

## **ESEMPIO Appello MODSIM**

*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**

Si vuole modellizzare attraverso un sistema a tempo continuo di trasferimento di risorse, il processo di formazione di un prodotto finito  $x_3$  in funzione dei semilavorati  $x_1$  e  $x_2$

La dinamica della quantità della risorsa 1 segue le seguenti "regole":

- variazione positiva avente velocità proporzionale ( $a_1$ ) al flusso di materia prima u inserita
- variazione negativa avente velocità proporzionale alla quantità di risorsa  $x_1$  e al rateo di trasformazione in  $x_2$  ( $b_1$ ).
- variazione negativa data dalla perdita di materiale, costante e pari a  $c_1$

La dinamica della quantità della risorsa 2 segue le seguenti "regole":

- variazione positiva data dalla trasformazione (senza perdite) della risorse 1 in 2.
- variazione negativa avente velocità proporzionale alla quantità di risorsa  $x_2$  e al rateo di trasformazione in  $x_3$  ( $b_2$ ).

La dinamica della quantità della risorsa 3 (prodotto) segue le seguenti "regole":

- variazione positiva data dalla trasformazione (senza perdite) della risorse 2 in 3.
- variazione negativa data dal flusso in uscita (verso le vendite), proporzionale ( $b_3$ ) alla quantità di prodotto 3.

**(a) CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES1\_a
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: La scansione del modello del sistema, indicando anche le variabili di stato gli ingressi manipolabili e quelli non manipolabili.

**Esercizio 2**

Dato il seguente sistema non lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + 6 * \tan(x_2) - u * (x_1 - 6) \\ \dot{x}_2 = x_1 * (x_2^3 + x_2) \end{cases}$$

$$y = 3x_2$$

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. Calcolare e studiare la stabilità dei punti di equilibrio del sistema per  $u=10$ .
2. Calcolare la retroazione linearizzante attraverso la tecnica della I-O linearization.
3. Determinare un controllo in retroazione dello stato tale che il sistema sia in grado di inseguire un setpoint costante  $y_s$  con una dinamica definita dagli autovalori  $[a1; 2*a1]$ , dove  $a1$  permette al sistema (considerando la linearizzazione "perfetta") di raggiungere il setpoint in un tempo  $T=2.5s$

**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 del controllore.**

(b) Simulare il sistema a fronte di un setpoint  $y_s=5$ , a partire dalla condizione iniziale  $x_0=[1;1]$

**CONSEGNARE:**

- – NOME FILE: ES2.b1  
– TIPO FILE: pdf/jpeg/png  
– CONTENUTO: schema simulink utilizzato per la simulazione
- – NOME FILE: ES2.b2  
– TIPO FILE: .m  
– CONTENUTO: la funzione Matlab utilizzata per la implementazione del controllore progettato (Utilizzare il simbolo % per inserire i commenti).
- – NOME FILE: ES2.b3  
– TIPO FILE: pdf/jpeg/png  
– CONTENUTO: grafico dell'uscita
- – NOME FILE: ES2.b4  
– TIPO FILE: pdf/jpeg/png  
– CONTENUTO: grafico della variabile di controllo

**Esercizio 3**

Si vuole progettare il controllo di un sistema di riscaldamento di una stanza. Si vuole in particolare che il controllo venga ritardato ogni ora sulla base degli ultimi 800 dati misurati con tempo di campionamento 2s.

(a) Vi si chiede di progettare il software necessario alla selezione automatica del modello (sulla base del MAE) tenendo presente che:

- Il tempo di campionamento è di 2s
- I dati sono contenuti nel file heating.mat, nella matrice heating (c1: tempo, c2: tensione in ingresso al sistema, c3: temperatura nella stanza)
- Si considera che il sistema abbia una memoria ~~minima~~ di 8s
- Si considera che il ritardo con cui una variazione dell'input inizi a impattare sull'uscita è di circa 10s

**CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES1\_a
- TIPO FILE: .m
- CONTENUTO: script necessario alla risoluzione del problema. Indicare come commenti nello script i valori dei parametri stimanti e del MAE (per il modello migliore).

(b) Commentare le prestazioni del modello selezionato in particolare in merito a:

- incertezze di stima
- rapporto complessità/prestazioni

**CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES1\_b
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: La risposta alla domanda indicata.