



Elettrotecnica (082742 – 082748 – 097245)
 Proff. Bizzarri, Codecasa, Gruosso, Maffezzoni, Pignari

Esame, 29 Agosto 2018

Cognome _____ Nome _____

Matricola _____ Firma _____

AVVERTENZE

- La prova dura 2 ore.
- Le domande D1 – D7 a risposta multipla hanno ciascuna una sola risposta esatta (+2/-1/0 punti per ogni risposta giusta/errata/senza risposta).
- Gli studenti iscritti al corso 097245 (9CFU) non dovranno rispondere al quesito D7 e il punteggio conseguito complessivamente sarà rinormalizzato a 32.
- I punteggi massimi complessivi per ogni quesito sono riportati nella tabella sottostante; un punteggio inferiore a 16 invalida la prova.

Esercizio	D1 – D7 14 punti	E1 6 punti	E2 6 punti	E3 6 punti				Voto Finale
Voto								

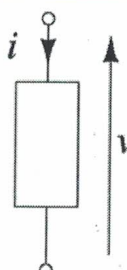
D1	Il bipolo descritto dall'equazione caratteristica $i = 1 [A]$ è	
	controllabile in corrente.	<input type="checkbox"/>
	controllabile in corrente e in tensione.	<input type="checkbox"/>
	controllabile in tensione.	<input checked="" type="checkbox"/>

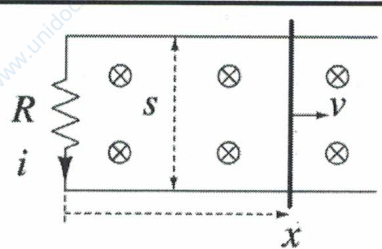
D2	Data la sinusoide $x(t) = \cos\left(3t + \frac{\pi}{4}\right)$ di fasore \bar{x} , la sinusoide $y(t) = \frac{d}{dt}x(t) + 4x(t)$ ha fasore	
	$\bar{y} = j\bar{x} + 4\bar{x}$	<input type="checkbox"/>
	$\bar{y} = j3\bar{x} + 4\bar{x}$	<input checked="" type="checkbox"/>
	$\bar{y} = 3j\bar{x} + 4$	<input type="checkbox"/>

D3	Se la funzione di rete $H(j\omega)$ (guadagno di tensione), di un circuito in regime sinusoidale permanente (AC), alla pulsazione ω_0 vale $H(j\omega_0) = 1 + j$, e il fasore di uscita è $\bar{v}_{out} = j2 [V]$, il segnale sinusoidale in ingresso risulta essere:	
	$v_{in}(t) = \cos(\omega_0 t + 135^\circ) [V]$	<input type="checkbox"/>
	$v_{in}(t) = -2\sin(\omega_0 t) [V]$	<input type="checkbox"/>
	$v_{in}(t) = \sqrt{2}\cos(\omega_0 t + 45^\circ) [V]$	<input checked="" type="checkbox"/>

D4	In un circuito dinamico del primo ordine (non degenere e con ingressi limitati) quale variabile è una funzione continua del tempo?	
	La corrente nel condensatore.	<input type="checkbox"/>
	La tensione ai morsetti dell'induttore.	<input type="checkbox"/>
	La corrente nell'induttore.	<input checked="" type="checkbox"/>

D5	In un carico trifase bilanciato a triangolo vale la seguente relazione fra moduli delle correnti:	
	la corrente di linea è $\sqrt{3}$ volte la corrente di fase.	<input checked="" type="checkbox"/>
	la corrente di fase è $\sqrt{3}$ volte la corrente di linea.	<input type="checkbox"/>
	la corrente di fase e la corrente di linea coincidono (a causa dell'assenza del centro stella).	<input type="checkbox"/>

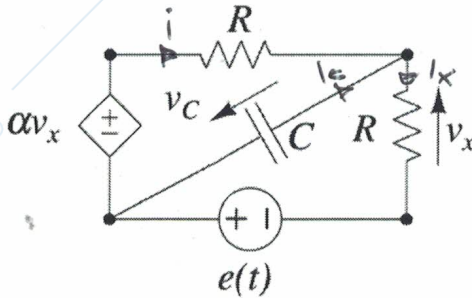
D6	Il bipolo in figura ha equazione costitutiva $v - 3i - 4 = 0$ ed è quindi in grado di erogare una potenza massima pari a	
		
	$\frac{1}{3} [W]$	<input type="checkbox"/>
	$-\frac{4}{3} [W]$	<input type="checkbox"/>
	$\frac{4}{3} [W]$	<input checked="" type="checkbox"/>

