

# Stima dei Parametri di un modello P-SP

Lorenzo Rossi Matricola: 0301285

May 9, 2022

## 1 Introduzione

## 2 Modello Teorico

## 3 Implementazione Simulink

- Modello Parallelo
- Stimatore Parallelo
- Modello Serie-Parallelo
- Stimatore Serie-Parallelo
- Sistema Complessivo

## 4 Analisi

- Ingresso Sinusoidale
- Ingresso Esponenziale
- Ingresso a gradino
- Ingresso impulsivo
- Ingresso sinusoidale con rumore in ingresso
- Ingresso sinusoidale con rumore sullo stato
- Variazione del parametro a

## 5 Conclusioni

# Assignment 1

Considerato il sistema:

$$\dot{x} = -ax + bu \quad a = 1, b = 2$$

Effettua delle simulazioni per i modelli Parallelo (P) e Serie-Parallelo (SP) e valutare le performance degli algoritmi in presenza di rumori e vari segnali di ingresso. Inoltre, valutare le performance degli algoritmi di stima adattativa considerando che il parametro  $a$  varia come:

$$a = 1 + 0.1 \sin\left(\frac{2\pi t}{24 \times 3600}\right)$$

# Modello Teorico

## Modello Parallelo (P)

$$\dot{\hat{x}} = -\hat{a}\hat{x} + \hat{b}u$$

$$\dot{\hat{a}} = -(x - \hat{x})\hat{x}$$

$$\dot{\hat{b}} = -(x - \hat{x})u$$

## Modello Serie-Parallelo (P)

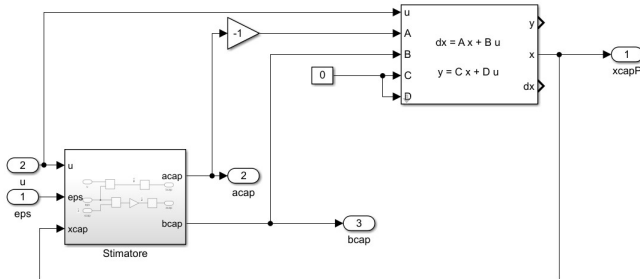
$$\dot{\hat{x}} = -a_m\hat{x} + (a_m - \hat{a})x + \hat{b}u$$

