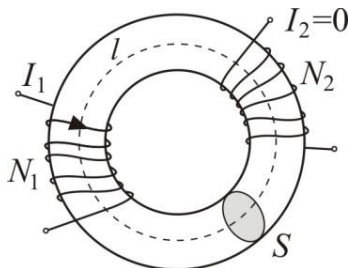


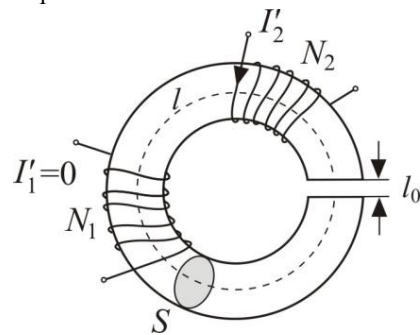
1. На торусно језгро од линеарног феромагнетног материјала (слика 1), релативне магнетне пермеабилности $\mu_r = 1000$, равномерно је намотано $N_1 = 100$ навојака примара и $N_2 = 500$ навојака секундара. Површина попречног пресека језгра је $S = 1 \text{ cm}^2$, а средња линија језгра $l = 1 \text{ m}$.

а) Одредити коефицијент међусобне индуктивности примарног и секундарног намотаја, ако је струја кроз намотај примара $I_1 = 10 \text{ A}$, а секундара $I_2 = 0 \text{ A}$.

б) Ако се у језгру начини ваздушни процеп (слика 1.1) ширине $l_0 = 0.5 \text{ mm}$, одредити струју коју треба пропустити кроз навојке секундара I'_2 , тако да индукција у језгру буде иста као и у случају под а), ако је тада струја кроз навојке примара $I'_1 = 0$.



Слика 1



Слика 1.1

а) Када се кроз навојке примара пропусти струја I_1 , јачина магнетног поља у торусу, који се може сматрати танким, одређује се применом генерализаног Амперовог закона.

Добија се да је $H = \frac{N_1 I_1}{l}$, тј. магнетна индукција у торусу је $B = \frac{\mu N_1 I_1}{l}$.

Да би израчунали коефицијент међусобне индуктивности потребно је да одредимо флукс кроз навојке секундара, настао као последица протичања струје I_1 кроз навојке примара:

$$\Phi_{12} = N_2 B S = \frac{\mu N_2 N_1 I_1 S}{l}, \text{ па је } M = \frac{\Phi_{12}}{I_1} = \frac{\mu N_2 N_1 S}{l} = \frac{\mu_0 \mu_r N_2 N_1 S}{l}.$$

Заменом бројних вредности добија се да је $M = 2\pi \text{ mH}$.

б) Када се у језгру начини ваздушни процеп, примена генерализаног Амперовог закона даје релацију:

$$H(l - l_0) + H_0 l_0 = N_2 I'_2 + N_1 \cdot 0, \quad (1)$$

С обзиром да је на основу закона о очувању магнетног флукса у сваком попречном пресеку торуса флукс константан, важи $B = B_0$, где су $B = \mu H$ и $B_0 = \mu_0 H_0$. Ова магнетна индукција је, према услову задатка, једнака магнетној индукцији одређеној под а), $B = \frac{\mu N_1 I_1}{l}$.

Заменом у релацију (1) добија се

$$\frac{B_0}{\mu} (l - l_0) + \frac{B_0}{\mu_0} l_0 = N_2 I'_2, \text{ тј. } \left(\frac{l - l_0}{\mu_r} + l_0 \right) \frac{\mu_r N_1 I_1}{l} = N_2 I'_2,$$

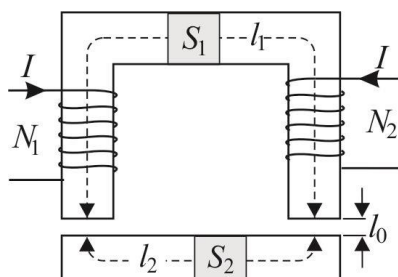
одакле се одређује вредност непознате струје секундара:

$$I'_2 = \frac{N_1 I_1 (l + (\mu_r - 1) l_0)}{N_2 l}. \text{ Заменом бројних вредности добија се } I'_2 \approx 3 \text{ A}.$$

