Nome:	L
Nr. Mat.	
Firma:	
C.L.:	Info. ‖ Elet. ‖ Telec. ‖ Altro.

Controlli Automatici - Compito Completo

6 Settembre 2022 - Esercizi

Si risolvano i seguenti esercizi.

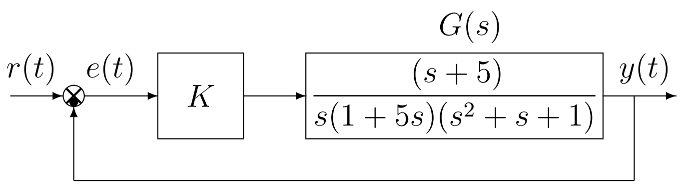
a) Calcolare la trasformata di Laplace $X(s) = \mathcal{L}[x(t)]$ dei seguenti segnali temporali $x(t)$:

$$x_1(t) = (2\sin(7t) - 4)\, e^{3t}, \qquad x_2(t) = 5\delta(t) + 2\, e^{-3t}\cos(5t)$$

b) Calcolare la trasformata di Laplace inversa $y(t) = \mathcal{L}^{-1}[Y(s)]$ delle seguenti funzioni $Y(s)$:

$$Y_1(s) = \frac{30}{s(s+3)(s-2)}, \qquad Y_2(s) = \frac{6}{(s+4)^3} + 2\, e^{-3\,s}$$

c) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



c.1) Determinare per quali valori di K il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

c.2) Tracciare i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi della funzione $G(s)$.

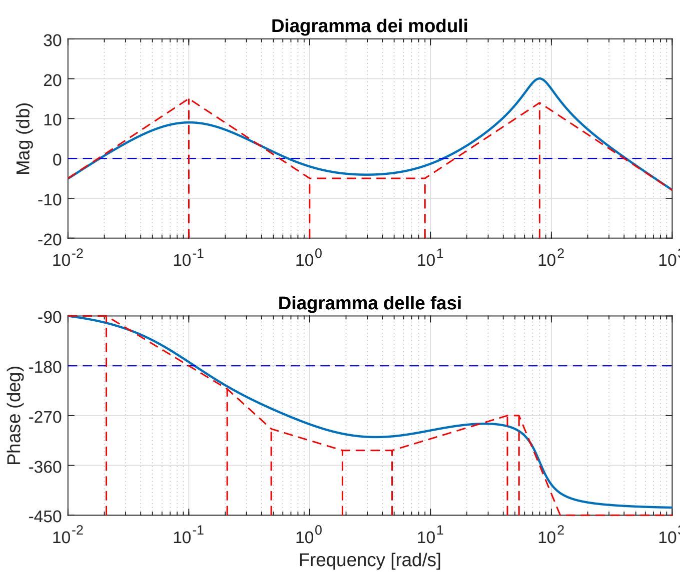
c.3) Disegnare qualitativamente il diagramma di Nyquist "completo" della funzione $G(s)$. Calcolare esattamente la posizione σ_a di un eventuale asintoto verticale, le eventuali intersezioni σ_i^* con l'asse reale e i corrispondenti valori delle pulsazioni ω_i^*.

d) Si faccia riferimento ai diagrammi di Bode della funzione $G(s)$ mostrati in figura.

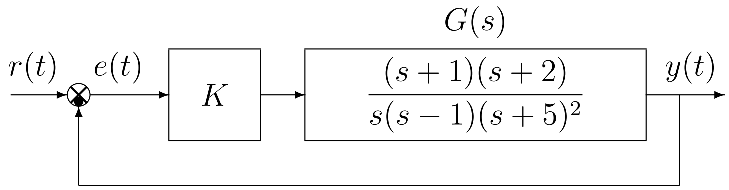
Nei limiti della precisione consentita dal grafico, ricavare l'espressione analitica della funzione $G(s)$.

$G(s) = \ldots$

Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ.



e) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



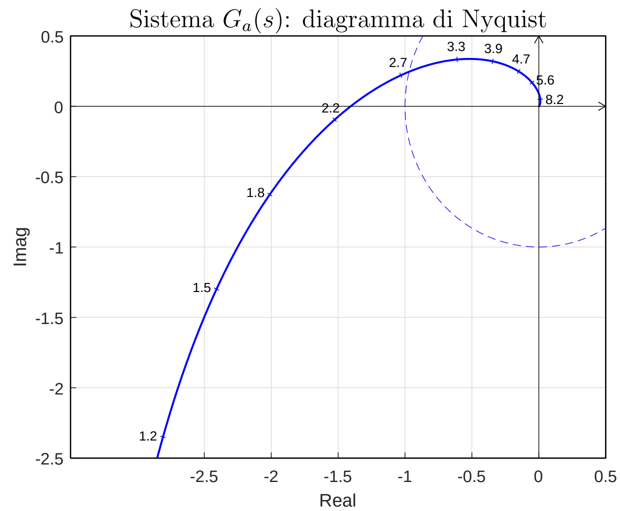
Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

f) Sia data la funzione $G_a(s)$ riportata a fianco.