$$\dot{\hat{a}} = -(x - \hat{x})x$$

$$\dot{\hat{b}} = -(x - \hat{x})u$$

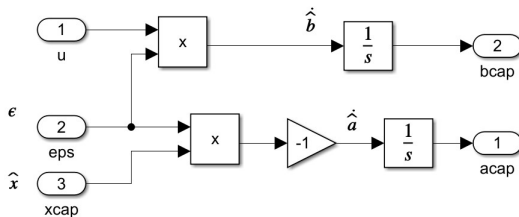
# Simulink - 1

## • Modello Parallelo



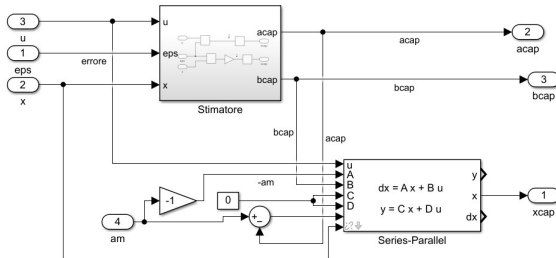
## Simulink - 2

### ● Stimatore Parallelo



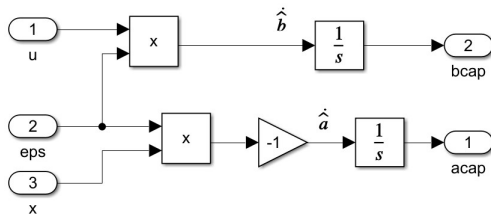
## Simulink - 3

### • Modello Serie-Parallelo



## Simulink - 4

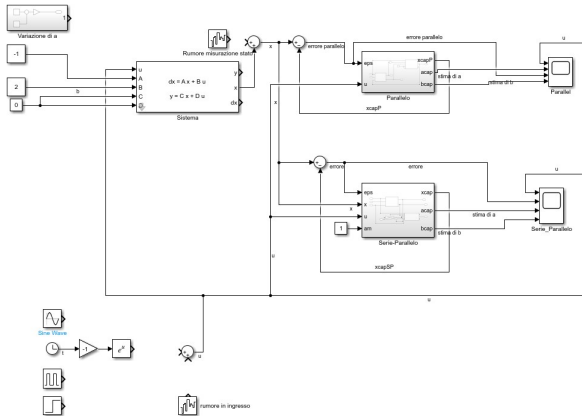
### ● Stimatore Serie-Parallelo





## Simulink - 4

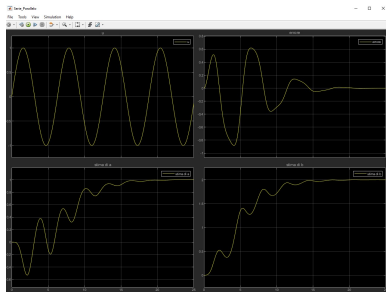
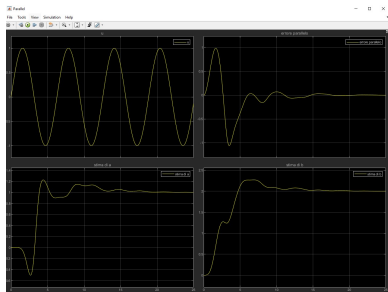
### • Sistema Complessivo



# Analisi

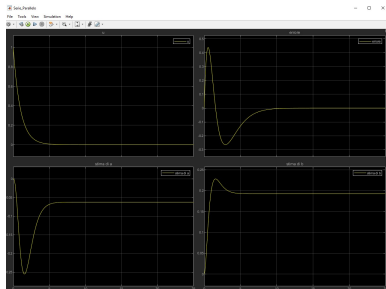
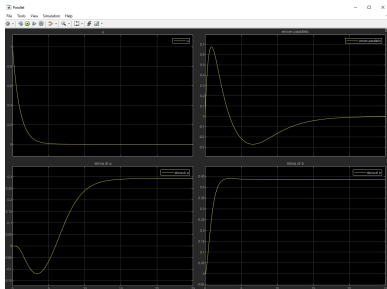
- 1 Gli ingressi scelti per valutare le performance degli algoritmi di stima adattativa sono in ordine:
  - Ingresso sinusoidale;
  - Ingresso esponenziale;
  - Ingresso a gradino;
  - Ingresso impulsivo;
  - Ingresso sinusoidale in presenza di rumore;
- 2 Variazione del parametro a valutazione delle performance;

## Ingresso Sinusoidale



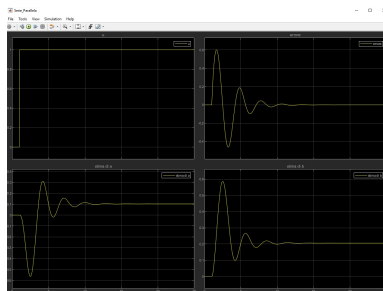
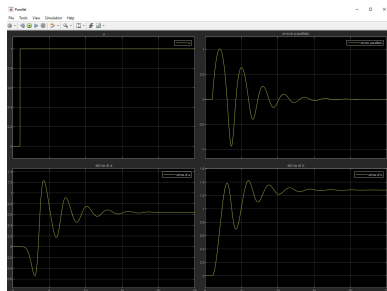
Entrambi gli algoritmi riescono a stimare correttamente i parametri  $a$  e  $b$  nel tempo di simulazione di 25s. Tuttavia, la stima effettuata dal modello Serie-Paralelo (SP) presenta incertezza dovuta alle numerose oscillazioni nelle stime di  $a$  e  $b$ .

## Ingresso Esponenziale $e^{-t}$



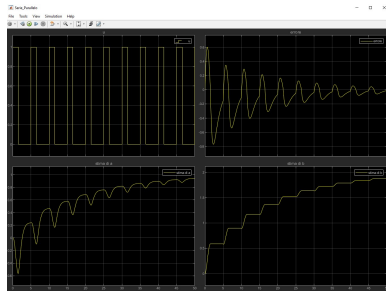
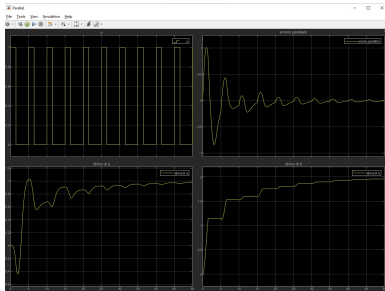
Entrambi gli algoritmi non riescono a stimare correttamente i parametri  $a$  e  $b$  nel tempo di simulazione di 25s. La stima effettuata sembra convergere verso i parametri del sistema finché l'azione del controllo  $u = \exp^{-t} \neq 0$ .