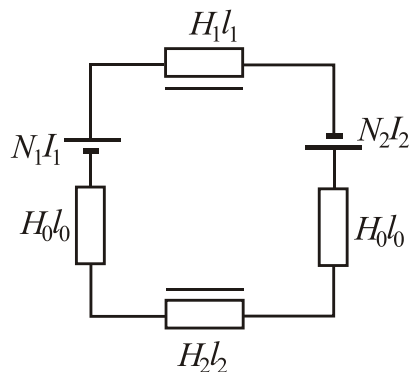
2. Карактеристика магнећења материјала од кога је начињен електромагнет (слика 2) може се апроксимирати дужима које у $B-H$ равни спајају тачке $(0,0)$, $(0.5 \text{ T}, 60 \text{ A/m})$, $(1 \text{ T}, 200 \text{ A/m})$ и $(1.5 \text{ T}, 300 \text{ A/m})$. Први намотај има $N_1 = 518$ навојака и у њима постоји стална струја јачине $I_1 = 1 \text{ A}$. Други намотај има $N_2 = 600$ навојака.

Одредити јачину струје у другом намотају, тако да електрон који улеће брзином $v = 8.8 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ у хомогено магнетно поље процепа има полупречник путање $r = 1 \text{ mm}$.

Познато је: $l_0 = 1 \text{ mm}$, $l_1 = 22.5 \text{ cm}$, $l_2 = 7.5 \text{ cm}$, $S_1 = S_2 = (25 \times 25) \text{ mm}^2$.



Слика 2



Слика 2.1

На основу задате брзине кретања електрона и полупречника путање, као и познате масе и наелектрисања електрона ($m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ и $|q_e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$), може се одредити магнетна индукција у ваздушном процепу:

$$\frac{m_e v^2}{r} = |q_e| v B_0 \Rightarrow B_0 = \frac{m_e v}{|q_e| r} = 0.5 \text{ T},$$

па је магнетно поље у процепу $H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = 3.98 \cdot 10^5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$.

Како је $S_1 = S_2 = S_0$, на основу закона о конзервацији магнетног флукса $B_1 S_1 = B_2 S_2 = B_0 S_0$, добија се да је $B_1 = B_2 = B_0 = 0.5 \text{ T}$, па се из задате карактеристике магнећења одређује да је

$$H_1 = H_2 = 60 \frac{\text{A}}{\text{m}}.$$

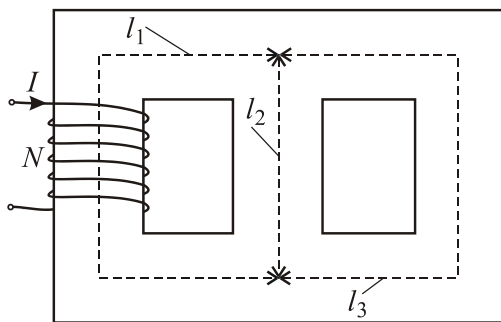
За аналогно електрично коло са слике 2.1, важи релација:

$$N_1 I_1 + N_2 I_2 = 2H_0 l_0 + H_1 l_1 + H_2 l_2,$$

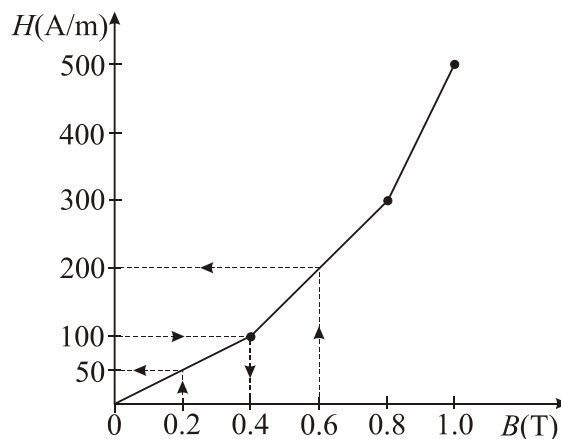
па је јачина струје у другом намотају $I_2 = \frac{2H_0 l_0 + H_1 l_1 + H_2 l_2 - N_1 I_1}{N_2}$.

