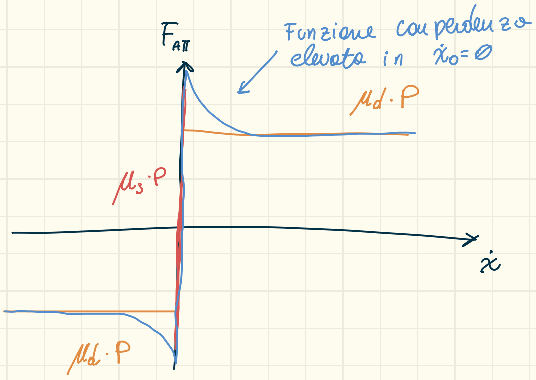
Derivatore Digitale

implementabile come il rapporto tra due campioni consecutivi ed il tempo di Campionamento

CRUISE CONTROL

$$m\ddot{x} = u - b\dot{x}$$



Quando la velocità è zero la forza di attrito statico non ha un valore preciso, ma è un qualsiasi valore sull'asse delle ordinate.

Non riusciamo quindi a dare un valore: non è una funzione ma relazione o *set valued function*.

Quindi Se usiamo l'attrito statico nell'equazione differenziale, non riusciamo più a risolverla al "solito modo".

Vogliamo la velocità: $m\ddot{x} = u - b\dot{x} \Rightarrow m\dot{v} = u - b \cdot v \Rightarrow \dot{v} = \frac{u}{m} - \frac{b}{m} v$

$$\frac{1}{m}(u - b \cdot v) = \dot{v} \Rightarrow u = \frac{\dot{v}_{ref}}{m} + b \cdot v_{ref}$$

$\dot{v}_{ref} = \emptyset$ — v_{ref}: COSTANTE

Con questa operazione andiamo a vedere come si comporta il sistema in un **punto di equilibrio**.

In un ipotetico equilibrio in cui V = Vref, come deve essere u per rimanere a velocità Costante? La risposta

$$\Rightarrow u_{ref} = b \cdot v_{ref}$$

$$\dot{v} = \frac{u}{m} - \frac{b}{m} v \longrightarrow \text{omogenea Ass} \Rightarrow \lambda + \frac{b}{m} = 0$$

Coefficiente A: $-\frac{b}{m}$

Il valore di regime può essere calcolato annullando i termini con derivata in modo da trovare il valore di regime.

$$s\,V(s) = \frac{u}{m} - \frac{b}{m} V \Rightarrow V\left[s + \frac{b}{m}\right] = \frac{u}{m} \Rightarrow V = \frac{u}{sm + b} \Rightarrow \bar{s} = -\frac{b}{m}$$

Polo

$$\frac{\frac{1}{m}}{s + \frac{b}{m}} \Rightarrow G_{statico} = \frac{1}{b} \Rightarrow \text{Valore a regime} = \bar{u} \cdot \frac{1}{b}$$

Segnale in ingresso: $\bar{u}$

$$V(s) = \frac{1/m}{s + b/m} U(s).$$

Legge di controllo open loop:

$$u(t) = bv^{\mathrm{ref}}$$
$$v(t) \to v^{\mathrm{ref}}$$

Cosa accade se ad un certo punto b si dimezza?

$$V(s) = \frac{1/m}{s + b/(2m)} U(s)$$

$$u(t) = bv^{\mathrm{ref}}$$
$$v(t) \to 2v^{\mathrm{ref}}$$

$$G = \frac{2}{b} \Rightarrow \text{Valore finale} = \frac{2}{\cancel{b}} \cdot \cancel{b}\, V^{Ref} = 2 \cdot V^{Ref}$$

INCERTEZZA DEL 100% Conoscenza → ERRORE DEL 100% Uscita

IMPO

Il controllo a ciclo aperto non è **robusto** alle **variazioni parametriche** dell'impianto.

CONTROLLO A ANELLO CHIUSO

$$u(t) = k(\underbrace{v^{\text{ref}} - v}_{\text{ERRORE DI CONTROLLO}})$$

Il controllo è di tipo proporzionale.
Se k è positivo sto accelerando, se l'errore di controllo è negativo dobbiamo decelerare.

Pongo questo nuovo ingresso all'equazione differenziale vista prima

$$\dot{v} = \frac{kv^{\text{ref}} - kv}{m} - \frac{b}{m}v = \frac{kv^{\text{ref}}}{m} - \frac{k+b}{m}v$$

Nuovo Polo

$\Rightarrow \tau = \frac{m}{k+b} \leftarrow$ dipende dal guadagno

K ha come effetto quello di velocizzare la risposta e di stabilizzarla

A regime $\dot{V} = 0 \Rightarrow V = \frac{K V^{Ref}}{K+b} = V^{Ref} \cdot \frac{1}{1+\frac{b}{K}}$

$K = 10b \Rightarrow$ Sbagliamo del 10%

$K = 100b \Rightarrow \frac{1}{1+\frac{b}{100}} \hat{=} 1\%$

Il controllo a ciclo chiuso è più **robusto** alle variazioni parametriche dell'impianto.

$$m\dot{v} = u - bv$$
$$V(s) = \frac{1/m}{s + b/m}U(s)$$

Se $u(t) = k(v^{\text{ref}} - v)$:

$$m\dot{v} = kv^{\text{ref}} - (b+k)v$$
$$V(s) = \frac{k/m}{s + (b+k)/m}V^{\text{ref}}(s)$$

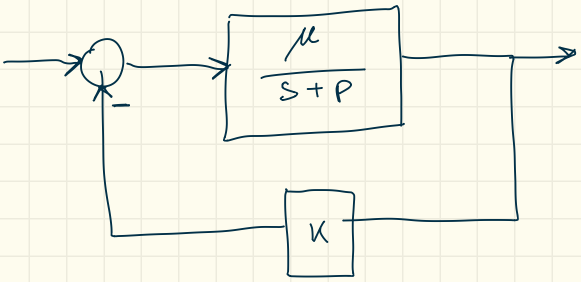
Valori parametri: $m = 1580\,\text{kg}$, $b = 26\,\text{N s/m}$.

$\tau = \frac{m}{b+K} \leftarrow$ Arrivo a regime più velocemente

$\bar{S} = -\frac{b+K}{m}$ frequenza di taglio

Nuova funzione di trasferimento

La retroazione rende il sistema più robusto alle variazioni parametriche (se dovesse cambiare qualche parametro del sistema, ad esempio la massa) e aumenta la banda passante.



#DomandeEsameControlli

NON CANCELLARE MAI
UN POLO A R.P.
!! POSITIVA !!

Effetti dinamici del controllo a ciclo chiuso

- Stabilità (dall'esempio precedente aumenta il "margine")
- Allargamento banda passante
- Si comprende che possono esserci effetti benefici sulla sovraelongazione (sistemi del secondo ordine)

Domanda: è possibile ottenere tali effetti a ciclo aperto?