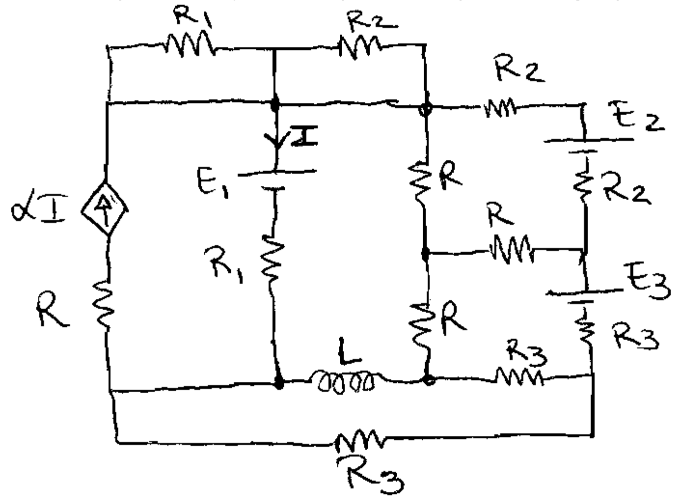
COMPITO ELETTROTECNICA 15-01-2015

Allievo____ Matricola:________________

Corso di Laurea: ____________________________________

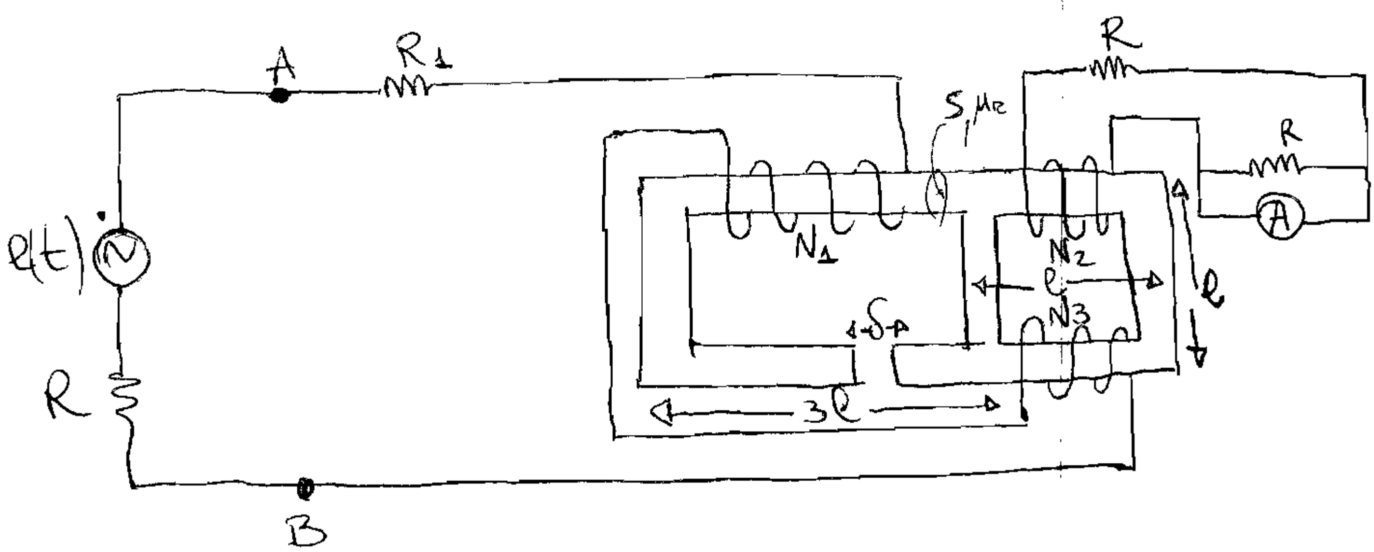
Esercizio 1:
Dato il sistema di figura, determinare il valore dell'energia immagazzinata nell'induttore L in condizioni di regime.

E_1=4 V, E_2=3 V, E_3=3 V, R=2 Ω, R_1=2 Ω, R_2=4 Ω, R_3=7 Ω, L=10 mH, α=3.



