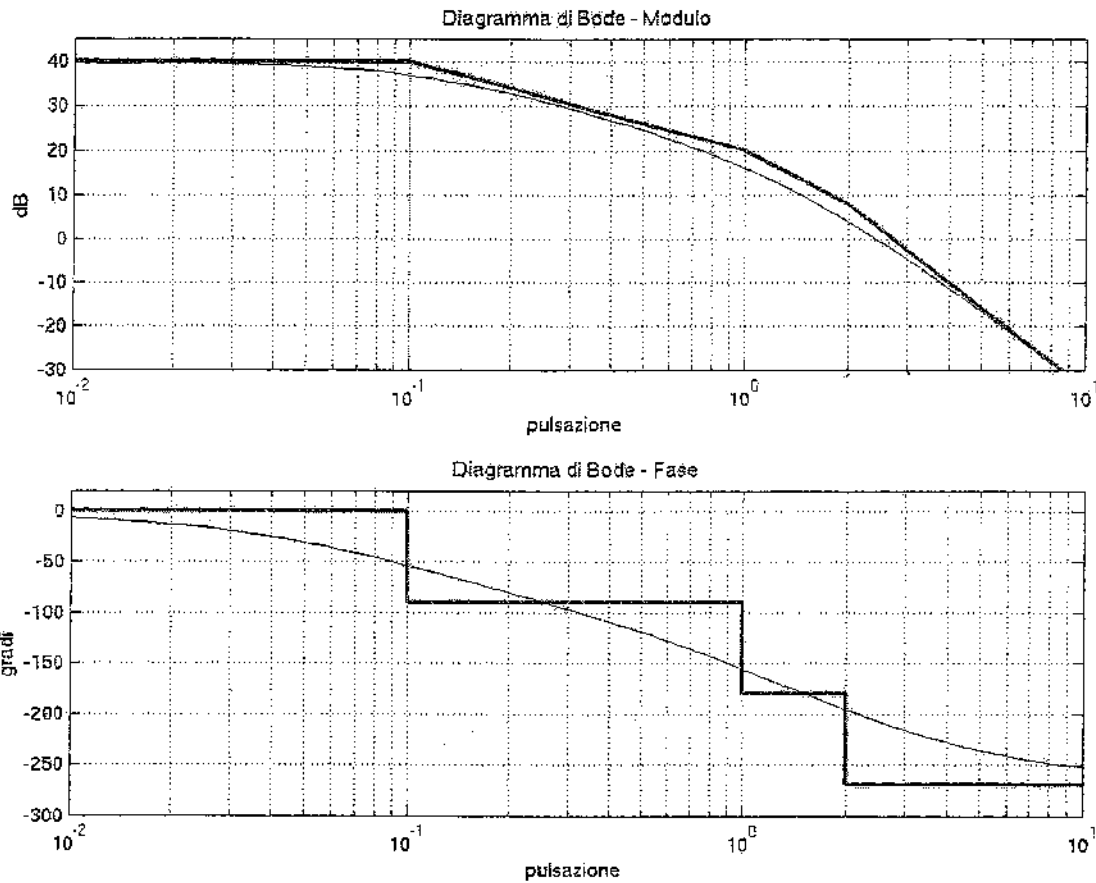


1. I diagrammi di Bode di un sistema $G(s)$ sono i seguenti



scrivere la funzione di trasferimento del sistema

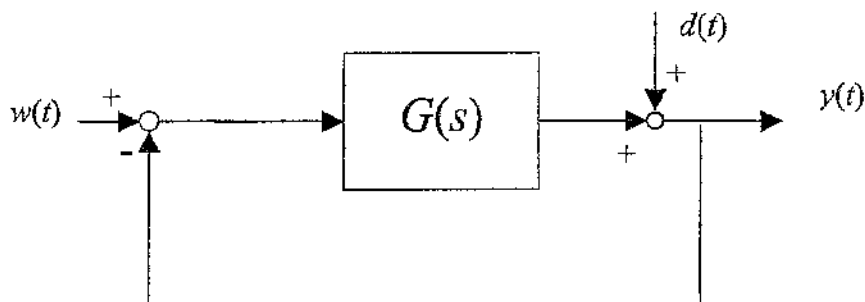
Svolgimento

Dai diagrammi si vede che non esistono ritardatori puri o sfasatori puri, che non esistono zeri, che esistono tre poli (reali) stabili e che il guadagno (40 dB) è 100.

