

FONDAMENTI DI AUTOMATICA - Ingegneria dell'Automazione**Prof.ssa Mara Tanelli****Appello del 10 febbraio 2017**

1. Si consideri il sistema dinamico lineare e tempo invariante con ingresso u ed uscita y sistema dinamico a tempo continuo descritto dalle seguenti equazioni

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

$$\dot{x}_2(t) = 3u(t)$$

$$y(t) = -x_1(t) - x_2(t).$$

1.1. Studiare la stabilità del sistema. **(2 punti)**

1.2 Calcolare il movimento libero dello stato del sistema con stato iniziale generico $x(0) = [x_1(0) \ x_2(0)]^T$. **(2 punti)**

1.3 Determinare, se esiste, uno stato iniziale $x(0) \neq 0$ tale che il movimento libero dell'uscita è limitato. **(1 punto)**

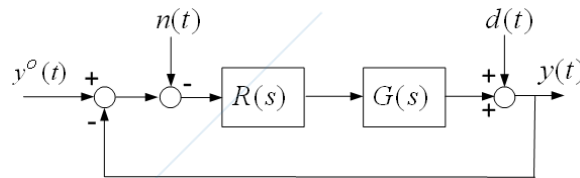
1.4 Scrivere i comandi Matlab necessari per calcolare il movimento libero dello stato e dell'uscita del sistema dinamico assegnato a partire da un dato stato iniziale $x(0)$. **(1 punto)**

2. Si consideri un sistema LTI a tempo continuo del terzo ordine, senza autovalori nascosti, con la seguente funzione di trasferimento: $G(s) = 20 \frac{(s+10)}{(s+20)(s+1)(s+0.1)}$.

2.1 Tracciare i diagrammi di Bode asintotici di modulo e fase della risposta in frequenza associata a $G(s)$. **(2 punti)**

2.2 Tracciare il diagramma polare qualitativo della risposta in frequenza associata a $G(s)$. (2 punti)

2.3 Si supponga ora che il sistema sia retroazionato come in figura



Si progetti un regolatore $R(s)$ in modo tale che: 1) il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile; 2) l'errore a transitorio esaurito a fronte di $y^o(t) = \pm 10 \text{sca}(t)$ sia nullo; 3) un disturbo $d(t)$ a scalino sia attenuato sull'uscita $y(t)$ almeno di un fattore 10; 4) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia $\omega_c \geq 1 \text{ rad/s}$ e 5) il margine di fase sia $\varphi_m \geq 60^\circ$ (5 punti).

2.4 Con riferimento al sistema di controllo progettato al punto precedente dire, giustificando la risposta, quanto vale l'ampiezza dell'uscita $y(t)$ di regime associata all'ingresso $n(t) = 1 + 2 \sin(0.01t) - 3 \sin(10t)$ con $y^o(t) = d(t) = 0$ (**3 punti**).

3. Un sistema dinamico LTI a tempo discreto del secondo ordine con ingresso $u(k)$ e uscita $y(k)$ è descritto dall'equazione alle differenze

$$y(k) = 0.2y(k-1) - u(k-1) + u(k-2)$$

3.1 Si ricavi la funzione di trasferimento che lega $u(k)$ a $y(k)$, a partire dall'equazione alle differenze, e si studi la stabilità del sistema. (**2 punti**)

3.2 Si calcoli il valore dei campioni della risposta forzata all'impulso, per $k = 0, 1, 2, 3$. **(3 punti)**

4. Si enunci il criterio di Bode. **(4 punti)**

5. Si dica se le seguenti affermazioni sono vere o false, giustificando le risposte. **(5 punti)**

1) Un sistema LTI a tempo continuo con equazione caratteristica $\lambda^2 + 2\lambda + 2$ è instabile.

VERO FALSO

2) Il movimento forzato dell'uscita di un sistema LTI asintoticamente stabile tende a zero.

VERO FALSO

3) Se un sistema LTI a tempo continuo è asintoticamente stabile allora ammette un solo stato di equilibrio.

VERO FALSO

4) Un sistema LTI a tempo continuo retroazionato negativamente, asintoticamente stabile, e con funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ anch'essa asintoticamente stabile, con $\omega_c = 1 \text{ rad/s}$ e margine di fase $\varphi_m = 50^\circ$ può tollerare un ritardo aggiuntivo $\tau = 1 \text{ s}$ senza perdere l'asintotica stabilità.

VERO FALSO

5) Un sistema LTI a tempo continuo retroazionato negativamente, con funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ asintoticamente stabile e tale che $|L(j\omega)| < 1, \forall \omega$ può dare origine a un sistema in anello chiuso instabile.

VERO FALSO