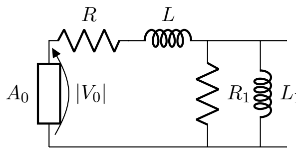
Elettrotecnica ed Elettronica Applicata - Aerospaziali Zich, 4 luglio 2017 Appello, Tempo: 105 minuti

Risolvere riportando i **passaggi principali** e le **soluzioni numeriche**.

| Cognome | Nome | Matricola | Posizione | **Voto** |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

**1** Calcolare la potenza attiva $P$ e la potenza reattiva $Q$ dissipate dal bipolo in figura, sapendo che l'elemento generico dissipa una potenza apparente pari a $|A_0| = 1500VA$ con un $\cos\phi_0 = 0,6$.




$R = 11\Omega$;
$L = 1H$;
$R_1 = 25\Omega$; $L_1 = 10/3H$;
$\omega = 30rad/s$; $|V_0| = 150V$;

**Risposte:**

| |
|---|
| $P =$ |
| $Q =$ |

Le reattanze sono:

$$X_L = \omega L = 30\Omega \tag{1}$$

$$X_{L_1} = \omega L_1 = 10\Omega \tag{2}$$

$$P_0 = |A_0| \cos\phi_0 = 900W \tag{3}$$

$$Q_0 = \sqrt{|A_0|^2 - P_0^2} = 1200VAR \tag{4}$$

La corrente $|I_0|$ e':

$$|I_0| = \frac{|A_0|}{|V_0|} = 10A \tag{5}$$

Alla sezione successiva:

$$P_1 = P_0 + I_0 \cdot R = 2000W \tag{6}$$

$$Q_1 = Q_0 + I_0 \cdot X_L = 1500VAR \tag{7}$$

$$|A_1| = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} = 2500VA \tag{8}$$

Quindi:

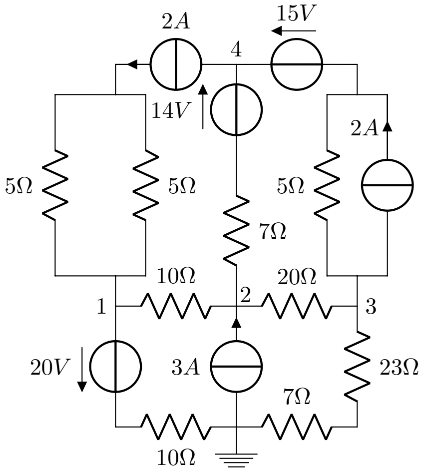
$$|V_1| = \frac{|A_1|}{|I_0|} = 250V \tag{9}$$

Infine:

$$P = P_1 + \frac{|V_1|^2}{R_1} = 4500W \tag{10}$$

$$Q = Q_1 + \frac{|V_1|^2}{X_{L_1}} = 2125VAR \tag{11}$$

**2** Scrivere la matrice $[G]$ ed il vettore $\underline{I}$ risolventi il metodo dei nodi per la rete riportata in figura.




$\underline{\underline{G}} =$

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

$\underline{I} =$

| |
|---|
| |
| |
| |
| |

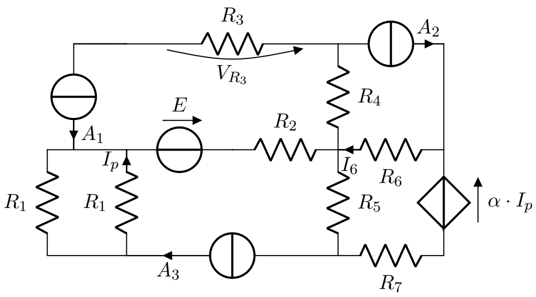
$\underline{\underline{G}} =$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\frac{1}{10}+\frac{1}{10}$ | $-\frac{1}{10}$ | 0 | 0 |
| $-\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{10}+\frac{1}{20}+\frac{1}{7}$ | -1/20 | -1/7 |
| 0 | -1/20 | $\frac{1}{20}+\frac{1}{30}+\frac{1}{5}$ | -1/5 |
| 0 | -1/7 | -1/5 | 1/7+1/5 |

$\underline{I} =$

| |
|---|
| $-\frac{20}{10}+2$ |
| $3-\frac{14}{7}$ |
| $\frac{25}{5}$ |
| $-\frac{25}{5}-2+\frac{14}{7}$ |

**3** Dato il circuito in figura, calcolare il valore del pilota $I_p$, la potenza dissipata da $E$, la differenza di potenziale ai capi di $R_3$ e la corrente che circola in $R_6$.




