

# I&I Stimatore di Frequenza

Lorenzo Rossi Matricola: 0301285

May 16, 2022

- 1 Introduzione
- 2 Modello Teorico
- 3 Implementazione Simulink
  - Dinamica 1
  - Dinamica 2
  - Dinamica Errore
  - Stima
  - Sistema Complessivo

- 4 Analisi
  - $y_2 = \sin(t) \quad k_1 = \{1, 0.5, 2\}$
- 5 Analisi
  - $y_1 = \sin(100t) \quad k_1 = \{1, 0.5, 2\}$

## Assignment 3

Considerati i segnali:

$$y_1(t) = \sin 100t \quad y_2(t) = \sin(t)$$

Implementare il metodo di stima di frequenza I&I verificandone l'efficacia e discuti quale è una buona scelta del guadagno  $k$ .

Inoltre, i segnali misurati sono affetti dal disturbo additivo

$$d = 0.001 \sin 50t$$

# Modello Teorico

- **Dinamica:**

$$\dot{\hat{x}} = -k_1 * \hat{x} - y, \quad \dot{\hat{\theta}}_1 = \Delta(y, \hat{x}, \hat{\theta}_1) = y^2 - k_1 \hat{x}^2 - y \hat{x}^3 - \hat{\theta}_1 \hat{x}^3$$

- **Dinamica Errore:**

$$\dot{z}_x = -k_1 z_x, \quad \dot{z}_\theta = -\hat{x} - \hat{x}^2 z_\theta$$

con  $k_1 > 0$

- **Stime:**

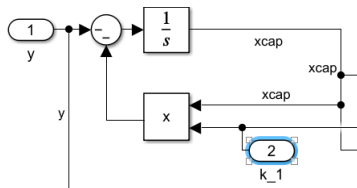
$$\text{Frequenza: } \theta_{est} = y \hat{x} + \hat{\theta}_1$$

$$\text{Stima di x: } x_{est} = k_1 y + \hat{x}(k_1^2 + \theta_{est})$$

# Simulink - 1

- Dinamica

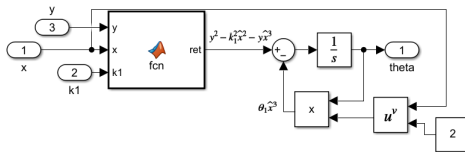
$$\dot{\hat{x}} = -k_1 \hat{x} - y$$



## Simulink - 2

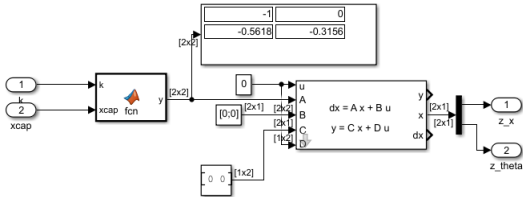
### • Dinamica 2

$$\dot{\hat{\theta}}_1 = y^2 - k_1 \hat{x}^2 - y \hat{x}^3 - \hat{\theta}_1 \hat{x}^2$$



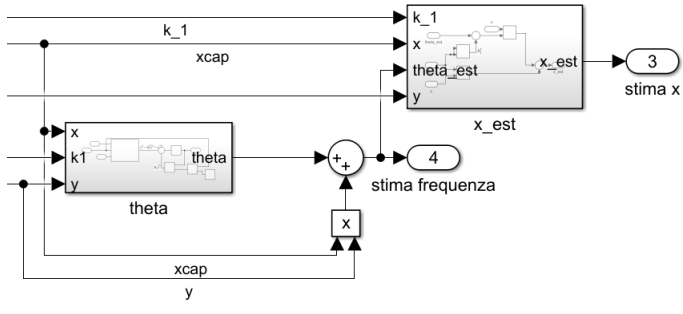
## Simulink - 3

- **Dinamica Errore**



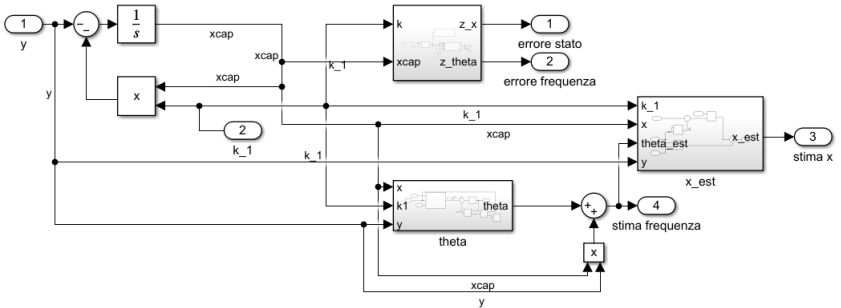
# Simulink - 4

## • Stima





## Simulink - 5



$$y_2 = \sin(t) \quad k_1 = \{1, 0.5, 2\}$$

Per  $k_1 = 0.5$  il tempo di convergenza dell'errore di stima della frequenza viene notevolmente ridotto; tuttavia l'errore di stima di  $x$  si allunga per poi convergere. Inoltre, l'andamento per  $k$  piccoli risulta più regolare.

Per valori di  $k_1$  piccoli (nell'ordine di 0.01 circa) il tempo di convergenza aumenta (60s circa); per valori alti (nell'ordine di 100) la stima della frequenza non converge nel tempo di simulazione di 500s e il suo errore rimane pari a 1. L'errore e la stima di  $x$  convergono.

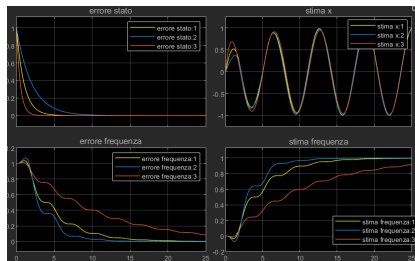


Figure:  $K=1$  giallo,  $k=0.5$  azzurro,  $k=2$  marrone

$$y_1 = \sin(100t) \quad k_1 = \{1, 0.5, 2\}$$

Con  $y_1$  il tempo di convergenza viene notevolmente aumentato arrivando a  $8 \times 10^4 s$  circa. Ricordiamo che, la frequenza per questo segnale è  $\omega = 100$  e la relazione che sussiste tra le due grandezze è  $\theta_1 = \omega^2$  che è in accordo al grafico in figura.

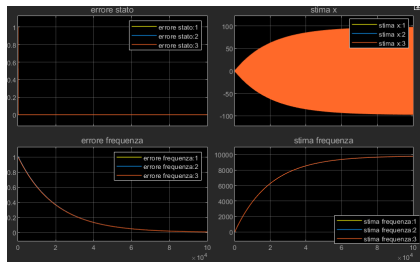


Figure: K=1 giallo, k=0.5  
azzurro, k=2 marrone

## Conclusioni

L'algoritmo I&I dipende molto dalla frequenza del segnale di ingresso e dalla scelta del guadagno  $k_1$ .

Una buona scelta del guadagno potrebbe essere in un intorno di 1. Inoltre, questo approccio non risente notevolmente del disturbo che abbiamo fornito in ingresso, ma risulta sensibile alle frequenze del segnale misurato dato che per  $y_2$  il tempo di convergenza era circa di 15s a confronto con quello per  $y_1$  di  $8 \times 10^4 s$  circa.