

* تحلیل سیم‌های متناهی :

۱- ترسیم مدار معادل متناهی

- به ازای هر سیم یک منبع MMF با مقدار Ni

- به ازای هر بخش از سیم با جنس و طول مشخص یک رگستر R

۲- محاسبه رگسترها : $R = \frac{l}{\mu A}$

۳- محاسبهٔ عبوری از هر مسیر با استفاده از روش‌های تحلیل مدار (KVL - KCL)

۴- محاسبهٔ چگالی سیم، متناهی : $B = \frac{\Phi}{A}$

۵- محاسبهٔ سیم‌بندی : $\lambda = N\Phi$

۶- محاسبهٔ اندوختگی : $L = \frac{\lambda}{i}$

* محاسبه اندوکنش :

روش اول :

۱- محاسبه شار هکت از بازدهای مدار مدل متناهی (Φ)

۲- محاسبه چرخش هکت از سطح ها (λ = NΦ)

۳- ضرب اینها در رابطه λ همان اندوکنش ها فراهند بود.

$$\lambda_1 = L_{11} i_1 + L_{12} i_2 + \dots + L_{1n} i_n$$

$$\lambda_2 = L_{21} i_1 + L_{22} i_2 + \dots + L_{2n} i_n$$

⋮

$$\lambda_n = L_{n1} i_1 + L_{n2} i_2 + \dots + L_{nn} i_n$$

$$L_{xy} = L_{yx}$$

روش دوم :

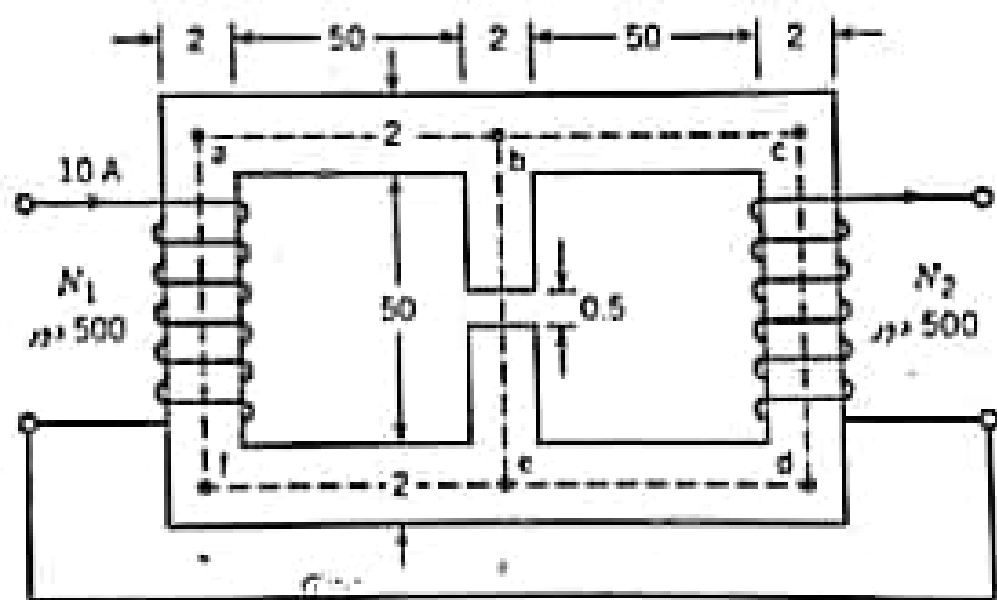
$$L_{xy} = \frac{\lambda_x}{i_y} \Big|_{i_1, i_2, \dots, i_n = 0, i_y \neq 0}$$

