34	1,37

Odrediti potrebnu jačinu struje I u namotaju na jezgru.

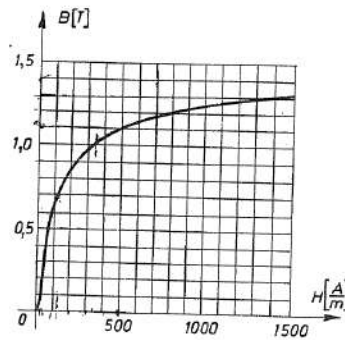
(2)

Jezgro magnetskog kola prikazanog na sl. 3. 82. a., je od dinam-

lima IV, čija je kriva magnećenja data na sl. 3. 82. b. Dimenzije jezgra i procepa su označene na slici, a date su u milimetrima. Prvi namotaj ima $N_1 = 518$ zavoja i u njemu postoji stalna struja jačine $I_1 = 1$ A. Drugi namotaj ima $N_2 = 600$ zavoja.



Sl. 3. 82. a.



Odrediti jačinu i smer struje u drugom namotaju tako da magnetska indukcija u vazdušnom procepu magnetskog kola bude $B_0 = 0,5$ T, a smer označenog na sl. 3. 82. a. Magnetsko rasipanje zanemariti.