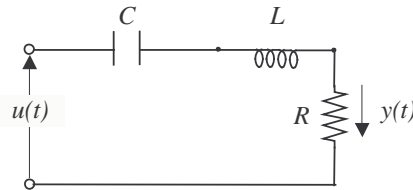


## Analisi dei Sistemi — Esercitazione 2

22 Ottobre 2007

**Esercizio 1.** Il circuito RLC mostrato in figura è composto da un condensatore di capacità  $C$  [F], un induttore di induttanza  $L$  [H] e un resistore di resistenza  $R$  [ $\Omega$ ] collegati in serie. Si considera come ingresso  $u(t)$  la tensione imposta ai due capi del circuito da un generatore di tensione e come uscita la corrente  $y(t)$  che attraversa il circuito.



Il modello ingresso-uscita di tale sistema vale:

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t) + \frac{R}{L} \frac{d}{dt}y(t) + \frac{1}{LC}y(t) = \frac{1}{L} \frac{d}{dt}u(t).$$

1. Si determini il polinomio caratteristico e le sue radici.
2. Assunto  $C = 160 \mu\text{F}$  e  $L = 10 \text{ H}$ , si supponga di poter scegliere fra tre diverse resistenze:

$$R_1 = 100 \Omega, \quad R_2 = 500 \Omega, \quad R_3 = 1000 \Omega.$$

Per ognuno dei tre diversi casi, si rappresentino le radici del polinomio caratteristico sul piano di Gauss.

3. Si classifichino i modi del sistema nei tre casi, tracciandone l'andamento qualitativo e se ne valutino i parametri significativi (a seconda dei casi, costante di tempo, pulsazione naturale, coefficiente di smorzamento). Come sono legati i valori di  $C$ ,  $L$  e  $R$  a tali parametri? Si determini analiticamente laddove possibile il tempo di assestamento al 5%.
4. Scelta la resistenza  $R_2$ , si determini l'evoluzione libera  $y_\ell(t)$  del sistema a partire dalle condizioni iniziali

$$y(t)|_{t=0} = 2, \quad \left. \frac{dy(t)}{dt} \right|_{t=0} = 1.$$

5. Si determini che forma assume la risposta impulsiva  $w(t)$  nei tre diversi casi (non occorre calcolarla).
6. Sempre assumendo di aver scelto la resistenza  $R_2$ , si calcoli la risposta impulsiva e si determini mediante l'integrale di Duhamel la risposta forzata  $y_f(t)$  che consegue all'applicazione del segnale di ingresso<sup>1</sup> qui indicato

$$u(t) = \begin{cases} 3 & t \in [0, 0.1) \\ 0 & \text{altrove} \end{cases}$$

*Soluzione:*  $y_\ell(t) = 2e^{-25t} + 51te^{-25t}; \quad w(t) = (0.1e^{-25t} - 2.5te^{-25t}) \delta_1(t);$

$$y_f(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t < 0 \\ 0.3te^{-25t} & \text{per } 0 \leq t < 0.1 \\ 0.3(t e^{-25t} - t e^{-25(t-0.1)} + 0.1e^{-25(t-0.1)}) = -3.35te^{-25t} + 0.365e^{-25t} & \text{per } t \geq 0.1 \end{cases}$$

<sup>1</sup>Può essere utile ricordare la seguente formula notevole:

$$\int te^{\alpha t} dt = \frac{1}{\alpha^2} (\alpha te^{\alpha t} - e^{\alpha t}).$$