Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni

a.a. 2014/2015

Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica

Primo appello – 15/01/2015

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola nella tabella sottostante.
Il parametro k è uguale all'ultima cifra del numero di matricola.

						k
Matricola						
Nome e Cognome						
Corso di Laurea						

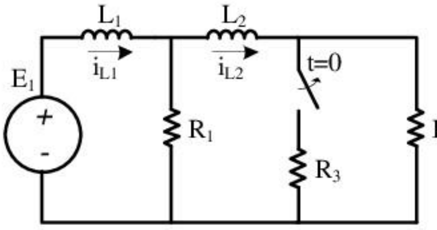


Fig.1

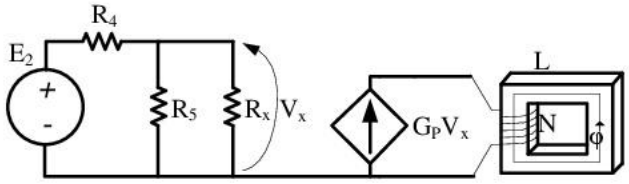


Fig. 2

I seguenti valori valgono per tutte le figure: E_1=(10+k) V, R_1=R_2=R_3=10 Ω, E_2=15 V, R_4=R_5=9 Ω, L_1=L_2=10 mH, G_P=2 s.

Problema 1 **[punti 10]**

Con riferimento alla Fig. 1 calcolare l'andamento della corrente i_{L1} in funzione del tempo e tracciarne un grafico qualitativo. Calcolare la potenza dissipata da R_3 all'istante $t \to \infty$.	$i_{L1}(t)$ = $P_{R3}(\infty)$ =

Problema 2 **[punti 7]**

Si sostituisca al generatore a tensione costante di Fig. 1 un generatore di tensione sinusoidale con pulsazione ω. Considerando l'interruttore sempre aperto, si determini la funzione di trasferimento H(jω) che si ottiene considerando in ingresso la corrente i_{L1} e in uscita la corrente i_{L2}. Si traccino i diagrammi di Bode asintotici delle ampiezze e delle fasi.	H(jω) =

Problema 3 **[punti 8]**

Dato il circuito di Fig. 2, determinare R_x in modo tale che la tensione V_x risulti pari a 3 V. Successivamente, sapendo che la riluttanza complessiva del nucleo vale $\mathscr{R}$=2000 A/Wb, si calcolino il numero N di spire necessario per ottenere all'interno del nucleo magnetico un flusso φ=0.03 Wb e l'induttanza L dell'avvolgimento.	R_x = N= L =

Domanda 1 **[punti 4]**

Scrivere l'enunciato, le ipotesi di validità e una dimostrazione di massima del teorema di Millman.

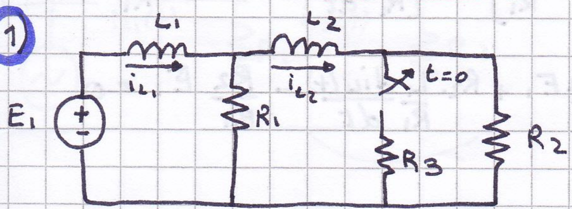
Domanda 2 **[punti 4]**

Con riferimento al regime sinusoidale, definire i concetti di potenza attiva istantanea e potenza reattiva istantanea.

I APPELLO 15/01/2015

$\boxed{\text{pongo } k=0}$

1



$E_1 = (10+k)\,V$

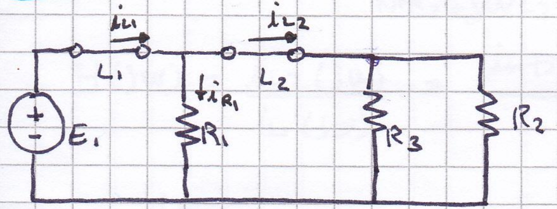
$R_1 = R_2 = R_3 = 10\ \Omega$

$L_1 = L_2 = 10\ mH$

$i_{L_1}(t) = ?$

$P_{R_3}(\infty) = ?$

$t<0$



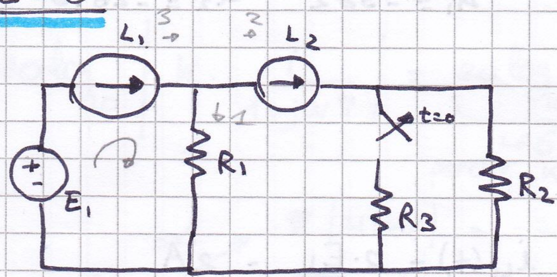
$V_{L_1}(t) = 0$
$V_{L_2}(t) = 0$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{3}{10}$

$i_{L_1}(t) = \frac{E}{R_{eq}} = 10 \cdot \frac{3}{10} = 3\ A \Rightarrow i_{R_1} = 1\,A$

$i_{L_2}(t) = i_{L_1}(t) \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_p} = \cancel{3}^{1} \cdot \frac{\cancel{10}^{2}}{\cancel{15}_{5}} = 2\ A$

$t = 0^+$



$i_{L_1}(t) = 3\,A$

$i_{L_2}(t) = 2\,A$

$V_{L_1} = 0\,V$

$\Rightarrow E_1 - V_{L_1} - V_{R_1} = 0$

$V_{L_1} = E_1 - i_{R_1} \cdot R_1 = 10 - 1 \cdot 10 = 0\,V$

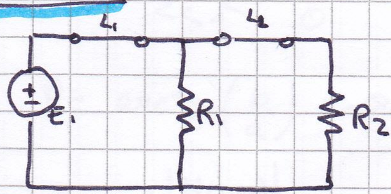
$E_1 - V_{L_1} - i R_1 = 0$

$\frac{E_1 - V_1}{R_1} = i$

$V_{L_1} = E_1 - iR_1$

$10 - 1 \cdot 10 = 0$

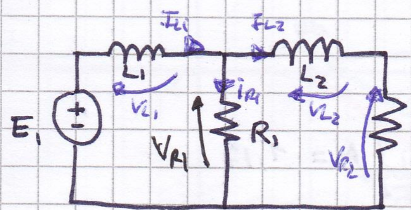
$t \to +\infty$



$i_{L_1}(t) = \frac{E}{R_1 /\!/ R_2} = \frac{10}{5} = 2\,A$

$i_{L_2}(t) = 1\,A$

$t>0$ transitorio



$$\begin{cases} i_{L_1}(t) = i_{R_1}(t) + i_{L_2}(t) \\ E_1 - V_{L_1} - V_{R_1} = 0 \\ V_{R_1} = V_{L_2} + V_{R_2} \end{cases}$$

$V_L = L \cdot \frac{d\,i_L(t)}{dt}$

$$\begin{cases} E_1 - L_1 \frac{d i_{L_1}(t)}{dt} - \left(i_{L_1}(t) - i_{L_2}(t)\right) \cdot R_1 = 0 \\ \left(i_{L_1}(t) - i_{L_2}(t)\right) R_1 = L_2 \frac{d i_{L_2}(t)}{dt} + R_2 \cdot i_{L_2}(t) \end{cases}$$

$-\left(i_{L_2}(t) + i_{L_1}(t)\right) R_1 = \dots$

ricavo $i_{L_2}(t)$ dalla 1° eq

$i_{L_2}(t) = \frac{L}{R_1} \frac{d i_{L_1}(t)}{dt} + i_{L_1}(t) - \frac{E}{R_1}$

$$L_2 \frac{d}{dt}\left[\frac{L_1}{R_1}\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + i_{L_1}(t) - \frac{E_1}{R_1}\right] + R_2\left[\frac{L_1}{R_1}\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + i_{L_1}(t) - \frac{E_1}{R_1}\right] + R_2\left[\frac{L_1}{R_1}\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + i_{L_1}(t) - \frac{E_1}{R_1} - i_{L_1}(t)\right] = 0$$

$$\frac{L_1 L_2}{R_1}\frac{d^2 i_{L_1}(t)}{dt} + L_2\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + \frac{R_2}{R_1}\cdot L_1\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + R_2\cdot i_{L_1}(t) - \frac{R_2}{R_1}E_1 + R_2\cdot\frac{L_1}{R_1}\frac{di_{L_1}(t)}{dt} - \frac{R_2}{R_1}E_1 = 0$$

$L_1 = L_2 = L \qquad R_1 = R_2 = R$

$$\frac{L^2}{R}\cdot\frac{d^2 i_{L_1}(t)}{dt} + 3L\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + R\cdot i_{L_1}(t) - 2E_1 = 0$$

$$\frac{d^2 i_{L_1}(t)}{dt} + \frac{3R}{L}\frac{di_{L_1}(t)}{dt} + \frac{R^2}{L^2}i_{L_1}(t) - \frac{2R}{L^2}E_1 = 0$$

S.O.A : $\alpha^2 + \frac{3R}{L}\alpha + \frac{R^2}{L^2} = 0$

$$\frac{\Delta}{4} = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac = \frac{9R^2}{4L^2} - \frac{R^2}{L^2} = \frac{5}{4}\cdot\frac{R^2}{L^2} \qquad \alpha_{1,2} = \frac{-\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{\Delta}{4}}}{a} = \frac{-3R \pm R\sqrt{5}}{2L}$$

$\alpha_1 = -382 \qquad \alpha_2 = -2618$

$$\to i_{SOA}(t) = A\cdot e^{\alpha_1 t} + B\cdot e^{\alpha_2 t} = A\cdot e^{-382t} + B\cdot e^{-2618t}$$

i.p

$$\frac{d}{dt} = 0 \quad \to \quad \frac{R^2}{L^2}i_{L_1}(t) = \frac{2R}{L^2}\cdot E_1 \quad \to i_{L_1}(t) = \frac{2\cdot E_1}{R} = 2A$$

$$i(t) = i_{SOA}(t) + i_p(t) = A\cdot e^{-382t} + B\cdot e^{-2618t} + 2$$

Calcolo A e B

$$\frac{di_1(t)}{dt} = -382\cdot A e^{\alpha_1 t} - 2618\cdot B\cdot e^{\alpha_2 t} \to t=0 \to -382A - 2618B = 0$$