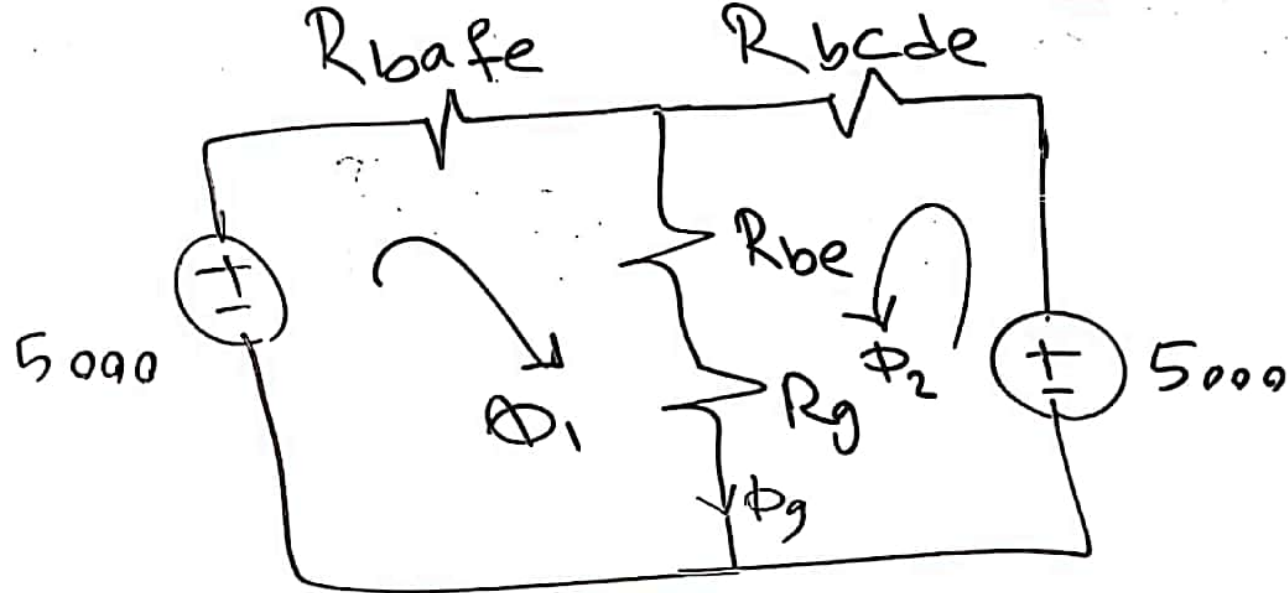
استفاده از رابطه مقاب :

- برای محاسبه L فقط متغیرهای فراهند بود.

- برای محاسبه L یک مدار مدل میبایست داریم.

- ۱- یک مدار مغناطیسی مطابق شکل زیر مقروض است. ضریب نفوذپذیری مغناطیسی نسبی هسته ۱۲۰۰ بوده و از شار ناشی و خمیدگی شار صرف نظر می‌شود. سطح مقطع هسته مربعی بوده و در تمام مسیر یکسان است. شار عبوری، چگالی شار و شدت میدان مغناطیسی در شکاف هوایی را محاسبه کنید.





$$R_{bafe} = \frac{3 \times 52 \times 10^{-2}}{1200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 10^{-4}} = \boxed{2.58 \times 10^6} = R_{bade}$$

$$R_g = \frac{5 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 2 \times 10^{-4}} = \boxed{9.94 \times 10^6}, \quad R_{be} = \frac{51.5 \times 10^{-2}}{1200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 10^{-4}} = \boxed{0.82 \times 10^6}$$

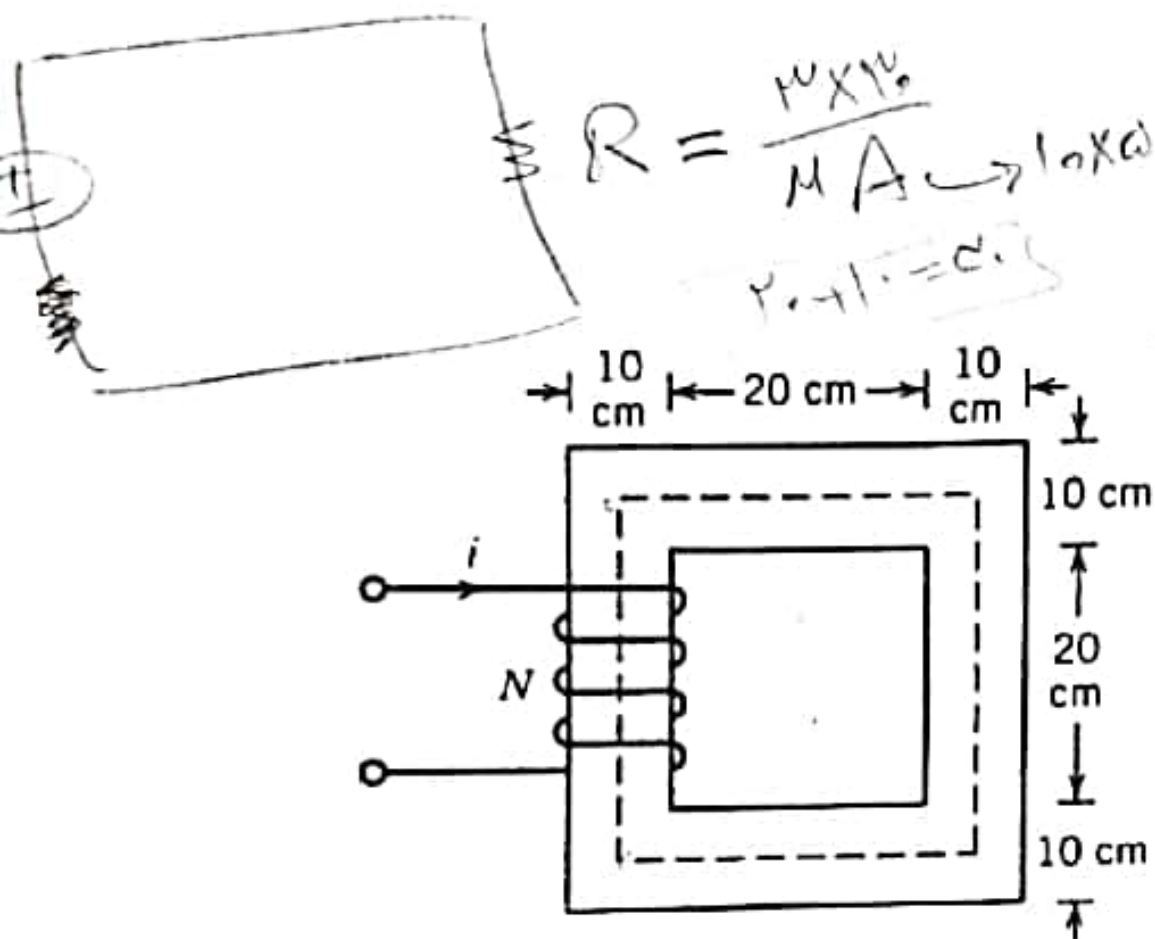
$$\begin{cases} N_1 i_1 = \Phi_1 R_{bafe} + (\Phi_1 + \Phi_2)(R_{be} + R_g) \\ N_2 i_2 = \Phi_2 R_{bade} + (\Phi_1 + \Phi_2)(R_{be} + R_g) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Phi_1(13.34 \times 10^6) + \Phi_2(10.76 \times 10^6) = 5000 \\ \Phi_1(10.76 \times 10^6) + \Phi_2(13.34 \times 10^6) = 5000 \end{cases}$$

