Subject:
Year: Month: Day: ( )

ماشین های الکتریکی مستقیم و متناوب

مدارهای مغناطیسی

قانون آمپر

میدان مغناطیسی به مجموعه‌ای گفته می‌شود که از حرکت بارهای الکتریکی (جریان) ایجاد می‌شود.

$$\oint H dl = NI = \sum i \qquad H \propto i$$

شدت میدان مغناطیسی

Permability

ضریب نفوذپذیری مغناطیسی

B → چگالی شار میدان مغناطیسی $\qquad B = \mu H$

$\mu = \mu_r \mu_0$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ → ضریب نفوذپذیری مغناطیسی خلا

ضریب نفوذپذیری نسبی

$R = \frac{L}{\mu A}$ → مسیر عبور شار

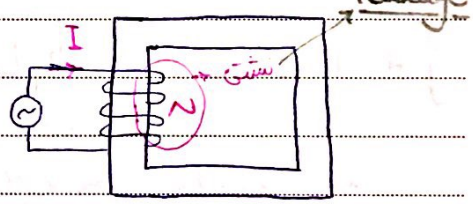
سطح مقطع

مقاومت مغناطیسی

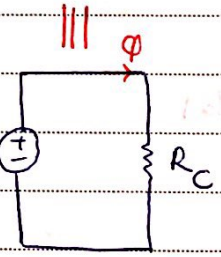
رلوکتانس $R = \frac{1}{P}$ پرمانس

هدایت مغناطیسی

مدار مغناطیسی



φ → شار مغناطیسی (wb)



مدار الکتریکی — مدار مغناطیسی نسری معادله مغناطیسی

آمپر دور

مدار مغناطیسی	مدار الکتریکی
$F = NI$ (AT)	E
$R = \frac{L}{\mu A}$	$R = \rho \frac{L}{A}$ → مقاومت ویژه
$\varphi = BA$	I

→ mmf [Magnetic Motive Force]

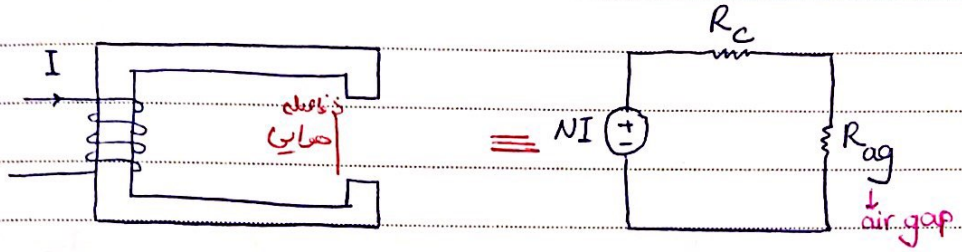
قانون اهم

Nafis

Scanned by CamScanner

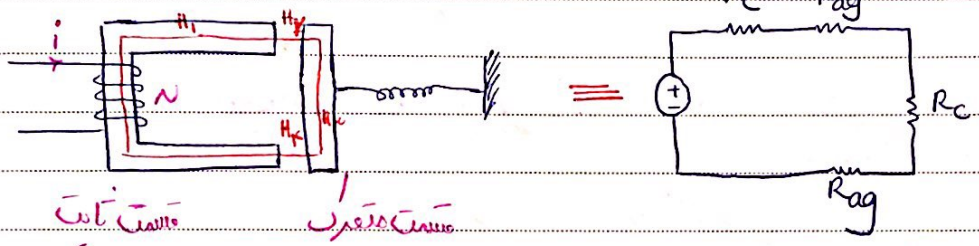
Subject:
Year: Month: Day: ( )

$R = \frac{V}{I} \equiv R_c = \frac{NI}{\varphi}$ → (آمپردور)



