

# Esame Principi di Ingegneria Elettrica 6 Luglio 2016

## ESERCIZIO 1

### Dati

Dati del trasformatore

```
An=30e3;  
V1n=10000;  
V20=220;  
vcc=5/100;  
cosfic=0.6;  
io=1/100;  
po=0.9/100;
```

Dati del carico

```
P1=15e3;  
V1=V1n;  
cosfil=0.8;  
  
Q1=P1*tan(acos(cosfil))
```

$$Q1 = 1.1250e+04$$

$$Q1 = 11250 \text{ VAR}$$

### Soluzioni

Parametri del trasformatore.

Prova a vuoto

$$P_o = p_o * A_n$$

$$P_o = 270.0000$$

$$I_{1n} = A_n / V_{1n}$$

$$I_{1n} = 3$$

$$I_o = i_o * I_{1n}$$

$$I_o = 0.0300$$

$$R_{o1} = V_{1n}^2 / P_o$$

$$R_{o1} = 3.7037e+05$$

$$\cos f_{io} = P_o / (V_{1n} * I_o)$$

$$\cos f_{io} = 0.9000$$

$$X_{o1} = V_{1n}^2 / (P_o * \tan(\arccos(\cos f_{io})))$$

$$X_{o1} = 7.6472e+05$$

$$Q_o = P_o \cdot \tan(\arccos(\cos\phi_o))$$

$$Q_o = 130.7670$$

### Prova di corto circuito

$$V_{cc} = V_{cc} \cdot V_{20}$$

$$V_{cc} = 11$$

$$I_{2n} = A_n / V_{20}$$

$$I_{2n} = 136.3636$$

$$P_{cc} = V_{cc} \cdot I_{2n} \cdot \cos\phi_{ic}$$

$$P_{cc} = 900$$

$$R_{cc2} = P_{cc} / (I_{2n}^2)$$

$$R_{cc2} = 0.0484$$

$$X_{cc} = P_{cc} \cdot \tan(\arccos(\cos\phi_{ic})) / (I_{2n}^2)$$

$$X_{cc} = 0.0645$$

Calcolo della tensione, corrente e fattore di potenza secondari. Si procede dal primario con Boucherot