$i_{L_1}(t) = 3\,A \quad t=0 \quad \to A + B + 2 = 3$

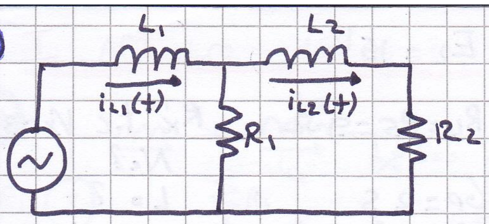
$$\begin{cases} A + B = 1 \\ -382A - 2618B = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} A = 1 - B \\ -382 + \underbrace{382B - 2618B}_{-2236B} = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} A = 1{,}17 \\ B = -0{,}17 \end{cases}$$

$$i(t) = 1{,}17\cdot e^{-382t} - 0{,}17\cdot e^{-2618t} + 2$$

$P_{R_3}(\infty) = 0\ W \leftarrow R_3$ è staccato dal circuito $\to$ NON PASSA CORRENTE

← GRAFICO $i(t)$

(2)



$$\overline{H}(j\omega) = \frac{\overline{i}_{L2}(j\omega)}{\overline{i}_{L1}(j\omega)}$$ ← FUNZIONE di trasferimento

$L \longleftrightarrow j\omega L$
$R \longleftrightarrow R$ ← in regime sinusoidale

$$i_{L2}(j\omega) = i_{L1}(j\omega) \cdot \frac{R_1}{R_1+R_2+j\omega L_2}$$

$$H(j\omega) = \frac{i_{L2}(j\omega)}{i_{L1}(j\omega)} = \frac{\cancel{i_{L1}(j\omega)} \cdot \frac{R_1}{R_2+j\omega L_2+R_1}}{\cancel{i_{L1}(j\omega)}} = \frac{R_1}{R_1+R_2+j\omega L_2} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{j\omega L_2}{(R_1+R_2)}\right)}$$

$\frac{R_1}{R_2+R_1} = K \qquad \frac{L_2}{R_2+R_2} = \tau \quad \rightarrow \quad H(j\omega) = \frac{R_1}{R_1+R_2} \cdot \frac{1}{(1+j\omega\tau)}$

pulsazione di taglio $\omega_a = \frac{1}{\tau}$

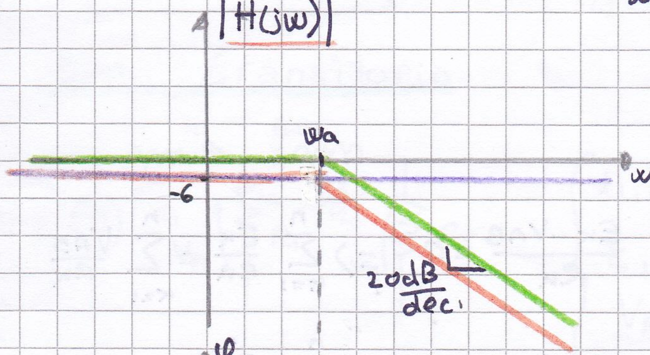
$$20\log_{10}\left|K \cdot \frac{1}{1+j\omega\tau}\right| = \underbrace{20\log_{10}|K|}_{-6} + \underbrace{20\log_{10}|1|}_{0} - 20\log_{10}|1+j\omega\tau|$$

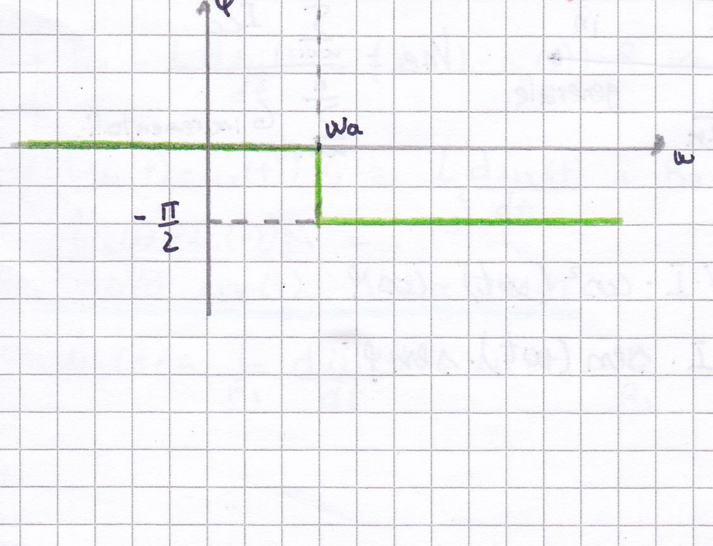
perché $K = 1/2$

$\omega\tau \gg 1 \rightarrow |H(j\omega)| = -20\log_{10}\omega - \underbrace{20\log_{10}\tau}_{\text{costante}}$

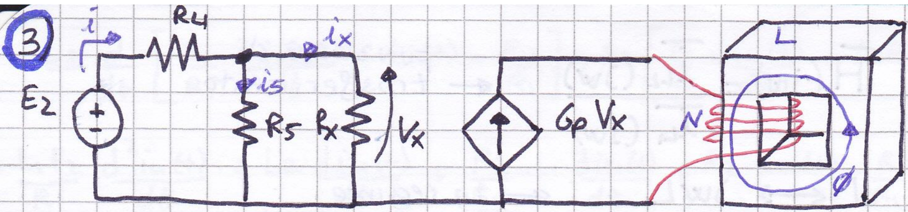
$\omega\tau \ll 1 \rightarrow 0$

$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{a}\right) = -\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega\tau}{1}\right)$ $\quad \omega \to 0 \rightarrow 0$; $\quad \omega \to \infty \rightarrow -\frac{\pi}{2}$





3



$E_2 = 15V$

$R_4 = R_5 = 9\,\Omega$ $\quad$ R_x t.c $V_x = 3V$? $\quad N = ?$ $\quad L = ?$

$G_p = 2\,S$

$\mathcal{R} = 2000 \frac{A}{Wb}$

$\Phi = 0{,}03\,Wb$

$E_2 - iR_4 - V_x = 0$ $\quad$ 1° maglia

$$\cancel{E_2 - iR_4} \; i = \frac{E_2 - V_x}{R_4} = \frac{15-3}{9} = \frac{4}{3} = 1{,}\bar{3}\,A$$

$i = i_5 + i_x$

$$i_x = i - i_5 = i - \frac{V_x}{R_5} = 1{,}\bar{3} - \frac{\cancel{3}^1}{\cancel{9}_3} = \frac{4}{3} - \frac{1}{3} = 1\,A \rightarrow R_x = \frac{V_x}{i_x} = \frac{3}{1} = 3\,\Omega$$

Legge di Hopkinson: $N \cdot I = \mathcal{R} \cdot \Phi$

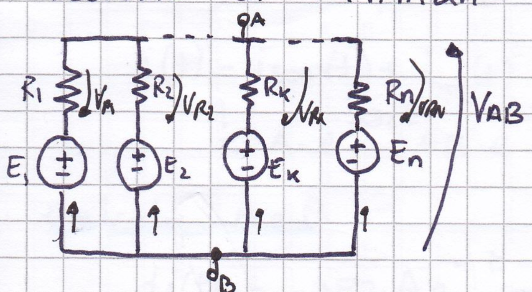
$I = G_p \cdot V_x = 6\,A$

$$N = \frac{\mathcal{R} \cdot \Phi}{I} = \frac{2000 \cdot 0{,}03}{6} = 10$$

$$\frac{N^2}{\mathcal{R}} = L = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{10 \cdot 0{,}03}{6} = 0{,}05\,H$$

DOMANDA 1

Teorema di Millman: ci permette di trovare la tensione di un circuito in parallelo



applico Kirchhof ad ogni singolo ramo

$$\begin{cases} I_1 = \frac{E_1 - V_{AB}}{R_1} \\ I_2 = \frac{E_2 - V_{AB}}{R_2} \\ \vdots \\ I_k = \frac{E_k - V_{AB}}{R_k} \\ \vdots \\ I_n = \frac{E_n - V_{AB}}{R_k} \end{cases} \rightarrow \sum_{k=1}^{n} I_k = 0 \Rightarrow \sum_{k=1}^{n} \frac{E_k - V_{AB}}{R_k} = 0 \Rightarrow \sum_{k=1}^{n} \frac{E_k}{R_k} = \sum_{k=1}^{n} \frac{V_{AB}}{R_k}$$

$$V_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^{n} \frac{E_k}{R_k}}{\sum_{k=1}^{K} \frac{1}{R_k}} \xrightarrow[\text{generale}]{\text{in}} V_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^{n} I_{cc}}{\sum_{k=1}^{n} G_{\text{incrementali}}}$$

DOMANDA 2

Potenza attiva istantanea: $P_A(t) = 2 \cdot V \cdot I \cdot \cos^2(\omega t) \cdot \cos\varphi$

" reattiva " : $P_R(t) = V \cdot I \cdot \operatorname{sen}(\omega t) \cdot \operatorname{sen}\varphi$

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni
a.a. 2014/2015
Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica
Secondo appello – 05/02/2015

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola nella tabella sottostante.
Il parametro k è uguale all'ultima cifra del numero di matricola.

						k
Matricola						
Nome e Cognome						
Corso di Laurea						

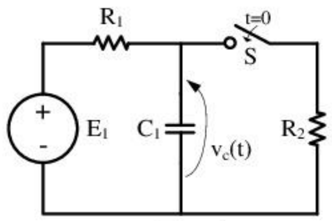


Fig. 1

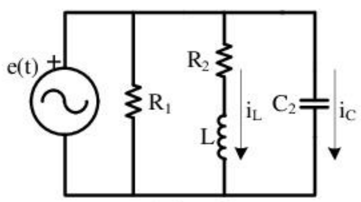


Fig. 2

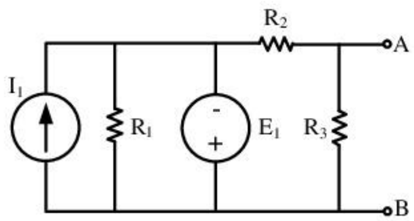


Fig. 3

I seguenti valori valgono per tutte le figure: E_1=10 V, I_1=4 A, R_1=10 Ω, R_2=5 Ω, R_3=1+k Ω, C_1=(1+0.1k) mF, L=10 mH, $e(t)=\sqrt{2}\cdot(100+10k)\cos(2\pi 50t)$ V.