Заменом бројних вредности добија се $I_2 = 0.5 \text{ A}$.

3. Магнетно коло начињено је од материјала чија се карактеристика магнећења може апроксимирати дужима које повезују тачке чије су координате: $(0,0)$, $(0.4 \text{ T}, 100 \text{ A/m})$, $(0.8 \text{ T}, 300 \text{ A/m})$ и $(1.0 \text{ T}, 500 \text{ A/m})$. Средње дужине линија магнетног кола су, према ознакама на слици 3, $l_1 = l_3 = 10 \text{ cm}$ и $l_2 = 5 \text{ cm}$, а попречни пресек језгра је $S_1 = S_2 = S_3 = 1 \text{ cm}^2$. Број навојака танке изоловане жице је $N = 50$. Израчунати струју I кроз намотаје тако да магнетни флукс у језгру дужине средње линије l_3 буде $\Phi_3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$.

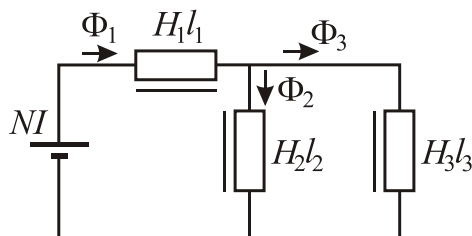


Слика 3



Слика 3.1

Применом аналогија, задато магнетно коло може се представити електричним колом које је приказано на слици 3.2:



Слика 3.2

За коло са слике могу се написати следеће релације:

$$NI = H_1 l_1 + H_2 l_2, \quad (1)$$

$$H_2 l_2 = H_3 l_3, \quad (2)$$

$$\Phi_1 = \Phi_2 + \Phi_3. \quad (3)$$

Магнетни флуks у делу кола дужине средње линије l_3 је $\Phi_3 = B_3 S_3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$, па се заменом вредности за S_3 добија $B_3 = 0.2 \text{ T}$.

Са графика (слика 3.1) читава се вредност јачине магнетног поља у делу кола дужине средње линије l_3 , $H_3 = 50 \text{ A/m}$.

Затим се, применом релације (2), израчунава вредност јачине магнетног поља у делу кола дужине средње линије l_2 , $H_2 = H_3 \frac{l_3}{l_2} = 100 \text{ A/m}$.

За ову вредност јачине магнетног поља, са графика се читава вредност магнетне индукције, $B_2 = 0.4 \text{ T}$.

Како је

$$\Phi_1 = \Phi_2 + \Phi_3 = B_2 S_2 + B_3 S_3 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ Wb} = B_1 S_1,$$

добија се $B_1 = 0.6 \text{ T}$.

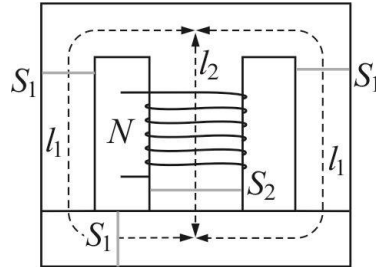
Са графика се може читати вредност јачине магнетног поља у делу кола дужине средње линије l_1 , $H_1 = 200 \text{ A/m}$.

Заменом добијених вредности у једначину (1), добија се тражена вредност струје, $I = 0.5 \text{ A}$.

4. Магнетно коло (слика 4) начињено је од материјала чија се крива магнећења може апроксимирати дужима које у $B-H$ координатном систему спајају тачке $(0,0)$, $(0.2\text{ Т}, 200\text{ А/м})$, $(0.8\text{ Т}, 600\text{ А/м})$ и $(1\text{ Т}, 1200\text{ А/м})$.

Одредити струју I кроз намотаје тако да магнетна индукција у делу кола чији је попречни пресек S_2 има вредност $B_2 = 0.8\text{ Т}$.

Познато је: $l_1 = 35\text{ см}$, $l_2 = 20\text{ см}$, $S_1 = 12\text{ см}^2$, $S_2 = 15\text{ см}^2$, $N = 200$.



Слика 4

Струја кроз намотаје је $I = 1.3\text{ А}$.