

ESERCITAZIONE di ripasso

Ex1

Un trasformatore trifase di potenza nominale $A_n = 100 \text{ kVA}$ e rapporto spire $K_s = N_1/N_2 = 12.702$ collegamento Yd, è alimentato alla tensione nominale $V_{1n}=11\text{kV}$ e assorbe una potenza $P_1=80 \text{ kW}$ a $\cos \phi_1 = 0.9$. La prova di corto circuito e la prova a vuoto hanno fornito i seguenti risultati:

Prova di corto circuito: $v_{cc\%} = 4.85\%$, $P_{cc} = 2150 \text{ W}$

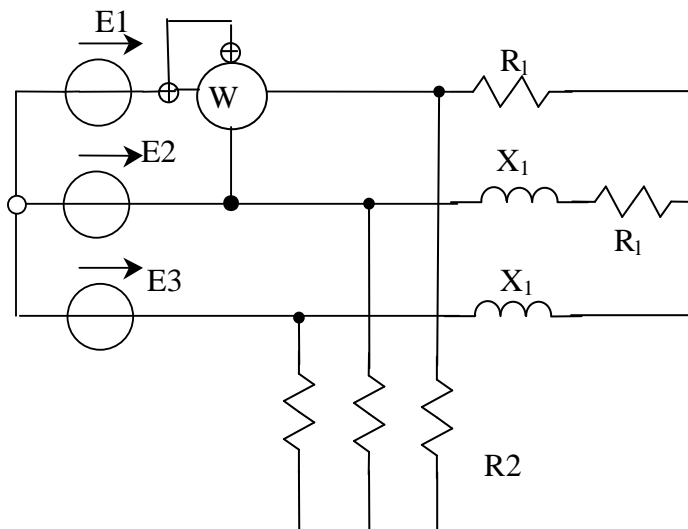
Prova a vuoto: $P_o = 585 \text{ W}$, $i_{0\%} = 7\%$

Si determinino:

- 1) Tensione del carico V_2 e la corrente I_2 del trasformatore e il $\cos \phi_2$

[Si può procedere in due modi: o si risolve il trasformatore rimanendo nel “mondo trifase” o si risolve il monofase equivalente. In entrambi i casi è necessario trovare il rapporto di trasformazione che in questo caso è pari a $K=\sqrt{3}*K_s=22$. Si risolve ora l'esercizio per un trasformatore trifase equivalente a quello dato ma con collegamento Yy passando all'equivalente monofase. La potenza reattiva assorbita e' pari a $Q_1 = (P_1/3)*\tan \phi_1 = 12.92 \text{ kVar}$. Chiamando A la sezione che comprende il ramo derivato R0-Xo si ha che in questo caso, visto che la tensione e' quella nominale $P_a = P_1/3 - P_o/3 = 26.47 \text{ kW}$, e $Q_a = Q_1 - Q_o/3 = 10.59 \text{ kVar}$, dove $Q_o = P_o/3 * \tan \phi_0$, e per trovare $\tan \phi_0$ si calcola $I_o = (i_{0\%}/100) * I_{1n} = 0.3676 \text{ A}$, (con $I_{1n} = (A_n/3)/(V_{1n}/\sqrt{3}) = 5.249 \text{ A}$). La corrente nella sezione A è pari a $I_a = \sqrt{(P_a^2 + Q_a^2)} / (V_{1n}/\sqrt{3}) = 4.489 \text{ A}$, e la corrente riportata la secondario è pari a $I_a'' = I_a * K = 98.766 \text{ A}$. Chiamando B la sezione che comprende il carico serie $R_c - X_c$, si ottiene $R_c = (P_{cc}/3)/(I_{2n}^2) = 0.054 \Omega$ dove $I_{2n} = I_{1n} * K$. La reattanza X_c si può calcolare nel seguente modo: $Z_c = (V_{cc}/\sqrt{3})/I_{2n} = 0.121 \Omega$, $X_c = \sqrt{(Z_c^2 - R_c^2)} = 0.109 \Omega$. Mella sezione B si ha $P_b = P_a - R_c * I_a''^2 = 25.95 \text{ kW}$ e $Q_b = Q_a - X_c * I_a''^2 = 9.53 \text{ kVar}$. La corrente sul carico vale $I_2 = I_a''$, la tensione $V_2 = \sqrt{(P_b^2 + Q_b^2)} / (I_2) = 279.87 \text{ V}$ e il fattore di potenza è dato da $\cos \phi_2 = P_b / (V_2 * I_2) = 0.939$.].