Quindi,

$$G(s) = \frac{100}{(1+s \cdot 10)(1+s \cdot 1)(1+s \cdot 0.5)}$$

2. Si consideri ora il sistema



dove $G(s)$ è la funzione di trasferimento ricavata al punto precedente. Si dica se:

- Per discutere la stabilità di tale sistema è applicabile il criterio di Bode.
- Se il sistema retroazionato è esternamente stabile

Svolgimento

Ⓐ sì, perché i poli del sistema ad anello aperto sono stabili.

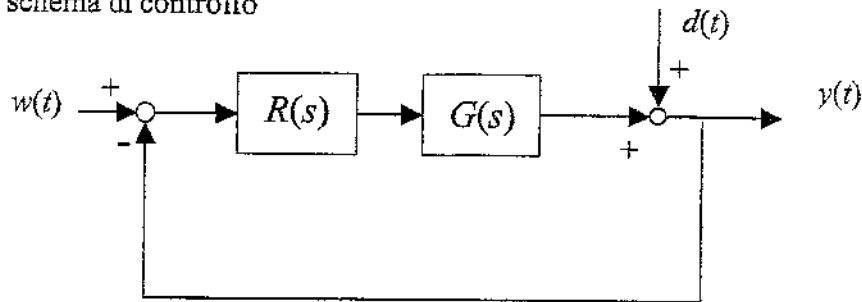
Ⓑ per stabilire se il sistema ad anello chiuso è stabile, si può valutare il margine di fase $\varphi_m = \pi - \sum_{i=1}^3 \arctg \omega_c T_i$ dove ω_c è la pulsazione di taglio (che dal diagramma della pagina precedente è circa 2,5). Calcolando, si ottiene $\varphi_m < 0 \Rightarrow$ instabilità del sistema ad anello chiuso.

Alternativamente, si può procedere con le regole delle tre costanti di tempo che nel caso specifico è applicabile

$$\mu_{crit} = (T_1 + T_2 + T_3) \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} \right) - 1 = (10 + 1 + 0.5) \left(\frac{1}{10} + 1 + 2 \right) - 1 = 34$$

Perché il guadagno d'anello $\mu = 100$ è maggiore di μ_{crit} si ha instabilità.

3. Dato lo schema di controllo



in cui $G(s)$ è la funzione di trasferimento determinata nel primo problema, proporre - se possibile - un regolatore a sella con guadagno unitario (cioè del tipo $R(s) = \frac{(1+s\tau_1)(1+s\tau_2)}{(1+sT_1)(1+sT_2)}$) che consenta al sistema in anello chiuso di rispettare le seguenti prescrizioni:

- $\omega_c \geq 1$
- $\varphi_m \geq 50^\circ$
- riduzione dell'effetto del disturbo sull'uscita pari almeno a 50 volte

Svolgimento (si usino anche i fogli allegati)

