ELETTROTECNICA (MTM)
D. D'Amore

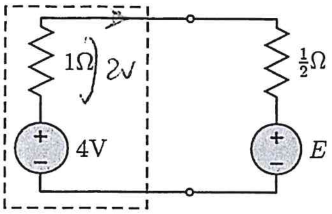
Appello: 27 Giugno 2019

Tabella voti (riservata al docente)									
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	E1	E2	E3	LAB	VOTO

Matr: .... **Cognome** .... **Nome** ....

- Ogni quesito **Q** ha una sola risposta esatta che vale **2 punti**. Una risposta errata causa una valutazione del quesito di **-1 punto**; nessuna o più risposte causano una valutazione di **0 punti**.
- Ogni esercizio **E** vale **6 punti**.

Q1



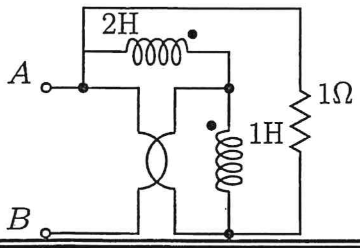
Il bipolo tratteggiato in figura eroga potenza massima quando:

☒ $E = 1\text{V}$ ☐ $E = 0\text{V}$
☐ $E = -2\text{V}$ ☐ $E = -3\text{V}$

Q2 Un doppio bipolo ammette la formulazione di trasmissione diretta **T** con $t_{11} = 0$; ne consegue che:

☐ non esiste **H** ☒ non esiste **H'** ☐ $g_{11} = 0$ ☐ $t_{12} = 0$

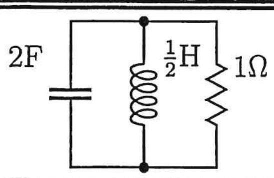
Q3



Il bipolo ai morsetti AB opera in regime sinusoidale con $\omega = 1\text{rad/s}$, $M = 2\text{H}$ ed ha impedenza z_t ed ammettenza y_t. Risulta:

☐ $\text{Re}(z_t) < 0$ ☒ $\text{Im}(y_t) \leq 0$
☐ $\text{Im}(z_t) < 0$ ☐ $\text{Re}(y_t) < 0$

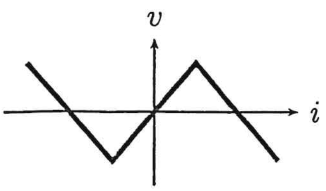
Q4



La pulsazione di risonanza è:

☐ $\omega_0 = 4\text{rad/s}$ ☐ $\omega_0 = 2\text{rad/s}$ ☒ $\omega_0 = 1\text{rad/s}$ ☐ $\omega_0 = \frac{1}{2}\text{rad/s}$

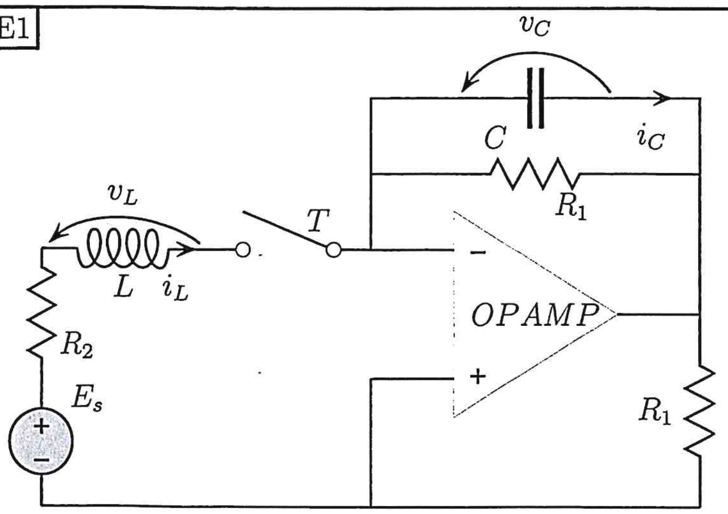
Q5



Un bipolo non lineare ha la caratteristica riportata in figura, con le convenzioni dell'utilizzatore. Tale bipolo:

☐ è passivo ☒ è attivo
☐ è passivo quando v ed i hanno lo stesso segno ☐ è attivo quando v ed i hanno lo stesso segno

E1



Nel circuito dinamico di figura, l'interruttore T, aperto da molto tempo, viene chiuso all'istante $t_0 = 0$. Sapendo che:
$L = 2\text{H}$, $C = 1\text{F}$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $E_s = 10\text{V}$
si chiede di:

