Fondamenti di Automatica

(Prof. Bascetta)

Seconda prova scritta intermedia

Anno accademico 2015/2016

1 Luglio 2016

Cognome:..

Nome: ....

Matricola:...............................

Firma:..

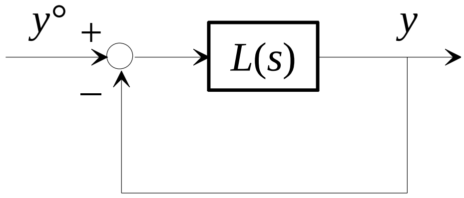
Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina). Tutte le pagine utilizzate vanno firmate.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare l'ultima pagina del fascicolo.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

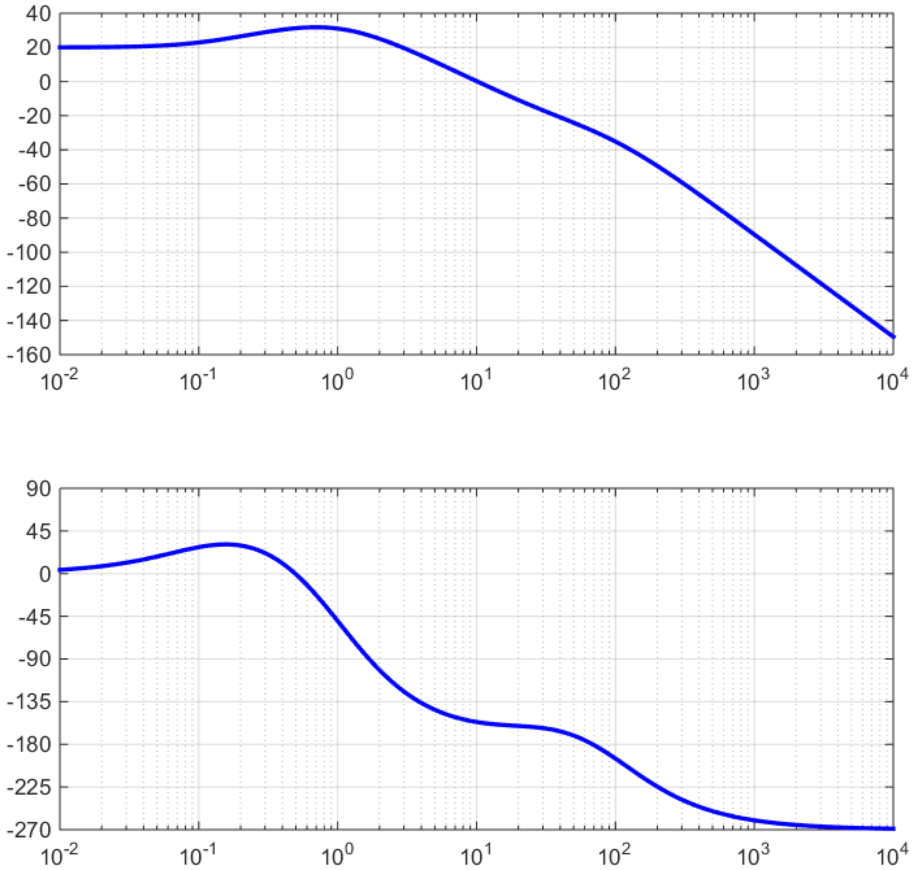
Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente

Esercizio 1

Si consideri il sistema dinamico retroazionato:



1.1 Si supponga che i diagrammi di Bode di L siano quelli rappresentati nella figura. Sapendo che L non presenta poli a parte reale positiva, si fornisca una stima del margine di fase e del margine di guadagno del sistema.



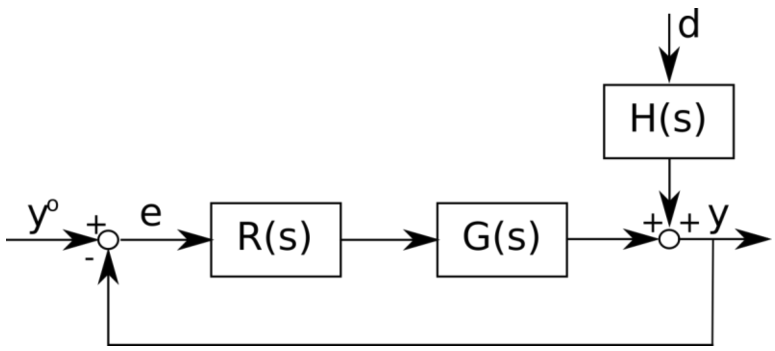
1.2 Sulla base dei diagrammi sopra riportati, si tracci approssimativamente il diagramma di Nyquist associato a L, avendo cura di indicare il punto -1.