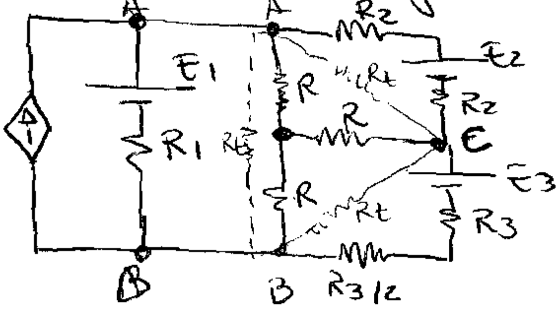
Esercizio 2:
Il sistema di figura si trova a regime. Determinare il valore della corrente misurata dall'amperometro ideale A.
Determinare in seguito il valore della capacità da inserire tra i punti A-B affinché si ottenga un rifasamento totale del carico a valle.

$e(t)=2\sqrt{2}\text{sen}(\omega t+\pi/6)$ V; ω=100 rad/s, R_1=2 Ω, R=5 Ω, N_1=100, N_2=80; N_3=700; l=4cm; S=2cm^2; δ=0.5cm; μ_r=1000.



ES N° 1

L si cortocircuita da c.c.
R_1 e R_2 trascurabili in quanto in parallelo a c.c.
Trasformo la stella R-R-R in triangolo.
R in serie al generatore controllato è trascurabile.



$$R_{3/2} = \frac{R_3 \cdot R_3}{2R_3} = \frac{R_3}{2} = 3{,}5\ \Omega$$

$$R_t = \frac{RR + RR + RR}{R} = 3R = 6\ \Omega$$

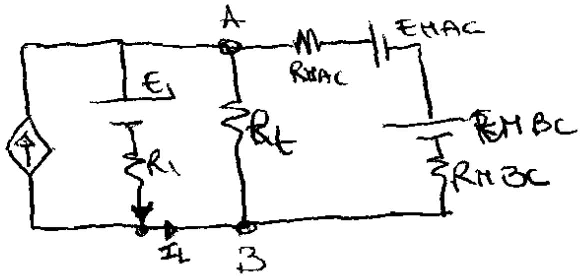
Applico Millmann tra A-C e B-C:

$$E_{MAC} = \frac{\frac{E_2}{(R_2+R_2)}}{\frac{1}{R_2+R_2} + \frac{1}{R_t}} = 1{,}28\ V$$

$$R_{MAC} = \frac{1}{\frac{1}{R_2+R_2} + \frac{1}{R_t}} = 3{,}43\ \Omega$$

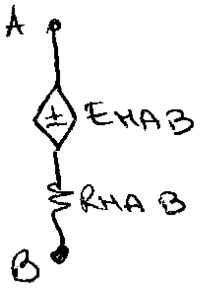
$$E_{MBC} = \frac{\frac{E_3}{(R_3+R_{3/2})}}{\frac{1}{R_3+R_{3/2}} + \frac{1}{R_t}} = 1{,}1\ V$$

$$R_{MBC} = \frac{1}{\frac{1}{R_3+R_{3/2}} + \frac{1}{R_t}} = 3{,}82\ \Omega$$



Applico Millmann tra A-B:

$$E_{MAB} = \frac{\alpha I + \frac{E_1}{R_1} + \frac{(E_{MAC}+E_{MBC})}{R_{MAC}+R_{MBC}}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_{MAC}+R_{MBC}}}$$



$$= \frac{3I + 2 + 0{,}33}{\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7{,}25}} = 1{,}86 + 2{,}4I$$