مدار مغناطیسی با یک فاصله هوایی

$\varphi = \frac{NI}{R_c + R_{ag}}$

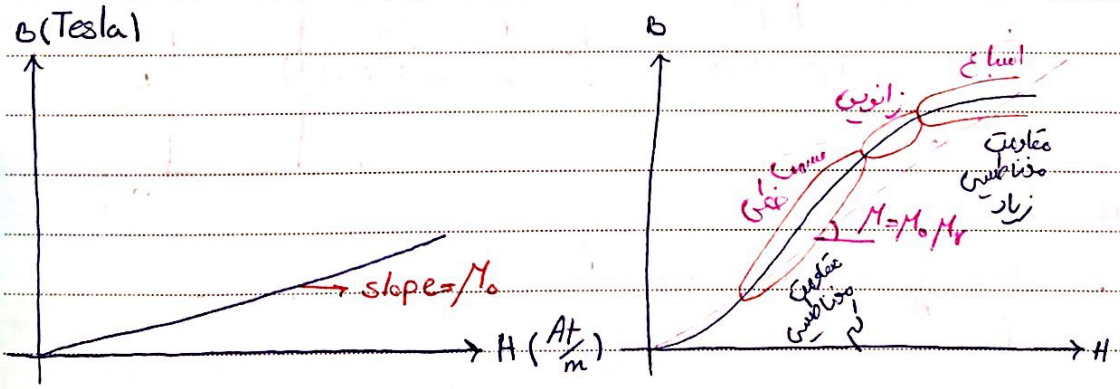


مدل‌های مغناطیسی

$\oint H \cdot dL = NI \rightarrow H_1 L_1 + H_2 L_2 + H_3 L_3 + H_4 L_4 = NI$

مواد فرومغناطیس $2000 < \mu_r < 8000$

منحنی مغناطیس شوندگی



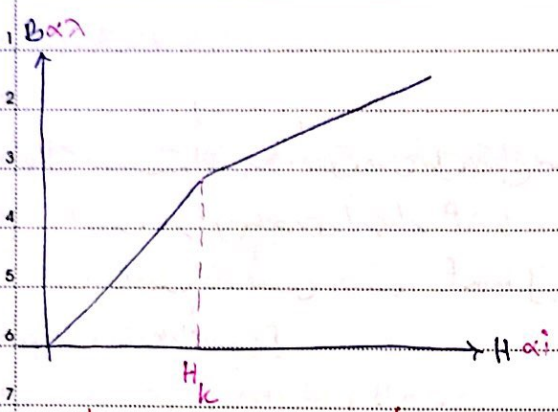
مواد با بهره مغناطیسی

مواد فرومغناطیس [غیرخطی]

Nafis

Scanned by CamScanner

Subject:
Year: Month: Day: ( )



$$B=\begin{cases}\mu H & 0<H<H_k \\ \mu' H+B' & H>H_k\end{cases}$$

معنی نقطه ای - عضو معادل در مغناطیس

نقطه کنیه سیستم های مغناطیسی، نقطه زانویی منحنی مغناطیس شوندگی می باشد H_k

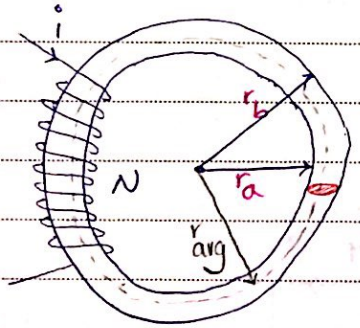
$$\lambda = N\varphi$$

پیوندی ←

$\varphi=1\,wb$, $N=10$ $\rightarrow$ $\lambda=10\,wb$ مثال

منحنی های B-H را می توان به صورت $\lambda - i$ نیز رسم کرد

مثال شدت میدان مغناطیسی را در داخل و خارج مدار مغناطیسی زیر به دست آورید



$r<r_a$ $\quad \oint H\cdot dL = 0 \rightarrow H=0$

$r_a<r<r_b$ $\quad \oint H\cdot dL = NI$

$$H\times 2\pi r_{avg} = NI \rightarrow H=\frac{NI}{2\pi r_{avg}}$$

$r>r_b$ $\quad \oint H\cdot dL = 0 \rightarrow H=0$

$$B=\mu H=\frac{NI\mu}{2\pi r_{avg}}$$

$$\varphi = B.A = \frac{NI\mu A}{2\pi r_{avg}} = F\times\frac{\mu A}{2\pi r_{av}}$$

Nafis

Scanned by CamScanner

Year: Month: Day: ( )

$$\varphi = \frac{F}{R} \rightarrow R = \frac{2\pi r_{avg}}{\mu A}$$

مثال در سیستم آلته مغناطیسی مثال قبل شعاع متوسط ۲۵cm، سطح مقطع هسته ۱۰cm²، تعداد دور سیم پیچ ۷۰۰ حلقه، عبور از جریان ۱٫۵A، ضریب نفوذپذیری نسبی (μ_r) ۵۰۰ می باشد. مطلوب است مقاومت مغناطیسی هسته، [نیروی محرکه مغناطیسی] mmf، شار مغناطیسی، شدت میدان مغناطیسی و چگالی شار مغناطیسی؟

