ESERCIZIO 1 (8 Punti)

Sia dato un trasformatore monofase con i seguenti dati di targa:

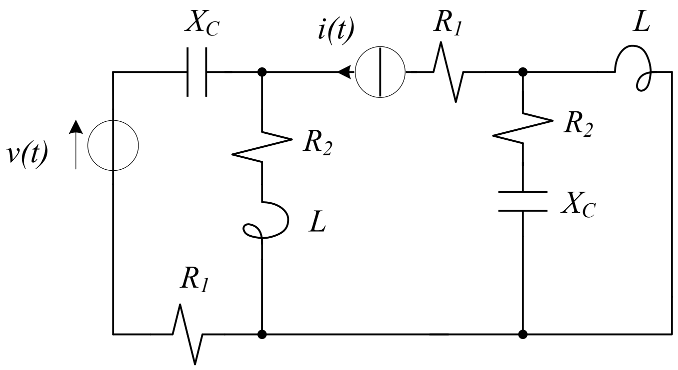
Potenza apparente nominale	A_n = 315 kVA
Tensione nominale avv. 1	V_{1n} = 10000 V
Tensione nominale avv. 2	V_{2n} = 400 V
Tensione di corto circuito	$V_{cc\%}$ = 6%
Potenza di corto circuito	$P_{cc\%}$ = 5%
Corrente a vuoto	$I_{0\%}$ = 1%
Potenza a vuoto	$P_{0\%}$ = 0,4%

Il trasformatore alimenta un carico che assorbe 200 kW ad una tensione di 300 V e cosφ = 0,92. Si determinino le condizioni di alimentazione primarie, in termini di tensione e corrente e cosφ.

*[Si procede calcolando la corrente assorbita dal carico Z collegato al secondario, Iz=Pz/(Vz*cosϕZ) =724.637 A, quindi la potenza reattiva è pari a Qz=Pz*tanϕz=85.2 kVAR. Si calcolano i parametri del trasformatore a partire dai dati delle prove. Dalla prova in corto abbiamo Vc2=(Vcc%/100)*V2n = 24 V, Pcc=(Pcc%/100)*An=15750 W, la corrente durante la prova di corto è pari a I2n=An/V2n=787.5 A, quindi Rc2=Pcc/I2n^2=0.0252 Ω e Xc2=Qcc/I2n^2=0.0168 Ω, dove Qcc=Pcc*tanϕcc= 10.447 kVAR e cosϕcc=Pcc/(Vc2*I2n)=0.833. Dalla prova a vuoto abbiamo Io1=(Io%/100)*I1n = 0.3150 A dove I1n=An/V1n=31.5 A e Po=(Po%/100)*An=1260 W, quindi Ro1=V1n^2/Po = 79.365 kΩ e Xo1=V1n^2/Qo=34.638 kΩ, doce Qo=Po*tanϕo = 2.8870 kVAR e cosϕo=Po/(V1n*Io1) = 0.4. Si divide la rete in sezioni e si procede con il metodo di Boucherot. Chiamiamo sez A quella che comprende il carico Z e l'impedenza serie Rc2-Xc2 e Sez B quella che comprende l'impedenza derivata data dal parallelo di Ro1 e Xo1. Sezione A Pa*Pz+Rc2*Iz^2 = 213.34 kW, Qa=Qz+Xc2*Iz^2= 94.046 kVAR, Ia=Iz, Va=(sqrt(Pa^2+Qa^2))/Ia=321.74 V. Va_primario=Va*k = 8.04235 kV con k=V1n/V2n=25. Sezione B Pb=Pa+Va_primario^2/Ro1=214.15 kW, Qb=Qa+Va_primario^2/Xo1=95.914 kVAR, Vb=Va_primario, Ib=(sqrt(Pb^2+Qb^2))/Vb=29.172 A, cosϕb=Pb/(Vb*Ib)= 0.9126]*

Esercizio 2 (7 Punti)

Sia data la rete in regime alternato sinusoidale indicata in Figura.



f =50 Hz

v(t) = $\sqrt{2} \cdot 100 \cdot \sin\left(2\pi f \cdot t + \frac{\pi}{3}\right)$

i(t) = $\sqrt{2} \cdot 10 \cdot \cos\left(2\pi f \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$

R_1 = 10 Ω

R_2 = 5 Ω

X_C = 12 Ω

L = 5 mH

Determinare la potenza apparente complessa erogata da V_1.

