POLITECNICO DI MILANO

FONDAMENTI DI AUTOMATICA
(Ingegneria Informatica – Allievi da E a O)
Prof. Maria Prandini

Anno Accademico 2012/13

Appello del 10 settembre 2013

NOME ....

MATRICOLA ....

FIRMA ....

- Consegnare esclusivamente il presente fascicolo.
- Utilizzare, per la minuta, i fogli bianchi forniti in aggiunta a questo fascicolo.
- Non si possono consultare libri, appunti, dispense, ecc.
- Si raccomandano chiarezza, precisione e concisione nelle risposte.

1. Si consideri il sistema con ingresso w e uscita z descritto dalle seguenti equazioni:

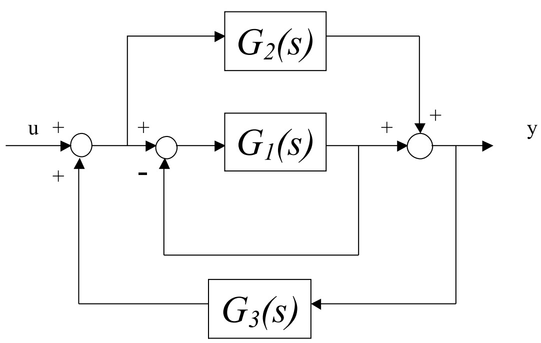
$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -x_1(t) + x_2(t) + w(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_2(t) + w(t) \\ z(t) = 3x_1(t) + 5x_2(t) \end{cases}$$

1.1 Dire se il sistema è asintoticamente stabile, motivando la risposta.

1.2 Determinare l'espressione analitica del movimento dell'uscita $z(t)$ associato alla condizione iniziale $x_1(0) = -1$, $x_2(0) = 1$ e all'ingresso $w(t) = 1$ per $t \geq 0$.

1.3 Determinare la funzione di trasferimento $G_1(s)$ da $w(t)$ a $z(t)$.

1.4 Il sistema viene inserito nello schema in figura, dove $G_2(s)$ e $G_3(s)$ sono le funzioni di trasferimento di due sistemi lineari.



Determinare l'espressione della funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema con ingresso u ed uscita y in funzione di $G_1(s)$, $G_2(s)$ e $G_3(s)$.

2. Si consideri il sistema non lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -x_1(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_1(t) + x_2^2(t)u(t) \\ y(t) = x_2(t). \end{cases}$$

2.1 Trovare i punti di equilibrio del sistema se $u(t) = \bar{u} = 9$.

2.2 Linearizzare il sistema e valutare le proprietà di stabilità dei punti di equilibrio determinati al punto precedente.

3. Si consideri un sistema del 2^o ordine con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1}{(1+s)(1+0.1s)}.$$

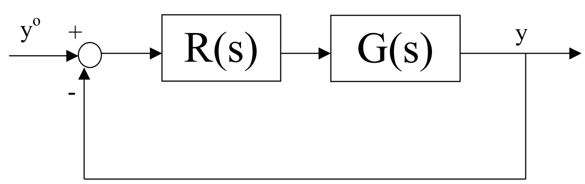
3.1 Si rappresenti l'andamento qualitativo della risposta allo scalino del sistema.

