

Fondamenti di Automatica

Allievi in Ingegneria Elettrica - Prof. P. Colaneri

Seconda prova in itinere del 24 Gennaio 2012

Cognome _____

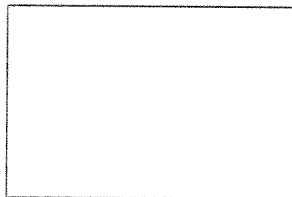
Nome _____

N° di Matricola _____

Firma

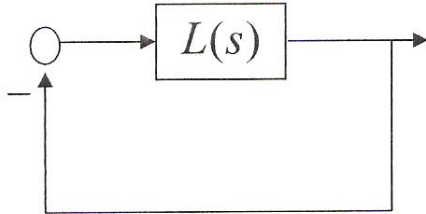
Durante la prova non è consentita la consultazione di libri, dispense e quaderni.
Questo fascicolo contiene 5 esercizi.

Si prega di non allegare alcun foglio.



ESERCIZIO 1

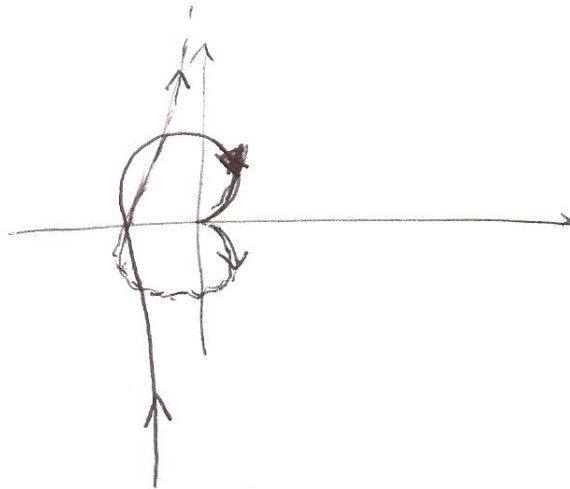
Si consideri il sistema retroazionato



dove $L(s) = \alpha \frac{5-s}{s(s+2)(s+3)}$.

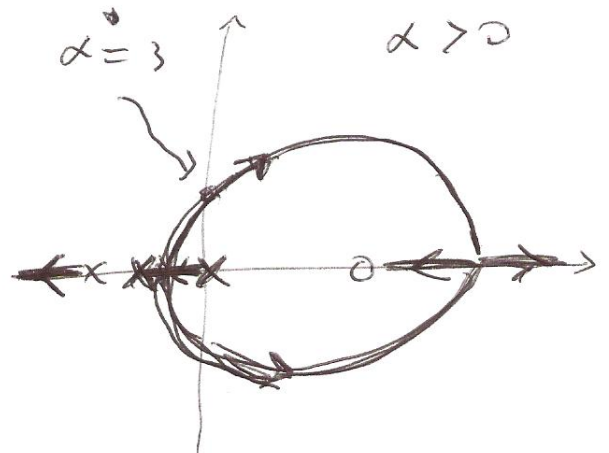
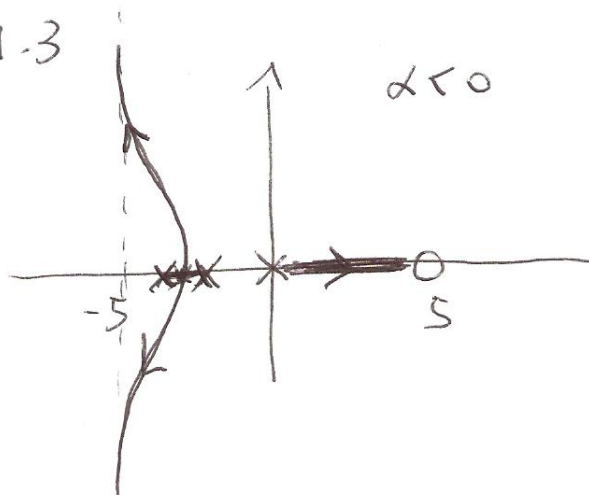
- 1.1 Si traccino i diagrammi asintotici del modulo e della fase della risposta in frequenza associata ad $L(s)$ con $\alpha = 1$.
- 1.2 Si tracci il diagramma di Nyquist della risposta in frequenza associata a $L(s)$ con $\alpha = 1$.
- 1.3 Si disegnino i luoghi delle radici corrispondenti ad $\alpha > 0$ e $\alpha < 0$.
- 1.4 Si studi la stabilità asintotica del sistema retro azionato in funzione di α .

