ESERCITAZIONE di ripasso

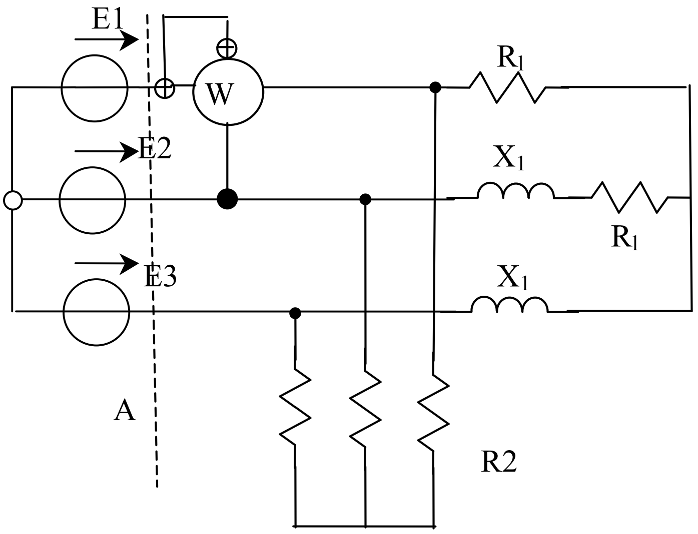
Ex1

Un trasformatore trifase di potenza nominale A_n = 100 kVA e rapporto spire Ks = N1/N2 = 12.702 collegamento Yd, è alimentato alla tensione nominale V1n=11kV e assorbe una potenza P1=80 kW a cos φ_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 W
Prova a vuoto: P_o = 585 W, $i_{0\%}$ = 7%
Si determinino:

1) Tensione del carico V_2 e la corrente I_2 del trasformatore e il cosϕ2

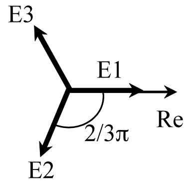
*[Si può procedere in due modi: o si risolve il trasformatore rimanendo nel "mondo trifase" o si risolve il monofase equivalente. In entrambi i casi è necessario trovare il rapporto di trasformazione che in questo caso è pari a K=√3*Ks=22. Si risolve ora l'esercizio per un trasformatore trifase equivalente a quello dato ma con collegamento Yy passando all'equivalente monofase. La potenza reattiva assorbita e' pari a Q1= (P1/3)*tanϕ1=12.92 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 Pa=P1/3-Po/3=26.47 kW, e Qa=Q1-Qo/3=10.59 kVar, dove Qo=Po/3*tanϕ0, e per trovare tanϕ0 si calcola Io=(io%/100)*I1n=0.3676 A, (con I1n=(An/3)/(V1n/√3)=5.249 A) e cosϕ0=Po/3/(Io*(V1n/√3)). La corrente nella sezione A è pari a Ia= $\sqrt{(Pa^2+Qa^2)}$ /(V1n/√3)=4.489 A, e la corrente riportata la secondario è pari a Ia''=Ia*K=98.766 A. Chiamando B la sezione che comprende il carico serie Rc-Xc, si ottiene Rc=(Pcc/3)/($I2n^2$)=0.054 Ω dove I2n=I1n*K. La reattanza Xc si può calcolare nel seguente modo: Zc=(Vcc)/I2n= 0.121 Ω, dove Vcc= (vcc%/100)*V1n/√3 e quindi Xc=$\sqrt{(Zc^2-Rc^2)}$=0.109 Ω. nella sezione B si ha Pb=Pa-Rc*Ia''^2= 25.95 kWe Qb=Qa-Xc*Ia''^2= 9.53 kVar. La corrente sul carico vale I2=Ia'', la tensione V2= $\sqrt{(Pb^2+Qb^2)}$/(I2) = 279.87 V e il fattore di potenza è dato da cosϕa2=Pb/(V2*I2)=0.939.].*

Esercizio 2



Sia data la rete trifase di Figura. Si determini l'indicazione del Wattmetro. Si determini inoltre il valore della capacità C della batteria di condensatori collegati a triangolo da inserire nella sezione A affinché il fattore di potenza sia pari a 0.92 rit.

