

Prof. Casavola

mail: v. casavola @ univ. umb. it

skype: alessandro.casavola

Esercitatore: Tedesco

icampus: materiale

Ritirovimento: martedì 10:30 - 11:30

Tenine + Progetto (1, 2 persone)

Relazione  $\approx$  20 pag

Presentazione  $\approx$  5-6 pag facoltative

### Tema

- Modellistica

descrizione del modello, motivazioni del  
le scelte del modello, fedeltà con le  
realtà

- Amelini

- Duteri

## Programma

### 1) Sistemi dinamici

Sistemi dinamici lineari

Modelli, rappresentazioni, risposte

### 2) Proprietà di stabilità delle risposte (sistemi)

### 3) Proprietà strutturali

### 4) Sintesi di compensatori modelli, modelli fasi asintotici, compensatori dinamici

## Libri

### 1) A. Giua, C. Latru

Analisi dei Sistemi Dinamici, Springer

### 2) S. Pinelli, C. Picardi

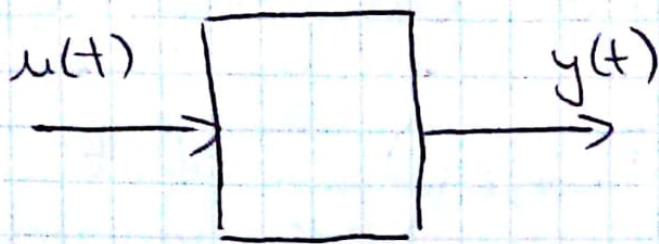
(sui sistemi portati, ambivalenti)  
↳ in 2 segms

I sistemi lineari: teoria, modelli,

### 3) Introduction to Dynamic Systems D.C. Luenberger

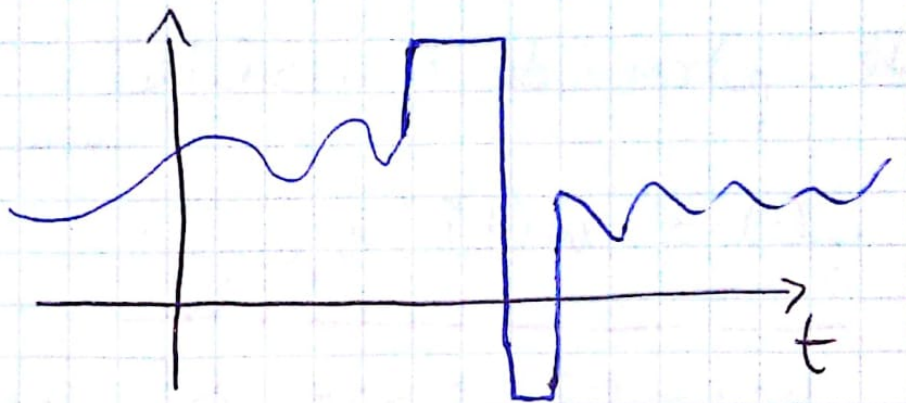


# Sistemi Dinamici



$u(t)$  è un segnale a tempo continuo  
 $u(-\infty, +\infty) \in \mathbb{R}$

$u(t)$  TC  
 $y(t)$  TC



Un SEGNALE è una funzione ESSENTIALMENTE limitata (in insieme compatto)

Questo tipo di funzione non deve essere esatto Vetroel; è limitata in un certo intervallo chiuso (e compatto).

Si possono avere, quindi, segnali discontinui purché non vadano all'infinito, per un tempo finito



$$y(t) = f(t, u_{(-\infty, \infty)})$$

$\forall t$

7)

sistema dinamico anti-causale anticipativo

$$y(t) = f(t, u_{(-\infty, t]}) \quad \forall t$$

Sistema dinamico causale

→ causa - effetto

Questo tipo di modelli deve soddisfare le ipotesi di causalità

$$\underline{y(t) = w(t, u_{(-\infty, t]})} \quad \forall t \in \mathbb{R}$$

representazione del legame ingresso-uscita.