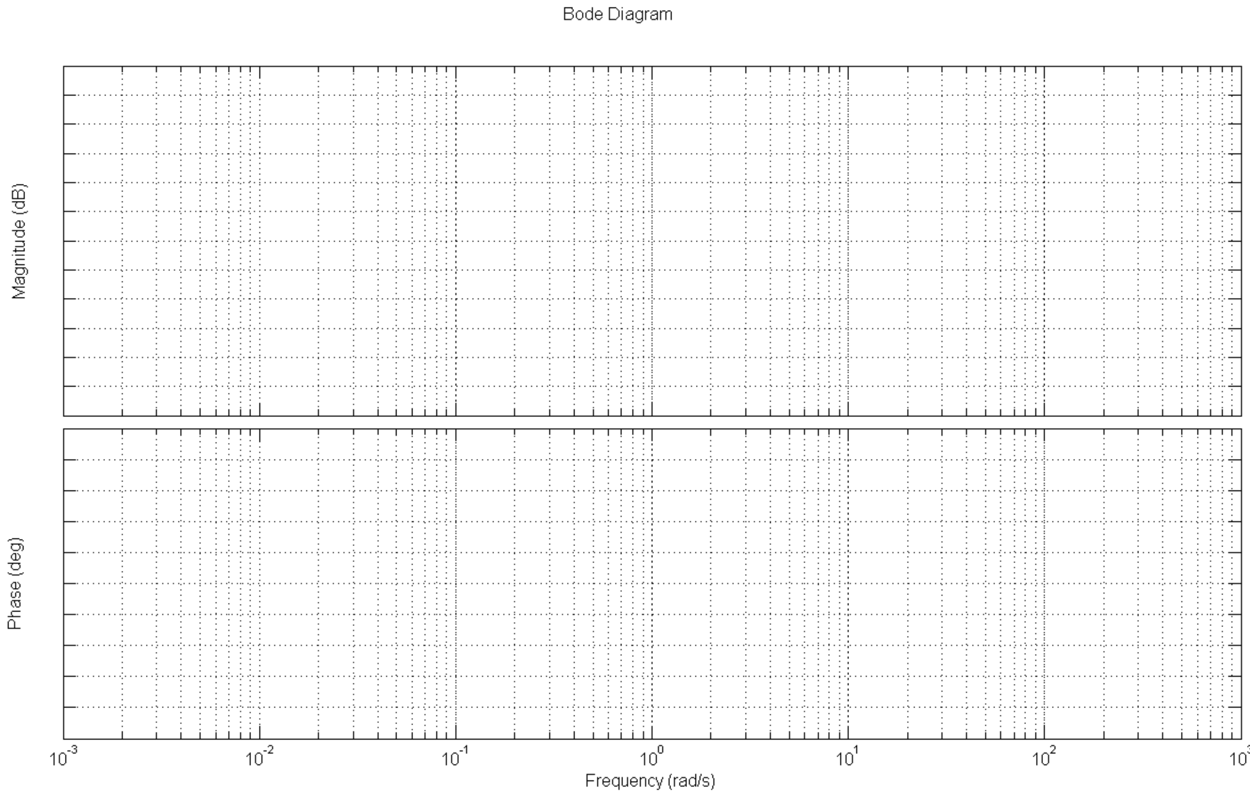
3.2 Si determini la funzione di trasferimento $R(s)$ di un regolatore del 1^o ordine da inserire nello schema in figura in modo da soddisfare le seguenti specifiche:

i) se $y^o(t) = sca(t)$, $y(t)$ tende asintoticamente a 1;

ii) il margine di fase ϕ_m è non inferiore a 45^o;

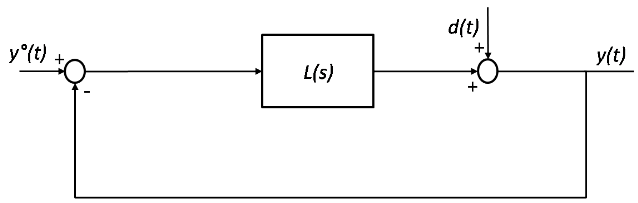
iii) la pulsazione critica è la massima possibile, compatibilmente con gli altri vincoli.





3.3 Si rappresenti l'andamento qualitativo della risposta allo scalino del sistema retroazionato ($S\% = 100e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$, $\xi = sen(\phi_m/2)$).

