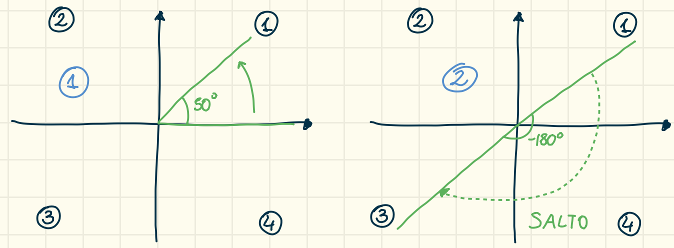
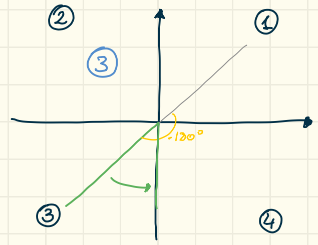
$$G(s) = \frac{s+1}{s^2+1}$$


① Guardo il diagramma di Bode delle fasi

$\rightarrow \varphi \;\tilde{\in}\; [-180°, \sim 50°]$

Nello specifico abbiamo:



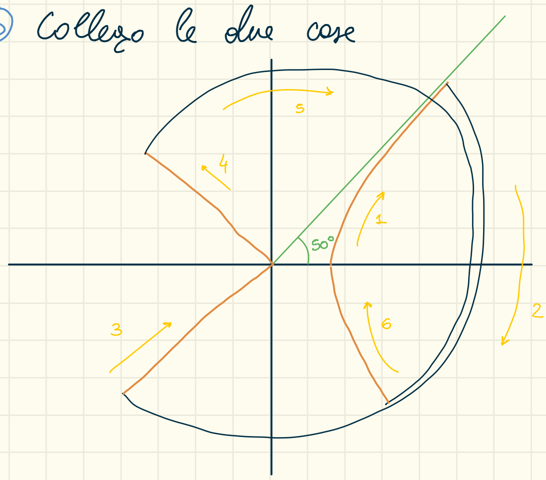




- Il diag di Nyquist occupa solo il 1° ed il 3° quadrante, negli altri effettua solo salti (----)

② Guardo il diagramma dei Moduli

| | $\omega < 1$ | $\omega = 1$ | $\omega > 1$ |
|---|---|---|---|
| M | Cresce $\rightarrow \infty$ | $M = \infty$ | Decresce $\rightarrow -\infty$   $-\infty$ dB $= \varnothing_{V.N.}$ |
| $\varphi$ | Cresce $\tilde{\rightarrow}$ 50° | SALTO $+\sim 50 \rightarrow -180°$ | Cresce $\rightarrow$ -90° |

③ Collego le due cose



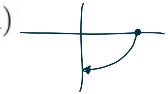

$\mu = 0\text{dB} = 1$ valore Naturale

# Schema per identificare velocemente il diagramma

**Esercizio 2.**
Si abbinino le funzioni di trasferimento con i corrispondenti diagrammi di Nyquist riportati nelle figure:

$-2\pm\sqrt{5}i$

I ✓ $$L(s) = \frac{s^2+4s+9}{(s+1)(s+10)^2}$$ ↑↑ $K = 0.09$ ↓↓↓ $\varphi_f = -1\cdot 90 = -90$ da $0°$ (A) Fig. (iii)



$2\pm\sqrt{5}i$

III ✓ $$L(s) = \frac{s^2-4s+9}{(s+1)(s-10)^2}$$ ↓↓ $K = 0.09$ ↓↑↑ $(2-3)\cdot 90 = -90$ da $0°$ (B) Fig. (ii)

II ✓ $$L(s) = \frac{s^2+4s+9}{(s-1)(s+10)^2}$$ ↑↑ $K = -0.09$ ↑↓↓ $(3-2)\cdot 90 = 90°$ da $-180$ (C) Fig. (iv)

IV ✓ $$L(s) = \frac{s^2+4s+9}{(s-1)(s-10)^2}$$ ↑↑ $K = -0.09$ ↑↑↑ $5\cdot 90 = 450°$ da $-180°$ (D) Fig. (i)

1. Identificare $\mu/K$ (se neg o pos) → $\mu>0 \rightarrow \varphi_0 = 0°$; $\mu<0 \rightarrow \varphi_0 = -180°$
2. Se ci sono i poli in origine i circondamenti iniziano da $\pm\frac{\mu}{\varepsilon^i}$
3. Faccio lo schemino dove rappresento le frecce per le fasi

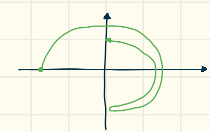
$Z$: $Re\,P>0$ ↓ ; $Re\,P<0$ ↑

$P$: $Re\,P>0$ ↑ ; $Re\,P<0$ ↓

4. Capire a che fase arriva il diagramma

5. Disegno schemino SOLO FASE

ES: $\mu<0$ $m=2$, $n=3$ $\rightarrow \varphi_{fin} =$



Esercizio 2. Si tracci il diagramma di Nyquist della f.d.t.

