

POLITECNICO DI MILANO

FONDAMENTI DI AUTOMATICA

Ingegneria Informatica e Ingegneria delle Telecomunicazioni

Allievi da CM (incluso) a IM (escluso)

Prof. Maria Prandini

Anno Accademico 2017/18

Appello del 10 luglio 2018

COGNOME E 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 dinamico con ingresso u ed uscita y descritto dalle seguenti equazioni:

$$\dot{x}_1 = \alpha(x_1^3 + x_1) + \beta x_2 + u$$

$$\dot{x}_2 = -x_1$$

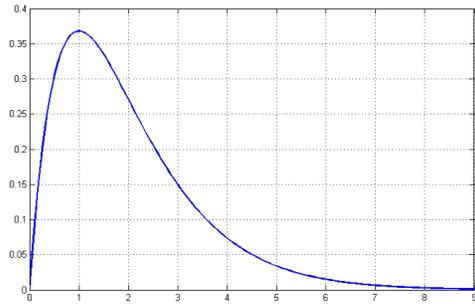
$$y = x_1$$

dove α e β sono parametri reali e $\beta \neq 0$.

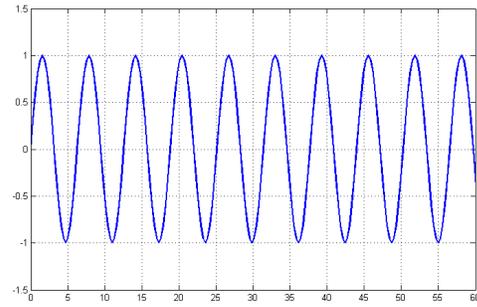
1.1 Determinare lo stato e l'uscita di equilibrio associati all'ingresso costante $u(t) = 1, t \geq 0$.

1.2 Valutare per quali valori di α e β , con $\beta \neq 0$, lo stato di equilibrio calcolato al punto precedente è asintoticamente stabile utilizzando l'analisi del sistema linearizzato attorno a tale equilibrio.

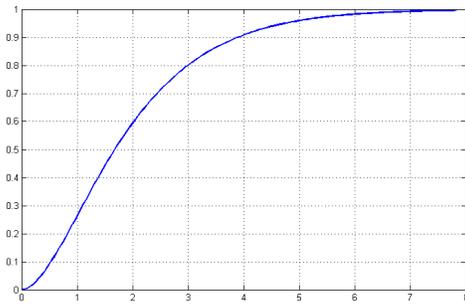
1.3 Porre $\alpha = 0$ e $\beta = 1$. Dire, giustificando la risposta, quale dei seguenti grafici rappresenta il movimento forzato dell'uscita associato all'ingresso costante $u(t) = 1, t \geq 0$.



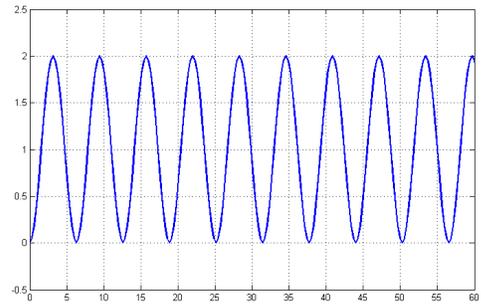
(a)



(b)



(c)



(d)

2. Si consideri il seguente sistema lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -x_1(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_1(t) - 10x_2(t) + u(t) \\ y(t) = x_1(t) + x_2(t) \end{cases}$$

2.1 Determinare l'espressione analitica del movimento dello stato e dell'uscita del sistema associati all'ingresso $u(t) = 2sca(t)$ e alla condizione iniziale $x_1(0) = 2$ e $x_2(0) = 1$.

2.2 Ricavare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema con ingresso u ed uscita y e tracciare l'andamento qualitativo del movimento forzato dell'uscita associato all'ingresso $u(t) = 2sca(t)$ (indicare nel grafico valore iniziale, finale, e tempo di assestamento).