$R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$;
$R_3 = 7\Omega$; $R_4 = 6\Omega$;
$R_5 = 5\Omega$; $R_6 = 9\Omega$;
$R_7 = 1\Omega$;
$A_1 = 3A$; $A_2 = 5$;
$A_3 = 12A$; $E = 20V$;
$\alpha = 5\Omega$

**Risposte:**

| |
|---|
| $I_p =$ |
| $P_E =$ |
| $V_{R_3} =$ |
| $I_6 =$ |

Nel parallelo fra le due $R_1$ scorre ua corrente pari ad $A_3$. Poiche' le due resistenze in parallelo sono uguali,

$$I_P = \frac{A_3}{2} = 6A \tag{12}$$

Da una KCL:

$$I_E = A_1 + A_3 = 15A \tag{13}$$

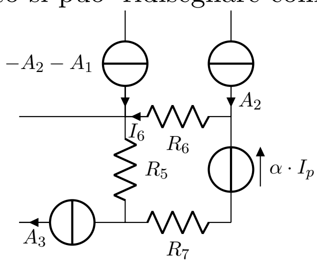
quindi:

$$P_E = -E \cdot I_E = -300W \tag{14}$$

Facilmente,

$$V_{R_3} = R_3 \cdot A_1 = 21V \tag{15}$$

Il circuito si puo' ridisegnare come segue:




Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti:

$$I_6 = \frac{\alpha I_p}{R_6 + R_5 + R_7} + A_2 \frac{R_5 + R_7}{R_6 + R_5 + R_7} - A_3 \frac{R_5}{R_6 + R_5 + R_7} = 0A \tag{16}$$

**4** Disegnare il diagramma di bode asintotico per la seguente funzione, riportando le pendenze dei tratti non orizzontali, la quota dei tratti orizzontali e le frequenze (pulsazioni) di taglio.

$$H(s) = \frac{10(s+10)}{(s+1)(s+100)^2} \tag{17}$$

**5** Data una macchina elettrica a magneti permanenti alimentata a $300V$, sapendo che la velocita' di fuga e' pari a $\omega_f = 150rad/s$ e sapendo che la potenza massima della macchina e' pari a $7500W$, calcolare la coppia allo spunto $C_0$. Sapendo, poi, che la macchina allo spunto assorbe $40A$, calcolare la resistenza interna.

**Risposte:**

| |
|---|
| $C_0 =$ |
| $R_a =$ |

Sapendo che la velocita' a potenza massima e':

$$\omega_m = \frac{\omega_f}{2} = 75rad/s \tag{18}$$

si puo' calcolare la coppia a massima potenza:

$$C_m = \frac{P_m}{\omega_m} = 100Nm \tag{19}$$

La coppia allo spunto e', quindi:

$$C_0 = 2C_m = 200Nm \tag{20}$$

Sapendo che:

$$C = k_\phi I \tag{21}$$

si calcola:

$$k_\phi = \frac{C}{I} = 5\frac{Nm}{A} \tag{22}$$

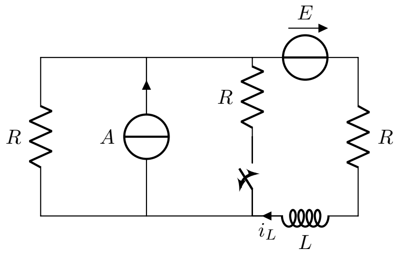
La coppia allo spunto si calcola dalla curva di coppia come:

$$C_0 = \frac{k_p hi}{R_a} V_a \tag{23}$$

da cui:

$$R_a = \frac{k_\phi}{C_0} V_a = \frac{5}{200} 300 = 7,5\Omega \tag{24}$$

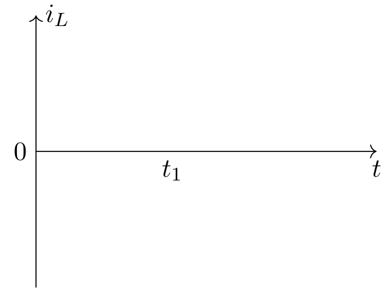
**6** Dato il circuito in figura, **diagrammare la corrente** $i_L(t)$, **calcolare** le costanti di tempo $\tau_1$, $\tau_2$, il valore della corrente $i_L(t = t_0)$, il valore limite per primo transitorio $i_L(\infty_1)$ e per il secondo transitorio $i_L(\infty_2)$. L'interruttore si apre a $t_0 = 0s$ e si chiude a $t_1 = 0,2s$.



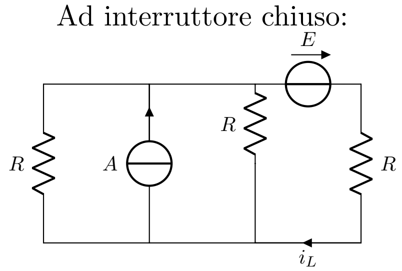

$R = 5\Omega$; $A = 2A$;
$E = 25V$; $L = 0,75H$;

**Risposte**:

| |
|---|
| $\tau_1 =$ |
| $\tau_2 =$ |
| $i_L(t_0) =$ |
| $i_L(\infty_1) =$ |
| $i_L(\infty_2) =$ |




Ad interruttore chiuso:




Theveizzando il Norton:

$$I_{L0} = I_{L\infty_2} = \frac{\frac{R}{2}A + E}{\frac{3}{2}R} = \frac{RA + 2E}{3R} = 4A \tag{25}$$

