

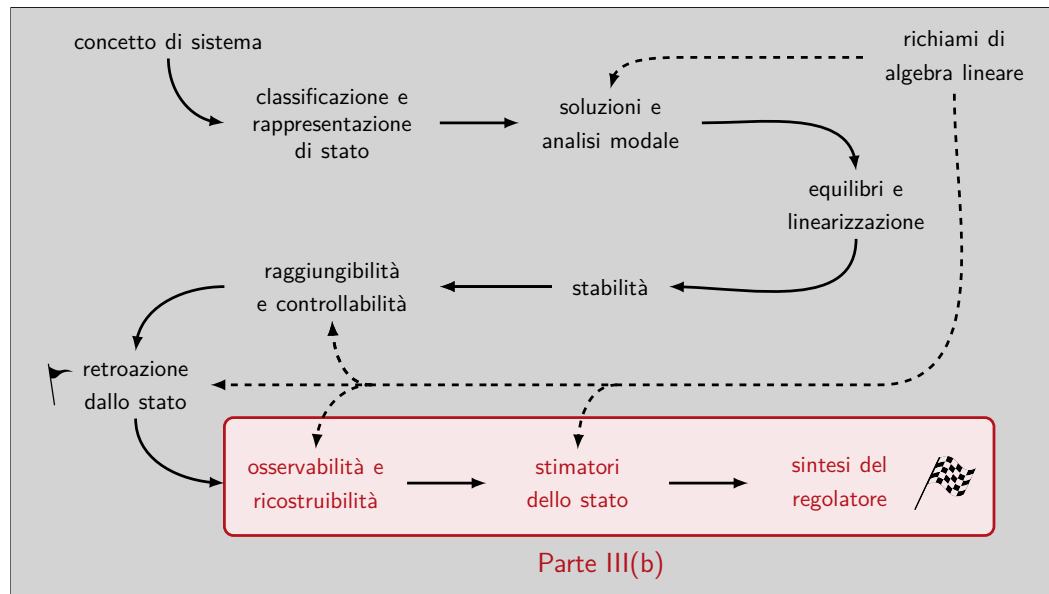
# Teoria dei Sistemi e Controllo Ottimo e Adattativo (C. I.)

## Teoria dei Sistemi (Mod. A)

Docente: Giacomo Baggio

Lez. 22: Esercizi di ricapitolazione su osservabilità/ricostruibilità,  
stimatori e sintesi del regolatore

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica  
A.A. 2019-2020



## In questa lezione: esercizi!

- ▷ Esercizio 1: osservabilità/ricostruibilità e stimatori
- ▷ Esercizio 2: calcolo dello stato iniziale e stimatori
- ▷ Esercizio 3: stimatori e sintesi del regolatore

### Esercizio 1 [riadattato da Es. 3 tema d'esame 7 Settembre 2015]

$$\begin{aligned}x(t+1) &= Fx(t), & F &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ y(t) &= Hx(t), & H &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

1. Osservabilità e ricostruibilità?
2. Stimatore dead-beat con errore di stima che va a zero nel numero minimo di passi?

## Esercizio 1: soluzione

1. Sistema osservabile ma ricostruibile.

2. Guadagno dello stimatore dead-beat  $L = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$ .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Esercizio 2 [riadattato da Es. 3 tema d'esame 20 Gennaio 2017]

$$x(t+1) = Fx(t) + Gu(t), \quad F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$y(t) = Hx(t), \quad H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1. Insieme di stati iniziali compatibili con le misure

$$u(0) = u(1) = 1, \quad y(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, y(1) = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}, y(2) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad ?$$

2. Stimatore dead-beat usando la seconda uscita?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Esercizio 2: soluzione

1.  $x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}.$

2. Guadagno dello stimatore dead-beat  $L = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Esercizio 3 [riadattato da Es. 3 tema d'esame 30 Gennaio 2015]

$$x(t+1) = Fx(t) + Gu(t), \quad F = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \\ y_3(t) \end{bmatrix} = Hx(t), \quad H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

1. Per quali uscite  $y_1, y_2, y_3$  esiste uno stimatore dead-beat?
2. Stimatore asintotico dello stato usando la sola uscita  $y_3$ ?
3. Regolatore dead-beat usando la sola uscita  $y_1$ ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Esercizio 3: soluzione

1. Esiste uno stimatore dead-beat solo per  $y_1$  e  $y_2$ .

2. Non esiste uno stimatore asintotico dello stato usando la sola uscita  $y_3$ .

3. Matrice di retroazione:  $K = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix}$ . Guadagno dello stimatore:  $L = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$ .