$$V_{AB} = E_{MAB}$$

$$V_{AB} - E_1 = R_1 I \Rightarrow V_{AB} = E_1 + R_1 I$$

$$1{,}86 + 2{,}4I = 4 + 2I \Rightarrow I = 5{,}35\ A$$

$W_L = \frac{1}{2} L I_L^2$ dove: $I_L = I - \alpha I = I(1-\alpha) = -10{,}7$

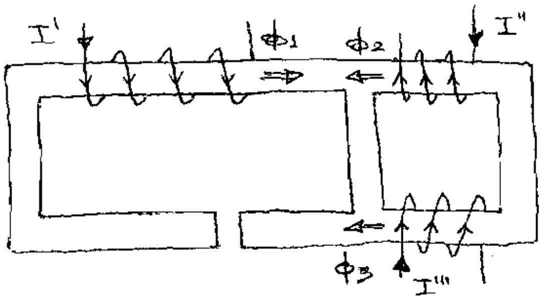
15/01/2015

ESERCIZIO 2 — ELETTROTECNICA

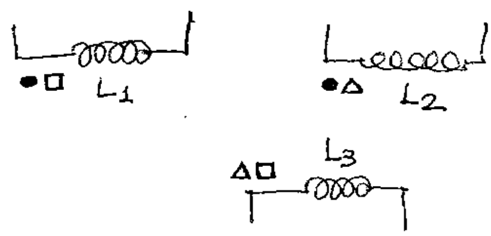
- L'amperometro misura il valore efficace della corrente che lo attraversa. Essendo ideale, si comporta da cortocircuito. Per questo motivo, la resistenza che è collegata in parallelo ad esso si può trascurare.

Cominciamo con il determinare l'equivalente elettrico del nucleo ferromagnetico.

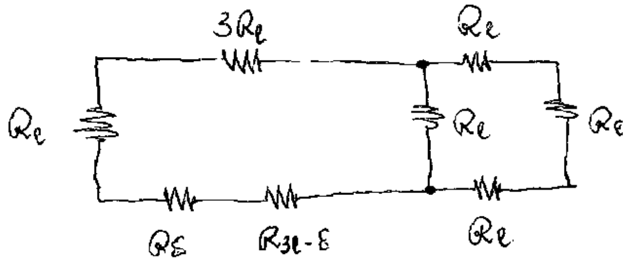
SCHEMA PER LA DETERMINAZIONE DEI VERSI DELLE MUTUE



EQUIVALENTE ELETTRICO



SCHEMA PER IL CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI AUTO E MUTUA INDUZIONE



$$R_\ell = \frac{\ell}{\mu_0\mu_r S} = 1{,}59\cdot10^5\ H^{-1}$$

$$R_{3\ell-\delta} = \frac{3\ell-\delta}{\mu_0\mu_r S} = 4{,}57\cdot10^5\ H^{-1} \qquad R_\delta = \frac{\delta}{\mu_0 S} = 1{,}99\cdot10^7\ H^{-1}$$

$$R_{eq_1} = \left[3R_\ell \,/\!/\, R_\ell\right] + R_\ell + 3R_\ell + R_\delta + R_{3\ell-\delta} = 2{,}11\cdot10^7\ H^{-1}$$

$$R_{eq_2} = R_{eq_3} = \left[(R_\ell + 3R_\ell + R_\delta + R_{3\ell-\delta}) \,/\!/\, R_\ell\right] + 3R_\ell = 6{,}35\cdot10^5\ H^{-1}$$

$$L_1 = \frac{N_1^2}{R_{eq_1}} = 0{,}47\ mH \qquad L_2 = \frac{N_2^2}{R_{eq_2}} = 10{,}1\ mH \qquad L_3 = \frac{N_3^2}{R_{eq_3}} = 0{,}77\ H$$

$$M_{12} = \frac{N_1 N_2}{R_{eq1}} \cdot \alpha_{12} = \frac{N_1 N_2}{R_{eq1}} \cdot \frac{1}{4} = 9{,}48 \cdot 10^{5}\ H = M_{21} \qquad \alpha_{12} = \frac{R_e}{R_e + 3R_e} = \frac{1}{4}$$

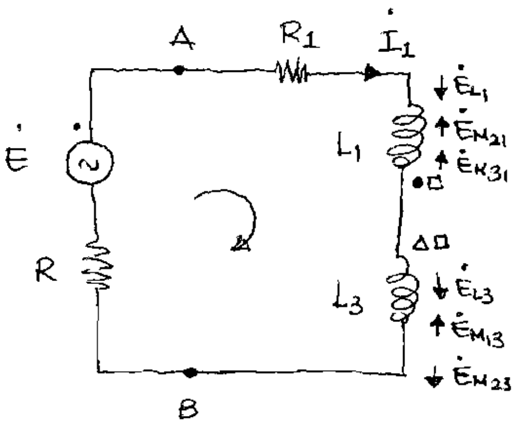
$$M_{13} = \frac{N_1 N_3}{R_{eq1}} \cdot \alpha_{13} = \frac{N_1 N_3}{R_{eq1}} \cdot \frac{1}{4} = 8{,}29 \cdot 10^{-4}\ H = M_{31} \qquad \alpha_{13} = \alpha_{12}$$

