

Controllo di Processi Complessi

ES1	ES2	ES3	Q1	Q2	VOTO

COGNOME

NOME

MATRICOLA

CORSO DI LAUREA

FIRMA

- Utilizzare per le risposte solo i fogli allegati e organizzare le risposte in modo da centrare con la maggior concisione e chiarezza possibili il quesito posto.
- Non consegnare fogli addizionali.
- Non si possono consultare libri, appunti, dispense di qualsiasi tipo/supporto.

ESERCIZIO 1

Si consideri il seguente sistema affetto da disturbi di tipo additivo:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -5x_1 - 11x_2 + w_1 + 2w_2 + u \\ \dot{x}_2 = 4x_1 + 7x_2 + w_1 + u \\ y = x_1 + v \end{cases}$$

$$\text{con } w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad R_w = \begin{bmatrix} 0.1 & 0 \\ 0 & 0.01 \end{bmatrix} \quad R_v = 0.001$$

Si consideri il problema di controllo ottimo stazionario avente la seguente cifra di merito:

$$J = \int (x' Q x + u' R u) dt \quad (*)$$

dove Q ed R sono matrici identità.

1. Riportare le ipotesi necessarie per l'applicazione della tecnica di filtraggio alla Kalman per la ricostruzione dello stato in ambiente non deterministico.

2. Realizzare uno script MATLAB che consenta di determinare la legge di controllo e il guadagno del filtro di Kalman. Riportare di seguito, nel corretto ordine progettuale, i principali comandi dello script e i valori numerici del guadagno di retroazione K e del guadagno L del filtro di Kalman.

3. Indicare i poli del sistema complessivo, giustificando la risposta.

4. Simulare l'evoluzione del sistema (durata simulazione pari a 10 secondi) a partire da condizioni iniziali nulle, a fronte di un ingresso a impulso di durata unitaria, ampiezza 5, che arriva all'istante $t=3s$. Rispondere alle seguenti domande (i blocchi Simulink richiesti per la realizzazione dello schema si trovano nella cartella "cpc/esame" in "**scambio dati con il docente**" accessibile dal Desktop del proprio computer).
- a. In che intervallo varia l'uscita del sistema?
 - b. In che intervallo varia la variabile di controllo del sistema?
 - c. In che intervallo varia la differenza tra stato x_1 vero e ricostruito dall'osservatore?
 - d. Riportare il valore della matrice di covarianza degli errori di stima.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema lineare tempo continuo Σ :

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 11x_1 + 29x_2 + u \\ \dot{x}_2 = -5x_1 - 12x_2 + u \\ y = x_1 \end{cases}$$

1. Determinare un guadagno di retroazione K tale che l'evoluzione libera dello stato del sistema retroazionato raggiunga l'equilibrio in un tempo $t=5$ sec (circa) oscillando. Riportare i valori di K , degli autovalori di $(A-BK)$ e i comandi matlab utilizzati per il calcolo.
2. Fissare arbitrariamente i poli dell'osservatore (motivare la scelta effettuata) e determinare il guadagno di osservazione L relativo. Riportare il valore di L e i comandi matlab utilizzati per il calcolo.

3. Sia dato il problema di controllo ottimo LQ in cui la cifra di merito da minimizzare è la seguente:

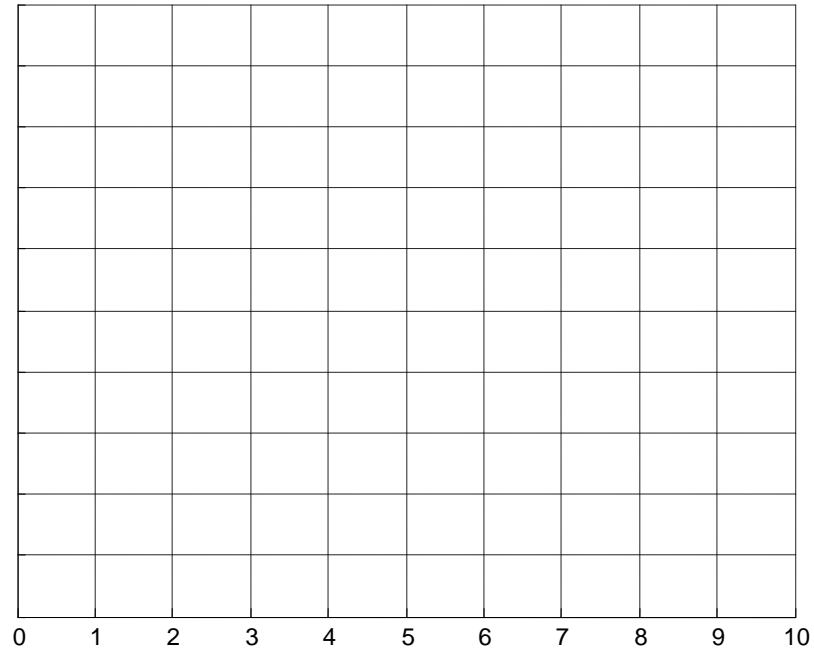
$$J = \int (y' Q y + u' R u) dt \quad (*)$$

dove Q e R sono pari alla matrice identità.

- a. Realizzare uno script MATLAB che consenta di determinare la legge di controllo che minimizza la cifra di merito J . Riportare di seguito, nel corretto ordine progettuale, i principali comandi dello script e i valori numerici del guadagno di retroazione K .

- b. Fissati arbitrariamente i poli dell'osservatore (giustificare la decisione adottata), determinare la matrice L (guadagno dell'osservatore). Riportare di seguito il valore di L , degli autovalori di $(A-LC)$ e i comandi matlab utilizzati, nel corretto ordine.

- c. Si consideri il caso in cui i poli dell'osservatore siano $[-40 \ -50]$. Utilizzando la scala graduata sottostante, si disegni l'evoluzione libera dell'uscita del sistema, a partire da condizioni iniziali pari a $[3 \ 5]$ per il sistema e nulle per l'osservatore.



- d. Sia $R=h*I$, ove I è la matrice identità. Determinare un valore di h t.c. posto $R=h*I$ nella cifra di merito (*), il sistema raggiunga l'equilibrio in un tempo t non superiore a 1 secondo. Si considerino per la simulazione condizioni iniziali e ingressi e guadagno di osservazione pari a quelli del punto c. Tracciare, utilizzando la scala graduata sottostante, l'andamento della variabile di controllo del sistema.