1.3 Si determini approssimativamente il tempo di assestamento al 99% della risposta di y ad uno scalino unitario in $y°$.

1.4 Si determini con precisione l'errore a transitorio esaurito tra $y°$ e y a seguito di uno scalino unitario in $y°$.

Esercizio 2

Si consideri il seguente sistema di controllo:



dove $G(s)=\dfrac{1+s}{1+0.1s}$ e $H(s)=\dfrac{1}{1+0.1s}$.

2.1 Si determini la funzione di trasferimento $R(s)$ del regolatore in modo tale che:

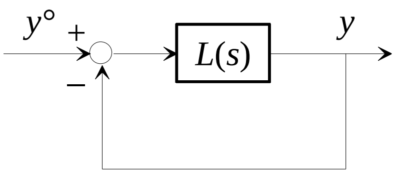
- L'errore e a transitorio esaurito, e_∞, sia nullo quando $y°$ è uno scalino di ampiezza pari a 2, in assenza del disturbo d.
- Il disturbo $d(t) = D\sin(0.1t)$, con D ampiezza arbitraria, sia attenuato sull'uscita y di un fattore almeno pari a 10.
- Il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 75°.
- La pulsazione critica sia maggiore o uguale di 1 rad/s.

2.2 Supponendo il disturbo *d* misurabile, si disegni lo schema a blocchi di un sistema di controllo in retroazione che includa un compensatore del disturbo *d*.

2.3 Supponendo il disturbo *d* misurabile, si determini la relazione che deve essere soddisfatta dalla risposta in frequenza del compensatore del disturbo per annullare, a transitorio esaurito, l'effetto di un disturbo $d(t) = 5\sin(0.1t)$ sull'uscita *y*, e si proponga una possibile struttura della funzione di trasferimento di tale compensatore.

Esercizio 3

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui $L(s) = \rho \dfrac{(s-1)(s+3)}{(s+1)(s+2)(s-2)}$.

3.1 Si tracci il luogo delle radici diretto.

3.2 Si tracci il luogo delle radici inverso.

3.3 Sulla base dei luoghi tracciati, si determini il valore di ρ per cui il sistema in anello chiuso ha un polo nell'origine. Si verifichi il risultato ottenuto utilizzando il polinomio caratteristico del sistema in anello chiuso.

3.4 Si scrivano le istruzioni MATLAB che consentono di tracciare il luogo delle radici inverso della funzione di trasferimento d'anello $L(s)$.

Esercizio 4

4.1 Si consideri un generico sistema dinamico lineare tempo invariante a tempo discreto:

$$\boldsymbol{x}(k+1) = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}(k) + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}(k)$$
$$\boldsymbol{y}(k) = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x}(k)$$

Si scrivano le espressioni del movimento libero e del movimento forzato, a partire da un generico stato iniziale $\boldsymbol{x}_0$ e in risposta ad un generico ingresso $\boldsymbol{u}(k)$, dello stato e dell'uscita del sistema.

4.2 Con riferimento quindi al sistema:

$$\begin{cases} x_1(k+1) = x_2(k) \\ x_2(k+1) = x_3(k) \\ x_3(k+1) = u(k) \end{cases}$$

$$y(k) = x_1(k) + x_2(k) + x_3(k)$$

si mostri che il moto libero si esaurisce (diventa nullo) dopo tre passi, qualunque sia lo stato iniziale.

4.3 Si determini la funzione di trasferimento del sistema e se ne discuta la stabilità.

4.4 Si scriva l'equazione alle differenze nel dominio del tempo imposta tra l'ingresso u e l'uscita y dalla funzione di trasferimento del punto precedente.

A che valore tende y quando u è uno scalino unitario?