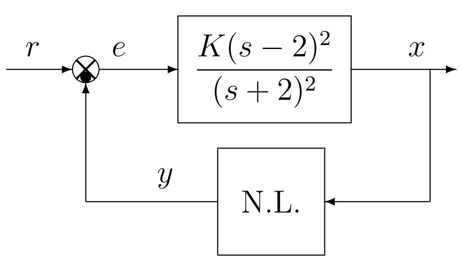
Progettare una rete correttrice

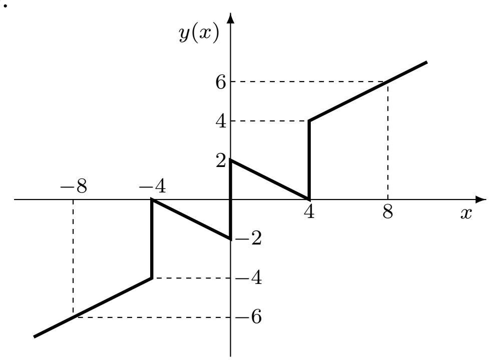
$$C_a(s) = \frac{1 + \tau_1\, s}{1 + \tau_2\, s}$$

in modo da garantire che la funzione di risposta armonica del sistema compensato $C_a(s)G_a(s)$ abbia un margine di ampiezza $M_a = 10$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.



g) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





g.1) Posto $K = 1$, determinare per quali valori r_0 ed r_1 dell'ingresso r i punti di lavoro del sistema retroazionato sono posizionati in $(x_0, y_0) = (0, 0)$ e in $(x_1, y_1) = (8, 6)$.

g.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (8, 6)$.

g.3) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto $(0, 0)$. Utilizzare delle variabili (per esempio: $m_1, m_2, \ldots$) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.

g.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri $m_1, m_2, \ldots$) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

h) Utilizzando il metodo delle differenze all'indietro, discretizzare la seguente rete correttrice

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+2)}{s(s+5)}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$.

Controlli Automatici - Prima parte

6 Settembre 2022 - Domande

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	
C.L.:	Info. ‖ Elet. ‖ Telec. ‖ Altro.

Si risponda alle seguenti domande.

1. Calcolare la risposta a regime $y(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il seguente segnale sinusoidale $x(t)$:

$$x(t) = 5 + 3\cos(2t + \tfrac{\pi}{3}) \longrightarrow \boxed{G(s) = \frac{4}{s+1}} \longrightarrow y(t) \simeq \ldots$$

2. Calcolare l'evoluzione libera del sistema $3\dot{y}(t) + 2\,y(t) = 0$ partendo dalla condizione iniziale $y(0) = 4$.

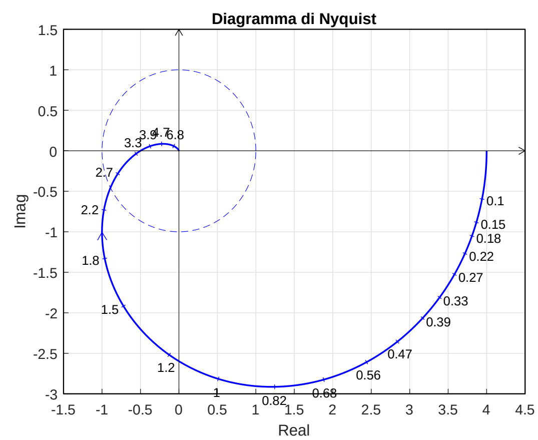
$$Y(s) = \qquad\qquad\qquad\qquad y(t) =$$

3. Sia dato il diagramma di Nyquist della funzione $G(s) = \dfrac{18}{(s+2)^3}$.

In base al criterio di Nyquist è possibile affermare che il sistema retroazionato $K\,G(s)$ è stabile per i seguenti valori di K:

$$\ldots \quad K \quad \ldots$$

Calcolare dal grafico, in modo approssimato, i valori limite dell'intervallo di ammissibilità del parametro K.