- scrivere la formulazione di stato in forma simbolica e numerica
- commentare la stabilità del circuito per $t > 0$
- determinare $i_L(t)$ per $t > 0$
- tracciare un grafico qualitativo della forma d'onda di $i_L(t)$ per $t > t_0$

$$E_s - R_2 i_L - v_L = 0 \quad \rightarrow \quad v_L = -R_2 i_L + E_s$$

$$\boxed{\dot{i}_L = -\frac{R_2}{L} i_L + \frac{E_s}{L}}$$

$$i_C + \frac{v_C}{R_1} - i_L = 0 \quad \rightarrow \quad i_C = i_L - \frac{v_C}{R_1}$$

$$\boxed{\dot{v}_C = \frac{i_L}{C} - \frac{v_C}{R_1 C}}$$

Eq. di stato:

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_L \\ \dot{v}_C \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} -\frac{R_2}{L} & 0 \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{R_1 C} \end{bmatrix}}_{A} \begin{bmatrix} i_L \\ v_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_s/L \\ 0 \end{bmatrix} \qquad = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L \\ v_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = -\frac{Tr(A)}{2} = 1 \qquad \omega_0^2 = Det(A) = 1$$

essendo $Tr(A) < 0$, $Det(A) > 0$ $\Rightarrow$ AS. STAB.

$$s_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} = -1 \text{ (doppie)}$$

$$i_L(t) = (K_0 + K_1 t) e^{-\alpha t} + i_{Lp}(t) \quad \leftarrow \text{forma della soluzione}$$

Soluzione a regime: $i_{Lp}(t) = I_{Lp} = \frac{E_s}{R_2} = 5\text{A}$

condizioni iniziali: $i_L(0) = 0$ (int. aperto e variabili continue)
$v_C(0) = 0$ (int. aperto da molto tempo e circuito AS. STAB. x $t < 0$)

$\dot{i}_L(0^+) = 5$ A/s (dall'eq. di stato in 0^+)

$$\dot{i}_L(t) = K_1 e^{-\alpha t} - \alpha (K_0 + K_1 t) e^{-\alpha t}$$

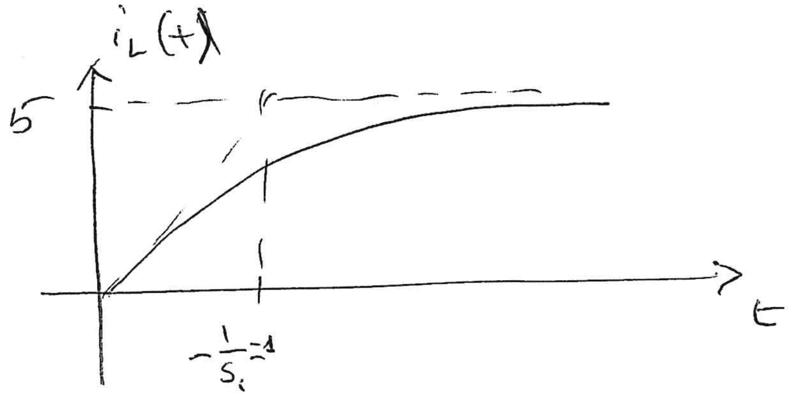
$$\dot{i}_L(0) = K_1 - \alpha K_0$$

impongo le c.i :

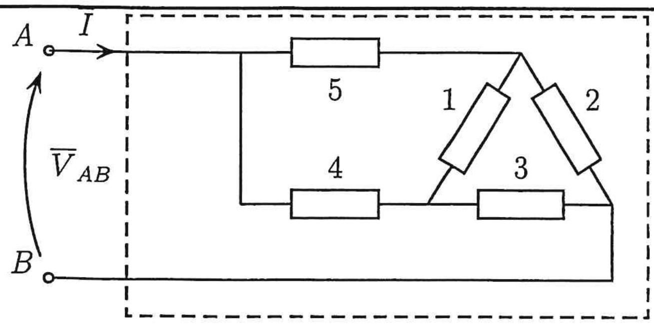
$$i_L(0) = K_0 + I_{Lp} \longrightarrow K_0 = 0 - I_{Lp} = -5$$

$$K_1 + 5\alpha = 5 \longrightarrow K_1 = 5 - 5 \cdot 1 = 0$$

$$\boxed{i_L(t) = -5 e^{-t} + 5}$$



E2



Il bipolo composto tratteggiato opera in regime alternato sinusoidale a $f = 50\text{Hz}$ con $|V_{AB}| = 260\text{V}_{eff}$ ed i bipoli assorbono le potenze riportate in tabella. Determinare:

Bipolo	P [W]	Q [Var]
1	710	400
2	300	-700
3	-210	300
4	300	-100
5	-600	1300

- il $\cos\phi$ ai morsetti AB precisando se la corrente $\overline{I}$ è in anticipo o ritardo rispetto alla tensione $\overline{V}_{AB}$
- la potenza apparente totale assorbita ai morsetti AB
- il modulo della corrente I in valore efficace
- La capacità da porre ai morsetti AB per rifasare il carico a $cos\phi = 1$

$$P_{tot} = 500\ W$$
$$Q_{tot} = 1200\ Var \longrightarrow A_{tot} = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = 1300\,VA$$

Si tratta di un carico induttivo ($Q_{tot} > 0$) quindi $\bar{I}$ è in ritardo rispetto a $\bar{V}_{AB}$.

$$\cos\phi_{AB} = \frac{P_{tot}}{A_{tot}} = \frac{500}{1300} = 0{,}38\ (\text{induttivo})$$

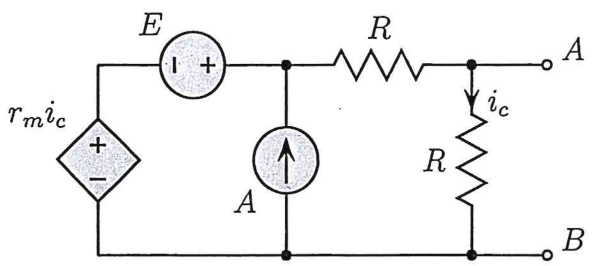
$$I = \frac{A_{tot}}{V_{AB}} = \frac{1300}{260} = 5\ A_{eff}$$

prima del rif. dopo il rif.

$$C = -\frac{Q_C}{\omega V_{AB}^2} = + \frac{P_{tot}\left(tg\,\phi_{AB} - tg\,\varphi'\right)}{\omega V_{AB}^2} =$$

$$= + \frac{1200}{314{,}15 \cdot 260^2} = 56{,}5\,\mu F$$

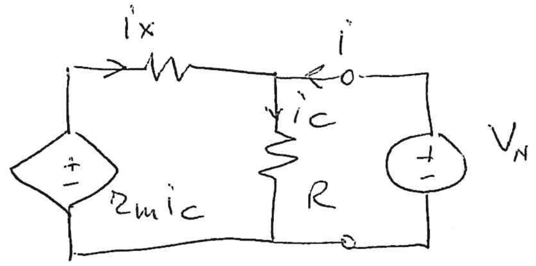
E3



Sapendo che:
$E = 10\text{V}$, $A = 2\text{A}$, $R = 6\Omega$,

- Determinare per quale valore del parametro r_m ai morsetti AB esiste soltanto il modello equivalente di Norton
- determinare il circuito equivalente di Thevenin ai morsetti AB avendo posto $r_m = 10\Omega$
- Calcolare la potenza erogata dal generatore di corrente quando i morsetti AB vengono chiusi in corto circuito.

Calcolo la conduttanza di Norton



$$i = i_c - i_x$$

$$i_c = \frac{V_N}{R}$$

$$r_m i_c - R i_x = V_N \longrightarrow r_m \frac{V_N}{R} - R i_x = V_N$$

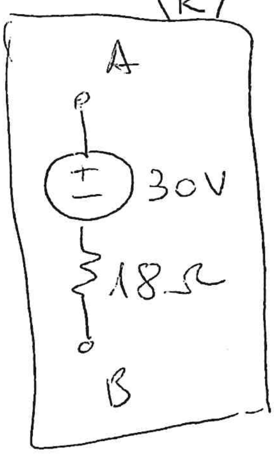
$$\Rightarrow i_x = \frac{\frac{r_m}{R} - 1}{R} \Rightarrow i = \frac{V_N}{R} + \frac{1 - \frac{r_m}{R}}{R} \Rightarrow G_N = \frac{i}{V_N} = \frac{2 - r_m/R}{R}$$

se $G_N = 0$ esiste solo Norton $\Rightarrow$ $\boxed{r_m = 12\,\Omega}$

Posto $r_m = 10\,\Omega$ calcolo $R_{TH} = \frac{1}{G_N} = 18\,\Omega$

Calcolo $V_{AB} = V_{TH}$

$$r_m 10\left(\frac{V_{AB}}{R}\right) + E - R\left(\frac{V_{AB}}{R}\right) = V_{AB} \Rightarrow \boxed{V_{AB} = V_{TH} = 30\,\text{V}}$$



Quando $V_{AB} = 0$ (c.to c.to) $\rightarrow i_c = 0$

e quindi: $\boxed{P_A = A \cdot E = 20\,\text{W} \text{ erogati}}$