D7	Una coppia di fili sottili paralleli con separazione s, costituisce un binario sul quale può scorrere in contatto elettrico un filo sottile, con moto uniforme di velocità v diretta verso destra. All'istante $t = 0$, la posizione del filo scorrevole è $x = 0$. All'estremità sinistra, immobile, è collegato un resistore di resistenza R. Il tutto è immerso in un campo di induzione magnetica \vec{B} costante nel tempo, perpendicolare al piano dei fili, con il verso in figura. L'espressione della corrente $i(t)$ per $t > 0$ è	
		
	$i(t) = -\frac{svB}{R}$	<input type="checkbox"/>
	$i(t) = \frac{svB}{R}$	<input checked="" type="checkbox"/>
	$i(t) = \frac{svB}{R} t$	<input type="checkbox"/>

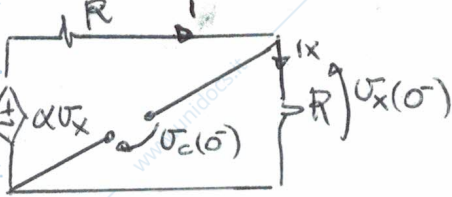
Riportare i risultati e i passaggi salienti nel riquadro relativo ad ogni esercizio.

E1

In $t = 0^-$ il circuito si trova a regime con $e(t) = 0$ per $t < 0$ ed $e(t) = E$ per $t > 0$. Determinare analiticamente e graficamente $v_c(t)$ e $v_x(t)$ per $t = 0^-$ e per $t > 0$ assumendo $R = 3\Omega$, $C = 1mF$, $E = 6V$ ed $\alpha = 0.5$.



Analizzo il circuito in $t = 0^-$



$$i = i_x = \frac{\alpha v_x}{2R}; v_x = R i_x = \frac{\alpha v_x}{2} \rightarrow \text{poiché } \alpha \neq 0$$

$$v_x = 0, i_x = 0$$

$$v_c(0^-) = 0; v_x(0^-) = 0$$

$$v_c(0^-) = -v_x(0^-) = 0$$

Analizzo il circuito per $t > 0$

$$v_c = e - v_x; v_x = R i_x = R \left(\frac{v_c + \alpha v_x}{R} + i_c \right) = v_c + \alpha v_x + R i_c$$

$$v_x = \frac{v_c}{1-\alpha} + \frac{R}{1-\alpha} i_c$$

$$v_c = e - \frac{v_c}{1-\alpha} - \frac{R}{1-\alpha} i_c$$

$$v_c \left(\frac{2-\alpha}{1-\alpha} \right) - e = - \frac{RC}{1-\alpha} \frac{dv_c}{dt}$$

$$\frac{dv_c}{dt} = \left(- \frac{2-\alpha}{RC} \right) v_c(t) + \frac{E(1-\alpha)}{RC}$$

$\lambda < 0$.. stabilità asintotica

$$v_c(t) = v_{c\infty} e^{\lambda t} + v_{c\text{ip}}$$

Calcolo $v_{c\text{ip}} \rightsquigarrow 0 = - \frac{2-\alpha}{RC} v_{c\text{ip}} + \frac{E(1-\alpha)}{RC} \rightsquigarrow v_{c\text{ip}} = \frac{E(1-\alpha)}{(2-\alpha)} = 2V$

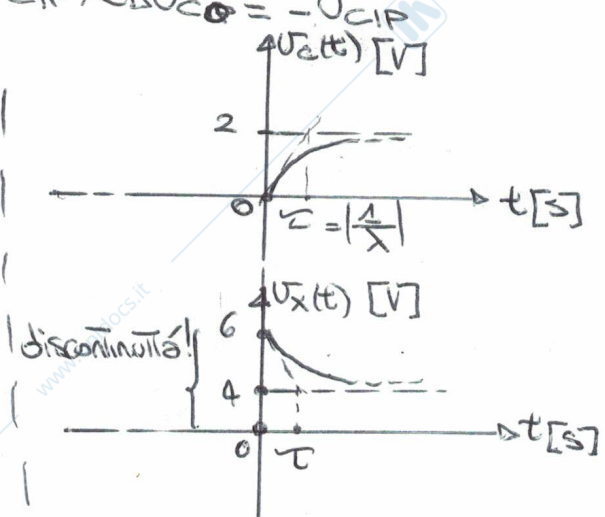
Sotto limitato... vale la continuità delle variabili di stato $\rightsquigarrow v_c(0^-) = v_c(0^+) = 0 = v_{c0} + v_{c\text{ip}} \rightsquigarrow v_{c0} = -v_{c\text{ip}}$