Problema 1 **[punti 6]**

Il circuito di Fig. 1 è inizialmente a regime con l'interruttore S in posizione aperta. All'istante t=0 l'interruttore S si chiude. Calcolare il valore della tensione $v_C(t)$ per t>0. Calcolare il tempo T_1 che $v_C(t)$ impiega per raggiungere il valore di 5 V.	$v_C(t)$ = T_1 =

Problema 2 **[punti 7]**

Dato il circuito di Fig. 2 si calcoli il valore che la capacità C_2 deve assumere per rendere pari a 1 il fattore di potenza del generatore e(t). Si determini la temperatura T_{R1} raggiunta a regime dalla resistenza R_1 supponendo che la temperatura ambiente sia di 20 °C e che la resistenza termica fra la superficie esterna di R_1 e l'ambiente circostante sia pari a 0.02 °C/W.	C_2 = T_{R1} =

Problema 3 **[punti 7]**

Dato il circuito di Fig. 2, supponendo C_2=2 mF, si determini la funzione di trasferimento H(jω) che si ottiene considerando in ingresso la corrente i_C e in uscita la corrente i_L. Si traccino i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi.	H(jω) =

Problema 4 **[punti 4]**

Determinare l'equivalente Norton del circuito di Fig. 3 visto fra i morsetti A e B.	I_{NO} = R_{NO} =

Domanda 1 **[punti 4]**

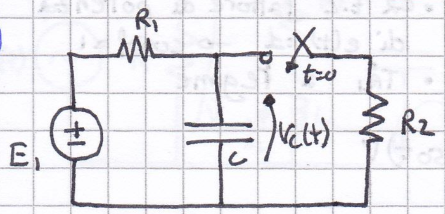
Quali sono le caratteristiche principali dei materiali diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici?

Domanda 2 **[punti 4]**

Quali sono le differenze fra il modello ideale e quello reale del trasformatore?

II APPELLO 05-02-2015

1



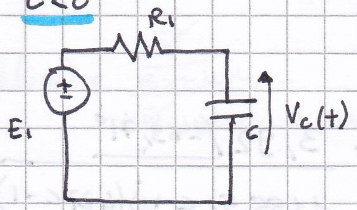
circuito inizialmente a regime

$E_1 = 10V$
$R_1 = 10\,\Omega$
$R_2 = 5\,\Omega$
$C_1 = (1+0{,}1k)\,mF$
pongo $k=0$

$V_C(t)$ per $t>0$?

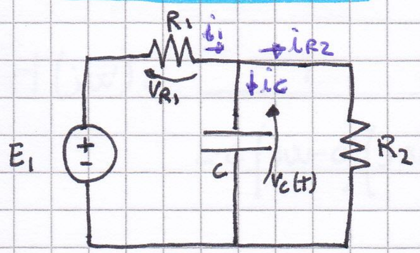
T_1 t.c. $V_C(t) = 5V$

$t<0$



$V_C(t) = 10V$
$i_C(t) = 0\,A$

$t>0$ transitorio



$$\begin{cases} V_C(t) = V_{R_2} \\ E_1 - V_{R_1} - V_C(t) = 0 \\ 3.\ i_{R_1} = i_C + i_{R_2} \end{cases}$$

$\rightarrow V_{R_1} = E_1 - V_C(t)$

$i_{R_1}(t) = \frac{V_{R_1}(t)}{R_1}$ $\quad i_{R_2}(t) = \frac{V_{R_2}(t)}{R_2} = \frac{V_C(t)}{R_2}$

3. $$\frac{V_{R_1}(t)}{R_1} = C\frac{dV_C(t)}{dt} + \frac{V_C(t)}{R_2}$$

$$\frac{E_1 - V_C(t)}{R_1} = C\cdot\frac{dV_C(t)}{dt} + \frac{V_C(t)}{R_2}$$

$$\frac{1}{C}\cdot\frac{R_1+R_2}{R_1\cdot R_2}$$

$$C\cdot\frac{dV_C(t)}{dt} + V_C(t)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = \frac{E_1}{R_1} \rightarrow \frac{dV_C(t)}{dt} + V_C(t)\left(\frac{1}{R_1\cdot C}+\frac{1}{R_2\cdot C}\right) = \frac{E_1}{R_1\cdot C}$$

S.O.A.

$$\alpha + \left(\frac{1}{R_1 C} + \frac{1}{R_2\cdot C}\right) = 0 \rightarrow \alpha = -\frac{1}{C}\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2}\right) = -300$$

$$V_{SOA}(t) = k\cdot e^{\alpha t} = k\cdot e^{-\frac{1}{C}\cdot\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2}\cdot t}$$

i.p

$$V_C(t)\cdot\frac{1}{\cancel{C}}\left(\frac{R_1+R_2}{\cancel{R_1}R_2}\right) = \frac{E_1}{\cancel{R_1 C}} \rightarrow V_C(t) = \frac{E}{R_1+R_2}\cdot R_2 \leftarrow \text{i.p}$$

$$V_C(t) = V_{SOA}(t) + i.p = k\cdot e^{\alpha t} + \frac{E_1\cdot R_2}{R_1+R_2} \xrightarrow{t=0} 10 = ke^0 + \frac{E_1 R_2}{R_1+R_2} \rightarrow k = 6{,}67$$

$$V_C(t) = 6{,}67\cdot e^{-\frac{1}{C}\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2}\right)\cdot t} + 3{,}33$$

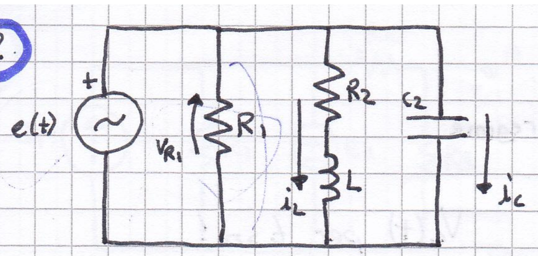
T_1 t.c. $V_C(t) = 5V$

$$5 = 6{,}67\cdot e^{-\frac{1}{C}\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2}\right)t} + 3{,}33$$

$$\frac{1{,}67}{6{,}67} = e^{-300t} \rightarrow \ln(0{,}25) = -300t$$

$$t = 4{,}6\ ms$$

2.



$R_1 = 10\,\Omega$
$R_2 = 5\,\Omega$
$L = 10\,mH$
$T_a = 20°C$
$\omega = 314\ rad/s$
$e(t) = \sqrt{2}\cdot(100+10k)\cdot\cos(2\pi 50 t)\,V$

domande:
- C_2 t.c fattore di potenza di $e(t) = 1$ $\rightarrow \cos\varphi = 1$
- T_{R_1} a regime

$$Z_p = \frac{R_1\cdot(R_2+j\omega L)}{R_1+R_2+j\omega L} = \frac{R_1\cdot R_2 + j\omega R_1 L}{R_1+R_2+j\omega L} = \frac{50+j31{,}4}{15+j3{,}14} \xrightarrow{\text{Polare}} \frac{59\angle 32{,}13°}{15\angle 11{,}82°} =$$

$$= 3{,}93\angle 20{,}31° \xrightarrow{\text{Rec}} 3{,}68 + j1{,}36$$

$$Z_{eq} = \frac{Z_p\cdot Z_c}{Z_p+Z_c} = \frac{(3{,}68+j1{,}36)\left(-\frac{j}{\omega C}\right)}{3{,}68+j1{,}36-\frac{j}{\omega C}} = \frac{-j\cdot\frac{3{,}68}{\cancel{\omega C}} + \frac{1{,}36}{\cancel{\omega C}}}{\frac{3{,}68\cdot\omega C + j1{,}36\,\omega C - j}{\cancel{\omega C}}} = \frac{3{,}92\angle -69{,}71°}{1155{,}52C + j(427C-1)}$$

$\rightarrow$ per avere $\cos\varphi = 1 \rightarrow \varphi = 0$

$$\Rightarrow \operatorname{arctg}\left(\frac{427C-1}{1155{,}52C}\right) = -69{,}71°$$

$$\frac{427C-1}{1155{,}52C} = \tan(-69{,}71°) \rightarrow \frac{427C-1}{1155{,}52C} = -2{,}70$$

$$427C - 1 = -3119{,}9C \rightarrow C = 281{,}93\,\mu F$$

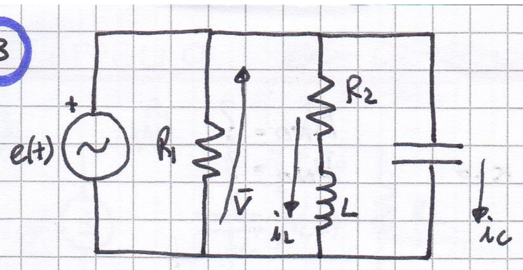
$$\overline{V_{R_1}} = \overline{E} = (100+10k)\,V \rightarrow k=0\quad \overline{E} = 100V$$

$$\Rightarrow P_{R_1} = \frac{\overline{V_{R_1}}^2}{R_1} = \frac{100^2}{10} = 1000\,W$$

$$T_a + R_T\cdot P_{R_1} = T_f \quad \leftarrow R_T = 0{,}02°C/W$$

$$20 + 0{,}02\cdot 1000 = 40°C = T_{R_1}\ (\text{finale})$$

3



$e(t) = \sqrt{2}\cdot(100+10k)\cdot\cos(2\pi 50 t)\,V$

$R_1 = 10\Omega$

$R_2 = 5\Omega$

$C_2 = 2mF$

$L = 10mH$

$\bar{H}(j\omega) = \dfrac{\bar{i}_L(j\omega)}{i_C(j\omega)} = ?$

$$i_L = \frac{\bar{V}}{R_2 + j\omega L} \qquad i_C = \frac{\bar{V}}{1/j\omega C} = \bar{V}\cdot j\omega C$$