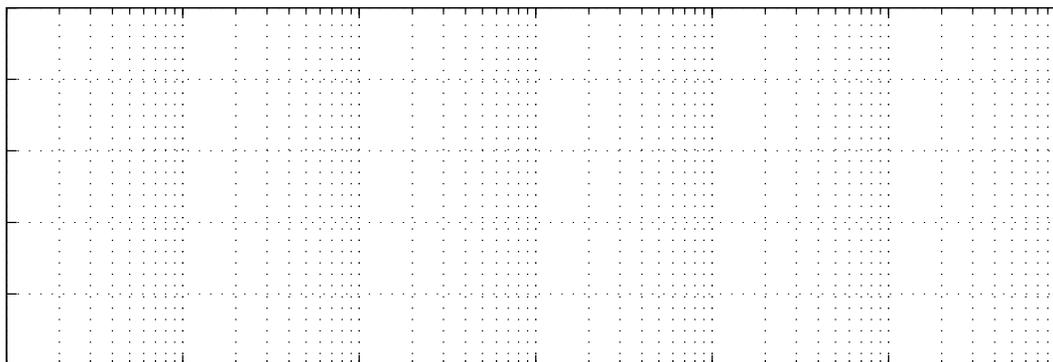
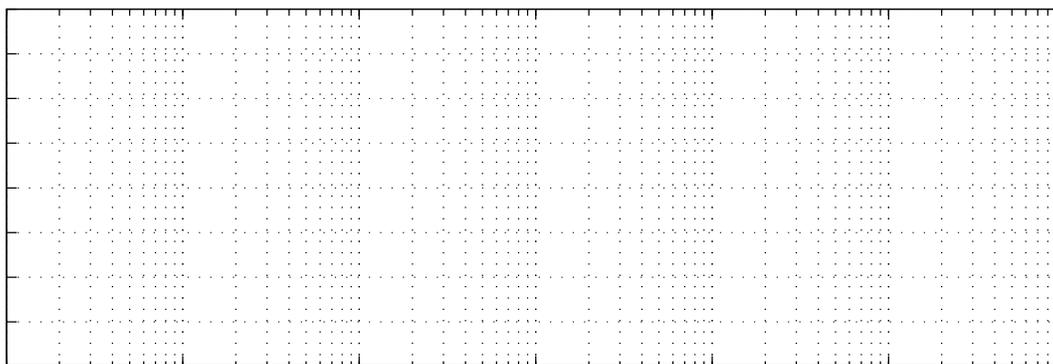
2.3 Determinare l'espressione analitica della risposta di regime $y_{\infty}(t)$ del sistema all'ingresso $u(t) = 1 + \sin(0.01t) + \cos(10^3t)$. In quanto tempo $y(t)$ si assesta alla risposta di regime calcolata?

3. Si consideri la seguente funzione di trasferimento:

$$F(s) = 10 \frac{s}{(s + 10)^2}$$

di un sistema lineare con ingresso $u(t)$ ed uscita $y(t)$.

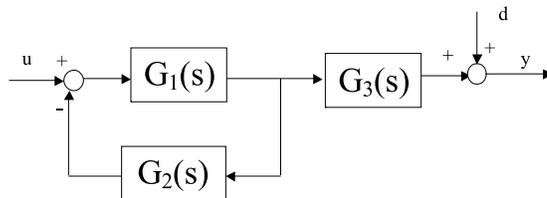
3.1 Tracciare i diagrammi di Bode asintotici ed esatti del modulo e della fase della risposta in frequenza associata a $F(s)$.



3.2 Disegnare il diagramma polare di $F(s)$.

3.3 Determinare la trasformata di Laplace della risposta $y(t)$ del sistema con funzione di trasferimento $F(s)$ al segnale $u(t) = 1 + 10t$, $t \geq 0$. Calcolare l'espressione dell'antitrasformata $y(t)$ e verificarne la correttezza determinando $y(0)$ e $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$ con i teoremi del valore iniziale e finale, se possibile.

4. Si consideri lo schema in figura, dove i tre sistemi sono del 1° ordine e hanno funzione di trasferimento: $G_1(s) = \frac{10}{s+11}$, $G_2(s) = \frac{-89}{s+90}$, e $G_3(s) = \frac{1}{s+0.1}$, mentre il segnale d rappresenta un disturbo additivo sull'uscita.