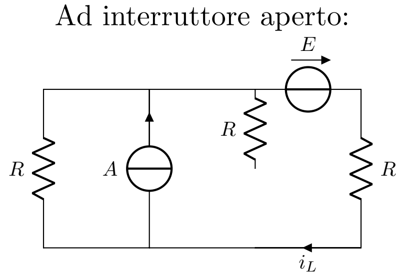
La $R_{eq}$ e':

$$R_{eq} = R + R//R = \frac{3}{2}R = 7,5\Omega \tag{26}$$

Quindi:

$$\tau_2 = \frac{L}{R_{eq}} = 0,1s \tag{27}$$

Ad interruttore aperto:



Theveizzando il Norton:

$$I_{L\infty_1} = \frac{RA + E}{2R} = 3,5A \tag{28}$$

La $R_{eq}$ e':

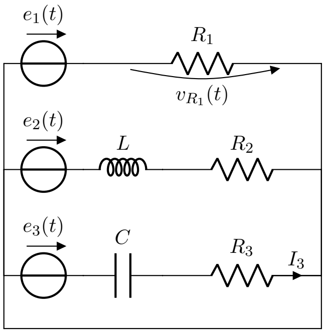
$$R_{eq} = 2R = 10\Omega \tag{29}$$

Quindi:

$$\tau_1 = \frac{L}{R_{eq}} = 0.075s \tag{30}$$

**7** Data la rete trifase simmetrica in figura, calcolare $v_{R_1}(t)$ e $i_3(t)$. **Risposte:**

| |
|---|
| $v_{R_1}(t) =$ |
| $i_3(t) =$ |




$R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 15\Omega$;
$R_3 = 15\Omega$; $|e_i| = 220\sqrt{2}V$;
$L = 0,25H$;
$C = 0.03F$; $\omega = 50rad/s$;

Subito si calcola:

$$v_{R_1}(t) = -e_1(t) = -220\sqrt{2}\cos(50t) = 220\sqrt{2}cos(50t + \pi/2) \tag{31}$$

Calcolando la trasformata fasoriale:

$$\underline{Z}_C = -j\frac{1}{\omega C} = -j\frac{2}{3} \tag{32}$$

$$\underline{E}_3 = 220e^{-j\frac{2}{3}\pi} = -110 - j190.5 \tag{33}$$

Da cui:

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{E}_3}{\underline{Z}_C + R_3} = -6.76 - j13 = 14,65e^{-j2} \tag{34}$$

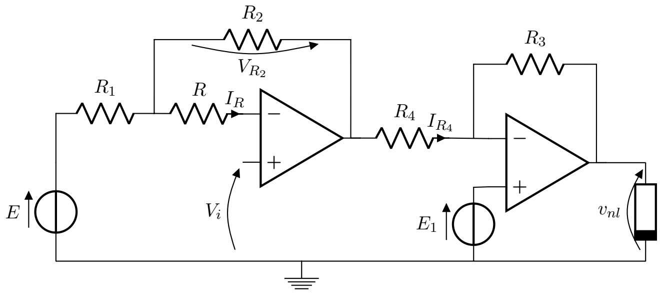
Infine:

$$i_3(t) = 14,65\sqrt{2}\cos(50t - 2) \tag{35}$$

**8** Data la rete in figura, calcolare la differenza di potenziale ai capi di $R_2$, la corrente circolante in $R$, la corrente circola in $R_4$ ed il punto di lavoro a corrente minore per il resistore non lineare $(I, V)$.

**Risposte:**

| |
|---|
| $V_{R_2} =$ |
| $I_R =$ |
| $I_{R_4} =$ |
| $I =$ |
| $V =$ |

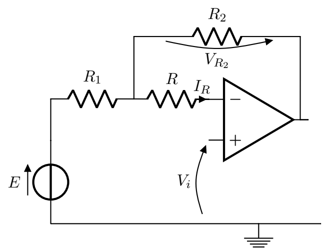



$R_1 = 2,5\Omega$; $R_2 = 2\Omega$;
$R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 4\Omega$;
$R = 7\Omega$ $E_1 = 15V$;
$V_i = 15V$; $E = 10V$;
$v_{nl} = 3i_{nl}^2$

Dall'equazione costitutiva:

$$I_R = 0A \tag{36}$$

Analizzando la prima parte dell'esercizio:



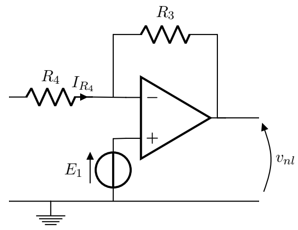

$$V_{R_1} = V_i - E = 5V \tag{37}$$

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} = 2A \tag{38}$$

$$V_{R_2} = I_{R_1} R_2 = 4V \tag{39}$$

$$V_1 = V_{R_2} + V_i = 19V \tag{40}$$

Analizzando la seconda parte dell'esercizio:




$$V_{R_4} = V_1 - E_1 = 4V \tag{41}$$

$$I_{R_4} = \frac{V_{R_4}}{R_4} = 1A \tag{42}$$

$$v_{nl} = E_1 - I_{R_4} R_3 = 12V \tag{43}$$

Infine:

$$i_{nl} = \sqrt{\frac{v_{nl}}{3}} = -2A \tag{44}$$