1.2

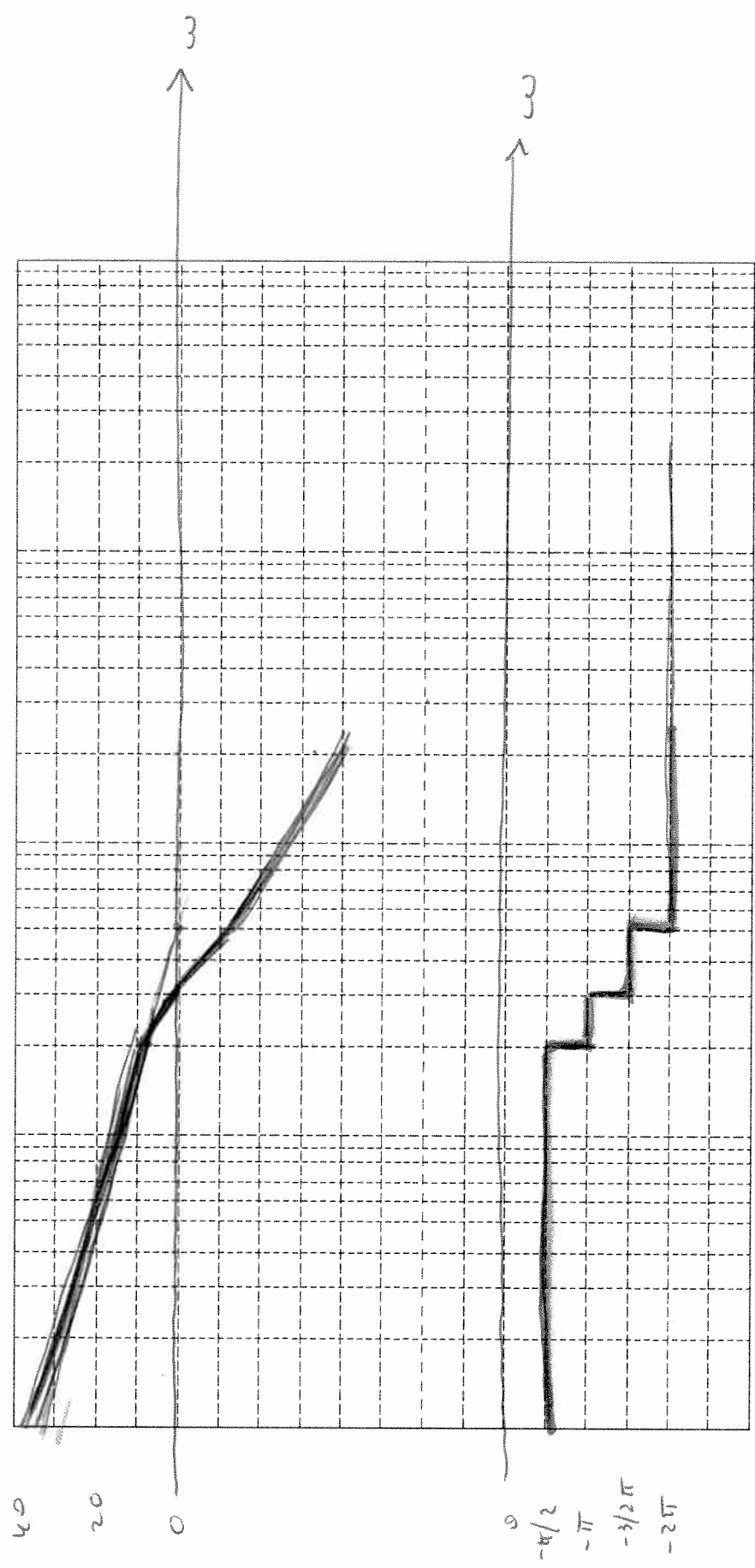


1.4
 $\alpha \in (0, 3)$.
 La somma -5
 si conserva
 (regola baricentrica).
 Con $L(-5) = -1 \Rightarrow \alpha = 3$.

1.3



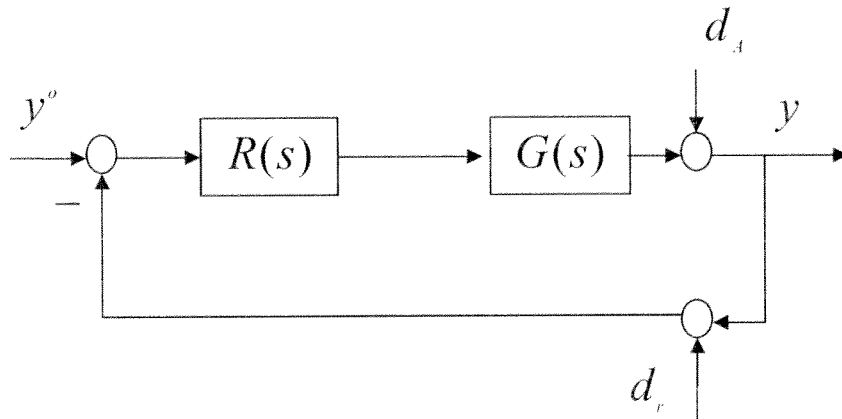
1.1



1 2 3 5 10

ESERCIZIO 2

Si faccia riferimento al sistema retroazionato in figura.



dove $G(s) = \frac{s-5}{(s+0.1)(s+3)}$,

$$y^o(t) = \text{sca}(t)$$

$$d_A(t) = A \sin(\omega t), \quad \omega < 0.01$$

$$d_A(t) = B \sin(\omega t), \quad \omega > 1$$

Si determini un regolatore del minimo ordine possibile in modo tale che:

2.1 L'errore a transitorio esaurito dovuto ad $y^o(t)$ sia nullo

2.2 L'ampiezza dell'errore a regime permanente dovuta al disturbo $d_A(t)$ sia attenuata di almeno dieci volte.

2.3 L'ampiezza dell'errore a regime permanente dovuta al disturbo $d_r(t)$ sia attenuata di almeno dieci volte

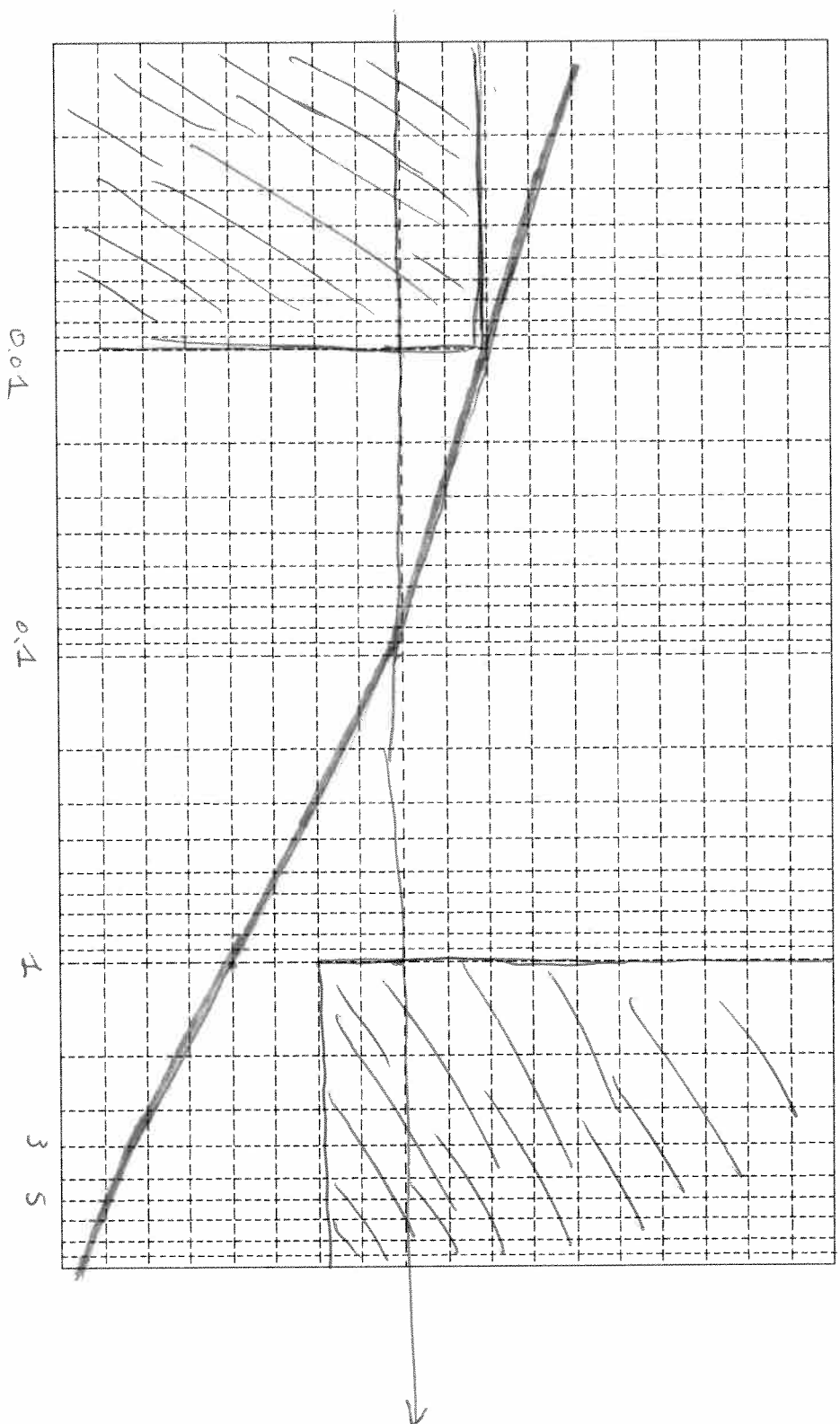
2.4 $\omega_c > 0.05$

2.5 $\phi_m > 40^\circ$

In figura è disegnato il diagramma del modulo di $L(s) = \frac{3}{500} \cdot \frac{1}{s} \cdot G(s)$.
 risulta $\omega_c \approx 0.1$, $\phi_m = \pi/4 - \arctan \frac{0.1}{3} - \arctan \frac{0.1}{5}$
 e $|L(j\omega)|$ non passa attraverso le zone proibite.
 Quindi il regolatore

$$R(s) = -\frac{3}{500} \cdot \frac{1}{s}$$

va bene. L'integratore serve a mandare a zero l'errore. Il segno va cambiato in quanto $G(0) < 0$.

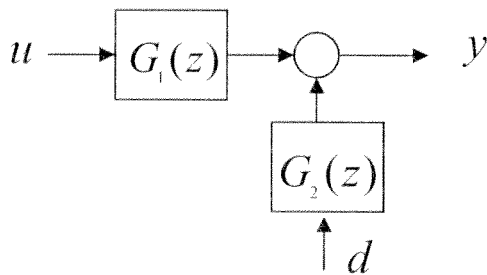


ESERCIZIO 3

Si discutano le considerazioni fatte che sono alla base del funzionamento di un regolatore di tipo PID. Si enuncino poi le regole di Ziegler e Nichols (in anello chiuso) che portano alla definizione dei parametri caratteristici di tale regolatore.