Il guadagno della rete a sella essendo unitario, si ha

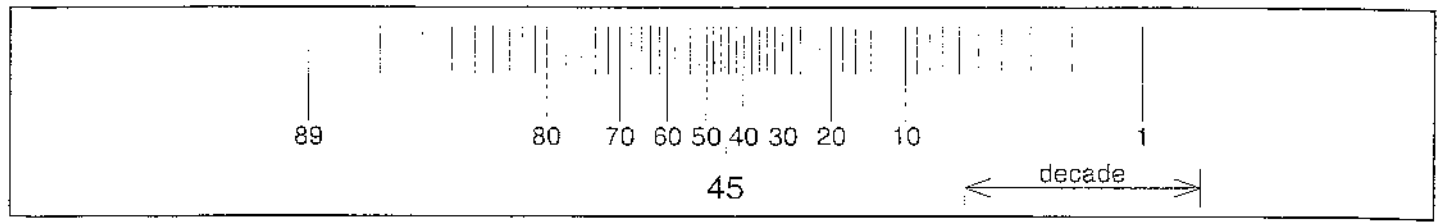
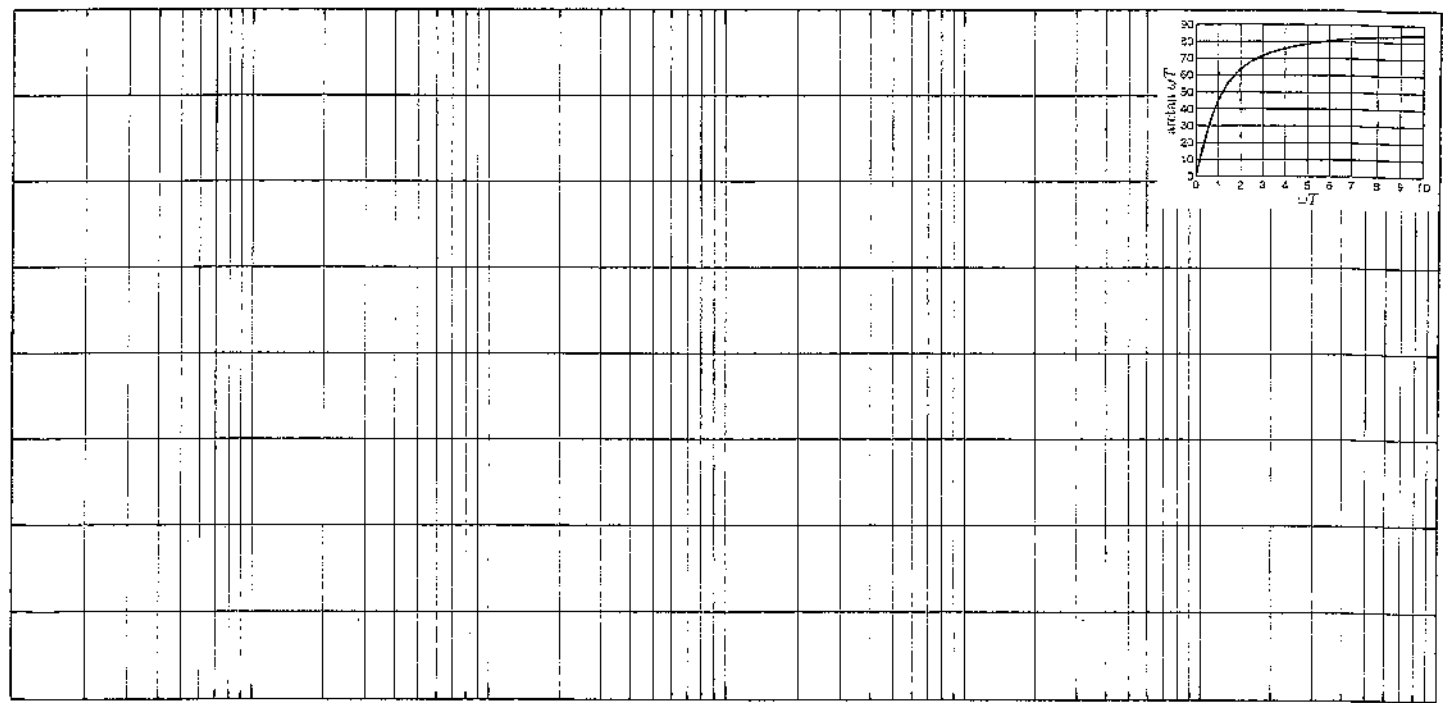
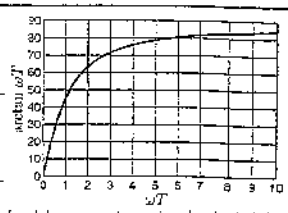
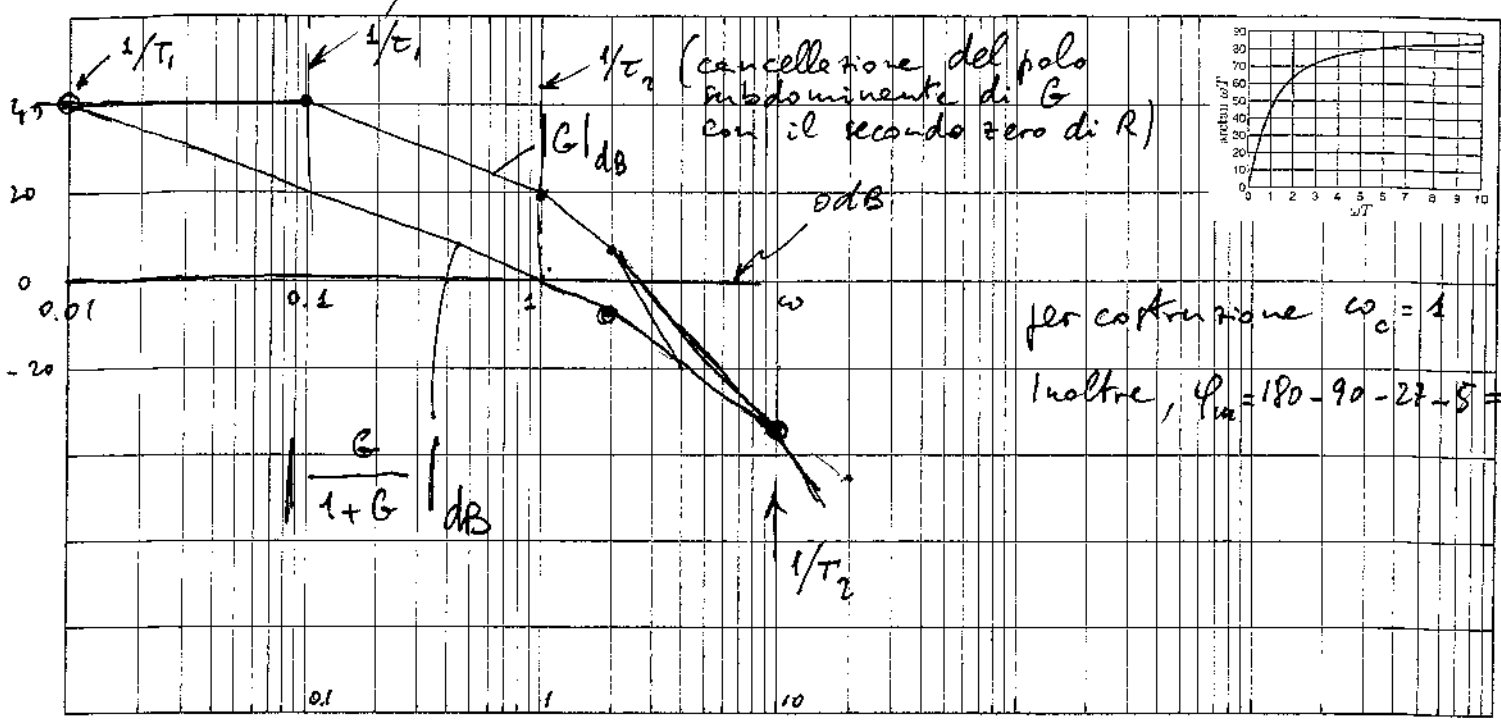
$$M_{anello} = M_{rete\ a\ sella} \times M_G = M_a = 100$$