Questo è il contenuto informativo che il modello deve rispettare

Rappresentazione globale  $i/u$

non ci sono altre variabili oltre  $i$  ed  $u$ . È globale perché dipende da tutti

i valori fin a  $t$ , non soltanto dal valore istantaneo (locale)

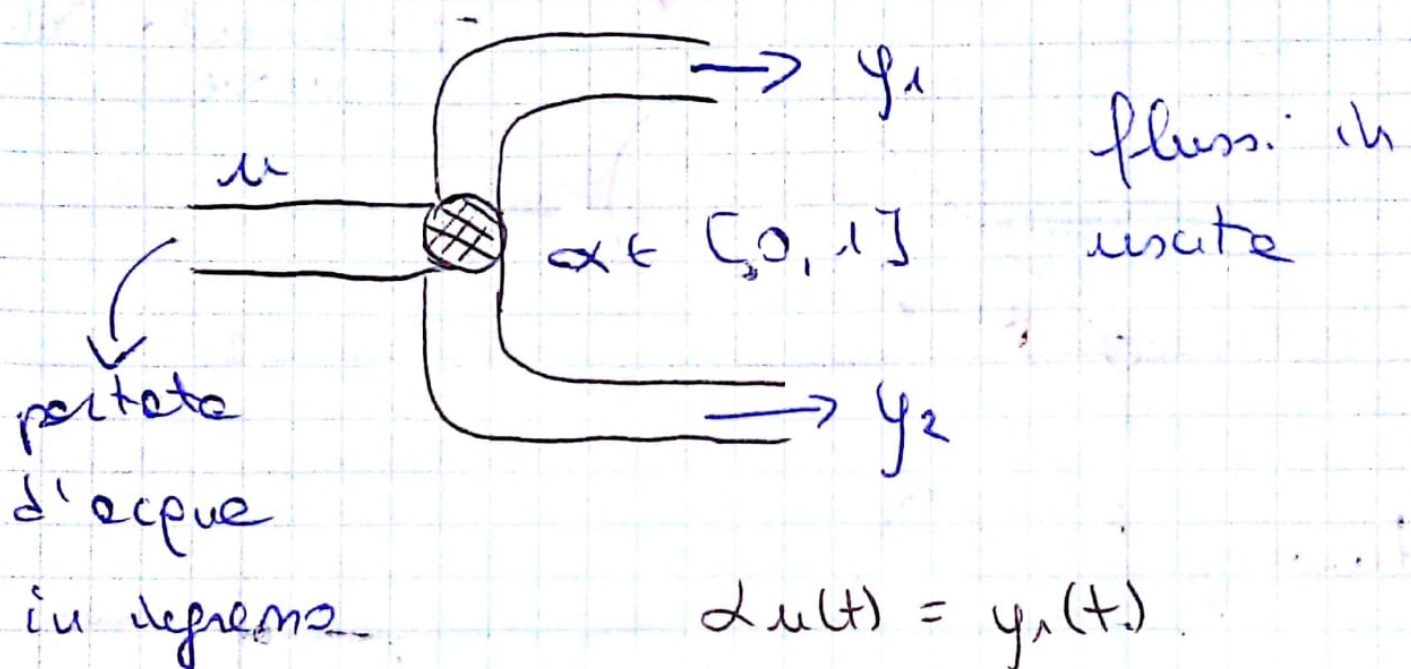
4



Esempio:

$$y(t) = w(t, u(t)) \quad \forall t \in \mathbb{R}$$

questo modello è lineare, è un sottocaso  
del precedente, perché invece che di-  
pendere da tutta la storia di  $u(\cdot)$   
 $(-\infty, t]$ , dipende soltanto dal ve-  
lore attuale  $t$ . modello statico



$$\alpha u(t) = y_1(t)$$

$$(1-\alpha)u(t) = y_2(t)$$

$$\begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha \\ 1-\alpha \end{bmatrix} u(t)$$