$$P_a = P_1 - P_o$$

$$P_a = 14730$$

$$Q_a = Q_1 - Q_o$$

$$Q_a = 1.1119e+04$$

$$V_a = V_{1n}$$

$$V_a = 10000$$

$$V_{as} = V_{20}$$

$$V_{as} = 220$$

$$I_{2s} = \sqrt{(P_a^2 + Q_a^2)} / V_{20}$$

$$I_{2s} = 83.8892$$

$$P_b = P_a - R_{cc2} \cdot I_{2s}^2$$

$$P_b = 1.4389e+04$$

$$Q_b = Q_a - X_{cc} \cdot I_{2s}^2$$

$$Q_b = 1.0665e+04$$

$$I_b = I_{2s}$$

$$I_b = 83.8892$$

$$V_b = \sqrt{P_b^2 + Q_b^2} / I_b$$

$$V_b = 213.5060$$

$$\cos\phi_i = P_b / \sqrt{P_b^2 + Q_b^2}$$

$$\cos\phi_i = 0.8034$$

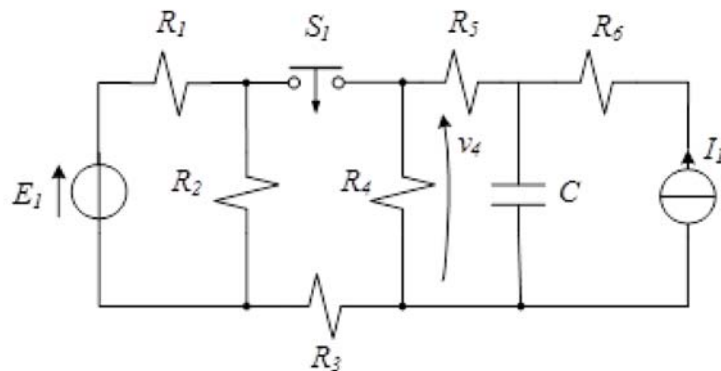
## Risultati

$$I_b = 83.8892 \text{ [A]}$$

$$V_b = 213.5060 \text{ [V]}$$

$$\cos\phi_i = 0.8034$$

## ESERCIZIO 2



## Dati

$$I_1 = 10;$$

$$R_1 = 10;$$

$$R_2 = 5;$$

$$R_3 = 5;$$

$$R_4 = 15;$$

$$R_5 = 15;$$

$$R_6 = 10;$$

$$E_1 = 25;$$

$$C = 100e-6;$$

## Calcolo grandezze a $t = 0^-$

A  $t = 0^-$  è necessario calcolare  $v_4$  e la tensione sul condensatore

$$v_{C\_zm} = (R_4 + R_5) \cdot I_1$$

$$v_{C\_zm} = 300$$

$$v_{4\_zm} = R_4 \cdot I_1$$

$$v_{4\_zm} = 150$$

## Calcolo grandezze a $t = 0+$

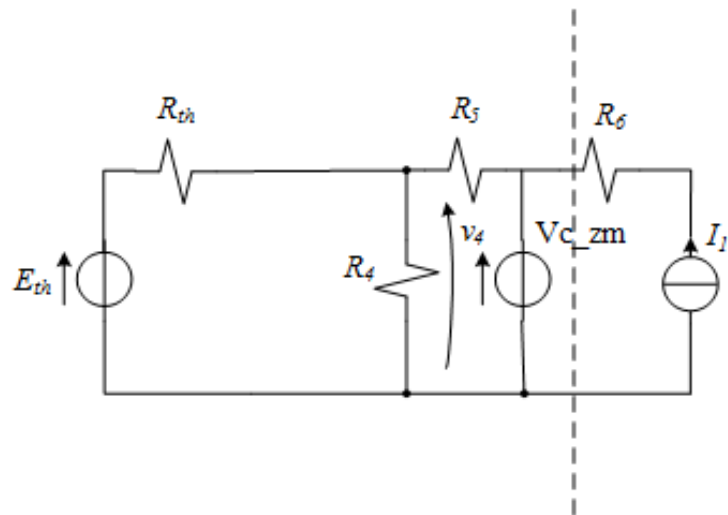
Per il calcolo delle grandezze a  $t = 0+$  conviene semplificare la rete a sinistra ai morsetti di  $R_4$  con Thevenin

$$V_{th} = E_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$V_{th} = 8.3333$$

$$R_{th} = R_3 + (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

$$R_{th} = 8.3333$$



Il generatore di tensione inserito al posto del condensatore disaccoppia le due parti quindi è possibile fare Millman ai capi di  $R_4$

$$V_{mil} = (V_{th} / R_{th} + v_{c\_zm} / R_5) / (1 / R_5 + 1 / R_{th} + 1 / R_4)$$

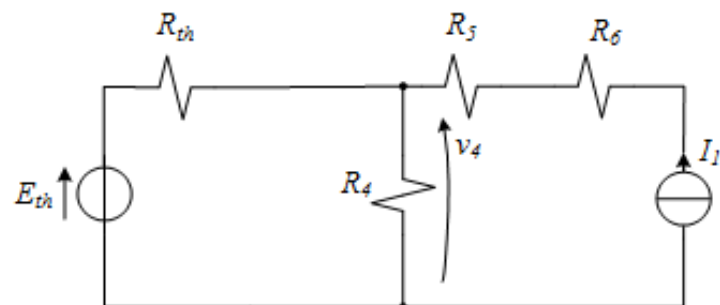
$$V_{mil} = 82.8947$$

$$v_{4\_zp} = V_{mil}$$

$$v_{4\_zp} = 82.8947$$

## Calcolo grandezze a $t = \infty$

All'infinito il condensatore è un circuito aperto.

