

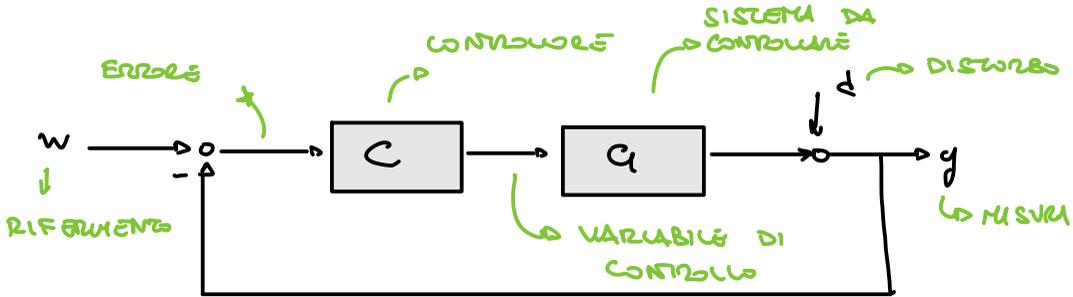
23 MAGGIO 2024

ESERCITAZIONE 12

STEFANO RADRIZZANI

ARGOMENTI ; → SISTEMI DI CONTROLLO

ESERCIZIO 1



$$G(s) = \frac{1000}{(1+s)(1+10s)(1+100s)}$$

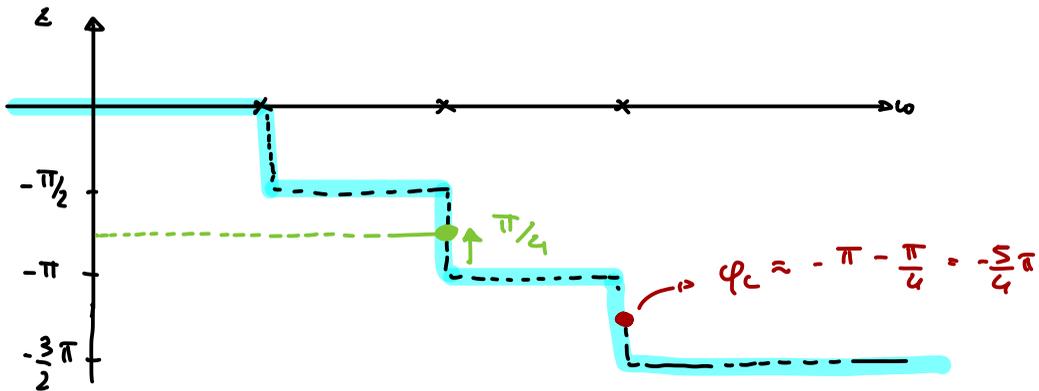
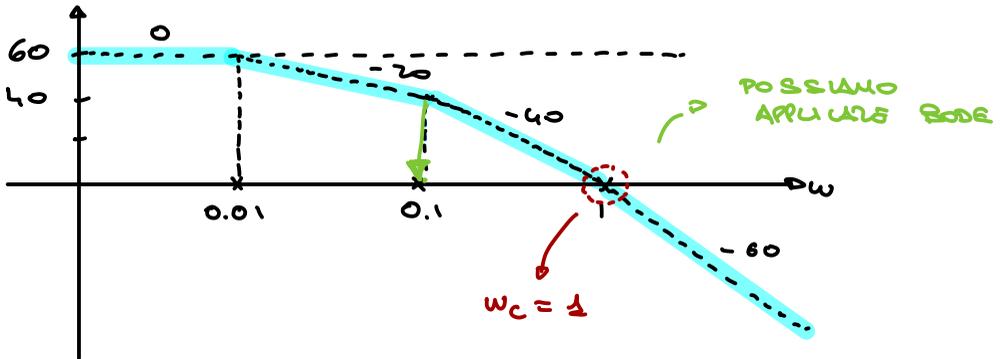
$$C(s) = K \quad \text{CONTROLLORE PROPORZIONALE}$$

- 1) DETERMINARE K PER AVERE UN SISTEMA COMPRESSIVO ASINTOTICAMENTE STABILE E CON MARGINE DI FASE DI CIRCA 45°

⇒ SICCOME I POLI DI $G(s)$ SONO TUTTI A.S.
⇒ PIÙO AD USARE IL CRITERIO DI BODE

DIAGRAMMA DI BODE $G(s) = L(s)$ SE $\mu = 1$

↑
FUNZIONE
D'ANELLO



OSS : CON $\mu = 1$ IL SISTEMA
RISULTA INSTABILE.