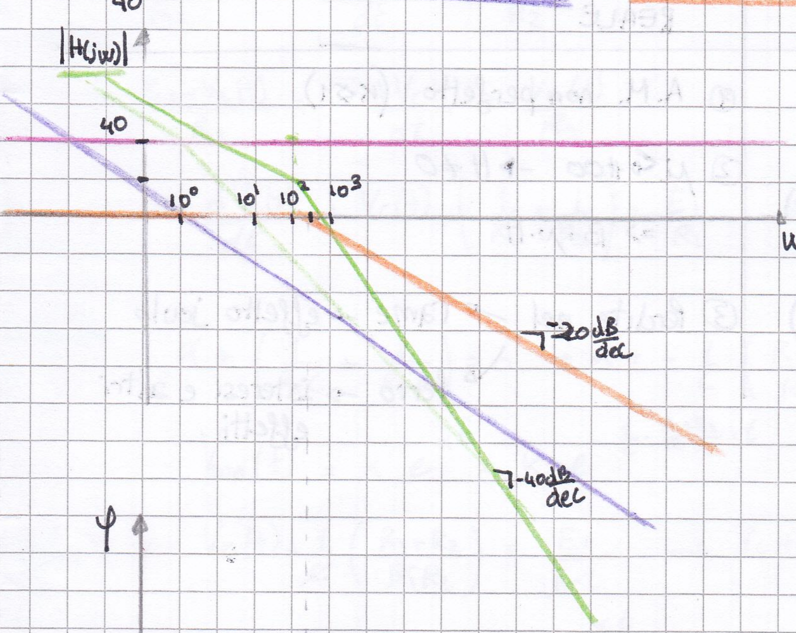
$$H(j\omega) = \frac{\frac{\cancel{\bar{V}}}{R_2+j\omega L}}{\cancel{\bar{V}}\cdot j\omega C} = \frac{1}{j\omega C(R_2+j\omega L)} = \frac{1}{(j\omega)^2 LC + j\omega R_2 C}$$

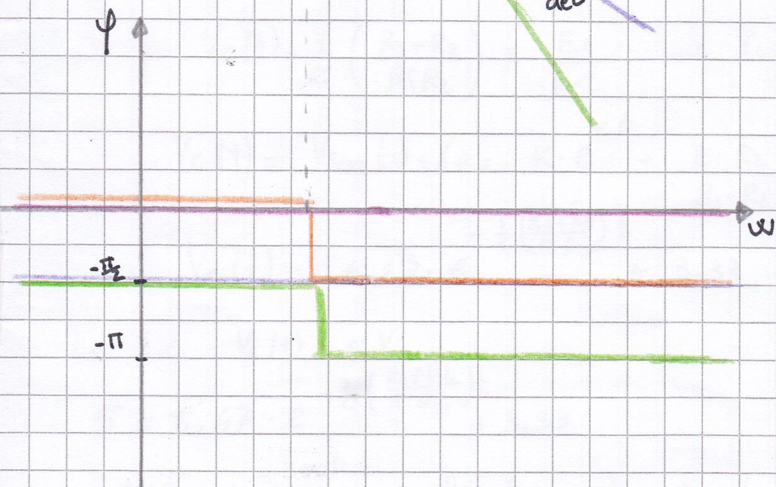
$$\alpha^2 LC + \alpha R_2 C = 0 \;\rightarrow\; \alpha(\alpha LC + R_2 C) \begin{cases} \alpha = 0 \\ \alpha = -\dfrac{R_2}{L} = -500 \end{cases}$$

$$H(j\omega) = \frac{1}{L\cdot C\,(j\omega - 0)(j\omega + 500)} = \frac{1}{\underbrace{(L\cdot C\cdot 500)}_{=\frac{1}{100}}\cdot j\omega\left(1+\frac{j\omega}{500}\right)}$$

polo

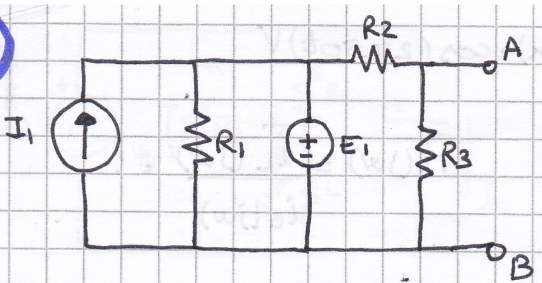
$$= \underbrace{20\log_{10}|100|}_{=40} - 20\log_{10}|j\omega| - 20\log\left|1+\frac{j\omega}{500}\right|$$





$$\varphi = \text{arctg}\left(\frac{b}{a}\right) = \begin{cases} \text{arctg}\left(\frac{0}{100}\right) = 0 \\ -\text{arctg}\left(\frac{\omega}{0}\right) = -\frac{\pi}{2} \\ -\text{arctg}\left(\frac{\omega}{500}\right) = \begin{cases} \omega\to 0: & 0 \\ \omega\to+\infty: & -\frac{\pi}{2} \end{cases} \end{cases}$$

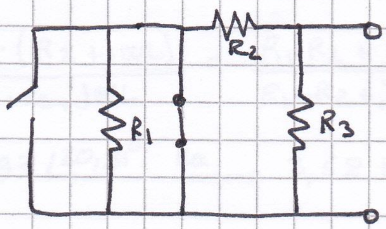
4



$R_1 = 10\Omega$
$R_2 = 5\Omega$
$R_3 = (1+k)\Omega \quad k=0$
$E_1 = 10V$
$I_1 = 4A$

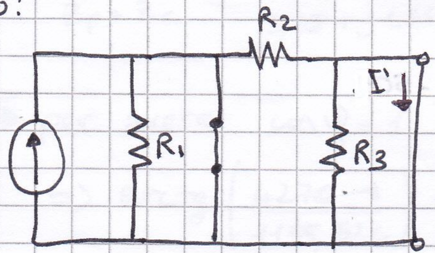
$R_{NO} = ?$
$I_{NO} = ?$

Req:

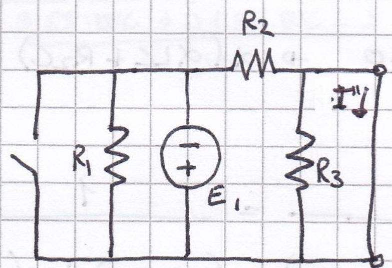


$$R_{eq} = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_3 + R_2} = R_{NO} = 0{,}83\Omega$$

I_{NO}:



$I' = 0$



$$I'' = -\frac{E}{R_2} = -2A$$

$$I_{NO} = I' + I'' = 0 - \frac{E}{R_2} = -2A$$

domanda 2

IDEALE	REALE
① A.M.P. ($k=1$) no flussi dispersi	① A.M. non perfetto ($k<1$)
② $\mu \to +\infty$ (permeabilità magnetica) $\Rightarrow H=0$	② $\mu < +\infty \to H \neq 0$ $\Rightarrow B = \mu \cdot H$
③ Non ci sono perdite per → effetto joule (nel rame); → nel ferro (come per isteresi perfetto)	③ Perdite nel → rame → effetto joule; → ferro → isteresi e altri effetti

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni
a.a. 2014/2015
Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica
Terzo appello – 30/03/2015

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola nella tabella sottostante.
Il parametro k è uguale all'ultima cifra del numero di matricola.

						k
Matricola						
Nome e Cognome						
Corso di Laurea						

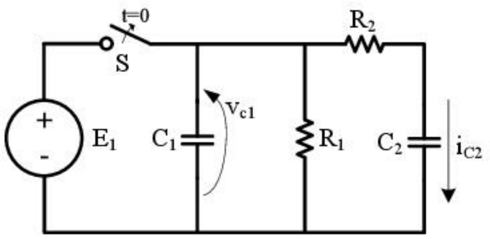


Fig.1

E_1=(10+k) V, $R_1=R_2=1\ \Omega$, $C_1=C_2=1$ mF, $\omega=2\pi 50$ rad/s.

Problema 1 **[punti 11]**

L'interruttore S in Fig. 1 è inizialmente chiuso e si apre a t=0. Calcolare l'andamento della tensione v_{C1} in funzione del tempo e tracciarne un grafico qualitativo. Calcolare il tempo T_1 per cui $v_{C1}(T_1)$=1 V.	$v_{C1}(t)$ = T_1 =

Problema 2 **[punti 7]**

Si sostituisca al generatore a tensione costante di Fig. 1 un generatore di tensione sinusoidale con pulsazione ω. Considerando l'interruttore sempre chiuso, si determini la funzione di trasferimento $H(j\omega)$ che si ottiene considerando in ingresso la corrente uscente dal morsetto positivo del generatore e in uscita la corrente i_{C2}. Si traccino i diagrammi di Bode asintotici delle ampiezze e delle fasi.	$H(j\omega)$ =

Problema 3 **[punti 6]**

Dato il circuito del Problema 2, determinare il valore efficace E_{1eff} che la tensione del generatore deve assumere affinché la potenza attiva dissipata dalla resistenza R_2 sia pari a 10+k W. Supponendo una temperatura ambiente di 20+k °C, si ricavi la resistenza termica R_T del dissipatore da applicare alla resistenza R_2 affinché quest'ultima si porti a regime ad una temperatura di 60 °C.	E_{1eff} = R_T =

Domanda 1 **[punti 4]**

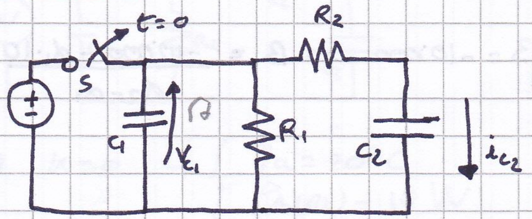
A cosa serve e in che modo si effettua il rifasamento dei carichi induttivi?

Domanda 2 **[punti 4]**

Quali sono gli impieghi tipici dei trasformatori?