## Ingresso a gradino



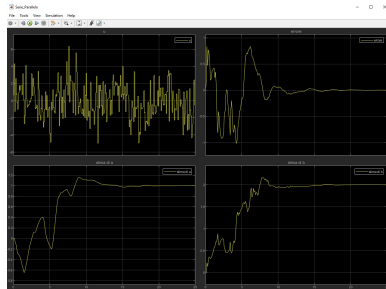
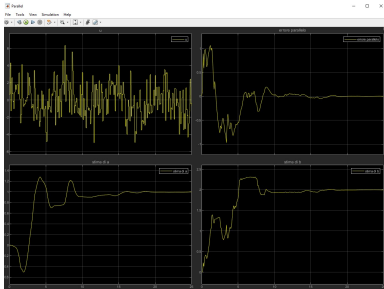
Entrambi gli algoritmi non riescono a stimare correttamente i parametri  $a$  e  $b$  nel tempo di simulazione di 25s. Anche aumentando il tempo di simulazione, si vede che il valore delle stime rimane pressoché invariato.

## Ingresso impulsivo



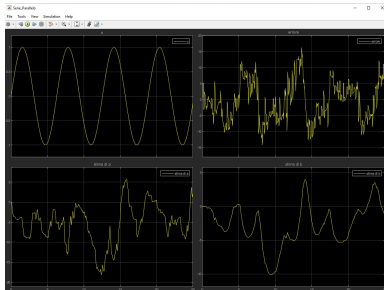
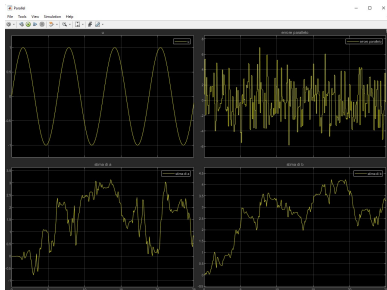
Con un ingresso di tipo impulsivo, il tempo necessario all'algoritmo di stima adattativa per stimare i valori di  $a$  e  $b$  vengono notevolmente aumentati anche ad arrivare ad 800s.

## Ingresso sinusoidale con rumore in ingresso



Il rumore in ingresso non impedisce agli algoritmi di stimare i valori dei parametri, ma ne aumenta il tempo di stima dato che l'errore nei primi 10s è molto più alto che in assenza del disturbo.

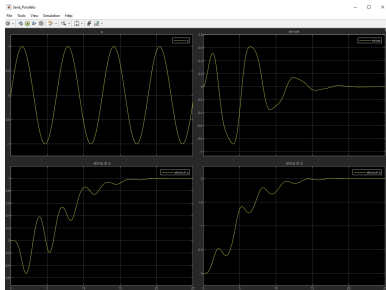
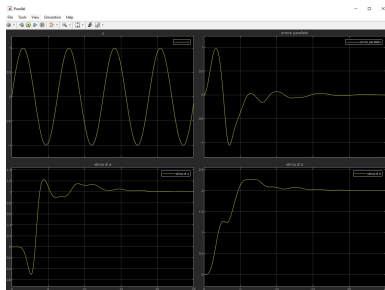
## Ingresso sinusoidale con rumore sullo stato



Nel caso in cui ci fosse del rumore sulla misurazione dello stato non sarebbe possibile stimare i parametri del sistema dato che l'errore è pressoché ovunque diverso da 0.



## Variazione del parametro a



La variazione lenta del parametro  $a$  del sistema non causa delle complicazioni agli algoritmi proposti. Nel caso in cui questa variazione è molto rapida e frequente ciò non è più detto.

## Conclusioni

Entrambi i modelli consentono di stimare correttamente lo stato rispetto ai vari ingressi. Tuttavia, la soluzione migliore sembrerebbe quella fornita dal modello SP a patto che si conosca bene il sistema e che il bias che viene introdotto sia coerente con quello del sistema.

Entrambi i modelli soffrono pesantemente sui rumori della misura nello stato, ma a variazioni lente dei parametri del sistema non risentono di queste variazioni.