$$B_g = \frac{\Phi_g}{A_g} = \frac{4.134 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} = \boxed{1.034}$$

$$H_g = \frac{B_g}{\mu_0} = \frac{1.034}{4\pi \times 10^{-7}} = \boxed{0.822 \times 10^6}$$

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \Phi_2 = 2.067 \times 10^{-4} \\ \Phi_g &= \Phi_1 + \Phi_2 = 4.134 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

۱۱-۱ مدار مغناطیسی شکل (م و ۱-۱۱) هسته‌ای با ضریب نفوذپذیری مغناطیسی نسبی $\mu_r = 2000$ دارد. عمق هسته ۵ سانتی متر است. سیم پیچ حاوی ۴۰۰ دور می‌باشد و جریانی معادل ۱/۵ آمپر را حمل می‌کند.

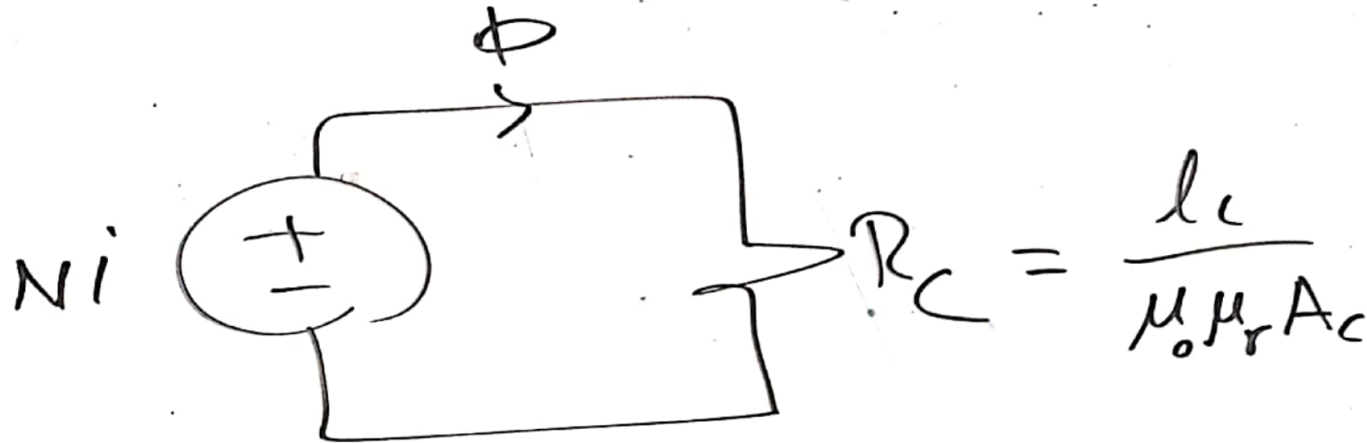


الف: مدار معادل مغناطیسی را رسم کنید.
 ب: شار و چگالی شار در هسته را بیابید.
 ج: اندوکتانس سیم پیچ را تعیین کنید.