⇒ SICCOME μ NON FA VARIARE
LA FASE POSSO DIRE CHE
PER AVERE $\varphi_M = 45^\circ$
ALLORA $w_c = 0.1$

⇒ PER AVERE $\omega_c = 0.1$ DEVO
ABBASSARE IL MODULO DI 40 dB

⇒ $\mu = 0.01$

a) CALCOLARE L'ERRORE A REGIME
QUANDO $w(t) = \bar{w}$

⇒ LA F.D.T. CHE LEGA w ED
ERRORE e'

$$E(s) = \frac{1}{1 + L(s)}$$

$$w(t) = \bar{w} \Rightarrow \text{CALCOLO } E(0)$$

$$E(0) = \frac{1}{1 + L(0)}$$

$$L(0) = \mu \cdot 1000 = 0.01 \cdot 1000 = 10$$

$$E(0) = \frac{1}{1 + 10} = \frac{1}{11}$$

$$\bar{w} \Rightarrow e(\infty) = \frac{1}{11} \bar{w} \quad (\text{T.V.F.})$$

2) DETERMINARE BANDA PASSANTE
E IL TEMPO DI RISPOSTA

⇒ LA BANDA PASSANTE È

$$[0, \omega_c] \rightarrow [0, 0.1]$$

⇒ TEMPO DI RISPOSTA

$$T_R = \frac{5}{\omega_c}$$

OSS: φ_M ALTO \Rightarrow POLO DOMINANTE REALE
 $> 70^\circ$

φ_M BASSO \Rightarrow POLI DOMINANTI COMPLESSI
 $< 70^\circ$
 $< 50^\circ$

$$T_R = \frac{5}{\omega_c \xi} = \frac{5}{\omega_c \frac{\varphi_M}{100}}$$

! φ_M IN GRADI

$$T_R = \frac{5}{0.1 \frac{45}{100}}$$

3) $d(t) = 5 \sin(10t) \Rightarrow$ CHE ERRORE
SI COMMETTE A REGIME

$$D(s) = \frac{1}{1 + L(s)}$$

se $|L| \gg 1 \quad \omega < \omega_c = 0.1$

$$\Rightarrow |D| = \frac{1}{|L(s)|}$$

se $|L| \ll 1 \quad \omega > \omega_c = 0.1$

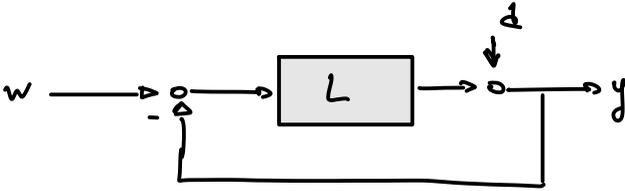
$\Rightarrow |D| = 1 \Rightarrow$ non si attenuano
i disturbi d

Siccome $\omega = 10 \Rightarrow$ IL DISTURBO
NON VIENE
ATTENUATO!

NOTA: UN CONTROLLORE $C(s) = N$ NON
E' IN GRADO DI ATTENUARE
QUESTO DISTURBO

$\omega_c > 10 \Rightarrow$ INSTABILE!

ESERCIZIO 2



$$L(s) = \underbrace{N \frac{(1+s\tau)}{s}}_{C(s)} \frac{10}{(1+s)(1+10s)}$$

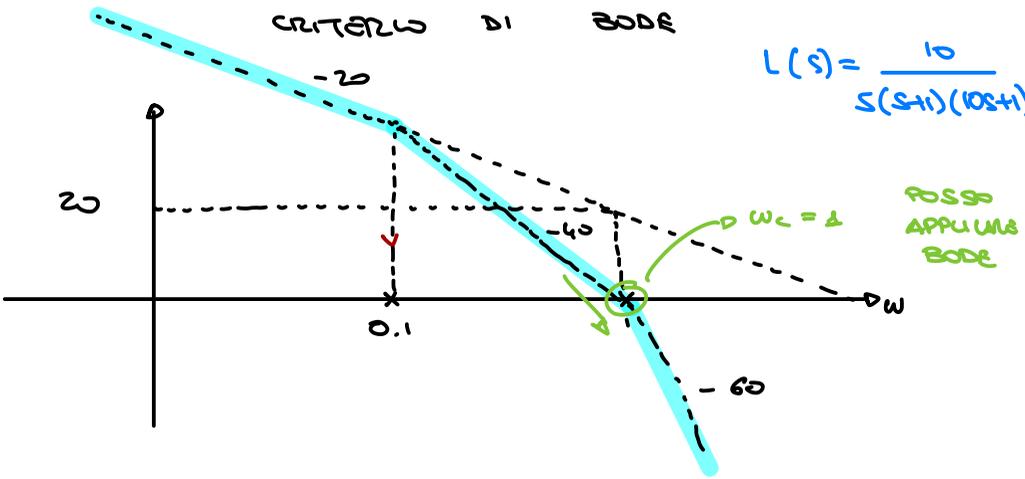
$$C(s) = N \frac{(1+s\tau)}{s} = N/s + N\tau \uparrow \text{PROPORZIONALE}$$

