

## Appello di Analisi e Controllo di Processi Complessi

*Docente: C. Carnevale*

### **Istruzioni**

- Non verranno valutate risposte in assenza di adeguata giustificazione.
- Non possono essere usati libri, appunti, siti web, codice e schemi preparati precedentemente alla prova.
- Giustificare ogni risposta data attraverso o i passaggi matematici o i comandi (o le porzioni di codice) matlab utilizzati per la risoluzione.
- Leggere attentamente le domande e rispondere con precisione ai solo quesiti richiesti.
- Consegnare i file in formato pdf, jpeg o png, utilizzando i nomi riportati nell'esame.

**Esercizio 1**

Dato il seguente sistema affetto da disturbi di tipo additivo:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + 4x_2 + u + \omega_1 \\ \dot{x}_2 = x_1 - 5x_2 + u + \omega_2 \\ y_1 = x_1 + 2x_2 + v_1 \\ y_2 = 0.1x_1 + 0.1x_2 + v_2 \end{cases}$$

$$x(0) = \begin{bmatrix} 5 & 0 \end{bmatrix}$$

dove:

$$R_\omega = \begin{bmatrix} 0.1 & 0 \\ 0 & 0.01 \end{bmatrix}$$

$$R_{v_1} = R_{v_2} = 0.01$$

(a) Determinare, sulla base delle prestazioni dei relativi filtri di Kalman, la migliore uscita possibile da utilizzare per la stima dello stato. Motivare la risposta.

**CONSEGNARE:**

- – NOME FILE: ES1\_a
- TIPO FILE: pdf/jpeg/png
- CONTENUTO: la risposta alla domanda

(b) Considerare  $y$  pari alla uscita selezionata al punto (a). Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. Testare tutte e sole le condizioni necessarie al progetto di un filtro di Kalman per la ricostruzione dello stato.
2. Calcolare il guadagno L1 di osservazione del filtro di Kalman.
3. Calcolare il guadagno L2 di un osservatore dello stato in grado di ricostruire lo stato del sistema a una velocità doppia rispetto alla dinamica del sistema stesso.

**CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES1\_b
- TIPO FILE: .m
- CONTENUTO: lo script MATLAB richiesto con i commenti necessari per giustificare le scelte (Utilizzare il simbolo % per inserire i commenti). **Inserire come commento i valori calcolati dallo script per la progettazione del controllore.**

(c) Simulare il sistema con i rispettivi osservatori dello stato, quando lo stato è incognito.

**CONSEGNARE:**

- – NOME FILE: ES1\_c1
- TIPO FILE: pdf/jpeg/png
- CONTENUTO: schema simulink utilizzato per la simulazione
- – NOME FILE: ES1\_c2
- TIPO FILE: pdf/jpeg/png
- CONTENUTO: grafico dell'uscita
- – NOME FILE: ES1\_c3
- TIPO FILE: pdf/jpeg/png
- CONTENUTO: grafico della differenza tra stato vero e osservato per il filtro di Kalman

**Esercizio 2**

Dato il seguente sistema, avente stato misurabile:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + 4x_2 + u \\ \dot{x}_2 = -5x_2 + u \\ y = x_1 \end{cases}$$

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. testare tutte e sole le ipotesi per la progettazione di un controllo in retroazione dello stato in questa situazione.
2. calcolare il guadagno di un controllo ottimo LQ con cifra di merito stato-variabile di controllo, con matrici delle forme quadratiche pari alle matrici identità.
3. calcolare il guadagno di un controllore in retroazione dello stato tale che il sistema raggiunga l'equilibrio in un tempo  $t=10s$ .
4. calcolare il controllo ottimo LQ con cifra di merito uscita-variabile di controllo, avente peso della uscita pari a 10 volte quello della variabile di controllo.

**CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES2\_a
- TIPO FILE: .m
- CONTENUTO: lo script MATLAB richiesto con i commenti necessari per giustificare le scelte (Utilizzare il simbolo % per inserire i commenti). **Inserire come commento i valori calcolati dallo script per la progettazione dei diversi controllori.**

(b) Indicare, motivando la risposta, quale è il controllo che garantisce la risposta più veloce.

**CONSEGNARE:**

- – NOME FILE: ES2\_a
- TIPO FILE: pdf/jpeg/png
- CONTENUTO: la risposta alla domanda