$$\Phi = \frac{Ni}{R}$$

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

$$L = \frac{\Phi}{i} = \frac{N\Phi}{i} \quad \text{شکل م و ۱-۱۱}$$



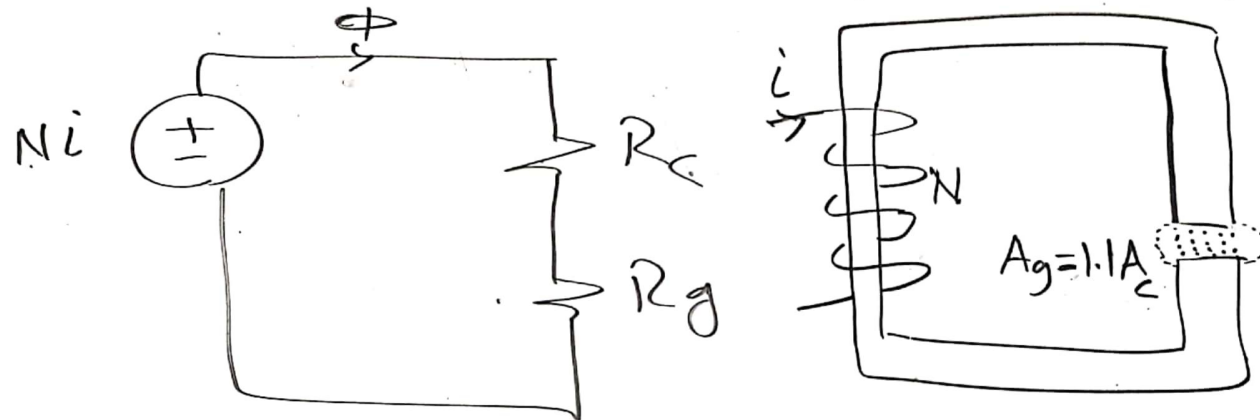
$$l_c = 4 \times 30 = 120 \text{ cm}$$

$$R_c = \frac{120 \times 10^{-2}}{200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 5 \times 10^{-4}} = 95.5 \times 10^3 \text{ At/m}$$

$$\Phi = \frac{Ni}{R_c} = \frac{400 \times 1.5}{95.5 \times 10^3} = 6.28 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{6.28 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-4}} = 1.257 \text{ T}$$

مسئله را با وجود شکاف هوایی به اندازه ۱ سانتیمتر و با لحاظ افزایش ۱۰ درصدی سطح ناحیه هوایی بدلیل اثر شکستگی شار تکرار کنید



$$R_c = \frac{l_c}{\mu_0 A_c} = \frac{(120-1) \times 10^{-2}}{200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 10^{-4}} = 94.7 \times 10^3$$

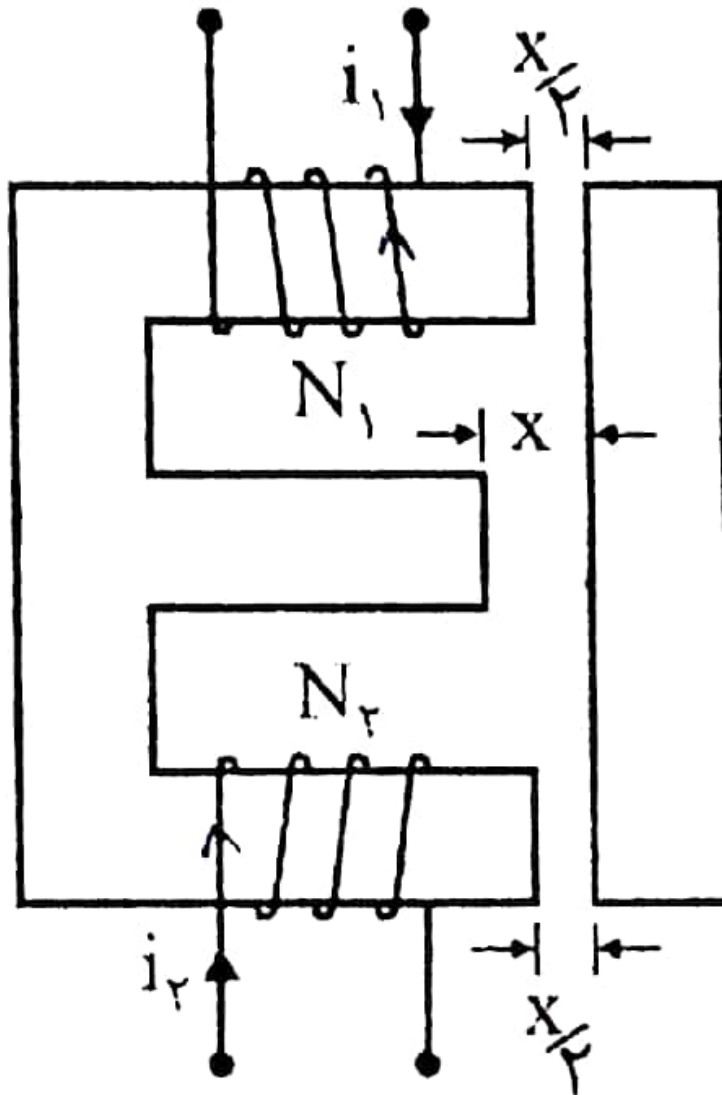
$$R_g = \frac{l_g}{\mu_r \mu_0 A_g} = \frac{1 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 10^{-4} \times 1.1} = 1446.9 \times 10^3$$