Esercizio 2

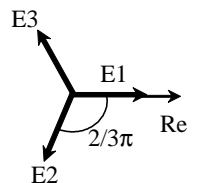


Sia data la rete trifase di Figura. Si determini l'indicazione del Wattmetro.

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$X_1 = 15 \, \Omega$$

$$E_1 = E_2 = E_3 = 220 \text{ V}$$



{ Per calcolare l'indicazione del Wattmetro e' necessario calcolare la corrente misurata I_w e la tensione V_w . Per il calcolo della corrente I_w bisogna calcolare i due contributi I_1 (che interessa la resistenza R_1 della prima fase) e I_2 (che interessa la resistenza R_2 della prima fase). Applicando Milmann si ottiene la tensione tra i due centri stella $V_{00} =$

$$(E_1/(R_1) + E_2/(R_1 + jX_1) + E_3/(jX_1)) / (1/R_1 + 1/(R_1 + jX_1) + 1/(jX_1)) = 73.977 + j113.89 \text{ V.}$$

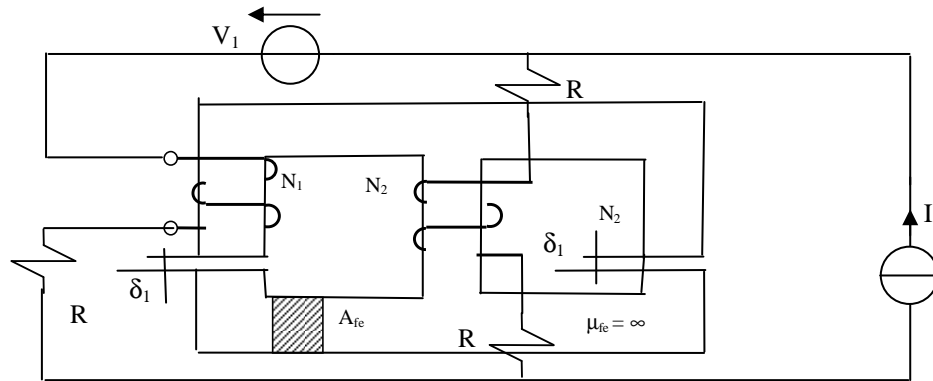
LA corrente I_1 è data da $I_1 = (E_1 - V_0)/(R_1) = 14.602 - j11.39 \text{ A}$. La corrente $I_{r2} = (E_1)/(R_2) = 11 \text{ A}$, di

conseguenza la corrente I_w e' pari a $I_w = I_{r2} + I_1 = 25.602 - j11.39 \text{ A}$. La tensione $V_w = E_1 - E_2$, di

conseguenza $P_w = \text{Re}(V_w * \underline{I_w}) = 6.279 \text{ kW}$ }

Esercizio 3

Sia dato il circuito con ingressi stazionari riportato in figura. Si determinino i coefficienti di auto e mutua induttanza e l'energia totale accumulata nel campo magnetico.

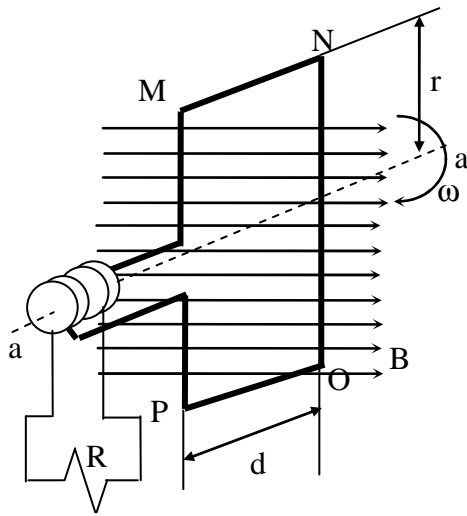


$$\begin{aligned} R &= 10\Omega \\ V_1 &= 10\text{ V} \\ I_1 &= 5\text{ A} \\ \delta_1 &= 3\text{ mm} \\ N_1 &= 100 \\ N_2 &= 300 \\ A_{fe} &= 150\text{ cm}^2 \end{aligned}$$

