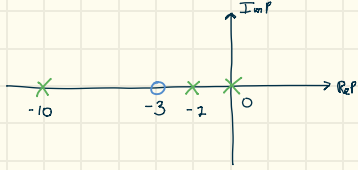


Si progetti un regolatore proporzionale per l'impianto $G(s)$ tale che il tempo di assestamento sia minore o al più uguale a $Ta1=2.5s$

$$G(s) = \frac{s+3}{s(s+1)(s+10)} = \frac{s+3}{s^3+11s^2+10s} = \frac{s+3}{s^3+11s^2+10s}$$



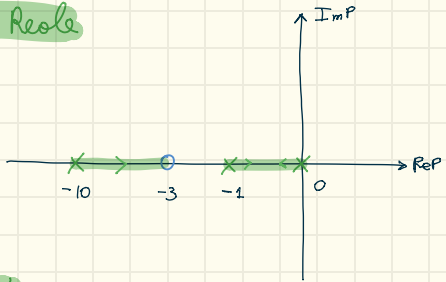
Polo in 0 \Rightarrow Stabile (NON A.S.) $\Rightarrow G(s) \cdot U(s) = Y(s) = \frac{s+3}{s(s+1)(s+10)} \cdot \frac{1}{s}$

$\leadsto Y(s) = \frac{A}{s^2} + \frac{B}{s+1} + \frac{C}{s+10}$ (potenzialmente) OSCILLAZIONI SMORZATE

$\frac{A}{s^2}$ is circled in orange and labeled "RAMPA".

\Rightarrow Non riusciamo a seguire una rampa \Rightarrow Ci serve la RETROAZIONE

• Asse Reale



$$\begin{cases} P_1 = 0 \\ P_2 = -1 \\ P_3 = -10 \\ Z_1 = -3 \end{cases} \rightarrow X_0 \rightarrow +\infty$$

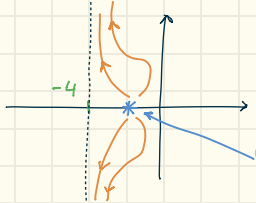
• Asintoti

$v = n - m = 3 - 1 = 2$ 2 Asintoti

$X_a = \frac{1}{v} [\sum P - \sum Z] = \frac{1}{2} [0 - 1 - 10 + 3] = -\frac{8}{2} = -4$ Centro Asintoti

Anghi Asintoti (2)

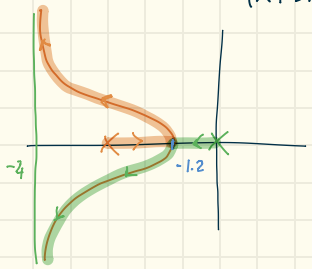
$$\varphi_1 = \frac{(2k+1) \cdot 180^\circ}{v} = \frac{180^\circ}{2} = 90^\circ \quad \varphi_2 = \frac{540^\circ}{2} = 270^\circ = -90^\circ$$



• PUNTO INCONTRO ASINTOTI \leadsto Punti multipli

$$\gamma(x) = -\frac{D(x)}{N(x)} = -\frac{x^3+11x^2+10x}{x+3} \leadsto \gamma'(x) = \frac{D'N - DN'}{N^2} = \frac{(3x^2+11x+10)(x+3) - (x^3+11x^2+10x)}{(x+3)^2}$$
$$= \frac{(3x^3+9x^2+11x^2+33x+10x+30 - x^3-11x^2-10x)(x+3)}{(x+3)^2}$$
$$= \frac{2x^3+9x^2+33x+30}{(x+3)^2} > 0$$

Risolviamo con la calc. Scientifica $X_0 = -1.2$ Unico Radice Reale

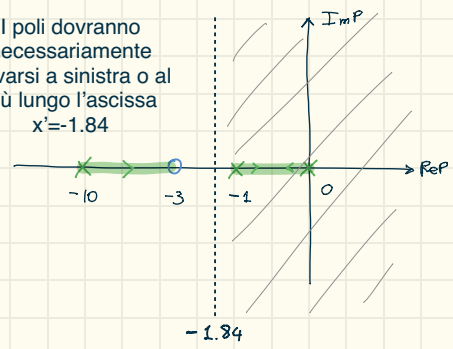


• Richieste della Traccia

$T_a \leq 2.5 \Rightarrow \frac{4.6}{\bar{x}} \leq 2.5$

$\Rightarrow \bar{x} \geq \frac{4.6}{2.5} = 1.84$

I poli dovranno necessariamente trovarsi a sinistra o al più lungo l'ascissa $x' = -1.84$

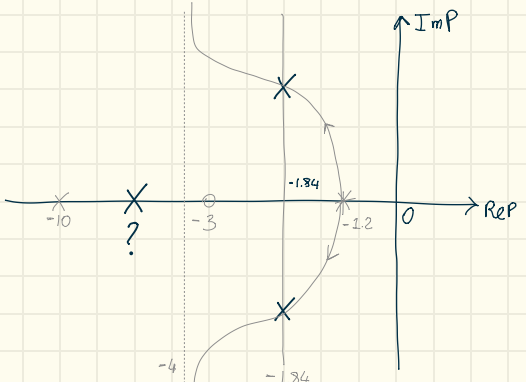


• Regola Baricentro

$X_b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \Rightarrow \sum_{i=1}^n P_i = X_0 \Rightarrow -10 - 1 - 0 = -1.84 + \varphi_1 i - 1.84 - \varphi_2 i + X_0$