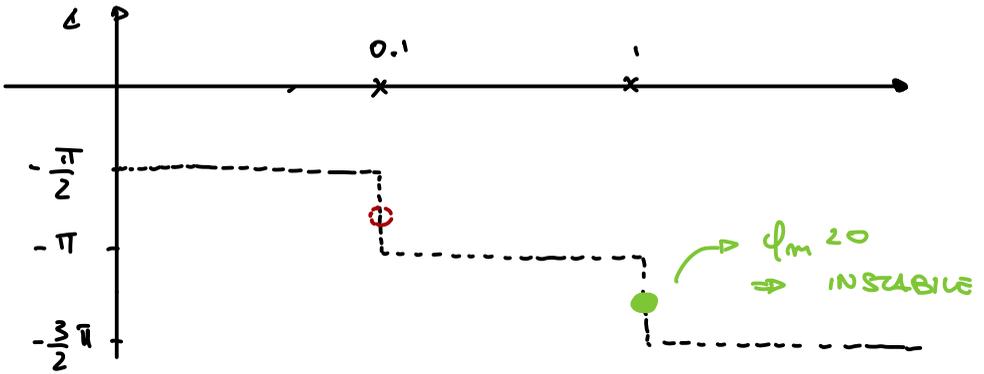
INTEGRALE

1) VERIFICA CHE CON $N=1$, $\tau=0$ IL SISTEMA RISULTA INSTABILE

⇒ SICCOME NON CI SONO POLI INSTABILI IN $L(s)$ USO IL CRITERIO DI BODE

$$L(s) = \frac{10}{s(s+1)(10s+1)}$$





2) DETERMINARE N E Z X AVERE UN MARGINE O FASE DI ALMENO 45°

\Rightarrow NO ZERO $Z = 0$

$\omega_c = 0.1 \Rightarrow N = 0.01$

\Rightarrow USIAMO LO ZERO

\Rightarrow UNO ZERO CI PERMETTE DI AVERE UNA FASE PIU' ALTA

\Rightarrow UNA BANDA MAGGIORE A PARI MARGINE DI FASE

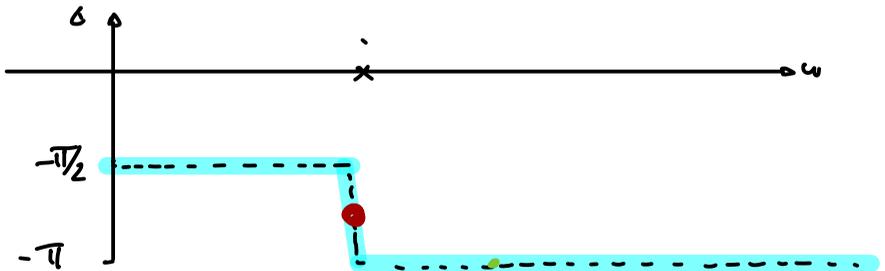
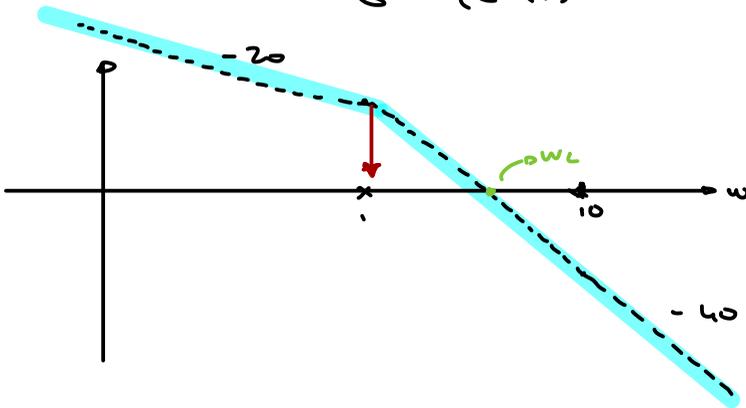
IDEA : POSIZIONIAMO LO ZERO IN
CORRISPONDENZA DEL PRIMO
ELEMENTO CHE CI FA
PERDERE FASE

$\Rightarrow (1 + s z)$ CON $z = 10$

\uparrow
POLO PIÙ VELOCE

$$L(s) = \mu \frac{10}{s} \frac{1}{(s+1)}$$

$\mu = 1$



\Rightarrow PER AVERE $\phi_M = 45^\circ$, $\mu = 0.1$

⇒

$$\begin{cases} \mu = 0.1 \\ \tau = 10 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \omega_c = 1$$

2)

• BANDA PASSANTE [0, 1]

• TEMPO DI RISPOSTA

$$T_R = \frac{5}{\omega_c \varphi_M / 100} \quad \text{POICHÉ } \varphi_M = 45^\circ$$

• ERRORE A RÉGIME QUANDO

$$w(t) = \bar{w} \quad \text{E} \quad d(t) = \bar{d}$$

$$|E(i\omega)| = \frac{1}{1 + |L(i\omega)|} = |D(i\omega)|$$

⇒ SICCOME È UN DI SOTTO
CO STANTE VALORE

$$\Rightarrow \frac{1}{1 + L(s)} \quad s = 0 \quad (\text{T. V. F.})$$

$$L(s) \rightarrow \infty \quad \text{PER } s = 0$$

⇒ L'ERRORE QUANDO w E d SONO
CO STANTI TRENDE A ZERO
GRAZIE ALL'INTEGRATORE