TECNICHE DI CONTROLLO MULTIVARIABILE, PROVA DI LABORATORIO 08/06/2020

ISTRUZIONI

- Creare sul desktop la cartella di lavoro Cognome_Nome
- Creare una sotto-cartella per ogni esercizio contenente:
    - lo script (file .m) di inizializzazione dei parametri necessari alla simulazione
    - il/i file simulink (.slx o .mdl) relativi alle simulazioni richieste
- Consegna: comprimere la cartella (formato zip) e inviarla a saverio.farsoni@unife.it
- Chi desidera ritirarsi mandi comunque una mail al docente in cui comunica ufficialmente la sua decisione

Esercizio 1 (7 punti)

Dato il sistema descritto tramite il seguente modello LTI:

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}$$
$$y = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x}$$

Con: $A = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & -9 & -1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ $B = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ $C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\boldsymbol{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ $\boldsymbol{u}(t) = \sin(t) \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$

Progettare l'osservatore di Luenberger con modello:

$$\dot{\hat{\boldsymbol{x}}} = \boldsymbol{A}\hat{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u} + \boldsymbol{L}(y - \hat{y}) \qquad \hat{x}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$
$$\hat{y} = \boldsymbol{C}\hat{x}$$

Con L tale da garantire che il modulo di tutte le componenti del vettore errore di stima sia inferiore a 0.05 in un tempo inferiore a 3 secondi:

$$|x_i(t) - \hat{x}_i(t)| < 0.05 \; \forall t > 3$$

Nota: è necessario posizionare un blocco 'scope' che monitori il vettore errore di stima

Esercizio 2 (7 punti)

Dato il sistema descritto tramite il seguente modello LTI:

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}$$
$$y = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x}$$

con matrici $\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}, \boldsymbol{C}$ e condizioni iniziali $\boldsymbol{x}(0)$ definite nell'esercizio 1, si implementi un regolatore LQ per stabilizzare il sistema nel punto d'equilibrio dato da: $\boldsymbol{x}_d = \begin{bmatrix} 11 \\ -1 \\ 9 \end{bmatrix}, \boldsymbol{u_d} = \begin{bmatrix} 9 \\ 0 \end{bmatrix}$ utilizzando le seguenti matrici di penalizzazione stato/ingresso:

$$Q_{lq} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; R_{lq} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Si verifichi che tutte le variabili di stato del sistema controllato si stabilizzino al valore desiderato

Nota: è necessario utilizzare un blocco scope per monitorare l'andamento delle variabili di stato del sistema.

Esercizio 3 (7 punti)

Dato il sistema non lineare descritto in forma canonica di controllabilità dalle seguenti equazioni:

$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$\dot{x}_2 = -x_1 - x_1 x_2 + x_2 u = f(\boldsymbol{x}) + b(\boldsymbol{x})u$$

Con:

- $\boldsymbol{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ stato del sistema
- $x = x_1$ variabile controllata
- $\boldsymbol{x}_0 = \begin{bmatrix} 10 \\ -10 \end{bmatrix}$ condizioni iniziali

Si implementi un controllore utilizzando la tecnica feedback linearization, la cui legge di controllo $u = b(\boldsymbol{x})^{-1}(v - f(\boldsymbol{x}))$ cancelli le non linearità presenti nella dinamica del sistema e risolva il problema di tracking della seguente traiettoria:

$$x_d = \cos(t)$$
$$\dot{x}_d = -\sin(t)$$
$$\ddot{x}_d = -\cos(t)$$

Imponendo $v = \ddot{x}_d - K_p e - K_d \dot{e}$

con $K_p = K_d = 100$, $e = x - x_d$

Note:

- E' necessario utilizzare un blocco scope per monitorare l'andamento dell'errore *e*
- E' necessario utilizzare un blocco scope per monitorare l'andamento dello stato **x**