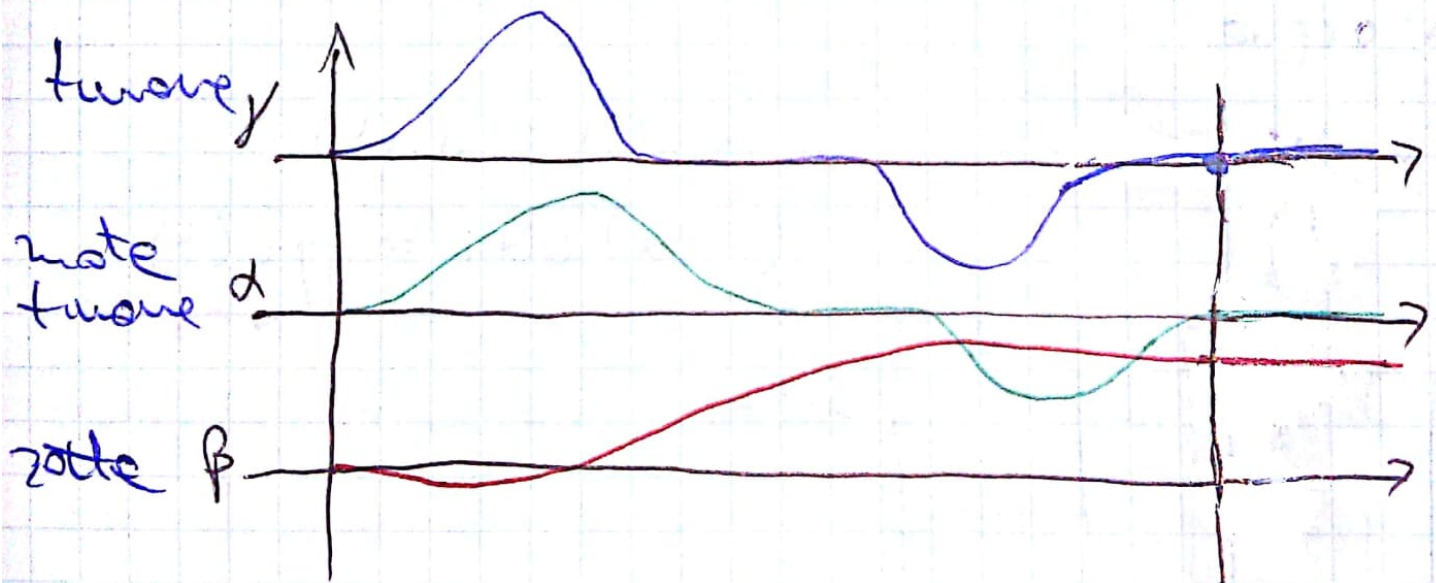
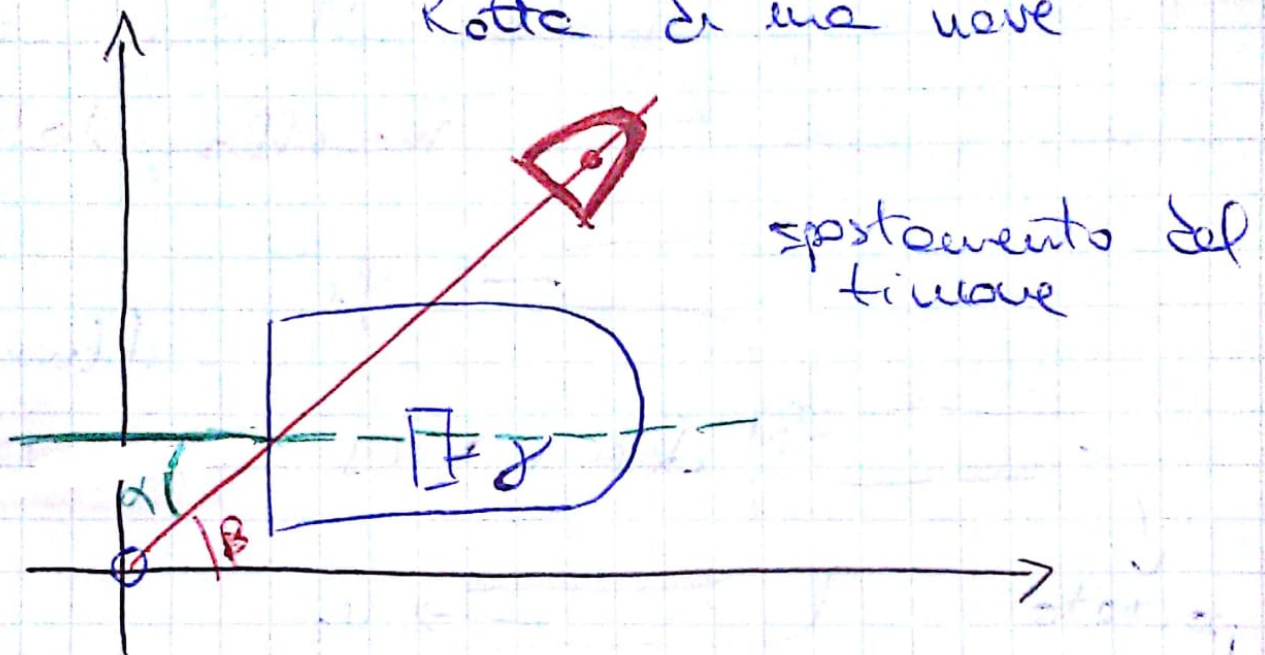
È riconducibile a  $y(t) = w(u(t))$