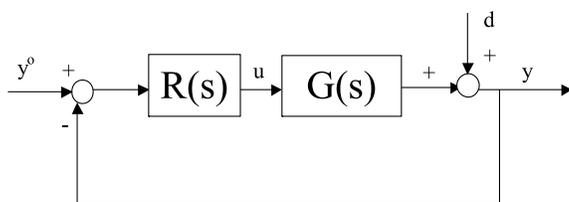


4.1 Verificare che la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema con ingresso u ed uscita y abbia la seguente espressione

$$G(s) = 10 \frac{s + 90}{(s + 0.1)(s + 1)(s + 100)}.$$

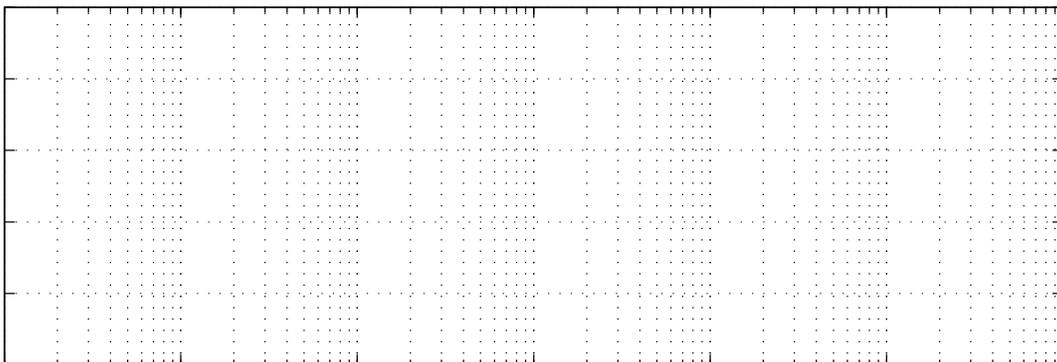
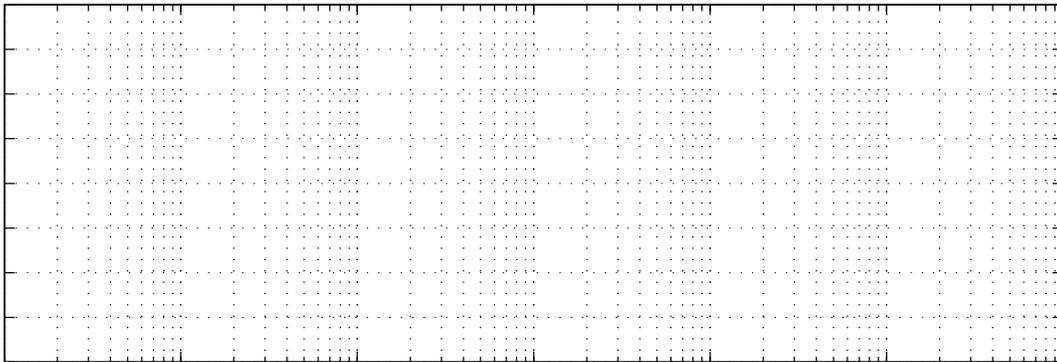
Il sistema con ingresso u ed uscita y è asintoticamente stabile?

4.2 Determinare la funzione di trasferimento $R(s)$ di un regolatore da inserire nello schema in figura



in modo da soddisfare le seguenti specifiche:

- i) se $y^o(t) = A \cos(\omega t)$, $y(t)$ tende asintoticamente a A ;
- ii) un disturbo $d(t)$ sinusoidale con pulsazione compresa tra 0.01 e 0.1 è attenuato di un fattore pari ad almeno 10;
- iii) il margine di fase ϕ_m è non inferiore a 70° .
- iv) il regolatore progettato ha ordine minimo.



4.3 Spiegare come è possibile realizzare in tecnologia digitale il regolatore con funzione di trasferimento $R(s)$ progettato. Tracciare lo schema a blocchi corrispondente.

5. Con riferimento all'esperimento svolto in laboratorio, descrivere in modo chiaro e sintetico il sistema studiato ed il metodo adottato per ricavarne un modello matematico.