*[Si trovano i fasori rappresentativi dei due generatori e la reattanza Xl: V=100 $e^{j(\pi/2-\pi/6)}$ = 86.6025-j50 V, I=10 $e^{j\pi/3}$= 8.6603+j5 A, Xl=2*p*f*L=1.5708 Ω. La potenza richiesta è data dal prodotto del fasore tensione V e del coniugato del fasore corrente che interessa il generatore di tensione. La rete equivale al parallelo di tre rami:*

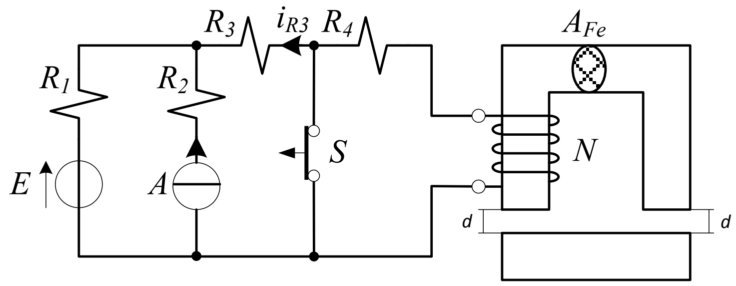
generatore V in serie a Z1=R1-jXc,

impedenza Z2=R2+jXl

generatore di corrente I.
*Si applica Millmann per trovare la tensione ai capi dei tre rami in parallelo e si trova V_mill=(V/Z1+I)/(1/Z1+1/Z2)= 64.529+j34.646 V, quindi la corrente erogata dal generatore è pari a I_gen=(V-Vmill)/Z1=5.0676-j2.383 A, Da cui si trova A=V*conj(I)=558.04-j46.959 V]*

Esercizio 3 (7 punti)

Sia data la rete inizialmente in regime stazionario indicata in Figura. All'istante t = 0 si apre l'interruttore S. Si trovi l'espressione nel tempo della corrente $i_{R3}(t)$ e se ne rappresenti l'andamento qualitativo nel tempo.



E = 20 V	A = 4 A
R_1 = 4 Ω	R_2 = 4 Ω
R_3 = 2 Ω	R_4 = 6 Ω
A_{fe} = 20 cm^2	δ = 1 mm
N = 200	
$\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ H/m	
$\mu_{fe} = \infty$ H/m	

*[Per prima cosa si calcola l'induttanza L. Si considera la sola rete magnetica e si trova tetad=δ/(µ0*Afe)=3.959*10⁵ H⁻¹, quindi per ispezione si trova L=N²/(2*tetad) = 0.0505 H. Ora si risolve il transitorio, in t_zero_meno l'interruttore è chiuso e l'induttanza è sostituita da un corto circuito, quindi iL_zer_m=0 A, per trovare iR3 si applica Millman e si trova V_mll_zerom=(E/R1+A)/(1/R1+1/R3)=12 V, da cui si trova iR3_zerom=-Vmill_zerom/R3=-6 A. In t zero piu' l'induttanza viene sostituita da un generatore di corrente pari a iL_zer_m (ovvero da un circuito aperto) e l'interruttore è aperto, quindi iR3_zerop=0 A. In t infinito l'induttanza è sostituita da un corto circuito e l'interruttore è aperto, quindi si trova con millman la tensione Vmill_inf==(E/R1+A)/(1/R1+1/(R3+R4))=24 V e iR3_inf=-Vmill_inf/(R3+R4) = -3 A. La tau è pari a L/Req = 0.00421 s con Req=R1+R3+R4 = 12 Ω]*

TEORIA (4 punti + 4 punti)

1. Potenze in regime alternato sinusoidale monofase.
   - Deduzione e significato delle potenze attiva, reattiva ed apparente.
   - Enunciare il teorema di Tellegen.
   - Illustrare il corollario di Boucherot, con riferimento ad una semplice rete.

2. Definizione di auto e mutua induttanza. Energia accumulata in un mutuo induttore.