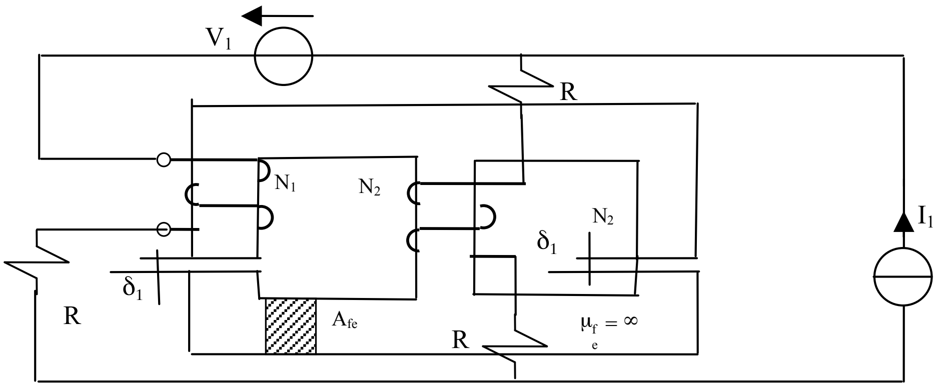
$R_l = 10\ \Omega$
$R_2 = 20\ \Omega$
$X_l = 15\ \Omega$
E1 =E2 = E3 = 220V
f=50 Hz



*{ Per calcolare l'indicazione del Wattmetro e' necessario calcolare la corrente misurata Iw e la tensione Vw. Per il calcolo della corrente Iw bisogna calcolare i due contributi I1(che interessa la resistena R1 della prima fase) e Ir2 (che interessa la resistenza R2 della prima fase). Applicando Milmann si ottiene la tensione tra i due centri stella Voo= (E1/(R1)+E2/(R1+jX1)+E3/(jX1))/(1/R1)+1/(R1+jX1)+1/(jX1))= 73.977+j113.89 V. LA corrente I1 è data da I1 = (E1-Vo)/(R1)= 14.602-j11.39 A. La corrente Ir2 = (E1)/(R2) = 11 A, di conseguenza la corrente Iw e' pari a Iw=Ir2+I1 =25.602-j11.39 A. La tensione Vw=E1-E2, di conseguenza Pw= Re(Vw*Iw)= 6.279 kW. Per determinare la batteria di condensatori di rifasamento conviene calcolare la potenza attiva e reattiva nella sezione A utilizzando un inserzione Aaron sfruttando in questo modo la potenza Pw appena calcolata. Risulta allora Pa=Pw+= Re((E3-E2)*I3)=14.58 kW e Qa=Im (Vw*Iw)+ Im((E3-E2)*I3)=8.487 kvar, dove I3=((E3-Voo)/jX1))+E3/R2=-0.391+j21.79 A. Di conseguenza il valore dei condensatori da inserire a triangolo risulta pari a Ctr=(Qa-Pa*tan(ϕrif)/(9*E1*** ^{2} ****2*π*f)=16.63 μF}*

Esercizio 3

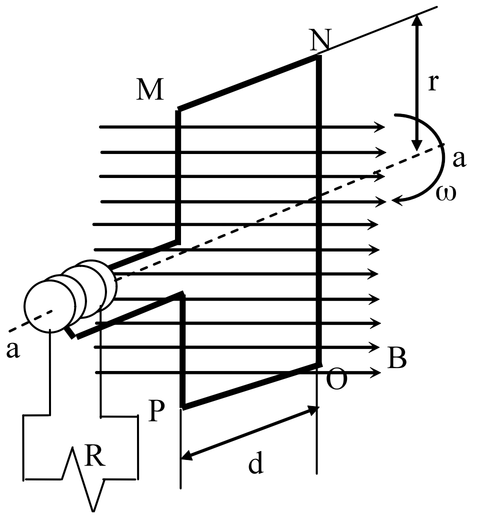
Sia dato il circuito con ingressi stazionari riportato in figura. Si determino i coefficienti di auto e mutua induttanza e l'energia totale accumulata nel campo magnetico.