III APPELLO

1



$E_1 = (10+k)V$

$R = R_1 = R_2 = 1\Omega$

$C = C_1 = C_2 = 1mF$

$V_{c_1}(t) = ?$

T_1 t.c. $V_{c_1}(T_1) = 1V$

t<0

$V_{c_1}(t) = E$

$i_{c_1}(t) = 0$

$i_{c_2}(t) = 0$

$V_2(t) = V_{c_1}(t) - V_{R_2} \stackrel{!}{=} E$

(condensatori a regime)

t=0⁺

$V_{c_1}(t) = E$

$i_{c_1}(t) = 0 = -\frac{E_1}{R_1}$

$i_{c_2}(t) = 0$

$V_{c_2}(t) = E$

$V_{c_1} - iR_1 = 0$

$i = -\frac{V_{c_1}}{R_1}$

t → +∞

tutto a zero

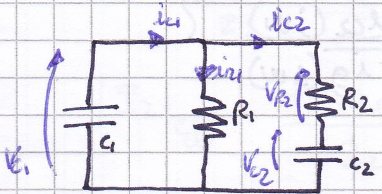
faccio ~~la maglia~~ il nodo

$i_{c_1} + i_{R_1} + i_{c_2} = 0$

$i_{c_1} + \frac{V_{c_1}}{R_1} + \underbrace{\frac{V_{c_1} - V_{c_2}}{R_2}}_{0} = 0$ (con $V_{c_1} = E$, $V_{c_2} = E$)

$i_{c_1} = -\frac{V_{c_1}}{R_1} = -\frac{E}{R_1}$

t≥0



$$\begin{cases} V_{c_1} = V_{R_1} \\ i_{c_1} = i_{R_1} + i_{c_2} \\ V_{c_1} = V_{R_2} + V_{c_2} \end{cases}$$

$i_{c_2} = i_{c_1} - i_{R_1}$

$i_{c_1} = -C\frac{dV_{c_1}(t)}{dt}$ $\quad i_{c_2} = C\cdot\frac{dV_{c_2}(t)}{dt}$ $\quad V_{c_2} = V_{c_1} - V_{R_2}$

$V_{c_2} = -\frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i_{c_1}(\tau)d\tau - i_{c_2}(t)\cdot R_2$

sostituisco $i_{c_2}(t) = i_{c_1}(t) - i_{R_1}(t) = -C\frac{dV_{c_1}(t)}{dt} - \frac{V_{c_1}(t)}{R_1}$

$dV_{c_2}(t) = -\frac{1}{C}i_{c_1}(t) - d\,i_{c_2}(t)\cdot R_2 = \frac{dV_{c_1}(t)}{dt} + \frac{d^2V_{c_1}(t)}{dt}R_2\cdot C + \frac{dV_{c_1}(t)}{dt}\frac{R_2}{R_1}$

$i_{c_1} = i_{R_1} + i_{c_2}$

$-C\cdot\frac{dV_{c_1}(t)}{dt} \cancel{+} = \frac{V_{c_1}(t)}{R_1} + C\frac{dV_{c_2}(t)}{dt} \rightarrow \frac{dV_{c_1}(t)}{dt}\cdot C + \frac{V_{c_1}(t)}{\cancel{R_1}} + C\frac{dV_{c_1}(t)}{dt} + C^2R_2\frac{d^2V_{c_1}(t)}{dt} + C\frac{dV_{c_1}(t)}{dt}\frac{\cancel{R_2}}{\cancel{R_1}} = 0$

$\Rightarrow \frac{d^2V_{c_1}(t)}{dt} + \frac{3}{C}\frac{dV_{c_1}(t)}{dt} + \frac{V_{c_1}(t)}{C^2} = 0$ $\quad R_1 = R_2 = 1\Omega$

$\alpha^2 + \frac{3}{C}\alpha + \frac{1}{C^2} = 0$

$\frac{\Delta}{4} = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac = \frac{9}{4C^2} - \frac{1}{C^2} = \frac{5}{4C^2}$ $\quad \alpha_{1,2} = -\frac{b}{2} \pm\sqrt{\frac{\Delta}{4}} = -\frac{3}{2C} \pm\sqrt{\frac{5}{4C^2}} =$

$\alpha_1 = -\frac{3+\sqrt{5}}{2C} = -381$

$\alpha_2 = -\frac{3-\sqrt{5}}{2C} = -2618$

$V(t) = A\cdot e^{-381t} + B\cdot e^{-2618t}$

$V_c(0) = E = A\cdot e^0 + B\cdot e^0 \Rightarrow A+B = E$

$\frac{dV_c(0)}{dt} = \frac{1}{C}\cdot i_c(t) \Rightarrow \cancel{\frac{E}{R_1}} = \frac{1}{C}\left(\frac{-E}{R}\right)$

$$\begin{cases} A+B = 10 \quad \rightarrow A = 10 - B = 7{,}24 \\ +\alpha_1 A + \alpha_2 B = -\dfrac{E}{RC} = -10000 \quad \Rightarrow +\alpha_1 \cdot 10 + \alpha_1 \cdot B + \alpha_2 B = -10000 \quad \Rightarrow B = \dfrac{-10000 - \alpha_1 \cdot 10}{\alpha_2 - \alpha_1} = 2{,}76 \end{cases}$$

$$B(\alpha_2 - \alpha_1)$$

$$V_C(t) = 7{,}24 \cdot e^{-381t} + 2{,}76 \cdot e^{-2618t}$$

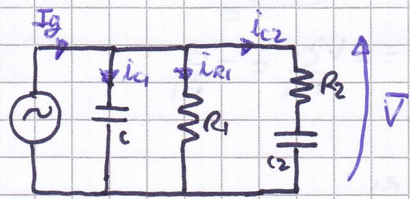
Come trovare T_1 t.c $V(T_1) = 1V$?

SI TRASCURA L'ESPONENZIALE più veloce ~~oppure~~ si va a tentativi

$$1 = 7{,}24 \cdot e^{-381t}$$

$$\frac{1}{7{,}24} = e^{-381t} \rightarrow t = -\frac{\ln\left|\frac{1}{7{,}24}\right|}{381} = 5{,}2 \text{ mS}$$

2



$R = R_1 = R_2 = 1\Omega$
$C = C_1 = C_2 = 1 mF$

$$\overline{H}(j\omega) = \frac{\overline{i_{C2}}(j\omega)}{\overline{i_g}(j\omega)} \; ?$$

Bode

$$i_{C_2}(j\omega) = \frac{\overline{V}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\overline{V}}{\frac{j\omega R_2 C + 1}{j\omega C}} = \frac{\overline{V}\, j\omega C}{1 + j\omega R_2 C}$$

$$i_g(j\omega) = \overline{V}\left(\frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}}\right) = \overline{V}\left(j\omega C + \frac{1}{R_1} + \frac{j\omega C}{1 + j\omega R_2 C}\right)$$

$$= \frac{(j\omega)^2 \cdot R^2 C^2 + 3 j\omega C R + 1}{R \cdot (1 + j\omega R \cdot C)} \cdot \overline{V}$$

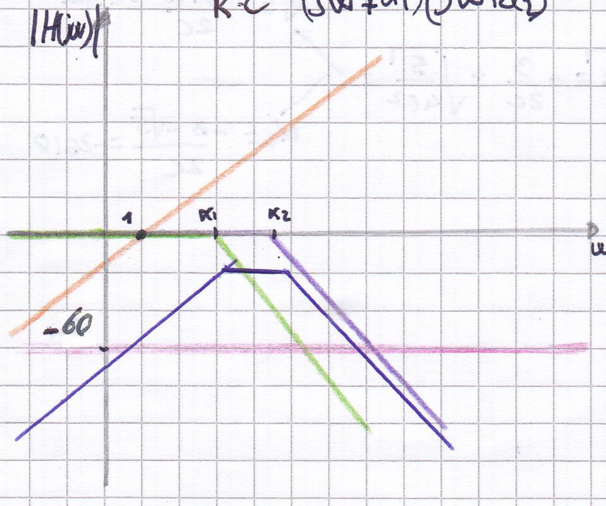
$$H(j\omega) = \frac{\cancel{\overline{V}} \cdot \frac{j\omega C}{\cancel{1 + j\omega RC}}}{\cancel{\overline{V}} \cdot \frac{(j\omega)^2 R^2 C^2 + 3 j\omega RC + 1}{R \cdot \cancel{(1 + j\omega RC)}}} = \frac{j\omega RC}{(j\omega)^2 R^2 C^2 + 3 j\omega RC + 1}$$

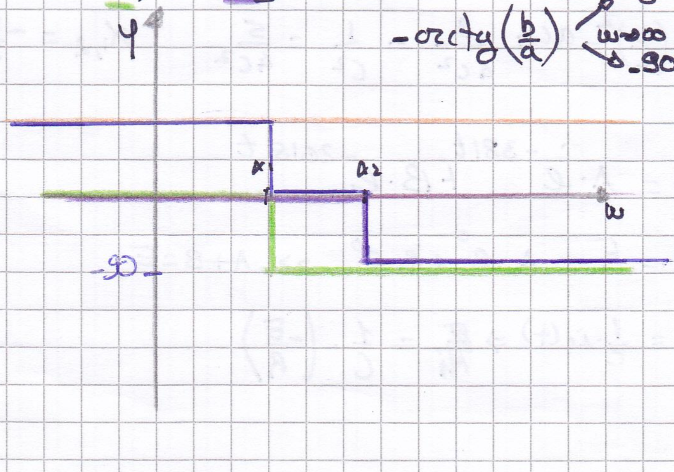
$$\alpha^2 R^2 C^2 + 3\alpha RC + 1 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 9R^2C^2 - 4R^2C^2 = 5R^2C^2 \qquad \alpha_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-3RC \pm RC\sqrt{5}}{2R^2C^2} = \begin{cases} -381 = \alpha_1 \\ -2618 = \alpha_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow H(j\omega) = \frac{R \cdot C}{R^2 C^2} \cdot \frac{j\omega}{(j\omega + \alpha_1)(j\omega + \alpha_2)} = \frac{(RC)^{-1}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \cdot \frac{j\omega}{\left(1 + \frac{j\omega}{\alpha_1}\right)\left(1 + \frac{j\omega}{\alpha_2}\right)}$$

$$-\operatorname{arctg}\left(\frac{b}{a}\right) \begin{cases} \omega \to 0 & 0 \\ \omega \to \infty & -90° \end{cases}$$





3

$E_1 \, eff$ t.c $P_{A(R_2)} = (10+k)\,W$

$T_a = (20+k)\,°C$ $R_T =$ t.c. $T R_2 = 60°$

$R_T = \frac{°C}{W}$

$k=0 \rightarrow \begin{cases} T_a = 20°C \\ P_{A(R_2)} = 10\,W \end{cases}$

$T_a + R_T \cdot P_{dis} = T_f = 60°$

$20°C + R_T \cdot 10\,W = 60° \rightarrow R_T = \dfrac{60°C - 20°C}{10\,W} = 4 \dfrac{°C}{W}$

$E_1 \, eff$?