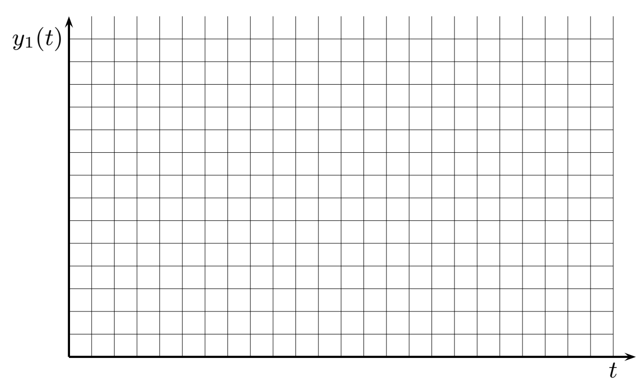


4. Disegnare l'andamento qualitativo $y_1(t)$ della risposta al gradino unitario del seguente sistema:

$$G(s) = \frac{500(2+0.3s)(s^2+25s+70^2)}{(5s+21)(3s+10)(s^2+10s+900)(s^2+0.6s+36)}$$

Calcolare inoltre:
a) il valore a regime y_∞ della risposta al gradino per $t \to \infty$;
b) il tempo di assestamento T_a della risposta al gradino $y_1(t)$;
c) il periodo T_ω dell'eventuale oscillazione smorzata presente sul segnale $y_1(t)$:

$$y_\infty = \qquad\qquad T_a \simeq \qquad\qquad T_\omega \simeq$$



5. Scrivere il modulo $M(\omega) = |G(j\omega)|$ e la fase $\varphi(\omega) = \arg G(j\omega)$ della funzione di risposta armonica del seguente sistema $G(s)$:

$$G(s) = \frac{(1-2s)}{s(s-5)^2}\,e^{-3\,s} \quad \to \quad \begin{cases} M(\omega) = \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$

6. Scrivere la funzione di trasferimento discreta $G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ corrispondente alla seguente equazione alle differenze:

$$3\,y_{k+1} + 6\,y_k + 4\,y_{k-1} + 5\,y_{k-2} = x_k + 2\,x_{k-1} \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$$

7. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{-10}{(s+6)(s^2+16)}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

a) L'ascissa σ_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

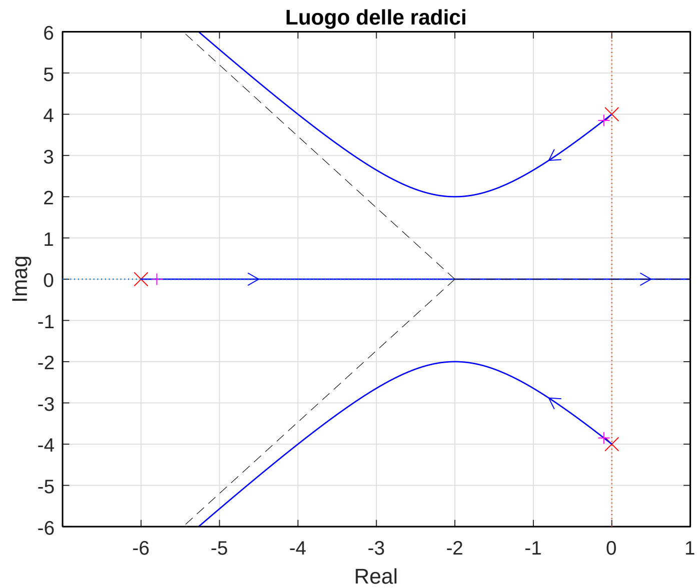
$$\sigma_0 =$$

b) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

$$K_0 =$$

c) Per quali valori di K il sistema retroazionato è stabile:

$$\ldots < K < \ldots$$



8. Il valore a regime $x(\infty)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z+2}{(z-1)(z+0.5)}$ è:

○ $x(\infty) = 0$ ○ $x(\infty) = 1$ ○ $x(\infty) = 2$ ○ $x(\infty) = 6$

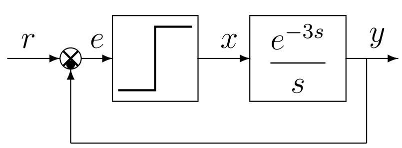
9. La funzione di risposta armonica $F(\omega)$ di un sistema discreto $G(z)$ si determina nel seguente modo:

○ $F(\omega) = G(e^{j\omega})$ ○ $F(\omega) = G(e^{j\omega T})$ ○ $F(\omega) = G(j\omega)$ ○ $F(\omega) = G(j\omega T)$

10. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali $x(t)$ quando $t = k\,T$:

$x(t) = 3\,t \quad \rightarrow \quad X(z) =$ $\qquad\qquad$ $x(t) = 5^{-3\,t} \quad \rightarrow \quad X(z) =$

11. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per la presenza del relé ideale il sistema sicuramente oscilla. Fornire il valore della pulsazione ω^* di oscillazione:



$$\omega^* =$$

12. Il metodo di Ziegler-Nichols per determinare i valori di primo tentativo dei parametri di un regolatore standard PID

○ è applicabile solo al controllo di sistemi lineari
○ richiede la conoscenza della risposta impulsiva del sistema da controllare
○ richiede la conoscenza della risposta al gradino del sistema da controllare
○ è applicabile in modo approssimato anche al controllo di sistemi non lineari
○ richiede la conoscenza esatta del modello dinamico del sistema da controllare

Diagramma dei moduli: $G(s)$ domanda c)

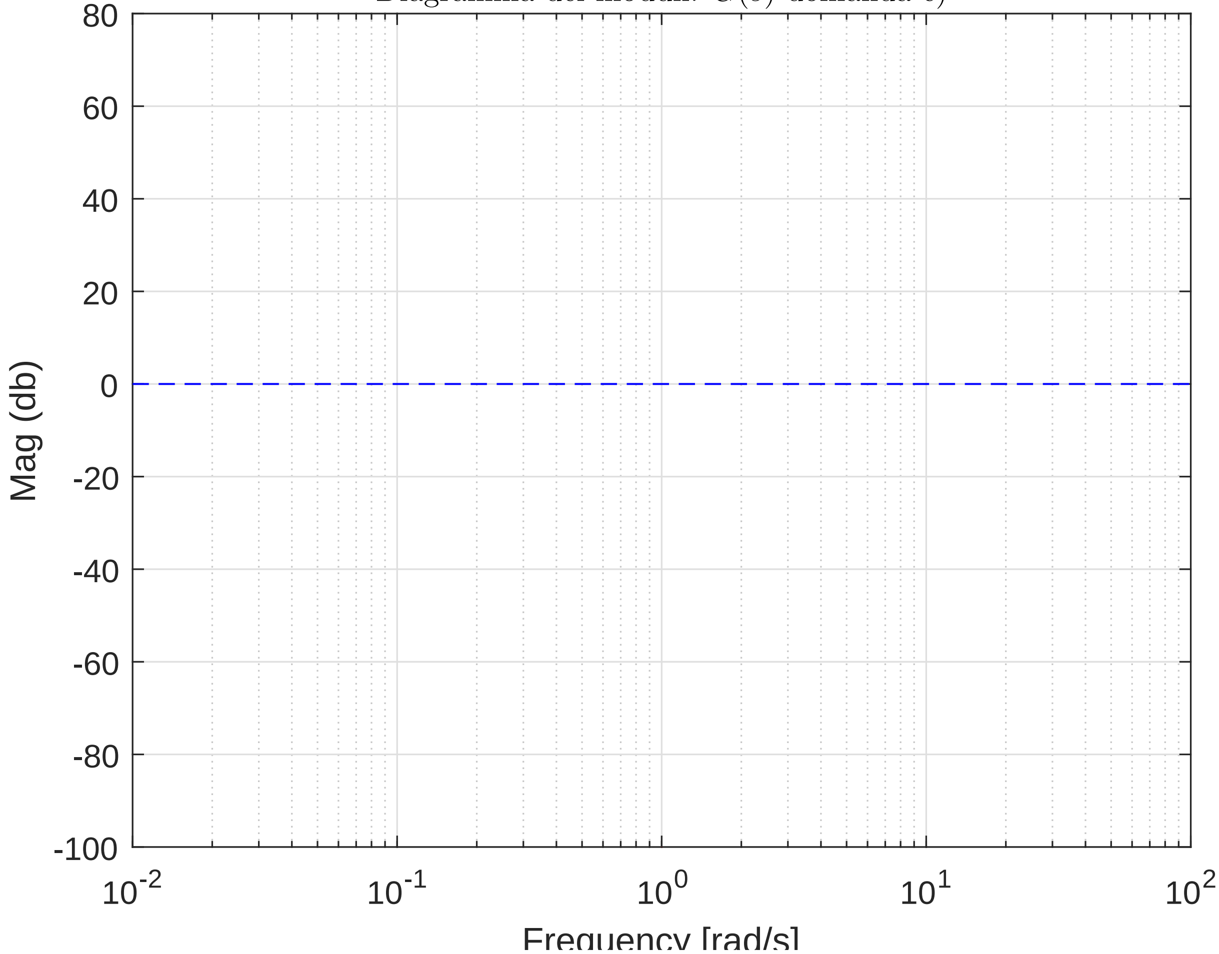


Diagramma delle fasi: $G(s)$ domanda c)