

POLITECNICO DI MILANO

FONDAMENTI DI AUTOMATICA
(Telecomunicazioni)
Prof. Maria Prandini

Anno Accademico 2009/10
Appello del 6 settembre 2010

COGNOME.....

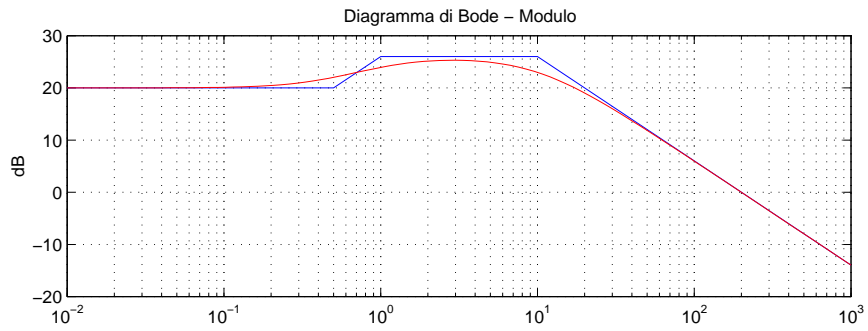
NOME

MATRICOLA

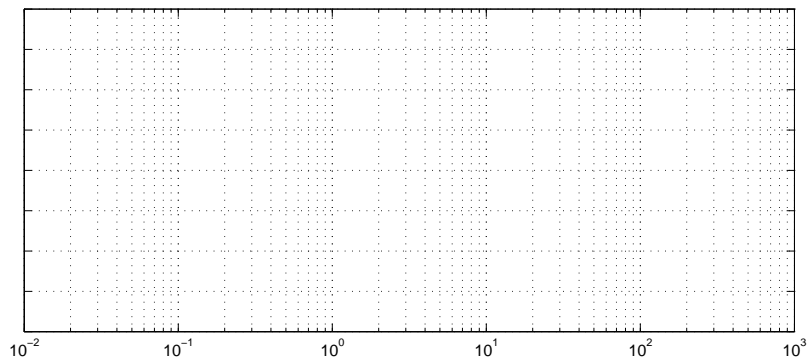
FIRMA

- 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.

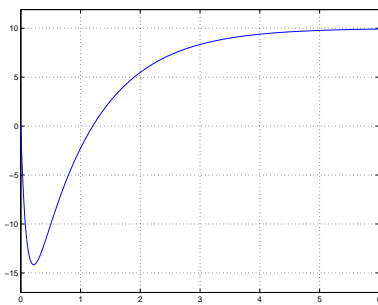
1. In figura è rappresentato il diagramma di Bode del modulo (esatto e approssimato) della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento $H(s)$ di un sistema lineare asintoticamente stabile. $H(s)$ ha tutti gli zeri a parte reale negativa e guadagno positivo.



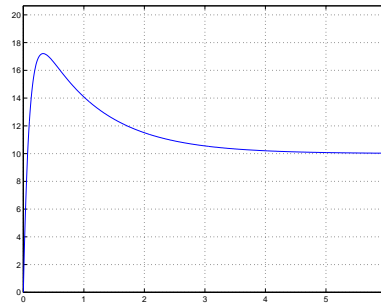
1.1 Tracciare il diagramma di Bode della fase (esatto e approssimato) della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento $H(s)$.



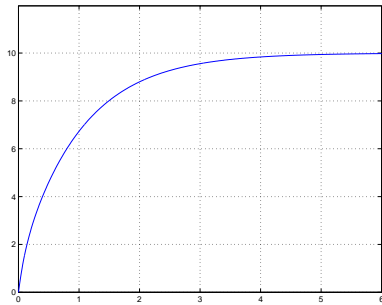
1.2 Dire, motivando la risposta, quale fra gli andamenti riportati in figura rappresenta la risposta allo scalino del sistema.



(a)



(b)



(c)

1.3 Determinare l'espressione analitica della risposta di regime $y_\infty(t)$ del sistema con funzione di trasferimento $H(s)$ quando $u(t) = \text{sen}(100t) - \text{sen}(0.01t)$.

2. Si consideri il sistema S con ingresso u ed uscita y descritto dalle seguenti equazioni:

$$\dot{x}_1(t) = -2x_1^3(t) + 2x_2(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = x_2(t) - u(t)$$

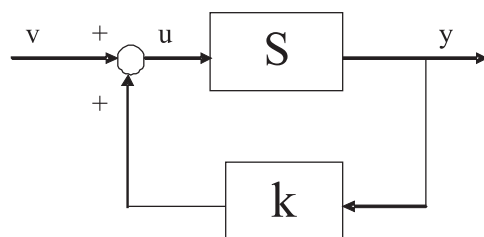
$$y(t) = x_2(t)$$

2.1 Determinare l'espressione analitica del movimento dell'uscita $y(t)$ del sistema S quando l'ingresso applicato è $u(t) = 1$, $t \geq 0$, e $x_1(0) = 1$, $x_2(0) = 2$.

2.2 Verificare che $(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = (1, 1)$ è stato di equilibrio associato all'ingresso costante $u(t) = 1$, $t \geq 0$.