$r_{avg} = 25cm$

$A = 10cm^2$

$N = 700$

$I = 1,5\ A$

$\mu_r = 5000$

$$R = \frac{2\pi r_{avg}}{\mu A} = \frac{2\pi \times 25 \times 10^{-2}}{5000 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 10^{-4}}$$

$$= 2,78 \times 10^{4}\ \left(\frac{At}{wb}\right)$$

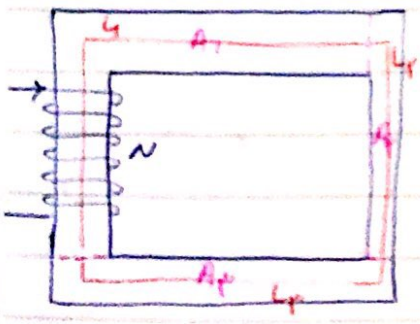
$$F = mmf = NI = 700 \times 1,5 = 900\ (At)$$

$$\varphi = \frac{F}{R} = \frac{900}{2,78 \times 10^{4}} = 3,24 \times 10^{-4}\ (wb)$$

جریان در مدار مغناطیسی مانند جریان در مدار الکتریکی است.

$$H = \frac{F}{l_{avg}} = \frac{900}{2\pi \times 25 \times 10^{-2}} = 573,24\ \left(\frac{At}{m}\right)$$

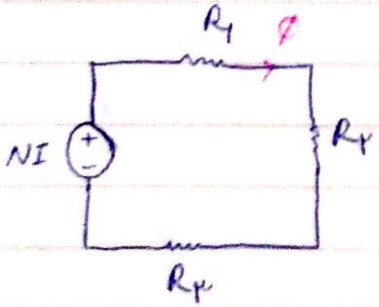
$$B = \mu H \quad \text{یا} \quad B = \frac{\varphi}{A} = \frac{3,24 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-4}} = 1,08\ (T)$$



$$B_1 = \frac{\varphi}{A_1}$$

$$B_2 = \frac{\varphi}{A_2}$$

$$B_3 = \frac{\varphi}{A_3}$$



$B_1 \neq B_2 \neq B_3$

Nafis

Scanned by CamScanner

Subject:
Year: Month: Day: ( )

$H_1 \neq H_2 \neq H_3$

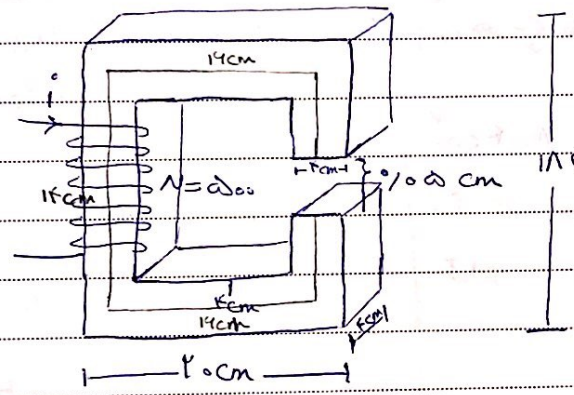
$NI = R_1\varphi + R_2\varphi + R_3\varphi$

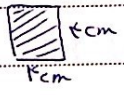
$\oint H_0 dL = NI$

$NI = H_1 L_1 + H_2 L_2 + H_3 L_3$

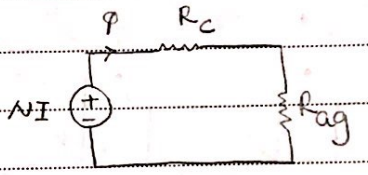
مثال: سازه‌ی یک مدار مغناطیسی در شکل زیر نشان داده شده است. اگر چگالی شار معادل 1 Tesla در این سازه باشد، جریان سیم پیچی را محاسبه کنید.

$\mu_r = 3080$





سطح مقطع ۱-۱



$R_C = \frac{L_{avg}}{\mu A} = \frac{40 \times 10^{-2}}{3080 \times 14 \times 10^{-4} \times 4\pi \times 10^{-7}} = 74.97 \times 10^3$

با استفاده از فاصله‌ی میانی

$R_{ag} = \frac{0.05 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 14 \times 10^{-4}} = 2848.48 \times 10^3$

* همانطور که از مسائل قبل از شاخه‌ی موازی می‌دانیم، سطح مقطع شاخه‌ی میانی نصف سطح مقطع شاخه‌های جانبی است.

$\varphi = BA = 1 \times 14 \times 10^{-4} = 14 \times 10^{-4}$ wb

$KVL \rightarrow NI = (R_C + R_{ag})\varphi \Rightarrow I = \frac{R_C + R_{ag}}{N}\varphi = \frac{(74.97 + 2848.48) \times 10^3 \times 14 \times 10^{-4}}{500}$

$I =$

$\text{مسیر} \rightarrow H_C L_C + H_{ag} L_{ag} = NI \rightarrow \frac{B}{\mu_r \mu_0} \times 40 \times 10^{-2} + \frac{B}{\mu_0} \times 0.05 \times 10^{-2}$

Nafis

Scanned by CamScanner