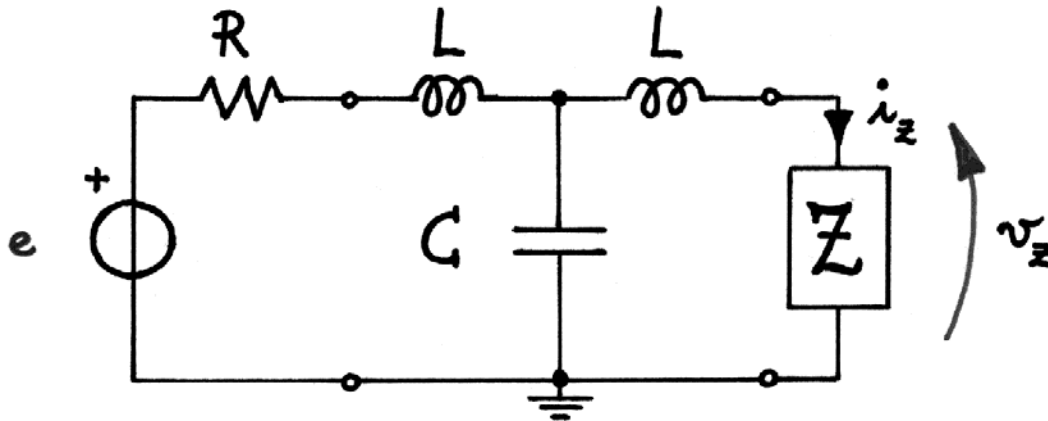


Negli esercizi che seguono, rispondere alle domande motivando adeguatamente le scelte operate e riportando inoltre tutte le istruzioni MATLAB utilizzate per il conseguimento dei risultati presentati. Svolgere gli esercizi su fogli protocollo separati, riportando su ciascun foglio: cognome, nome, numero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

Esercizio 1 - Nel sistema dinamico illustrato in figura:



si assumano come ingresso la tensione $e(t)$ e come uscita la tensione $v_Z(t)$. La caratteristica statica del componente Z è non lineare: $v_Z(t) = i_Z^3(t) - 3R i_Z(t)$. Facendo riferimento a tale sistema:

- 1.a) determinare il modello matematico in variabili di stato, specificando quali sono i vettori d'ingresso, stato ed uscita adottati, e precisarne le proprietà secondo la classificazione introdotta a lezione;
- 1.b) calcolare tutti gli stati e le uscite di equilibrio corrispondenti all'ingresso costante $e(t) = 0, \forall t \geq 0$;
- 1.c) operare la linearizzazione intorno ai punti di equilibrio trovati, specificando quali sono le equazioni d'ingresso-stato-uscita, i vettori d'ingresso, stato ed uscita, e le matrici dei rispettivi sistemi linearizzati;
- 1.d) discutere la stabilità nell'intorno di tutti gli stati di equilibrio precedentemente ricavati, facendo ricorso al metodo di linearizzazione e considerando i seguenti valori numerici dei parametri: $R = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ mH}$, $C = 1 \mu\text{F}$.

Esercizio 2 - Dato il sistema dinamico LTI avente la seguente rappresentazione in variabili di stato:

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

- 2.a) studiarne le caratteristiche di stabilità interna ed esterna;
- 2.b) determinare l'espressione analitica dell'uscita $y(t)$, date le condizioni iniziali $x(t=0) = [1 \ 2 \ 3 \ 4]^T$ e l'ingresso $u(t)$ a gradino di ampiezza 5, e precisare le caratteristiche dei vari modi ottenuti;
- 2.c) 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, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;
- 2.d) 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, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;
- 2.e) 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.