2.3 Verificare che lo stato di equilibrio descritto al punto 2.2 è instabile.

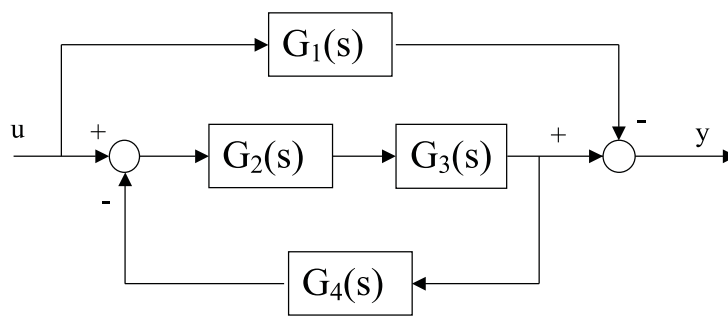
2.4 Il sistema S viene retroazionato secondo lo schema in figura, dove k è un parametro reale.



(a) Scrivere le equazioni del sistema retroazionato con ingresso v e uscita y .

(b) Dire, motivando la risposta, se esistono valori di k e \bar{v} tali che $(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = (1, 1)$ sia uno stato di equilibrio asintoticamente stabile associato all'ingresso costante $v(t) = \bar{v}$, $t \geq 0$.

3. Si consideri lo schema in figura, dove $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ e $G_4(s)$ sono le funzioni di trasferimento di sistemi lineari tempo invarianti di ordine 1.



3.1 Scrivere l'espressione della funzione di trasferimento $H(s)$ del sistema con ingresso u ed uscita y in termini di $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ e $G_4(s)$.

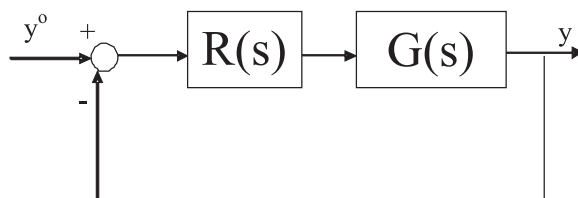
3.2 Posto $G_1(s) = \frac{1}{s+10}$, $G_2(s) = \frac{s+1}{s+2}$, $G_3(s) = \frac{1}{s+1}$ e $G_4(s) = -\frac{8}{s+9}$ nell'espressione calcolata al punto precedente:

(a) verificare che $H(s) = \frac{8}{s^2 + 11s + 10}$;

(b) valutare le proprietà di stabilità del sistema con ingresso u ed uscita y .

3.3 Determinare l'espressione analitica $y(t)$ del movimento forzato dell'uscita del sistema con funzione di trasferimento $H(s) = \frac{8}{s^2 + 11s + 10}$ associato all'ingresso $u(t) = 1 + t$, $t \geq 0$.

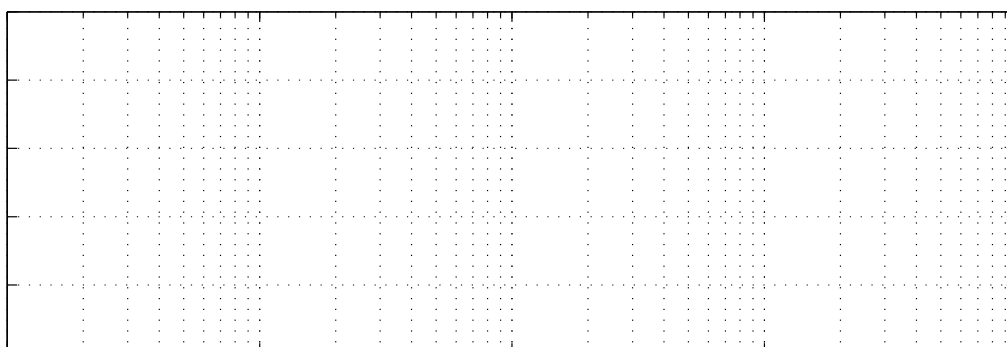
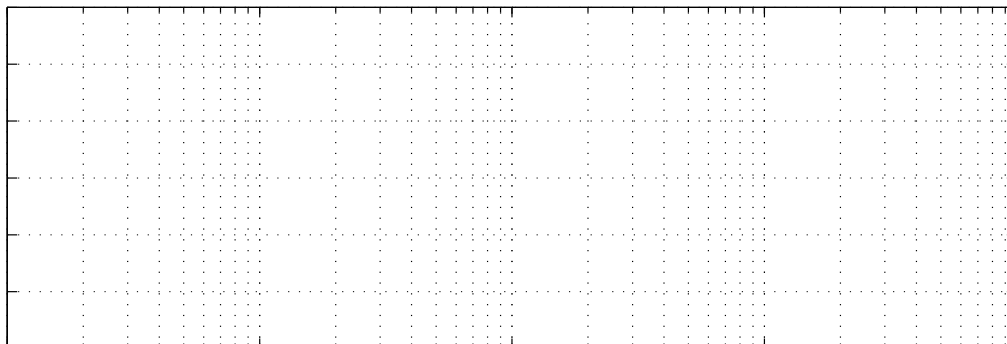
4. Il sistema lineare asintoticamente stabile con funzione di trasferimento $G(s) = \frac{10}{s^2+6s+5}$ viene retroazionato secondo lo schema classico di controllo in figura, dove $R(s) = \frac{1+sT}{s}$ è la funzione di trasferimento di un regolatore di ordine 1.



4.1 Scrivere l'espressione della funzione di trasferimento del sistema di controllo con ingresso y^o ed uscita y .

4.2 Determinare mediante il criterio di Routh-Hurwitz i valori del parametro T per cui il sistema di controllo è asintoticamente stabile.

4.3 Posto $T = 1$, valutare le proprietà di stabilità del sistema di controllo mediante il criterio di Bode.



5. Enunciare in modo preciso il criterio di Bode.