Valore dello ReP del P_3 quando $\text{ReP}\{P_1, P_2\} = -1.84$

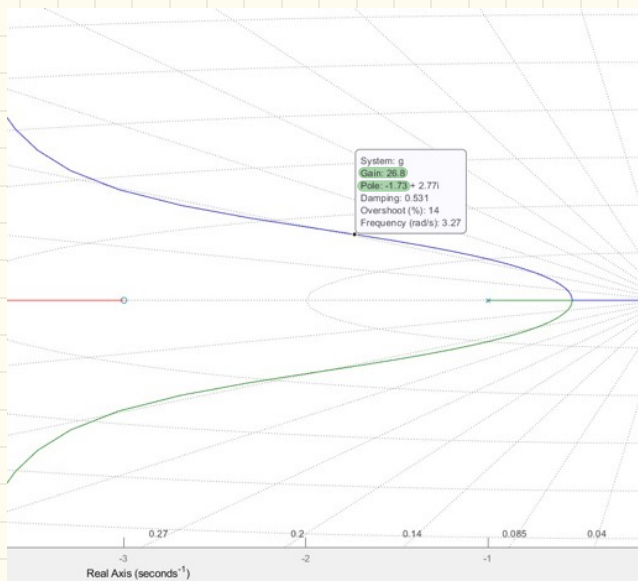
$\leadsto X_0 = -11 + 3.68 = -7.32$



• Condizione sul modulo

$$\left| \frac{N(s^*)}{D(s^*)} \right| = \frac{1}{|p|} \Rightarrow \rho = \left| \frac{D(s^*)}{N(s^*)} \right| = \dots = |-28.7| = 28.7 \quad \text{Valore di } \rho$$

$s^* = -1.32$



ES 2

$$G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$

Controllo di Velocità ($e(t) = t \cdot 1(t) \Rightarrow \frac{1}{s^2}$)

1:25:00

L 23

Specifiche richieste:

- $e_v < 35\%$
 - $S_{\%} < 4.3\%$
 - $T_{a1} \leq 3.45s$
- $\left| \frac{1}{\mu} \right| < 0.35$ con $\mu = \lim_{s \rightarrow 0} s L(s)$ con $L(s) = G(s) \cdot C(s)$

Sintesi per tentativi

Specifica statica

• $C(s)$ Proporzionale

$$C(s) = K_P \Rightarrow L(s) = K_P \cdot \frac{1}{s(s+2)} = \frac{K_P}{s(s+2)} \Rightarrow \mu = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{K_P}{s(s+2)} = \frac{K_P}{2}$$

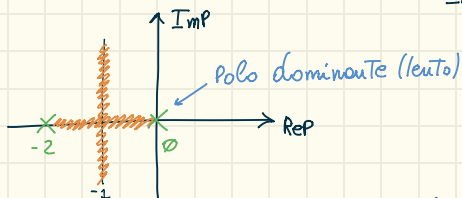
$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{K_P}{2}} < 0.35 \Rightarrow \frac{2}{K_P} < 0.35 \Rightarrow \frac{2}{K_P} < \frac{7}{20} \Rightarrow K_P > \frac{40}{7} \Rightarrow K_P > 5.71$$

Specifiche dinamiche

$$S_{\%} = 100 e^{-\frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \leq 4.3\% \Rightarrow e^{-\frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \leq 0.043 \Rightarrow -\frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \leq \ln(0.043)$$

$$T_{a1} = \frac{4.6}{\sigma} \leq T_{a1} \Rightarrow \sigma \geq \bar{\sigma} = \frac{4.6}{T_{a1}}$$

$$\Rightarrow \bar{\sigma} > \frac{4.6}{3.45} \Rightarrow \bar{\sigma} > 1.33$$



$$\sigma_a = \frac{1}{2} \sum p - \sum z = \frac{1}{2} (-1 - 2) = -1.5 \quad \text{Centroide Asintoto} \Rightarrow \text{Corrisponde con il punto di incontro}$$

\Rightarrow Il polo dominante avrà sempre $|\text{Re } p| \leq 1$

\Rightarrow Non possiamo soddisfare le specifiche sul tempo di assestamento * Con un C proporzionale

SOLUZIONE: Dobbiamo spostare i poli a sinistra \Rightarrow ci serve uno zero a sx ed un polo in alta frequenza

• C(s) Derivativo (principalmente)

Parametri liberi

$$C(s) = K \frac{s+z}{1 + \frac{s}{N \cdot z}}$$

Non lo consideriamo quando tracciamo il luogo

perché aggiungere un polo con non modifica il gain

Due gradi di libertà

Forma per il luogo: $C(s) = \frac{\prod (s+z)}{\prod (s+p)} = K \frac{s+z}{\frac{Nz+s}{Nz}} = KNz \frac{s+z}{s+Nz}$

→ fissiamo un parametro e variamo l'altro → disegno $\begin{cases} \text{VARIA} \rightarrow K \\ \text{FISSO} \rightarrow z \end{cases}$

Specifica Statica "nuova" $Kz > 5.71$

M 4:35 L23

Scegliamo uno zero in -2 ⇒ CANCELLIAMO IL POLO IN -2 (che è stabile quindi ok)
⇒ il sistema ha grado relativo 1 ⇒ possiamo soddisfare tutte le specifiche che vogliamo

Quindi, scelto $z=2$ → $Kz > 5.71$ → $K > \frac{5.71}{z} = \frac{5.71}{2} = 2.855$ Nuova guadagno decade zero

Il POLO in alta frequenza va messo almeno una decade prima dello zero ⇒ $10 \cdot 2 = 20$

⇒ $C(s) = K \frac{s+2}{1 + \frac{s}{20}}$ con $K=2.85 \approx 3$ ⇒ $C(s) = 3 \cdot \frac{s+2}{1 + \frac{s}{20}} = 60 \frac{s+2}{s+20}$

Nuovo Controllore

Rete Anticipatrice