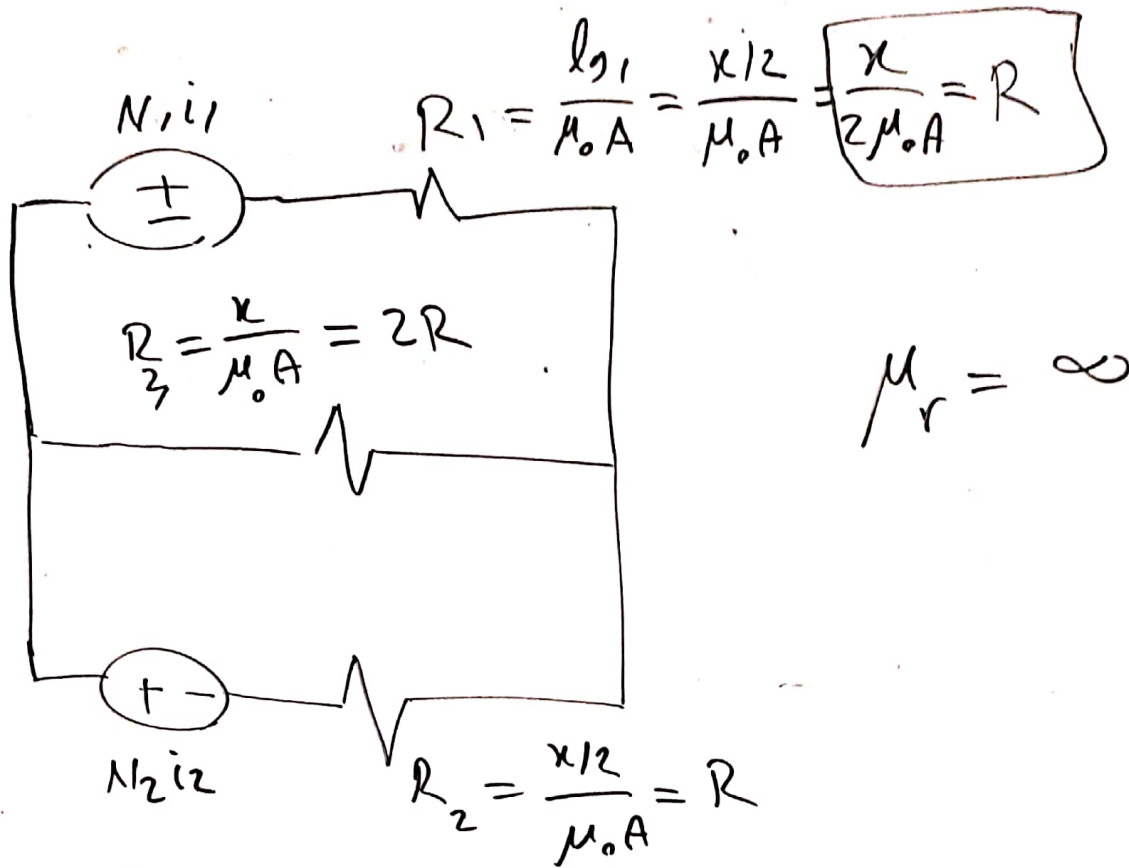
$$\Phi = \frac{Ni}{R_c + R_g} = \frac{400 \times 1.5}{(94.7 + 1446.9) \times 10^3} = 0.39 \times 10^{-3}$$

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{0.39 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-4}} = 0.08 \text{ T}$$

$$L = \frac{\lambda}{i} = \frac{N\Phi}{i} = \frac{400 \times 0.39 \times 10^{-3}}{1.5} = 0.1 \text{ H.}$$