4. Si consideri il sistema retroazionato mostrato di seguito:

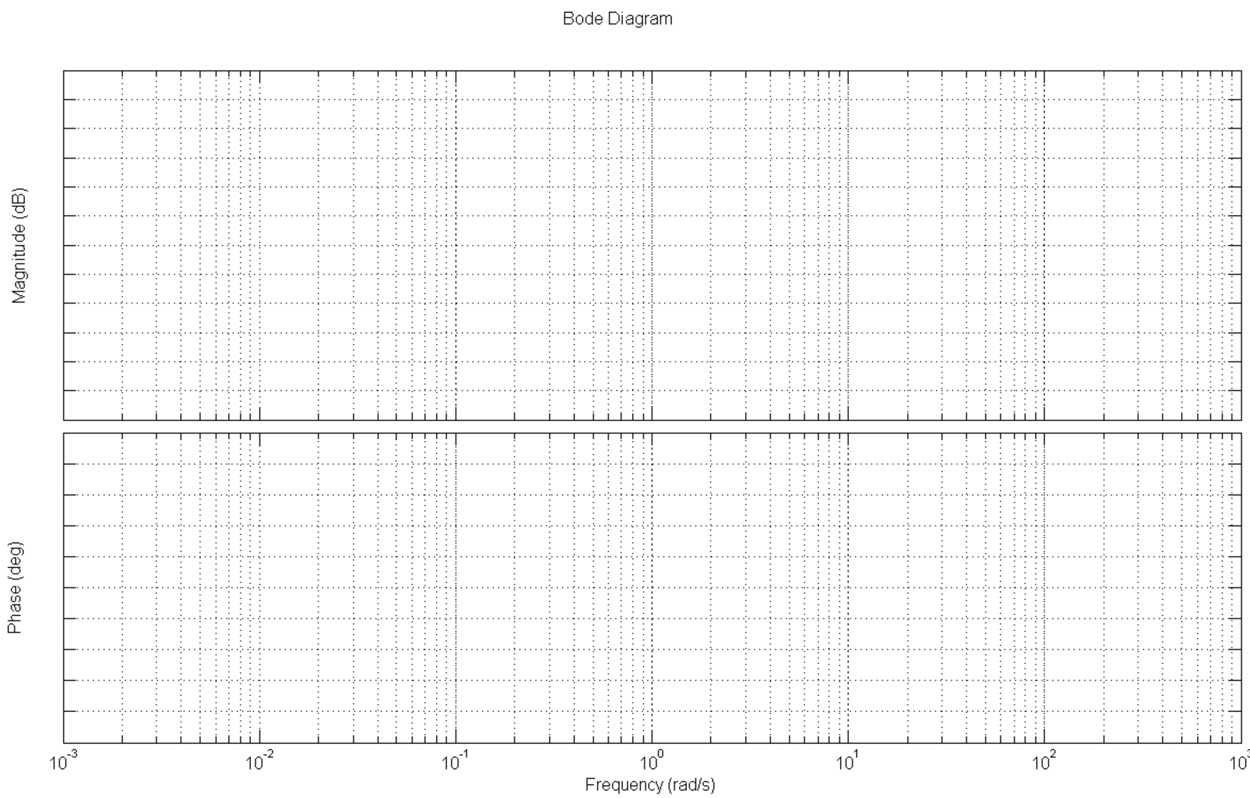


in cui

$$L(s) = \frac{100(1+0.1s)}{(1+100s)(1+0.01s)}$$

è la funzione di trasferimento di un sistema asintoticamente stabile.

4.1 Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase (approssimati ed esatti) della risposta in frequenza di $L(s)$.



4.2 Verificare che il sistema ad anello chiuso sia asintoticamente stabile.

4.3 Fornire una stima dei poli dominanti della funzione di trasferimento da $y^o(t)$ a $y(t)$.

4.4 Sia $y^o(t) = sca(t)$ e $d(t) = 100sin(10^{-3}t)$. Scrivere l'espressione analitica della risposta di regime $y_\infty(t)$.

5. Rispondere in modo conciso e chiaro ai seguenti quesiti:

(a) descrivere la struttura di un regolatore realizzato in tecnologia digitale per il controllo in retroazione di un sistema lineare a tempo continuo.

(b) con riferimento all'esercitazione sperimentale svolta in laboratorio, descrivere brevemente il problema di controllo affrontato, specificando variabili di controllo e controllate, e disturbi.