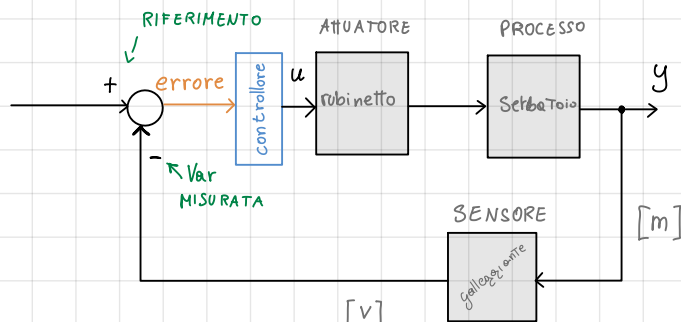


Recap della lez prec

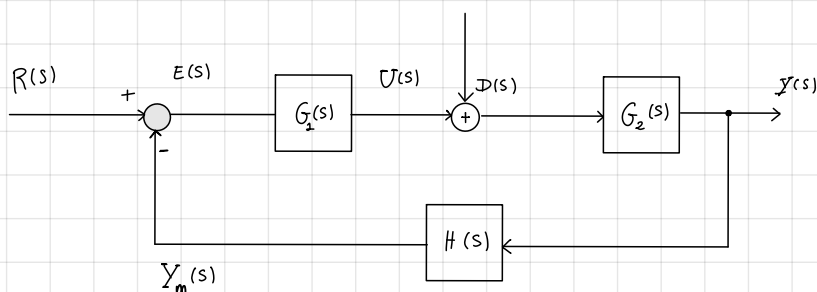
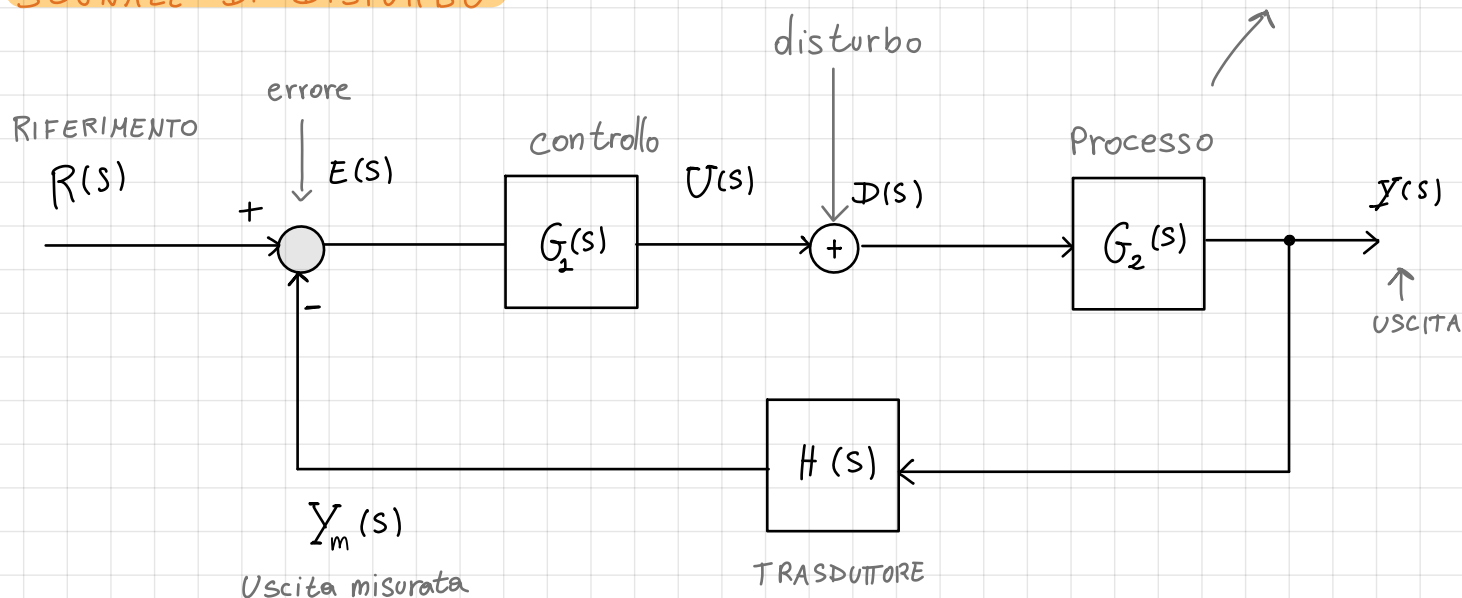
- Sistemi in SERIE
- Sistemi in PARALLELO
- Sistemi in FEEDBACK