نسبت $\frac{L_{12}}{L_{11}}$ کدام است؟





$$L_{11} = \frac{\lambda_1}{i_1} = \frac{N_1 \Phi_1}{i_1}$$

$$R_T = (R_2 \parallel R_3) + R_1 = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

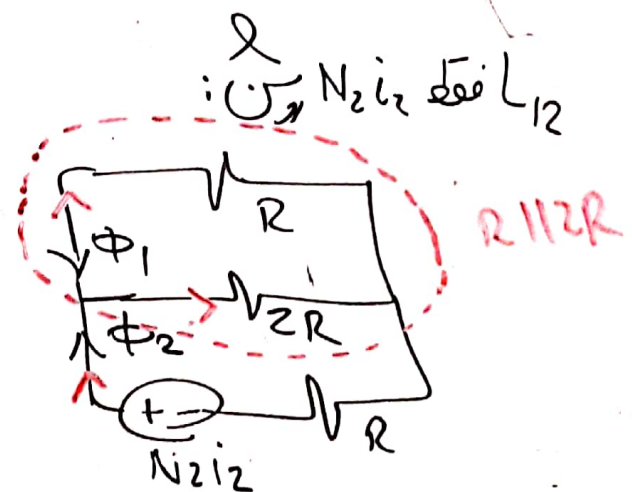
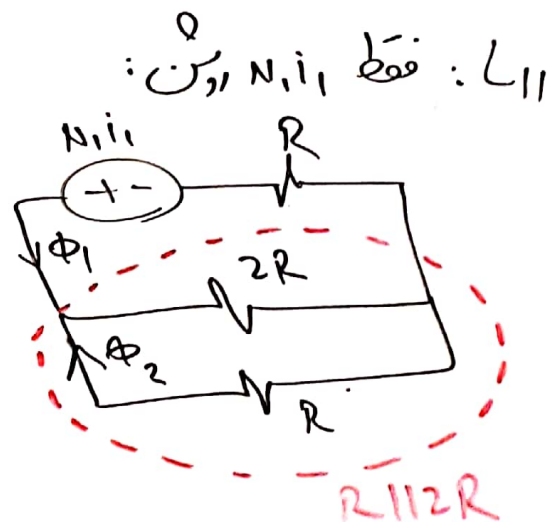
$$L_{11} = \frac{N_1 \left(\frac{N_1 i_1}{\frac{5}{3}R} \right)}{i_1} = \frac{3N_1^2}{5R}$$