$Z_2 = R_2 + \dfrac{1}{j\omega C_2}$

$\bar{I}_2 = \dfrac{\bar{E}_1}{Z_2}$ $\quad P_{R_2} = R_2 \cdot |\bar{I}_2|_{eff}^2 \rightarrow |\bar{I}_2|_{eff} = \sqrt{\dfrac{P_{R_2}}{R_2}}$

$|\bar{I}_2|_{eff} = \dfrac{|E_1|_{eff}}{|Z_2|} \rightarrow |E_1|_{eff} = |I_2|_{eff} \cdot |Z_2|$

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni
a.a. 2015/2016
Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica
Primo appello – 12/01/2016

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola nella tabella sottostante.
Il parametro k corrisponde all'ultima cifra del numero di matricola.

Matricola	(k)
Nome e Cognome	
Corso di Laurea	ING. IET

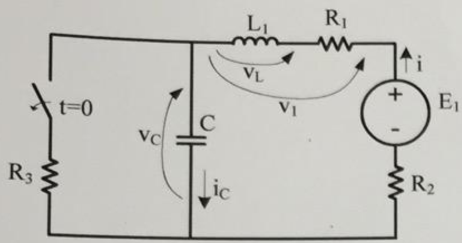


Fig.1

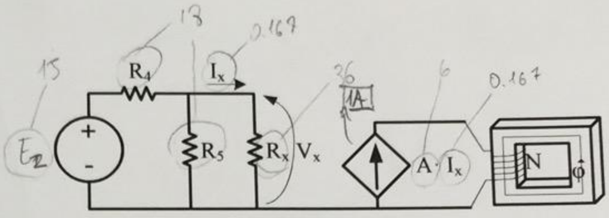


Fig. 2

Valori: E_1=(~~10+k~~) 15 V, R_1=6 Ω, R_2=2 Ω, R_3=4 Ω, E_2=15 V, R_4=R_5=18 Ω, L_1=250 mH, C=62.5 mF, A=6.

Problema 1 [punti 10]

In Fig. 1 l'interruttore si apre a t=0 dopo essere rimasto chiuso per lungo tempo. Ricavare l'andamento della corrente i in funzione del tempo per t>0 e tracciarne un grafico qualitativo. Calcolare la potenza dissipata da R_2 all'istante $t=0^+$.

$i(t) = 1.367\, e^{-2.14t} - 0.0965\, e^{-29.86t} - 1.25 = 0$

$P_{R2}(0^+) =$ 3.13W

1h

Problema 2 [punti 6]

Si sostituisca al generatore di tensione continua di Fig. 1 un generatore di tensione sinusoidale con pulsazione ω. Considerando l'interruttore sempre aperto, si determini la funzione di trasferimento H(jω) che si ottiene considerando in ingresso la tensione v_1 e in uscita la tensione v_C. Si traccino i diagrammi di Bode asintotici delle ampiezze e delle fasi.

$H(j\omega) = \frac{LC}{R_1}(j\omega)\left(\frac{j\omega}{\frac{R_1}{L}}+1\right)$

20m

Problema 3 [punti 5]

Con riferimento al circuito del Problema 2, considerando invariati tutti gli altri valori, calcolare i valori che C e R_1 devono assumere per ottenere una risonanza serie con frequenza di risonanza f_0=100 Hz e fattore di qualità Q=10.

C = BOH

R_1 =

5m

Problema 4 [punti 5]

Dato il circuito di Fig. 2, determinare R_x in modo tale che la tensione V_x risulti pari a 6 V. Successivamente, sapendo che la riluttanza complessiva del nucleo magnetico vale $\mathscr{R}$=2000 A/Wb, si calcoli il numero N di spire necessario per ottenere all'interno del nucleo magnetico un flusso φ=0.03 Wb.

R_x = ~~7.07 Ω~~ ~~18~~ 36 Ω

N = 60

1h

Domanda 1 [punti 4]

Definire il fattore di smorzamento e illustrare il suo significato nei circuiti oscillanti.

BOH

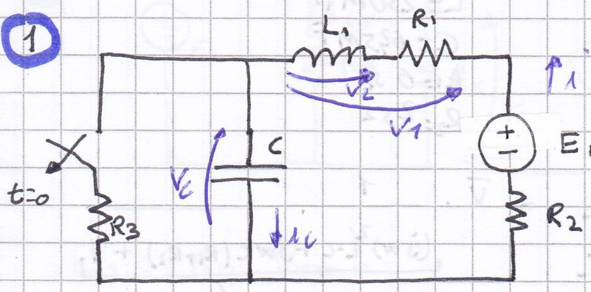
Domanda 2 [punti 3]

Scrivere una definizione della potenza attiva istantanea.

5m

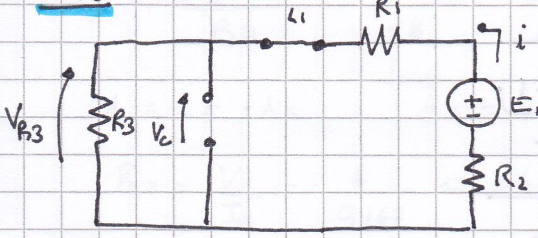
APPELLO 12/01/2016

1



$E_1 = (10+K)\,V$ (pongo $K=0$)
$R_1 = 6\,\Omega$
$R_2 = 2\,\Omega$ $R_3 = 4\,\Omega$
$L_1 = 250\ mH$
$C = 62{,}5\ mF$

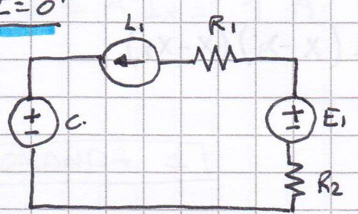
$t<0$



$i_L = \dfrac{E_1}{R_1+R_2+R_3} = \dfrac{10^{\,5}}{12_{\,6}} = 0{,}83\,A$ $\quad V_L = 0\,V$

$i_C = 0 \quad V_C = V_{R3} = R_3 \cdot i_L = 4 \cdot 0{,}83 = 3{,}32\,V$

$t=0^+$

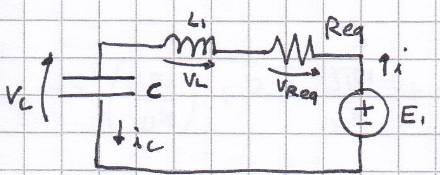


$i_L = 0{,}83A \quad i_C = 0\,A$
$V_L = 0\,V \quad V_C = 3{,}32\,V$

$t \to +\infty$

tutto a regime $\to$ $i_C = 0\,A$, $V_L = 0\,V$, $V_C = 10\,V$

$t>0$ transitorio



$R_{eq} = R_1 + R_2 = 8\,\Omega$

$E_1 - V_{Req} - V_L - V_C = 0$

$\frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i(\tau)\,d\tau + L\frac{di_L(t)}{dt} + i_L \cdot R_{eq} = E_1 \quad \to \quad \frac{1}{C} i_L(t) + L\frac{d^2 i_L(t)}{dt} + \frac{di_L(t)}{dt}.R_{eq} = E_1$

$\to \dfrac{d^2 i_L(t)}{dt} + \dfrac{R_{eq}}{L}\dfrac{di_L(t)}{dt} + \dfrac{1}{C \cdot L} i_L(t) = d\left[\dfrac{E_1}{L}\right]$

SOA: $\alpha^2 + \dfrac{R_{eq}}{L}\alpha + \dfrac{1}{CL} = 0 \qquad \alpha_{1,2} = \dfrac{-\frac{b}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac}}{a} = \overset{-16}{-\dfrac{R_{eq}}{2L}} \pm \overset{13{,}85}{\sqrt{\dfrac{R_{eq}^2}{4L^2} - \dfrac{1}{CL}}}$

$+ \to \alpha_1 = -2{,}15$
$- \to \alpha_2 = -29{,}85$

$i_{SOA}(t) = A \cdot e^{-2{,}15t} + B \cdot e^{-29{,}85t}$

i.p $\quad i(+\infty) = 0$

$i(0) = 0{,}83 = A + B$

$\dfrac{di(0)}{dt} = \dfrac{V_L}{\cancel{L}} \quad -2{,}16 \cdot A - 29{,}85B = 0$

$\begin{cases} A = 0{,}83 - B \\ -2{,}16 \cdot 0{,}83 + 2{,}16 \cdot B - 29{,}85\,B = 0 \end{cases}$

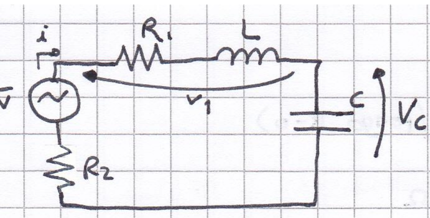
$A = 0{,}895$

$B = \dfrac{2{,}16 \cdot 0{,}83}{(2{,}16 - 29{,}85)} = -0{,}0647$

$i(t) = 0{,}895 \cdot e^{-2{,}15t} - 0{,}0647 \cdot e^{-29{,}85t}$

$P_{R2}(0^+) = R_2 \cdot i_L^2 = 2 \cdot (0{,}83)^2 = 1{,}38\,W$

(2)



$H(j\omega) = \frac{V_c}{V_1}$?