Otengo:

$$v_c(t) = -2e^{-500t} + 2 \text{ [V]}$$

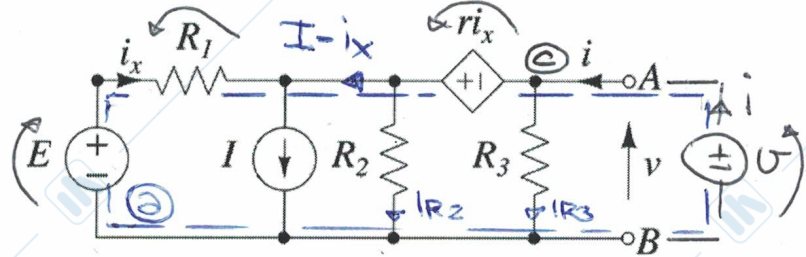
$$v_x(t) = \frac{1}{1-\alpha} (v_c + R i_c) = \frac{1}{1-\alpha} \left(v_c + RC \frac{dv_c}{dt} \right) =$$

$$= 2e^{-500t} + 4 \text{ [V]}$$



E2

Si determinino i parametri del circuito equivalente Norton ai morsetti A e B del bipolo composto mostrato in figura. Si assumano $R_1 = 4k\Omega$, $R_2 = 2k\Omega$, $R_3 = 2k\Omega$, $E = 8V$, $I = 2mA$ ed $r = 2k\Omega$.



AVL maglia ①: $U + r i_x + R_1 i_x - E = 0$

$$i_x = \frac{E - U}{r + R_1}$$

AVL nodo ②: $i = \frac{U}{R_3} + \frac{U + r i_x}{R_2} + I - i_x$

$$i = U \left(\frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} \right) + \left(\frac{r - R_2}{R_2} \right) i_x + I$$

$$i = U \left(\frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} \right) + \left(\frac{r - R_2}{R_2} \right) \left(\frac{E - U}{r + R_1} \right) + I$$

$$i = U \left(\frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} - \frac{r - R_2}{R_2 (r + R_1)} \right) + I + E \left(\frac{r - R_2}{R_2 (r + R_1)} \right)$$

$G_{N\bar{V}}$ $A_{N\bar{V}}$

Utilizzando i parametri indicati nel testo si ottiene quanto segue:

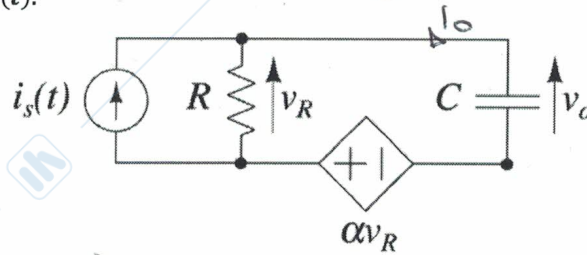
$$i = 0,00104 + 0,002 \quad [A]$$

$$\downarrow G_{N\bar{V}} = 10^{-3} [S]$$

$$A_{N\bar{V}} = 2 \cdot 10^{-3} [A]$$

E3

Il circuito in figura evolve in regime sinusoidale permanente (opera cioè in AC) alla pulsazione ω . Si determini la funzione di rete $H(j\omega) = \frac{\bar{v}_o}{\bar{i}_s}$. Assumendo poi $i_s(t) = \cos(100t)$ [A], $R = 1\Omega$, $C = 1\text{mF}$ ed $\alpha = 9$, si ricavi l'espressione della tensione $v_o(t)$.



$$\bar{I}_s = 1 \text{ (valore di picco)}$$

$$\bar{I}_o = \frac{\bar{v}_o}{\frac{1}{j\omega C}} = \bar{v}_o j\omega C; \quad \bar{v}_o = \bar{v}_R(1+\alpha)$$

$$\bar{I}_o = \frac{\bar{v}_R}{R} + j\omega C \bar{v}_o = \frac{\bar{v}_R}{R} + j\omega C(1+\alpha)\bar{v}_R = \frac{1+j\omega CR(1+\alpha)}{R} \bar{v}_R$$

$$\bar{v}_R = \frac{R}{1+j\omega CR(1+\alpha)} \bar{I}_o; \quad \bar{v}_o = \bar{v}_R(1+\alpha) = \frac{R(1+\alpha)}{1+j\omega CR(1+\alpha)} \bar{I}_o$$

$$H(j\omega) = \frac{\bar{v}_o}{\bar{I}_s} = \frac{R(1+\alpha)}{1+j\omega CR(1+\alpha)} = \frac{10}{1+j\omega 0.01}$$

per $\omega = 100 \text{ rad/s}$, ottengo:

$$H(j\omega) = \frac{10}{1+j}$$

$$\bar{v}_o = H(j\omega) \bar{I}_s = \frac{10}{1+j} \cdot 1 = \frac{10}{\sqrt{2} e^{j\pi/4}} = 5\sqrt{2} e^{-j\pi/4}$$

$$v_o(t) = 5\sqrt{2} \cos(100t - \frac{\pi}{4})$$