$$L_{12} = \frac{\lambda_1}{i_2} = \frac{N_1 \Phi_1}{i_2}$$

$$\Phi_1 = - \frac{3N_2 i_2}{5R} \cdot \frac{R}{R+2R} = - \frac{2N_2 i_2}{5R}$$

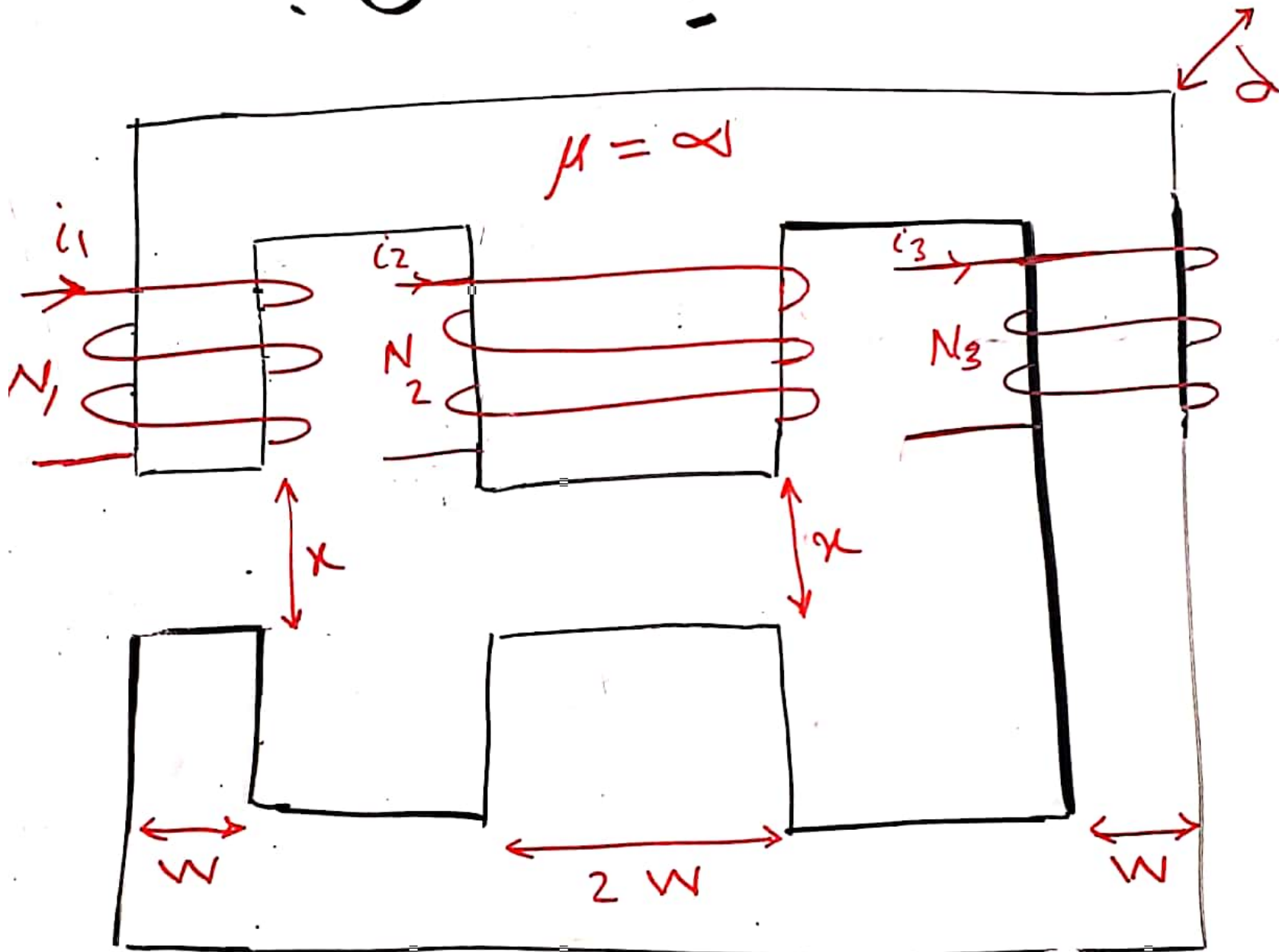
$$L_{12} = - \frac{2N_1 N_2}{5R}$$

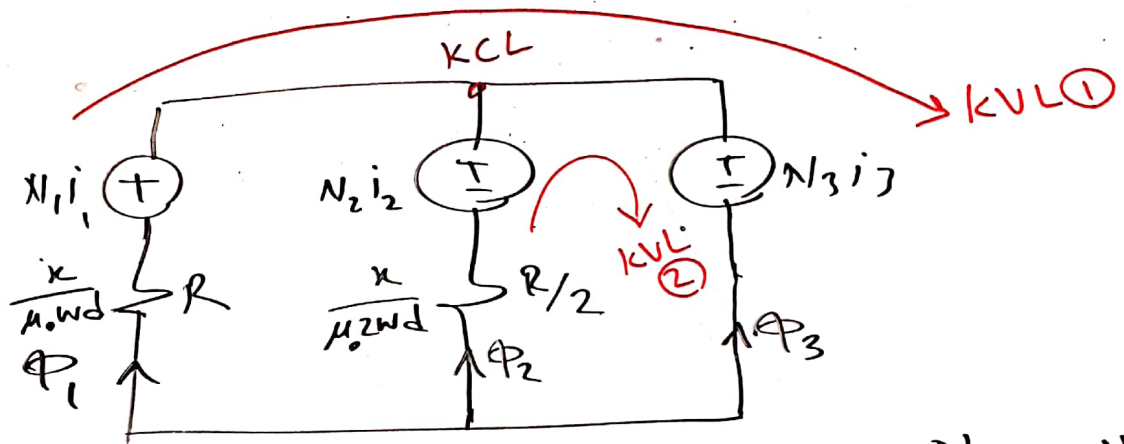
$$\frac{L_{12}}{L_{11}} = - \frac{2}{3} \frac{N_2}{N_1}$$



$$\Phi_2 = \frac{3N_2 i_2}{5R}$$

* ما ترسیں اندر کتنا ہے ؟





$$\text{KVL ①} \rightarrow -N_1 i_1 + N_3 i_3 + R \Phi_1 = 0 \rightarrow \Phi_1 = \frac{N_1}{R} i_1 - \frac{N_3}{R} i_3$$

