

## Preappello Modellistica e Simulazione

*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 soli quesiti richiesti.
- **La consegna può essere effettuata secondo una delle due seguenti modalità:**
  - Un file pdf per esercizio contenente le risposte suddivise per le singole domande (verificare che quanto richiesto nelle singole domande sia **TUTTO** presente nel file).
  - Un file per ogni domanda, come da indicazioni nel testo.

**Esercizio 1**

La famiglia Atreides vi commissiona la modellizzazione dell'evoluzione di un virus che colpisce i vermi delle sabbie di Arrakis e la cui dinamica è descritta da un sistema SIR che tenga conto delle seguenti caratteristiche:

- Il virus non è letale;
- Il virus ha dinamica molto più veloce rispetto alla vita dei vermi;
- Una frazione  $\alpha$  dei vermi infette guarisce ma non sviluppa l'immunità.

**CONSEGNARE:**

- NOME FILE: ES1
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: la modellizzazione del sistema, indicando le variabili di stato, gli input manipolabili e quelli non manipolabili.

**Esercizio 2**

Dato il seguente sistema non lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + x_2 - x_1 * u + 6 * u \\ \dot{x}_2 = (x_2^2 + x_2) * x_1 \end{cases}$$

$$y = x_2$$

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. Calcolare e studiare la stabilità dei punti di equilibrio del sistema per  $u=0$ .
2. Progettare il controllo linearizzante attraverso I-O linearization.
3. Determinare un controllo in retroazione dello stato che permetta avere dinamica definita dalla coppia di autovalori  $[a1; 2*a1]$ , dove  $a1$  deve permettere al sistema (considerando la linearizzazione "perfetta") di raggiungere l'equilibrio in un tempo  $T=1s$ .

**CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):**

- 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 dei punti di equilibrio, la loro classificazione (quando possibile), e le informazioni necessarie alla loro classificazione;
  - l'espressione del controllo linearizzante;
  - l'espressione della legge di controllo per il sistema linearizzato e il valore dei parametri calcolati (N.B. non è richiesto inseguimento di setpoint).

(b) Simulare il sistema controllato, a partire dalla condizione iniziale  $x_0=[3;5]$ .

**CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):**

- – NOME FILE: ES2\_b1
  - TIPO FILE: pdf/jpeg/png
  - CONTENUTO: schema simulink utilizzato per la simulazione
- – NOME FILE: ES2\_b2
  - TIPO FILE: pdf/jpeg/png
  - CONTENUTO: grafico dell'uscita

**Esercizio 3**

Si vuole modellizzare l'impatto delle emissioni di CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> sull'anomalia di temperatura per poter determinare in seguito un idoneo sistema di controllo.

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di identificare e validare i modelli SISO che legano emissioni e anomalia di temperatura, tenendo conto che:

- Il tempo di campionamento è di 1 anno.
- I dati sono contenuti nel file `climate.mat` (c1: emissioni di CO<sub>2</sub>; c2: emissioni di CH<sub>4</sub>, c3: anomalia di temperatura) e sono TUTTI DATI VALIDI.
- Non si conoscono ritardi apprezzabili tra le variazioni degli ingressi e il loro impatto sull'uscita.
- Si vuole mantenere un modello che abbia al massimo 2 coefficienti per la parte autoregressiva e 2 per gli ingressi.
- Si utilizzano 400 dati del dataset per l'identificazione (i primi) e i restanti la validazione.

**CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):**

- NOME FILE: `ES3_a`
- TIPO FILE: `.m`
- CONTENUTO: script necessario alla risoluzione del problema.

(b) Presentare una tabella contenente per il modello migliore (dal punto di vista del MAE) per ciascuno degli input:

- la struttura del modello
- le prestazioni sul dataset di validazione in termini di MAE e correlazione.
- l'intervallo di confidenza al 95% dei parametri stimati

**CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):**

- NOME FILE: `ES3_b`
- TIPO FILE: `.pdf`
- CONTENUTO: La risposta alla domanda indicata (si possono fare tabelle differenti per ogni modello).