poiché  $\alpha$  è una costante, allora non dipende dal tempo quella relazione e quindi il modello è statico.

In alcuni sistemi coesistono parti statiche e parti dinamiche, ad esempio:

Rotta di una nave





1° è un modello dinamico consente di analizzare il transitorio. Se questo non interessa è sufficiente utilizzare un modello statico.

Il sistema di una funzione dell'energia è un transitorio continuo  $\rightarrow$  sistema dinamico

Una proprietà dei modelli statici è detta di REVERSIBILITÀ:

Il sistema inverso di un modello statico è un modello statico

Un sistema inverso è:

$$y(t) = w(t, u(t)) \Rightarrow u(t) = \bar{w}(t, y(t))$$

un sistema in cui si scambiano gli ingressi con le uscite

Esempio:  $v(t) = R i(t)$  legge di Ohm

$$\Rightarrow i(t) = \frac{1}{R} v(t)$$



$$1) \quad u = i \quad y(t) = R u(t)$$

$$y = v$$

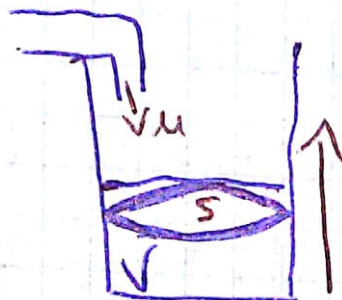
$$2) \quad u = v \quad y(t) = \frac{1}{R} u(t)$$

$$y = i$$

Dato un sistema dinamico causale (dipende dal passato), il suo sistema inverso è un sistema dinamico anticausale (dipende dal futuro), se esiste.

Nei sistemi statici, il modo di essere non è importante proprio per la proprietà di reversibilità.

Prototipo di sistema dinamico: serbatoio





... male studiare il volume di un serbatoio, in funzione della portata d'acqua che si fa entrare.

$y(t)$ : volume acqua nel serbatoio

$u(t)$ : portata d'acqua nel serbatoio

$$y(t) = \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau$$

È dinamico perché dipende da tutti i valori in ingresso da  $-\infty$  a  $t$ , dipende dalla storia.

$\dot{y}(t) = u(t)$  è la variazione istantanea di volume d'acqua nel serbatoio

(se fosse una pompa che può espandere potrebbe essere anche negativo)

Un modello dinamico è descrivibile tramite equazione differenziale.