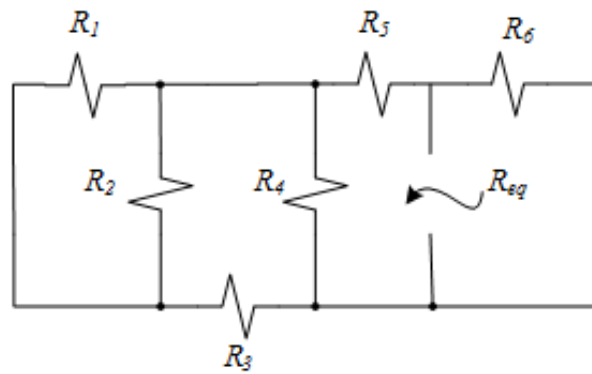


Si può ancora utilizzare Millman ai capi di  $R_4$

$$v_{4inf} = (V_{th} / R_{th} + I_1) / (1 / R_{th} + 1 / R_4)$$

$$v_{4inf} = 58.9286$$

## Costante di tempo



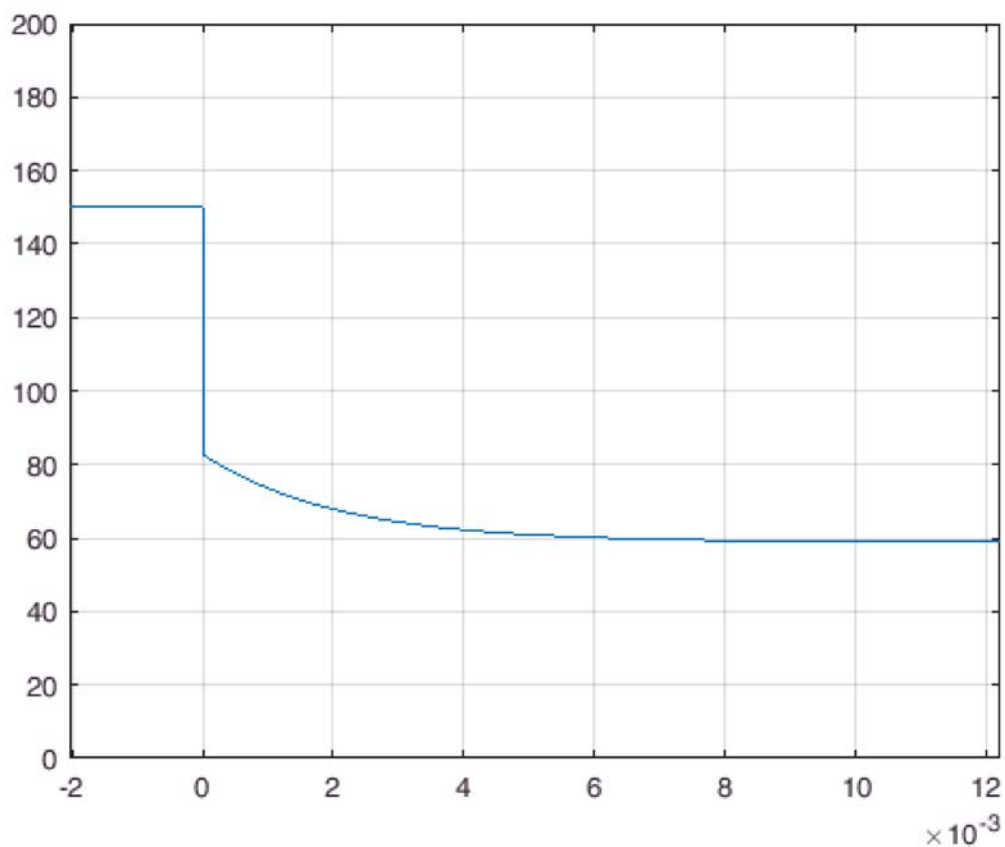
$$R_{eq} = R_4 \cdot R_{th} / (R_4 + R_{th}) + R_5$$