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

*{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: $\theta = \delta/(\mu o*Afe) = 1.592*10^5 H^{-1}$, dove μo è la permeabilità dell'aria ($\mu o = 4*\pi*10^{-7}$). 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 θeq1 = θ e $L1 = N1^2/\theta eq1 = 0.063$ H. Per l'auto induttanza L2 si ha che θeq2 =θ/2 e $L2 = N2^2/\theta eq2 = 1.13$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 θeq21 = θ e Lm = N1*N2/θe21q = 0.188 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, (quelloin alto nelle N2 spire, quello in alto nelle N1 spire). Conviene calcolare la tensione Vo ai capi della resistenza 2*R che e' pari a Vo= (-V1/R+I1)/(1/R+1/(2*R)) = 26.67 V. La corrente Ia che percorre le N1 spire Ia =(Vo+V1)/R=3.67 A e la corrente Ib è pari a Ib=Vo/(2*R)=1.33 A. Per il calcolo dell'energia si ottiene $W = ½*L1*Ia^2+ ½*L2*Ib^2+Lm*Ia*Ib=2.349$ J }*

Esercizo 4

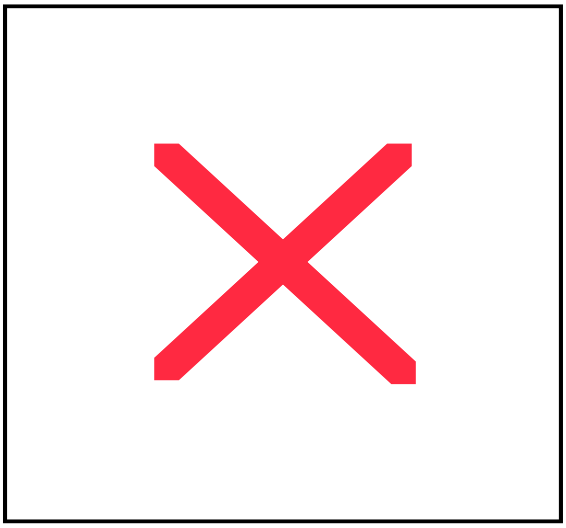


Dato il circuito in figura costituito da una spira (di vertici MNOP) di dimensioni di r = 2.5 cm d = 10 cm immersa in un campo magnetico di induzione B diretto in senso ortogonale alla spira.
Si determini il valore della corrente circolante in R = 10 Ω nel seguente caso:

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

*{Si puo' 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 ψ=Brd*cos(ωt), e quindi derivarlo rispetto al tempo trovando una e=dψ/dt=-Brdωsin(ωt). 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 e1=e2=B*sin(ωt)d*(r/2)*ω. Il verso di e1 è da N a M e da P a O. Di conseguenza e=e1+e2= Brdωsin(ωt), diretto secondo PONM. LA corrente nella resistenza R è pari a I=e/R.}*

ESERCIZIO 5



Sia dato il circuito con ingressi stazionari riportato in figura. Si determino i coefficienti di auto e mutua induttanza, l'energia totale accumulata nel campo magnetico e la forza f con cui l'armatura di destra viene attratta a quella di sinistra.

R1 = 20 Ω
R2 = 5 Ω
R3 = 15 Ω
E = 50 V
A=15 A
δ = 3 mm
N_1 = 150
N_2 = 300
A_{fe} = 150 cm^2

*Per il calcolo delle auto induttanze si procede con il metodo di ispezione della rete. L1 è data dal rapporto tra $N1^2$ e la riluttanza equivalente vista ai morsetti del generatore di fmm N1Ia data dal parallelo di teta con teta in serie a due volte teta, dove teta=δ/(μo*Afe)=1.592*10^5 H^{-1}. Risulta quindi tetaeq1=5*teta/2=3.979*10^5 H^{1} di conseguenza L1=$N1^2$/tetaeq1=0.057 H. L'autoinduttanza L2 è pari a L2=$N2^2$/tetaeq2=0,339 H dove tetaeq2 = 2.653*10^5 è data dal parallelo tra 2*teta e teta il tutto in serie a teta. La mutua si dalla definizione, si trova quindi M=N1*N2/(5*teta) = 0.057 H, i morsetti contrassegnati sono quello in basso delle N2 spire e quello di sinistra delle N1 spire. Per il calcolo dell'energia e' necessario trovare le due correnti che percorrono i due avvolgimenti (Ia e Ib rispettivamente per le N1 e N2 spire). Si trova Ib=A e Ia=1 A, di conseguenza l'energi W=1/2*L1*Ia^2+1/2*L2*Ib^2+M*Ia*Ib=39.047 J. Per il calcolo della forza e' necessario trovare i flussi nei tre rami e si trova ϕ1=-6.032*10^{-3} Wb ϕ2=0.011 Wb e ϕ3=-0.017 Wb. Di conseguenza la forza f=1/(2*Afe*μo)*($ϕ1^2$+$ϕ2^2$+$ϕ3^2$)1.205 *10^4 N*