Attuatore $\rightarrow D(s) \rightarrow$ Processo

In questo caso L'attuatore è incluso nel processo

SEGNALE DI DISTURBO



$$Y(s) = G_2(s) (D(s) + U(s)) = G_2(s) D(s) + G_2(s) G_1(s) E(s) = G_2 D + G_2 G_1 (R - Y_m)$$

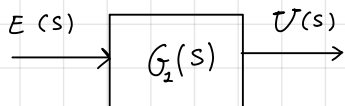
$$= G_2 D + G_2 G_1 R - G_2 G_1 H Y = 0$$

$$Y = \frac{G_2 D + G_2 G_1 R}{1 + G_2 G_1 H} = \frac{G_2}{1 + G_2 G_1 H} D + \frac{G_2 G_1}{1 + G_2 G_1 H} R$$

Se il disturbo è zero, abbiamo semplicemente un controllo in retroazione

I CONTROLLORI → Vedi Lez 11

PROPORZIONALE



Proporzionale

$$u(t) = k_p e(t)$$

↖ costante di proporzionalità

$$\rightarrow U(s) = k_p \cdot E(s)$$

$$\Rightarrow G_1(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = k_p$$

Come capire se un sys è Statico o dinamico 4:36

PROPORZIONALE INTEGRALE

(semplice e diffuso)

P.I.

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt$$

$$U(s) = k_p E(s) + k_i \cdot \frac{1}{s} E(s) = \left(k_p + \frac{k_i}{s} \right) E(s)$$

Siccome $G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} \Rightarrow$

$$G_2(s) = \left(k_p + \frac{k_i}{s} \right)$$

PROPORZIONALE INTEGRALE DERIVATIVO

Questo controllo guarda anche alla **variazione** dell'errore, ovvero quanto aumenta/diminuisce velocemente

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt}$$

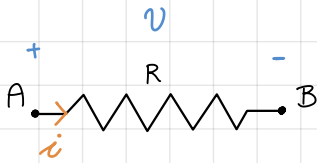
$$\Rightarrow G_3(s) = \left(k_p + \frac{k_i}{s} + k_d \cdot s \right)$$

Come sarà fatta la tesina per l'esame

Usiamo un esempio sul libro, costruiamo il modello, scegliamo un ingresso e facciamo vedere come cambia l'uscita, ovvero la risposta del sistema

MODELLISTICA DEI SISTEMI ELETTRICI

RESISTORE

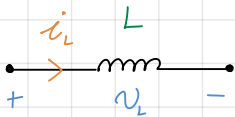


$$V = R \cdot i$$

OHM

$$\rightarrow P = V \cdot i = R \cdot i^2 \quad \text{Potenza dissipata}$$

INDUTTORE



$$V = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Faraday

VARIABILE DI STATO

$$V = L \cdot \mathcal{L} \left[\frac{d\phi}{dt} \right] \rightarrow V(s) = s L \cdot I(s)$$

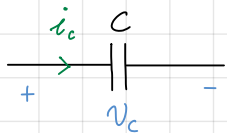
$$\Rightarrow G(s) = \frac{\text{INPUT}}{\text{OUT}} = \frac{V(s)}{I(s)} = s \cdot L \Rightarrow G(s) = sL$$

Impedenza complessa

Energia immagazzinata nell'induttore

$$E_L = \int_0^t P dt = \int_0^t V(t) i(t) dt = L \int_0^t i(t) \cdot \frac{di}{dt} dt = \frac{L}{2} \int_0^t \frac{d}{dt} (i^2(t)) dt = \frac{L}{2} [i^2(t)]_0^t = \frac{1}{2} L i(t)^2 \quad E_L$$

CONDENSATORE



$$i_C(t) = C \cdot \frac{dV_C}{dt}$$

Var di Stato

$$I(s) = s \cdot C \cdot V(s) \Rightarrow \frac{V(s)}{I(s)} = \frac{1}{sC}$$

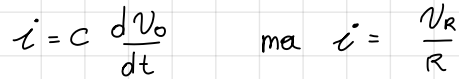
$$E_C(t) = \int_0^t V(t) \cdot i(t) dt = C \int_0^t V(t) \cdot \frac{dV}{dt} dt = \frac{1}{2} C \int_0^t \frac{d}{dt} (V^2(t)) dt = \frac{1}{2} C V(t)^2 \quad E_C$$

(Possibile domanda orale)

