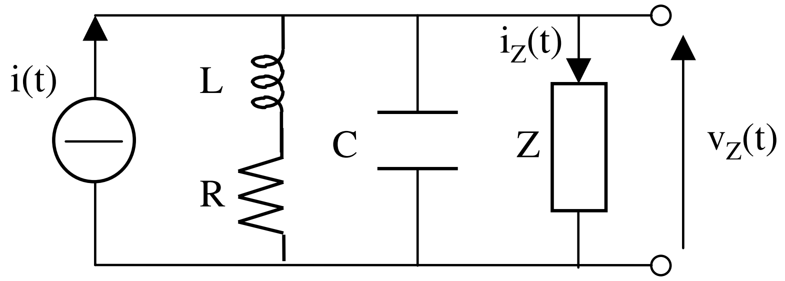
CONTROLLI AUTOMATICI I - Corso di Laurea in Ing. Elettrica - Sede di Alessandria
Compito del 6-IX-2002

Negli esercizi che seguono, rispondere alle domande motivando adeguatamente le scelte operate e riportando inoltre tutte le istruzioni MATLAB *utilizzate per il conseguimento dei risultati presentati. Svolgere gli esercizi su fogli protocollo separati, riportando su ciascun foglio: cognome, nome, numero dell'esercizio.*

Esercizio 1

Si consideri il sistema dinamico illustrato in figura. In tale sistema, le correnti $i(t)$ e $i_Z(t)$ costituiscono rispettivamente l'ingresso e l'uscita. La caratteristica del dispositivo non lineare Z è definita dalla relazione $i_Z(t) = I_{Z0} \cdot e^{-\gamma \cdot v_Z(t)}$.



Facendo riferimento a tale sistema:

1. determinare il modello matematico in variabili di stato, precisandone le proprietà secondo la classificazione introdotta a lezione e specificando quali sono i vettori d'ingresso, stato ed uscita utilizzati;
2. operare la linearizzazione nell'intorno di un generico punto di equilibrio $\bar{x}, \bar{u}$, specificando quali sono le equazioni d'ingresso-stato-uscita, i vettori d'ingresso, stato ed uscita, e le matrici del sistema linearizzato;
3. supponendo che i valori numerici dei componenti siano:
$$R = 10\ \Omega, \quad L = 1 \cdot 10^{-3}\ H, \quad C = 1 \cdot 10^{-4}\ F, \quad \gamma = 0.1\ V^{-1}, \quad I_{Z0} = 1\ A,$$
determinare l'ingresso di equilibrio $i(t) = \bar{i}\ \forall t \geq 0$ in modo che, all'equilibrio, risulti $i_Z(t) = \bar{i}_Z = 25 \cdot 10^{-3}\ A$;
4. facendo ricorso al metodo di linearizzazione, discutere la stabilità di tutti gli stati di equilibrio del sistema non lineare corrispondenti all'ingresso di equilibrio $\bar{i}$ determinato al punto precedente.

Esercizio 2

Dato il sistema dinamico avente la seguente rappresentazione in variabili di stato:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), \qquad y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix} u(t)$$

1. studiarne le caratteristiche di stabilità interna ed esterna;
2. determinare l'espressione analitica dell'uscita $y(t)$, date le condizioni iniziali $x(t=0) = [\ 1 \quad 2 \quad 4 \quad 8\ ]^T$ e l'ingresso $u(t)$ a gradino di ampiezza 3, e precisare le caratteristiche dei vari modi ottenuti;
3. è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione solamente la misura dell'uscita $y(t)$? in caso affermativo, precisarne la struttura a blocchi, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;
4. è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione la misura dello stato $x(t)$? in caso affermativo, precisarne la struttura a blocchi, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;
5. con riferimento ai due punti precedenti, qualora si possa stabilizzare il sistema, determinare la funzione di trasferimento del sistema così controllato, mettendone in evidenza zeri, poli ed eventuali cancellazioni zero-polo.