Pertanto, il disturbo viene attenuato di circa 100 volte. Il terzo requisito è, quindi, soddisfatto.

Dal diagramma che segue si vede come si riescano a soddisfare anche gli altri due requisiti con la seguente rete a sella

$$T_1 = 100 \quad T_2 = 0.1 \quad \tau_1 = 10 \quad \tau_2 = 1 \quad \underline{\quad}$$

(cancellazione del polo dominante di G con uno zero del regolatore)



4. Durante una riunione in cui sono discusse le specifiche per un importante sistema di regolazione di un impianto industriale, che deve seguire abbastanza fedelmente variazioni a scalino del riferimento e attenuare disturbi costanti in linea d'andata, emergono le seguenti quattro proposte di progetto:

	ω_c	μ	φ_m
A	5	60	40
B	12	70	60
C	12	70	50
D	10	80	55

Si dica quali fra i progetti A, B, C, D potrebbero essere scartati e perché.

Svolgimento

E' bene che ω_c , μ e φ_m siano grandi.

Pertanto, i progetti A e C sono dominati da B

Il progetto D non è, invece, dominato da B

perché $\mu_D > \mu_B$.

Si possono, quindi, scartare i progetti A e C

e scegliere con considerazioni opportune (per

esempio costo di realizzazione, tempo di realiz-

zazione, affidabilità, ...) tra i progetti

B e D.