L = 250 mH
C = 635 mF
R_1 = 6 Ω
R_2 = 2 Ω

$$V_c = \bar V \cdot \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R_1 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} + R_2} = \bar V \cdot \frac{\cancel{\frac{1}{j\omega C}}}{\frac{j\omega R_1 C + (j\omega)^2 L\cdot C + 1 + j\omega R_2 C}{\cancel{j\omega C}}} = \bar V \cdot \frac{1}{\underbrace{(j\omega)^2 L\cdot C + j\omega C(R_1+R_2) + 1}_{d_1}}$$

$$V_1 = \bar V \cdot \frac{R_1 + j\omega L}{R_1 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} + R_2} = \bar V \cdot \frac{(R_1 + j\omega L)\cdot j\omega C}{\underbrace{(j\omega)^2 L\cdot C + j\omega C(R_1+R_2) + 1}_{d_2}}$$

$$H(j\omega) = \frac{V_C}{V_1} = \frac{\cancel{\bar V}\cdot \frac{1}{\cancel{d_1}}}{\cancel{\bar V}\cdot \frac{((j\omega)^2 CL + j\omega R_1 C)}{\cancel{d_2}}} = \frac{1}{(j\omega)^2 \underbrace{CL}_{a} + j\omega \underbrace{R_1 C}_{b}}$$

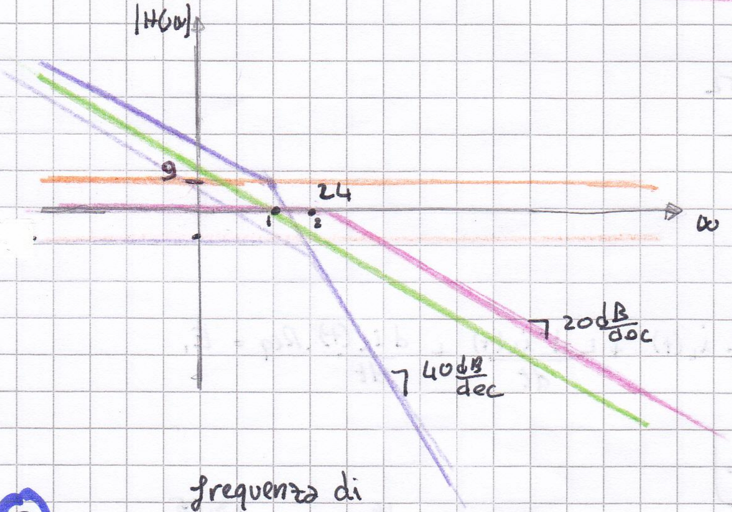
$s^2 CL + s R_1 C = 0$

$a(x - x_1)(x - x_2)$

$s(sCL + R_1 C)$ → $s_1 = 0$, $s_2 = -\frac{R_1}{L} = -24$

$$H(j\omega) = \frac{1}{CL\cdot j\omega(j\omega + 24)} = \frac{1}{CL\cdot 24}\cdot\frac{1}{j\omega\left(\frac{j\omega}{24}+1\right)}$$

$$20\log_{10}\left|\frac{1}{CL24}\right| - 20\log_{10}|j\omega| - 20\log_{10}\left|1 + \frac{j\omega}{24}\right|$$



(3)

frequenza di risonanza

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $100 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ → $C = \left(\frac{1}{200\pi}\right)^2 \cdot \frac{1}{L} = 10{,}31\ \mu F$

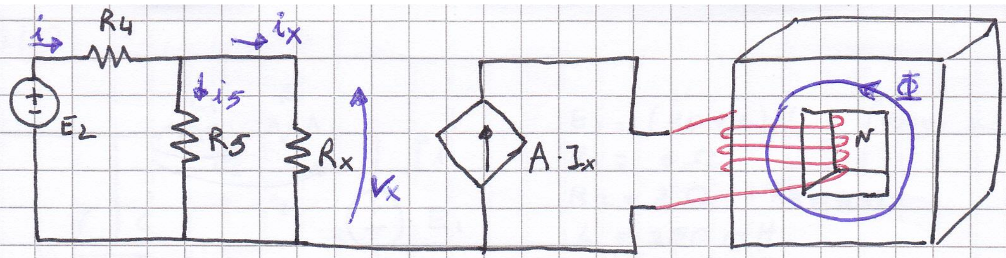
RISONANZA serie

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ → $R = \frac{1}{Q}\cdot\sqrt{\frac{L}{C}} = 0{,}1\cdot\sqrt{\frac{250\cdot 10^{-3}}{10{,}31\cdot 10^{-6}}} = 15{,}57\ \Omega$

fattore di qualità ← circuito RCL serie

$Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ ← circuito in parallelo C//L

4



$E_2 = 15\,V$
$R_4 = R_5 = 18\,\Omega$
$A = 6$ $\quad V_x = 6V$
$\mathcal{R} = 2000\ A/Wb$
$\bar{\Phi} = 0{,}03\ Wb$

$R_x = ?$ $\quad N = ?$

$$E_2 - i R_4 - V_x = 0$$

$$i = \frac{E_2 - V_x}{R_4} = \frac{15-6}{18} = 0{,}5\,A$$

$$i = i_5 + i_x \qquad i_x = i - i_5 = i - \frac{V_x}{R_5} = 0{,}5 - \frac{6}{18} = 0{,}167\ A$$

$$R_x = \frac{V_x}{I_x} = \frac{6}{0{,}167} \simeq 36\,\Omega$$

$$I = A \cdot I_x = 1\ A \rightarrow N \cdot I = \mathcal{R} \cdot \Phi \rightarrow N = \frac{\mathcal{R} \cdot \Phi}{I} = 60 \text{ spire}$$

DOMANDA 1

Definire il fattore di smorzamento e illustrare il suo significato nei circuiti oscillanti

$$z_{i,i+1} = z_{ir} \pm z_{ii}$$

$$\left(\frac{j\omega}{z_{ir} + j z_{ii}} + 1\right)\left(\frac{j\omega}{z_{ir} - j z_{ii}} + 1\right) = \frac{(j\omega)^2}{\underbrace{z_{ir}^2 + z_{ii}^2}_{\omega^{*2}}} + j\omega \cdot \frac{2 z_{ir}}{z_{ir}^2 + z_{ii}^2} + 1$$

pulsazione di risonanza

$$\omega^* = \sqrt{z_{ir}^2 + z_{ii}}$$

$$\delta = \frac{z_{ir}}{\omega^*}$$

FATTORE di SMORZAMENTO

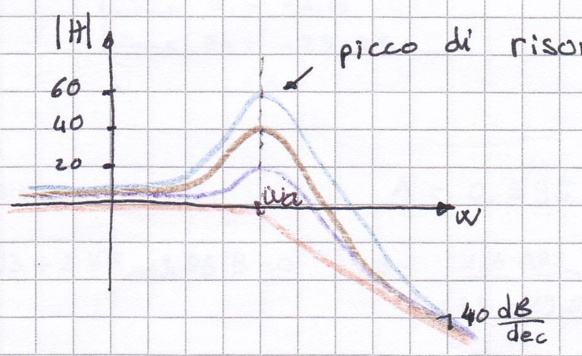
$$\Rightarrow \left(\frac{j\omega}{\omega^*}\right)^2 + 2\delta \cdot \frac{j\omega}{\omega^*} + 1$$

$$\frac{z_{i,i+1}}{\omega^*} = \delta \pm \sqrt{\delta^2 - 1} \quad \xrightarrow{se} \begin{cases} \delta < 1 \rightarrow \text{Sol. complesse coniugate} \\ \delta = 1 \rightarrow \text{Sol. reali complesse} \\ \delta > 1 \rightarrow \text{Sol. reali distinte} \end{cases}$$

$$\text{se } \delta < 1 \Rightarrow \begin{cases} z_{ir} = \delta \cdot \omega^* \\ z_{ii} = \omega^* \cdot \sqrt{1 - \delta^2} \end{cases}$$

più il mio δ è basso più avrò che nel mio diagramma di Bode ~~avrò~~ i picchi di risonanza si trovano sempre più lontani dalla pulsazione di taglio

δ	2δ	$20 \log_{10} \frac{1}{2\delta}$
0,5	1	0 dB
0,05	0,1	20 dB
0,005	0,01	40 dB
0,0005	0,001	60 dB



Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni
a.a. 2015/2016
Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica
Secondo appello – 04/02/2016

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola nella tabella sottostante.
Il parametro k è uguale all'ultima cifra del numero di matricola.

						k
Matricola						
Nome e Cognome						
Corso di Laurea						

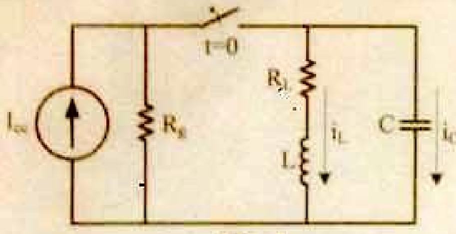


Fig. 1

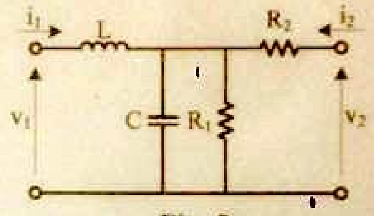


Fig. 2

I seguenti valori valgono per tutte le figure: $I_{cc}=100$ A, $R_g=1\ \Omega$, $R_L=19\ \Omega$, $R_1=2\ \Omega$, $R_2=3\ \Omega$, $L=5$ mH, $C=(100+100k)\ \mu F$, $e(t)=(10+k)\cos(2\pi 50t)$ V.

Problema 1 **[punti 11]**

Con riferimento alla Fig. 1, calcolare l'andamento della corrente $i_L(t)$ dopo l'apertura dell'interruttore. Tracciare l'andamento qualitativo nel tempo di $i_L(t)$ e calcolare il valore dell'energia $W_L(0^-)$ immagazzinata nel campo magnetico intorno all'induttore L a $t=0^-$.	$i_L(t)$ = $W_L(0^-)$ =

Problema 2 **[punti 6]**

Dato il circuito di Fig. 2, si ricavi la matrice delle impedenze che descrive il doppio bipolo individuato fra le porte 1 e 2.	$Z_{11}(j\omega)$ = $Z_{12}(j\omega)$ = $Z_{21}(j\omega)$ = $Z_{22}(j\omega)$ =

Problema 3 **[punti 6]**

A partire dal circuito di Fig. 2, sostituendo la tensione V_1 con un generatore di tensione $e(t)=(10+k)\cos(2\pi 50t)$ V, si ricavi il circuito equivalente di Thevenin visto attraverso la porta 2.	$V_{th}(t)$ = Z_{th} =

Problema 4 **[punti 3]**

Dato il circuito di Fig. 2, alimentato in corrente continua mediante una tensione $V_2 = 10$ V applicata alla porta 2, si sostituisca il condensatore C con una resistenza R_x dimensionata in modo tale che la tensione misurata sulla porta 1 sia $V_1 = 2.5$ V.	R_x =

Domanda 1 **[punti 4]**

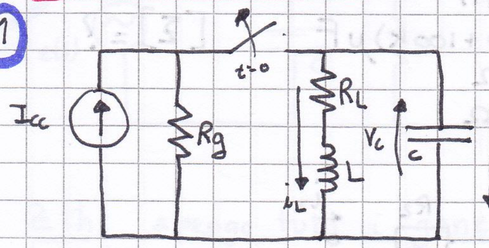
Quali sono le differenze fra un trasformatore ideale e uno reale?