ESERCIZIO 4

Si faccia riferimento al sistema a tempo discreto seguente



dove

$$G_1(z) = \frac{z-5}{z(z+0.5)(z-0.3)}, \quad G_2(z) = \frac{1+z}{z^2}$$

$$u(k) = sca(k)$$

$$d(k) = \sin\left(\frac{\pi}{3}k\right)$$

|| Poli di G_1 e G_2 in
modulo < 1 .

Si verifichi l'asintotica stabilità del sistema e si ricavi la risposta di regime permanente.

$$y(k) = \underbrace{G_1(1)}_{\substack{\text{guadagno} \\ \text{statico} \\ \text{per ampiezza} \\ \text{scalino}}} + \underbrace{|G_2(e^{j\pi/3})| \sin\left(\frac{\pi}{3}k + \angle G_2(e^{j\pi/3})\right)}_{\substack{\text{risposta} \\ \text{periodica}}}$$

REGIME PERMANENTE

$$y(k) = 3.8 + \sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{3}k - \frac{\pi}{2}\right)$$

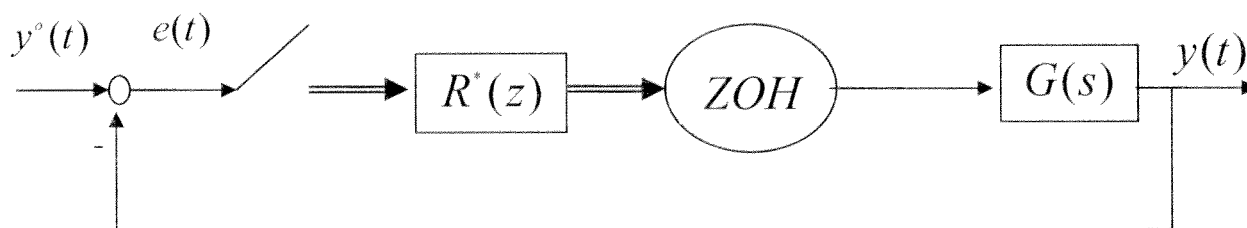
$$y(k) = 3.8 + \sin\left(\frac{\pi}{3}k - \frac{2\pi}{3}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{3}k - \frac{\pi}{3}\right)$$

infatti si
nota che

$$d(k) \rightarrow \left[\frac{1}{z^2} + \frac{1}{z} \right] \rightarrow d(k-2) + d(k-1)$$

ESERCIZIO 5

Si faccia riferimento allo schema seguente



dove $G(s) = \frac{1}{s+1}$, $y^o(t) = sca(t)$. Si supponga che il mantenitore e il campionatore operino in fase e sincronia, con periodo T .

Si ricavi un regolatore digitale $R(z)$ tale che l'errore $e(t)$ sia nullo a transitorio esaurito e tale che $e(kT)$ sia nullo dopo un numero finito (e minimo possibile) di passi. (Si può perseguire sia il punto di vista analogico che quello digitale).

Punto di vista digitale

$$G^*(z) = \frac{1 - e^{-T}}{z - e^{-T}}$$

$$F(z) = \frac{1}{z}$$

$$R^*(z) = \frac{1}{G^*(z)} \frac{F(z)}{1 - F(z)} = \frac{z - e^{-T}}{z - 1} \cdot \frac{1}{1 - e^{-T}}$$

Punto di vista analogico

$$R^o(s) = \frac{K}{s} \rightarrow R^*(z) = KT \frac{\alpha z + 1 - \alpha}{z - 1}$$

$$\text{con } K = \frac{1}{T(1 - e^{-T})}, \quad \alpha = 1 + e^{-T}$$