1) LKC

2) LKT

Esempio Batteria : RC


$$\text{LKM}_1: v_i - v_o - v_R = 0 \Rightarrow v_R = v_i - v_o$$

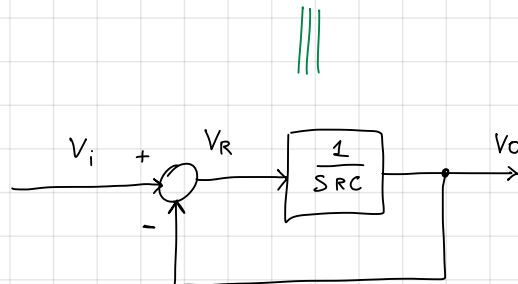
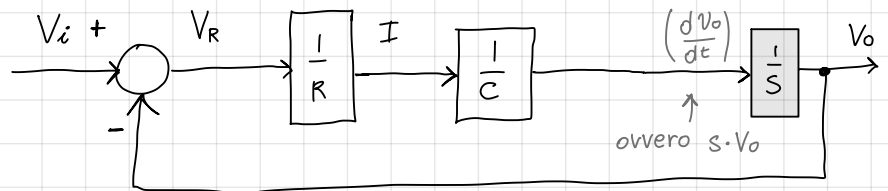
$$\begin{cases} I(s) = sC V_o(s) \\ I(s) = \frac{1}{R} V_R(s) \end{cases}$$

$$V_0 = \frac{1}{S_C} \pm = \frac{1}{S_{CR}} \quad V_R = \frac{1}{S_{RC}} (V_1 - V_0)$$

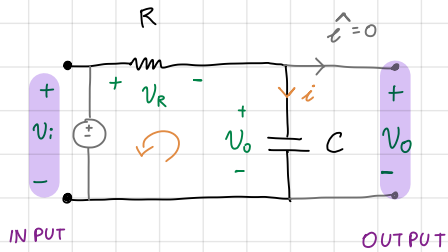
$$\left(1 + \frac{1}{sRC}\right) V_o = \frac{1}{sRC} V_i \quad \rightarrow \quad \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{1}{sRC}}{1 + \frac{1}{sRC}} = \frac{1}{sRC + 1}$$

VEDI PG SUCC ↓

Schema a blocchi



Esempio Batteria · RC



cond: $i = C \frac{dV_o}{dt}$

Ohm: $i = \frac{V_R}{R}$

LKM₁: $-V_o - V_R + V_i = 0$

$L_o \cdot V_R = V_i - V_o$

• $I(s) = SC V_o(s)$ (1)

• $I(s) = \frac{1}{R} V_R$ (2)

$-V_o - V_R + V_i = 0$

$L_o \cdot V_R(s) = V_i(s) - V_o(s)$ (4)

→ Voglio $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$

dalla (1) $I(s) = SC \cdot V_o(s) \rightarrow V_o(s) = \frac{I(s)}{SC}$ (3)

dalla (2) $I(s) = \frac{1}{R} V_R \rightarrow$ (3) $\rightarrow V_o(s) = \frac{1}{SCR} V_R$

dalla (4) $V_R(s) = V_i(s) - V_o(s) \rightarrow V_o(s) = \frac{1}{SCR} (V_i(s) - V_o(s))$

\uparrow
IN
 \uparrow
OUT

→ $V_o(s) + \frac{1}{SCR} V_o(s) = \frac{1}{SCR} V_i(s) \rightarrow V_o(s) \left(1 + \frac{1}{SCR} \right) = \frac{1}{SCR} V_i(s)$

Siccome $G(s) = \frac{IN}{OUT} = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{1}{SCR}}{\left(\frac{SCR+1}{SCR} \right)} = \frac{1}{SCR} \cdot \frac{SCR}{SCR+1} = \frac{1}{SCR+1} G(s)$

SPAZIO DI STATO

Variabili di stato:

Input
↓
 $u = v_i$

out
↓
 $y = v_o$

Var Stato
↓
 $x = v_o$

-o $x = v_o$

1

$$\dot{x} \triangleq \frac{dx}{dt} = \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C} \cdot \left[\frac{1}{R} \cdot (u - x) \right]$$

→ pulisco -o

$$\begin{cases} \dot{x} = -\frac{1}{RC} x + \frac{1}{RC} u \\ y = x \text{ eq di uscita} \end{cases}$$

tutte eq del 1° ordine quante sono le var di stato

$$\begin{cases} \dot{x} = A x + B u \\ y = C x + D u \end{cases}$$

↑
! MATRICE!

FOTO