Domanda 2 **[punti 2]**

Quanto vale la potenza reattiva complessiva in un circuito in regime sinusoidale perfettamente rifasato?

APPELLO 04/02/2016

1



$I_{cc} = 100\ A$
$R_g = 1\,\Omega$
$R_L = 19\,\Omega$
$L = 5\,mH$
$C = (100 \div 100k)\,\mu F$

t<0

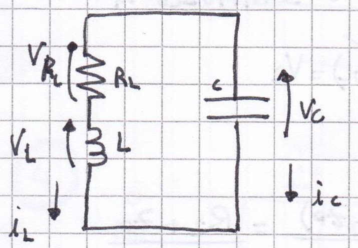
$$i_L(t) = I_{cc} \cdot \frac{R_g}{R_g + R_L} = \overset{5}{\cancel{100}} \cdot \frac{1}{\cancel{20}} = 5A$$

$$i_{Rg} = I_{cc} - I_L(t) = 95\ A \longrightarrow V_{Rg} = V_c(t) = R_g \cdot I_g = 1 \cdot 95 = 95\ V$$

t=0⁺

$i_L(t) = 5\ A$
$V_c(t) = 95\ V \qquad i_c(t) = 0$

t>0 transitorio



$$\begin{cases} i_L = -i_c \\ V_C = V_{RL} + V_L \end{cases}$$

$$\frac{1}{c}\int_{-\infty}^{t} i_c(\tau)\,d\tau = L\,\frac{di_L(t)}{dt} + R_L\,\frac{di_L(t)}{dt}$$

$$-\frac{1}{c}\,i_L(t) = L \cdot \frac{d^2 i_L(t)}{dt} + R_L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

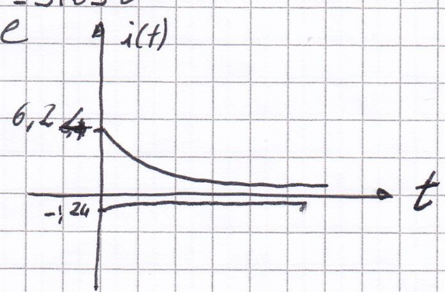
$$\Rightarrow \frac{d^2 i_L(t)}{dt} + \frac{R_L}{L} \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + \frac{1}{CL}\,i_L(t) = 0$$

SOA: $\alpha^2 + \frac{R_L}{L}\alpha + \frac{1}{CL} = 0 \rightarrow \alpha_{1,2} = \frac{-\left(\frac{b}{2}\right) \pm \sqrt{\frac{\Delta}{4}}}{a} = -\frac{R_L}{2L} \pm \sqrt{\frac{R_L^2}{4L^2} - \frac{1}{CL}} = \begin{cases} + & \alpha_1 = -632 \\ - & \alpha_2 = -3169 \end{cases}$

i.p.: $i(+\infty) = 0$

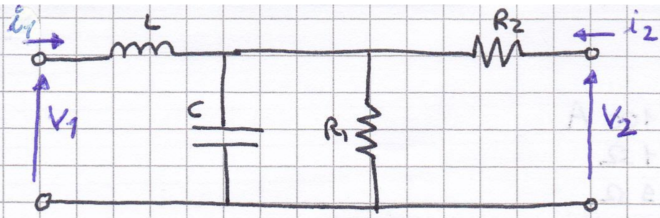
$$\Rightarrow i(0) \Rightarrow \quad \frac{V_L}{L} = \frac{di_L(t)}{dt} \xrightarrow{t=0} \begin{cases} A + B = 5 \\ -632A - 3169B = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} A = 5 - B \\ -632 \cdot 5 + 632B - 3169B = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} B = \frac{632 \cdot 5}{632 - 3169} = -1{,}24 \\ A = 5 + 1{,}24 = 6{,}24 \end{cases} \Rightarrow i(t) = 6{,}24 \cdot e^{-632t} - 1{,}24 \cdot e^{-3169t}$$



$$W_L(0^-) = \frac{1}{2}L \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0{,}0625\ j$$

(2)



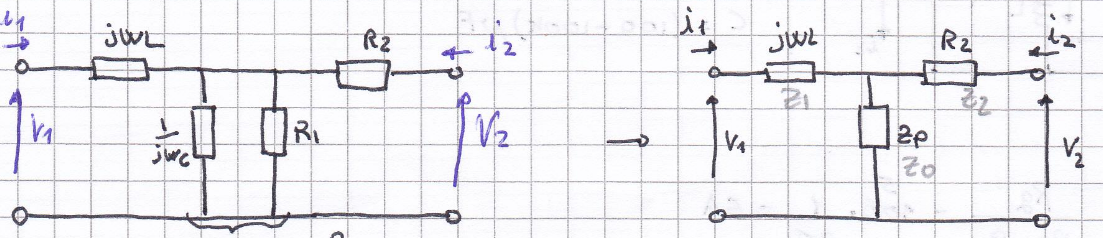
$L = 5\,mH$

$C = (100 + 100k)\,\mu F$

$R_1 = 2\,\Omega$

$R_2 = 3\,\Omega$

$[\bar{Z}] = ?$



$$Z_p = \frac{R}{1 + j\omega c R}$$

devo trovare la matrice delle impedenze allora so che le correnti sono indipendenti

$$\begin{vmatrix} V_1 \\ V_2 \end{vmatrix} = \underbrace{\begin{vmatrix} Z_1 + Z_0 & Z_0 \\ Z_0 & Z_2 + Z_0 \end{vmatrix}}_{fig.1} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix}$$

$\boxed{I_2 = 0}$

$$Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} = \frac{\cancel{i_1}(j\omega L + Z_p)}{\cancel{i_1}} = j\omega L + Z_p$$

$$V_1 - i_1(j\omega L) - i(Z_p) = 0$$

$$V_1 = i_1(j\omega L + Z_p)$$

$$Z_{21} = \frac{V_2}{I_1} = \frac{i_1(Z_p)}{i_1} = Z_p$$

$$V_1 - i_1(j\omega L) = V_2 \quad \leftarrow \text{sostituisco } V_1$$

$$\cancel{i_1(j\omega L)} + i_1 Z_p - \cancel{i_1(j\omega L)} = V_2$$

$\boxed{I_1 = 0}$

$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} = \frac{i_2 \cdot Z_p}{i_2} = Z_p$$

$$V_2 - i_2 R_2 - \underbrace{i_2 Z_p}_{V_1} = 0$$

$$V_2 = i_2(R_2 + Z_p) \quad \downarrow \text{sostituisco}$$

$$V_1 = V_2 - i_2 R_2$$

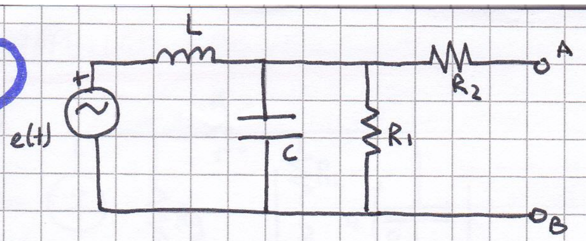
$$V_1 = i_2 Z_p$$

$$Z_{22} = \frac{V_2}{I_1} = \frac{i_2(R_2 + Z_p)}{i_2} = R_2 + Z_p$$

si poteva fare teoricamente, sapendo che era una rete a T e che $Z_1 = j\omega L$, $Z_2 = R_2$, $Z_0 = Z_p$; bastava sostituire nella matrice (fig. 1)

$$[\bar{Z}] = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j\omega L + Z_p & Z_p \\ Z_p & R_2 + Z_p \end{bmatrix}$$

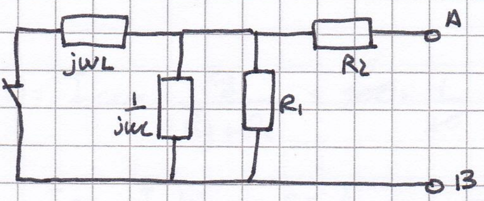
3



$e(t) = (10+K)\cos(2\pi 50 t)\ V$
$R_1 = 2\ \Omega$
$R_2 = 3\ \Omega$
$C = (100 + 100K)\ \mu F$
$L = 250\ mH$

$V_{th} = ?$
$Z_{th} = ?$

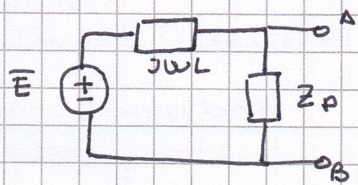
Z_{th}: spengo tutti i generatori



$$Z_{th} = \frac{1}{\frac{1}{j\omega L} + j\omega C + \frac{1}{R_1}} + R_2 = \frac{j\omega L R_1}{(j\omega)^2 LCR_1 + R_1 + j\omega L} + R_2$$

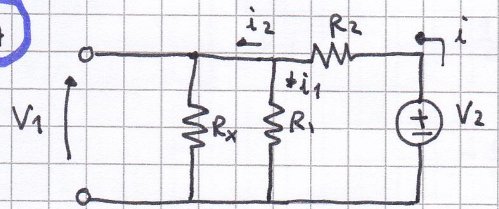
V_{th}: su R_2 non circola corrente, $\left(\frac{1}{j\omega C} // R_1\right) = Z_p$

→ applico il partitore di tensione su



$$V_{th} = \bar{E} \cdot \frac{Z_p}{j\omega L + Z_p}$$

4



$V_2 = 10 V$
$V_1 = 2,5 V$
$R_1 = 2 \Omega$
$R_2 = 3 \Omega$

$V_2 - V_{R2} - V_1 = 0$

$V_2 - iR_2 - V_1 = 0 \rightarrow i = \frac{V_2 - V_1}{R_2} = \frac{10 - 2,5}{3} = 2,5 A$

$i = i_1 + i_2 \rightarrow i_2 = i - i_1 = i - \frac{V_1}{R_1} = 2,5 - \frac{2,5}{2} = 1,25 A$

$V_1 = R_x \cdot i_2$

$\rightarrow R_x = \frac{V_1}{i_2} = \frac{2,5}{1,25} = 2\ \Omega$