

Esercitazioni di CIRCUITI ELETTRONICI ANALOGICI L-A

Anno Accademico 2006/2007

Esercitazione N. 1

Si consideri il circuito di figura 1

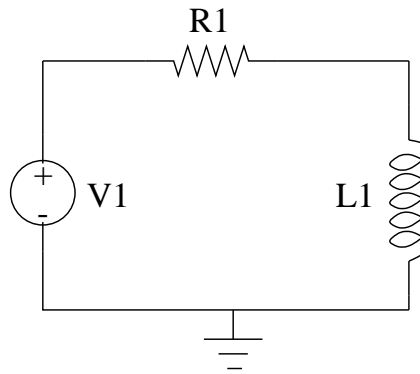


Figura 1: Circuito RL pilotato in tensione

Si assuma $R=6k\Omega$.

1. Calcolare analiticamente l'andamento della corrente che scorre nel circuito in funzione di R ed L, considerando un andamento a gradino per V1 da 0 a 5V all'istante $t = 0$ e dimensionare l'induttore in modo tale che, dal momento in cui avviene il fronte su V1 al momento in cui la corrente nel circuito raggiunge l'80% del valore finale, trascorra un intervallo di tempo pari a $T_r = 2.7\mu s$.
2. Utilizzando il valore calcolato per l'induttore si scriva la netlist che descrive il circuito e si verifichi tramite il simulatore quanto ricavato analiticamente¹. Inoltre si visualizzino gli andamenti di $I(t)$, corrente nel circuito, e di $V_L(t)$, tensione ai capi dell'induttore.
3. Volendo modificare l'intervallo di tempo T_{RISE} senza alterare il valore della corrente a regime nel circuito quale parametro circuitale occorre modificare?

¹Utilizzare i cursori disponibili all'interno dell'ambiente di visualizzazione forme d'onda *Probe*, oppure la funzione obiettivo `XatNthY`

Si consideri ora il circuito di figura 2, ottenuto dal circuito precedente aggiungendo un condensatore, formando quindi un bipolo RLC pilotato in tensione.

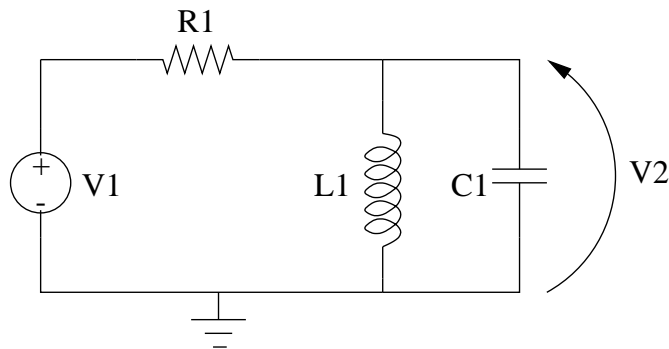


Figura 2: Bipolo RLC pilotato in tensione

4. Utilizzando i valori di L e R ricavati nei punti precedenti calcolare il valore di C affinché la frequenza di antirisonanza sia pari a $f_a = 20\text{kHz}$.
5. Calcolare il valore teorico della funzione di trasferimento $H(f) = \frac{V_2(f)}{V_1(f)}$ alla frequenza f_a e ricavarne modulo e fase.
6. Scrivere la netlist che descrive il circuito e realizzare la simulazione che descrive la risposta in frequenza del circuito. Visualizzare le ampiezze delle tensioni $V_1(f)$ e $V_2(f)$, della corrente $I(f)$ e della funzione di trasferimento² $H(f) = \frac{V_2(f)}{V_1(f)}$.
7. Generare il diagramma delle fasi³ della funzione di trasferimento.
8. Individuare per via grafica la larghezza di banda⁴ a 6dB .
9. Verificare se la frequenza di antirisonanza ed il modulo e la fase della funzione di trasferimento a tale frequenza corrispondono a quanto ricavato analiticamente.
10. Effettuare una simulazione in regime transitorio assumendo che il generatore fornisca una tensione nulla per $t \leq 100\mu\text{s}$ ed una forma d'onda sinusoidale di ampiezza 5V e frequenza pari a $f = 24\text{kHz}$ per $t > 100\mu\text{s}$. Visualizzare gli andamenti di $V_1(t)$ e $V_2(t)$ e verificare se l'ampiezza e lo sfasamento della tensione di uscita è coerente con quanto ricavato nel corso dell'analisi in frequenza.
11. Ripetere le analisi, le simulazioni e le osservazioni a partire dal punto 5 ipotizzando un resistore R_L del valore di 50Ω in serie all'induttore che simula la non idealità dell'induttore stesso.

²A tale scopo si usino gli strumenti matematici forniti da PSpice[®]

³Utilizzare la funzione matematica $P()$ fornita con PSpice[®]

⁴Utilizzare la funzione matematica $DB()$ fornita con PSpice[®]

Soluzioni:

1. $I_L(t) = \frac{V_g}{R} (1 - \exp(-\frac{R}{L}t))$
 $L = -RT_r / \log(1 - k), k = 80\% \rightarrow L \simeq 10\text{mH}$
2. V1 1 0 PWL (0, 0) (1n, 5)
R1 1 2 6k
L1 2 0 10m
.OP
.TRAN .1u 5u 0 10n
.PROBE I (L1)
3. $I_L(\infty) = \frac{V_g}{R} \rightarrow$ **modificare L.**
4. $H(s) = \frac{s/RC}{s^2 + s/RC + 1/LC}$
 $C = \frac{1}{(2\pi f_a)^2 L} \rightarrow C \simeq 6.33\text{nF}$
5. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow |H(j\omega_0)| = 1; \phi\{H(j\omega_0)\} = 0^\circ$
6. V1 1 0 AC 1 SIN(0 5 24k 100u 0 0)
R1 1 2 6k
L1 2 0 10m
C1 2 0 6.33n
.OP
.AC DEC 501 10e3 40e3
.TRAN 1u 1m 0 0.1u
.PROBE V(1) V(2)
7. P (V(2))
8. BPBW (V(2), 6), **8kHz**
9. Sì
10. Sì
11.
 - $H(s) = \frac{(R_L + sL)/RLC}{s^2 + s(L + RCR_L)/RLC + (R + R_L)/RLC} \rightarrow f_a = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{R + R_L}{RLC}} \simeq 20\text{kHz}$
 - $|H(j\omega_0)|^2 = \frac{L^2(R + R_L) + R_L^2(RCL)}{(L + R_L RC)^2 (R + R_L)} \simeq 0.707$
 - $\phi(H(j\omega_0)) = \frac{-R_L}{L} \sqrt{\frac{RLC}{R + R_L}} \simeq -2.27^\circ$
 - L1 2 3 10m
RL 3 0 50
 - P (V(2))
 - BPBW (V(2), 6), **8.61kHz**
 - Sì
 - Sì