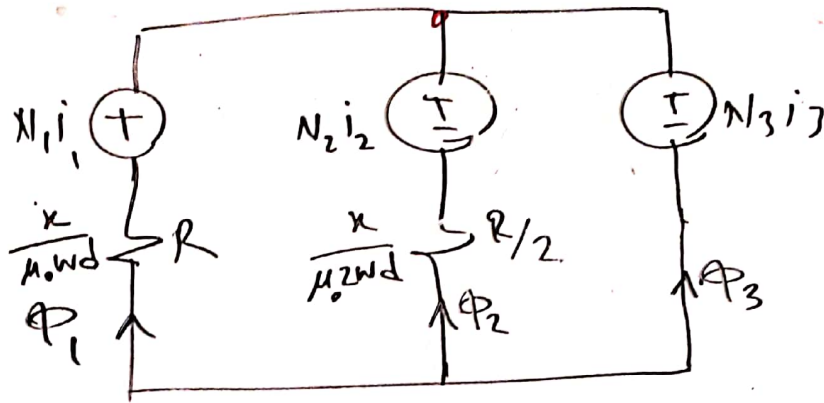
$$\text{KVL ②} \rightarrow -N_2 i_2 + N_3 i_3 + \frac{R}{2} \Phi_2 = 0 \rightarrow \Phi_2 = \frac{2N_2}{R} i_2 - \frac{2N_3}{R} i_3$$

$$\text{KCL} \rightarrow \Phi_3 = -(\Phi_1 + \Phi_2) \rightarrow \Phi_3 = -\frac{N_1}{R} i_1 - \frac{2N_2}{R} i_2 + \frac{3N_3}{R} i_3$$

$$\lambda_1 = N_1 \Phi_1 = \underbrace{\frac{N_1^2}{R}}_{L_{11}} i_1 - \underbrace{\frac{N_1 N_3}{R}}_{L_{13}} i_3, \quad L_{12} = 0$$

$$\lambda_2 = N_2 \Phi_2 = \underbrace{\frac{2N_2^2}{R}}_{L_{22}} i_2 - \underbrace{\frac{2N_2 N_3}{R}}_{L_{23}} i_3, \quad L_{21} = 0$$

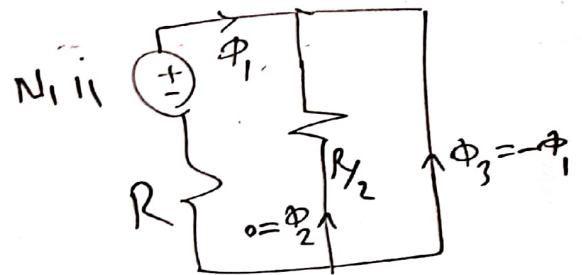
$$\lambda_3 = N_3 \Phi_3 = \underbrace{-\frac{N_1 N_3}{R}}_{L_{31}} i_1 - \underbrace{\frac{2N_2 N_3}{R}}_{L_{32}} i_2 + \underbrace{\frac{3N_3^2}{R}}_{L_{33}} i_3$$



$$L_{11} = \frac{\lambda_1}{i_1} \Big|_{i_2, i_3=0} = \frac{N_1 \Phi_1}{i_1}$$

$$= \frac{N_1 \left(\frac{N_1 i_1}{R} \right)}{i_1} = \boxed{\frac{N_1^2}{R}}$$

L_{11} : فقط i_1 دس



$$L_{12} = \frac{\lambda_1}{i_2} \Big|_{i_1, i_3=0} = \frac{N_1 \Phi_1}{i_2} = \frac{N_1 \times 0}{i_2} = 0$$

L_{12} : فقط i_2 دس

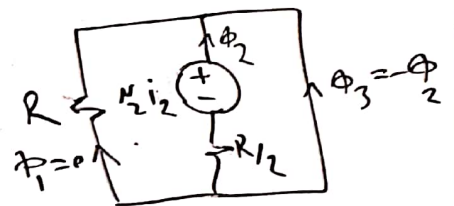
$$\boxed{L_{21} = L_{12} = 0}$$

$$L_{13} = \frac{\lambda_1}{i_3} \Big|_{i_1, i_2=0} = \frac{N_1 \Phi_1}{i_3}$$

L_{13} : فقط i_3 دس

$$\Phi_1 = -\frac{R/2}{R/2 + R} \Phi_3 = -\frac{N_3 i_3}{R}$$

$$\boxed{L_{13} = \frac{-N_1 N_3}{R} = L_{31}}$$



$$L_{23} = \frac{\lambda_2}{i_3} \Big|_{i_1, i_2=0} = \frac{N_2 \Phi_2}{i_3}$$

L_{23} : فقط i_3 دس

$$\Phi_2 = -\frac{R}{R/2 + R} \Phi_3 = -\frac{2N_3 i_3}{R}$$

$$\boxed{L_{23} = L_{32} = -\frac{2N_2 N_3}{R}}$$



$$\Phi_3 = \frac{N_3 i_3}{R/2}$$