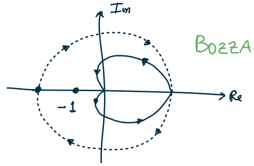
$$L(s) = 2\frac{s+3}{s^2(s-1)}.$$

| |
|---|
| |
| *5 punti* |

Si dica se il corrispondente sistema a ciclo chiuso con retroazione negativa unitaria è asintoticamente stabile o meno.

$2\frac{(s+3)}{s^2(s-1)}$ $\mu = -6 \rightarrow \varphi_{in} = -180^\circ$

INIZIO



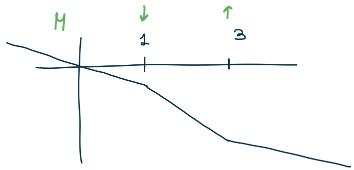

BOZZA

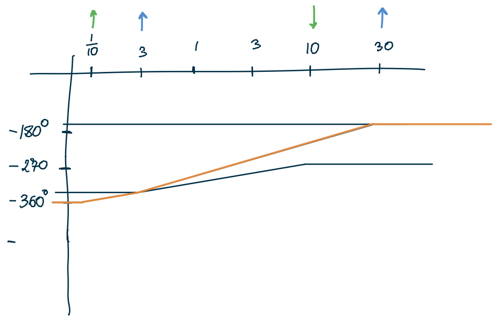
$P_c = s^3 - s^2 + 2s + 6$

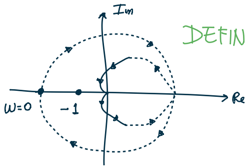
| | | |
|---|---|---|
| $s^3$ | 1 | 2 |
| $s^2$ | -1 | 6 |
| $s^1$ | | |
| $s^0$ | | |

A.I.

Provo a farlo più accurato

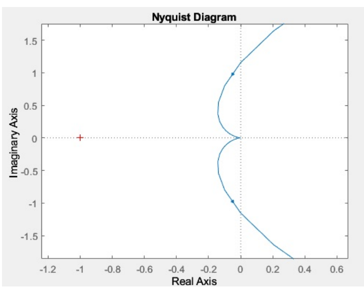


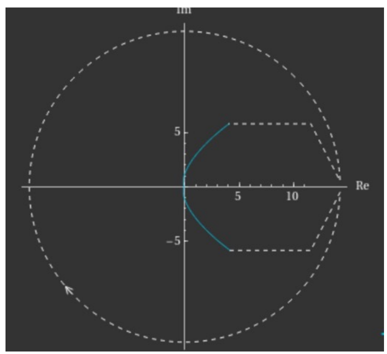




DEFINITIVO

1 Polo a ReP>0 ⇒ voglio 1 circondamento ma ne ho zero! ⇒ A.I.



$$G(S) = \frac{10(S-1)}{S(S+1)(S^2+8S+25)} \rightarrow \mu = \lim_{S \to 0} S\, G(S) = \lim_{S \to 0} \frac{10(\cancel{S}-1)}{(\cancel{S}+1)(S^2+8S+25)} \rightarrow \frac{-10}{25} = -0.4$$

1. PUNTO DI PARTENZA

Sempre così

Usiamo la funzione approssimante $G_0(S) \approx \lim_{S \to 0} G(S) = \frac{K}{S^g} = -\frac{10}{25S}$ ($K$)

$\rightarrow$ 1 polo in 0 $\Rightarrow$ $-20$dB/dec ma $G_0 < 0 \Rightarrow M_{FIN} = +\infty$

$\rightarrow$ 1 Polo in 0 $\Rightarrow \varphi_0 = -90°$ ma $G_0 < 0 \Rightarrow \varphi_0 = 90° \equiv -270° = -\frac{3}{2}\pi$

2. Partenza in anticipo o Ritardo

Partenza in ... $\left\{ \begin{array}{ll} \Delta\tau < 0 & \text{ANTICIPO} \\ \Delta\tau > 0 & \text{RITARDO} \end{array} \right\}$ Rispetto a $\varphi_0$ con $\Delta\tau = \sum \tau_{POLI} - \sum \tau_{ZERI}$

Nel nostro caso:

$Z_1$: $S-1=0 \rightarrow \bar{S}=1 \Rightarrow \tau_1 = 1$

$P_1$: $S+1=0 \rightarrow \bar{S}=-1 \Rightarrow \tau_2 = \left|\frac{1}{-1}\right| = 1$

$P_2$: $S^2+8S+25 \rightsquigarrow 8S+25=0 \rightarrow \bar{S} = -\frac{25}{8} \Rightarrow \tau_3 = \left|\frac{1}{-\frac{25}{8}}\right| = \frac{8}{25}$

$$\Rightarrow \Delta\tau = \sum \tau_{POLI} - \sum \tau_{ZERI} = 1 - \left(1+\frac{8}{25}\right) = -\frac{53}{25} \Rightarrow \underline{\text{RITARDO}} \text{ rispetto } \varphi_0 = -\frac{3}{2}\pi = -270°$$

3. ASINTOTO

C'è un asintoto solo se $g=1$ ed è sempre <u>VERTICALE</u>

Possiamo trovare l'ascissa con: $\sigma_a = K\,\Delta_\xi = -\frac{10}{25}\cdot\left(-\frac{53}{25}\right) = \frac{116}{125} = 0.928 > 0$

DA FINIRE