$$R_{eq} = 20.3571$$

$$\tau = R_{eq} \cdot C$$

$$\tau = 0.0020$$

```
t0 = 0:tau/100:6*tau;  
t1 = -tau:tau/100:0;  
v4_mt = v4_zm*ones(1,length(t1));  
v4_t = (v4_zp-v4_inf)*exp(-t0/tau)+v4_inf;  
v4 = [v4_mt v4_t];  
t = [t1 t0];  
plot(t,v4)  
grid on  
ylim([0, 200]);  
xlim([-tau, 6*tau]);
```



## Risultati

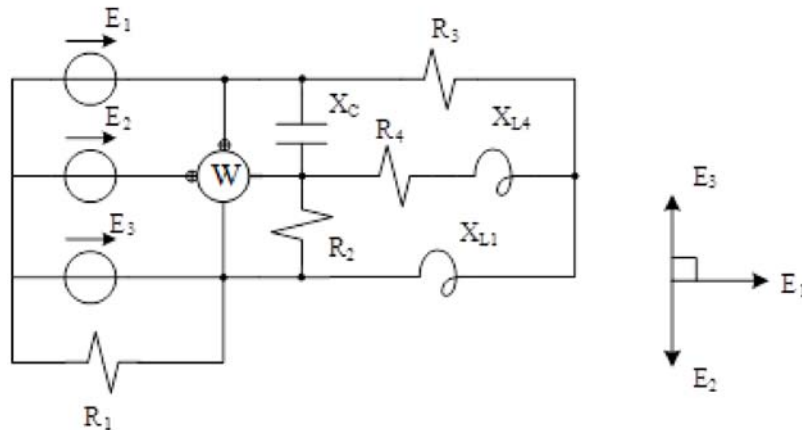
$$v4\_zm = 150 \text{ [V]}$$

$$v4\_zp = 82.8947 \text{ [V]}$$

$$v4\_inf = 58.9286 \text{ [V]}$$

$$\tau = 0.0020 \text{ [s]}$$

## ESERCIZIO 3



## Dati

R=10;  
X1=20;  
X4=15;  
Xc=25;  
E=300;

E1=E

$$E1 = 300$$

E2=-j\*E

$$E2 = 0.0000e+00 - 3.0000e+02i$$

E3=j\*E

$$E3 = 0.0000e+00 + 3.0000e+02i$$

I carichi Xc e R2 sono trasversali e R1 è in parallelo a E3. Si può quindi fare Millman per trovare la tensione tra i due centri stella.

$$Vmil = (E1/R + E2/(R + j*X4) + E3/(j*X1)) / (1/R + 1/(R + j*X4) + 1/(j*X1))$$

$$Vmil = 1.8832e+02 + 6.7883e+01i$$

La corrente circolante nel wattmetro è calcolata con la legge al nodo come somma corrente circolante in R4-Xa (verso destra) , meno la corrente circolante nel condensatore (verso il basso), meno la corrente in R2 (verso l'alto)

$$I_c = (E_1 - E_2) / (-j * X_c)$$

$$I_c = -12.0000 + 12.0000i$$

$$I_{r2} = (E_3 - E_2) / R$$

$$I_{r2} = 0.0000 + 60.0000i$$

$$I_{22} = (E_2 - V_{mil}) / (R + j * X_4)$$

$$I_{22} = -22.7737 - 2.6277i$$

$$I_2 = I_{22} - I_c - I_{r2}$$

$$I_2 = -10.7737 - 74.6277i$$

La tensione è E1 - E3

$$V_w = (E_1 - E_3)$$

$$V_w = 3.0000e+02 - 3.0000e+02i$$

$$P = \text{real}(V_w * \text{conj}(I_2))$$

$$P = 1.9156e+04$$

## Risultati

$$P = 19156 \text{ W}$$