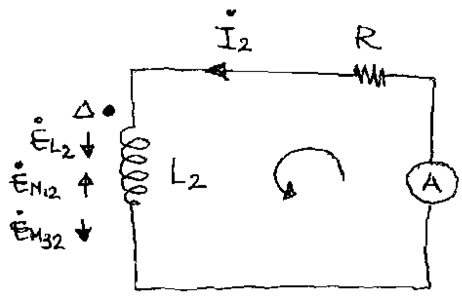
$$M_{23} = \sqrt{L_2 L_3} = 88{,}3\ mH = M_{32}$$

Gli avvolgimenti 2 e 3 sono in accopp. perfetto

Disegno quindi il circuito equivalente, passando al dominio dei fasori, per cui ad $e(t) = 2\sqrt{2}\ \text{sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)\ V$ corrisponde

$$\dot{E} = \left(2 \cdot \cos\frac{\pi}{6} + j\, 2\,\text{sen}\frac{\pi}{6}\right) V = (1{,}73 + j)\ V$$





Calcoliamo $\dot{I}_1$ e $\dot{I}_2$ applicando la legge alla maglia:

$$\begin{cases} \dot{E} + \dot{E}_{L1} - \dot{E}_{M21} - \dot{E}_{M31} + \dot{E}_{L3} - \dot{E}_{M13} + \dot{E}_{M23} = (R + R_1)\,\dot{I}_1 \\ \dot{E}_{L2} - \dot{E}_{M12} + \dot{E}_{M32} = R\,\dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{E} - j\omega L_1 \dot{I}_1 + j\omega M_{21} \dot{I}_2 + j\omega M_{31} \dot{I}_1 - j\omega L_3 \dot{I}_1 + j\omega M_{13} \dot{I}_1 - j\omega M_{23} \dot{I}_2 = (R + R_1)\,\dot{I}_1 \\ -j\omega L_2 \dot{I}_2 + j\omega M_{12} \dot{I}_1 - j\omega M_{32} \dot{I}_1 = R\,\dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \left[R + R_1 + j\omega\left(L_1 - M_{31} + L_3 - M_{13}\right)\right] \dot{I}_1 + j\omega\left(M_{23} - M_{21}\right) \dot{I}_2 = \dot{E} \\ j\omega\left(M_{12} - M_{32}\right) \dot{I}_1 - \left(R + j\omega L_2\right) \dot{I}_2 = 0 \end{cases}$$

$(7+j\,76{,}88)\,\dot I_1 + j\,8{,}82\,\dot I_2 = 1{,}73 + j \qquad \#1$

$-j\,8{,}82\,\dot I_1 - (5+j\,1{,}01)\,\dot I_2 = 0 \qquad \#2$

$\#2 \rightarrow \quad \dot I_1 = \dfrac{5+j\,1{,}01}{-j\,8{,}82}\,\dot I_2 = (-0{,}11 + j\,0{,}57)\,\dot I_2$

$\#1 \rightarrow \quad (-44{,}59 + j\,4{,}35)\,\dot I_2 = 1{,}73 + j \quad \rightarrow \quad \dot I_2 = -(36{,}3 + j\,26)\ mA$

$\dot I_1 = (18{,}8 - j\,17{,}8)\ mA$

L'amperometro legge il valore efficace di $\dot I_2$, cioè

$I_2 = \sqrt{36{,}3^2 + 26^2}\ mA = 44{,}65\ mA$

Per determinare la capacità di rifasamento totale, calcoliamo la potenza complessa che transita nella sezione A-B.

$\bar S_{AB} = \dot V_{AB} \cdot \breve I_1 = (\dot E - R\dot I_1)\,\breve I_1 = (1{,}64 + j\,1{,}09)\cdot(18{,}8\cdot 10^{-3} + j\,17{,}8\cdot 10^{-3}) =$

$= (11{,}4 + j\,49{,}6)\ mVAC$

Il condensatore di rifasamento dovrà fornire una potenza reattiva pari a quella che transita tra A e B, cioè $49{,}6\cdot 10^{-3}$ VAR,

per cui: $\quad Q_{rif} = Q_{AB}$;

$\omega C V_{AB}^2 = 49{,}6 \cdot 10^{-3}$

$C = \dfrac{49{,}6\cdot 10^{-3}}{\omega V_{AB}^2} = \dfrac{49{,}6\cdot 10^{-3}}{100 \cdot 1{,}97^2} = 127{,}9\ \mu F$