{Per prima cosa è necessario calcolare i parametri di auto e mutua induttanza. Si

disegna quindi la rete magnetica, poiché la permeabilità del ferro è ipotizzata infinita, nel circuito magnetico compariranno solo le riluttanza dei traferri. In particolare si ottiene quanto segue: $\theta = \mathcal{R}(\mu_0 * A_{fe}) = 1.592 * 10^5 \text{ H}^{-1}$, dove μ_0 è la permeabilità dell'aria ($\mu_0 = 4 * \pi * 10^{-7}$). Le auto induttanze si trovano come rapporto tra il numero di spire al quadrato e la riluttanza equivalente vista ai morsetti di una delle due f.m.m. quando il circuito sia reso passivo. Si ottiene quindi che $\theta_{eq1} = \theta$ e $L1 = N1^2 / \theta_{eq1} = 0.063\text{ H}$. Per l'auto induttanza $L2$ si ha che $\theta_{eq2} = \theta/2$ e $L2 = N2^2 / \theta_{eq2} = 1.13\text{ H}$. Per il calcolo della mutua induttanza si alimenta uno dei due avvolgimenti lasciando a vuoto il secondo e si calcola il rapporto tra il flusso concatenato con il secondo avvolgimento e la corrente che percorre il primo avvolgimento. Si ottiene quindi che $\theta_{eq21} = \theta$ e $Lm = N1 * N2 / \theta_{eq21} = 0.188\text{ H}$. Per il calcolo dell'energia immagazzinata è necessario calcolare la corrente Ia e Ib che percorre i due avvolgimenti calcolata con il verso entrante nei morsetti corrispondenti, (quello in alto nelle $N2$ spire, quello in alto nelle $N1$ spire). Conviene calcolare la tensione Vo ai capi della resistenza $2 * R$ che è pari a $Vo = (-V1/R + I1) / (1/R + 1/(2 * R)) = 26.67\text{ V}$. La corrente Ia che percorre le $N1$ spire $Ia = (Vo + V1)/R = 3.67\text{ A}$ e la corrente Ib è pari a $Ib = Vo/(2 * R) = 1.33\text{ A}$. Per il calcolo dell'energia si ottiene $W = \frac{1}{2} * L1 * Ia^2 + \frac{1}{2} * L2 * Ib^2 + Lm * Ia * Ib = 2.349\text{ J}$ }

Esercizio 2



Dato il circuito in figura costituito da una spira (di vertici MNOP) di dimensioni di $r = 2.5 \text{ cm}$ $d = 10 \text{ cm}$ immersa in un campo magnetico di induzione B diretto in senso ortogonale alla spira. Si determini il valore della corrente circolante in $R = 10 \Omega$ nel seguente caso:

1. Spira che ruota a velocità angolare ω costante e pari a 10 rad/s . Campo B pari a 2 T costante

{Si può procedere in due modi: applicando la legge dell'induzione o la regola della mano destra. Nel primo caso è necessario trovare il flusso concatenato che risulta essere pari a $\psi = Brd \cos(\omega t)$, e quindi derivarlo rispetto al tempo trovando una $e = d\psi/dt = -Brd \omega \sin(\omega t)$. Tale f.e.m. ha la seguente direzione: MNOP. Alternativamente si può utilizzare la regola della mano destra, si nota che solo i lati OP e MN tagliano le linee di campo durante la rotazione, di conseguenza solo questi saranno sede di fem. Il modulo della fem indotta in ciascuno dei due lati è pari a $e_1 = e_2 = B \sin(\omega t) d (r/2) \omega$. Il verso di e_1 è da N a M e da P a O. Di conseguenza $e = e_1 + e_2 = Brd \omega \sin(\omega t)$, diretto secondo PONM. LA corrente nella resistenza R è pari a $I = e/R$.}