

FONDAMENTI DI AUTOMATICA - Ingegneria dell'Automazione**Prof.ssa Mara Tanelli**

Appello del 27 settembre 2016

1. Si consideri il sistema dinamico non lineare e tempo invariante con ingresso $u(t)$ ed uscita $y(t)$ descritto dalle seguenti equazioni

$$\dot{x}_1(t) = -x_1^3(t) + hx_2(t) + 3u^2(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = -2x_1(t)x_2(t) + x_2(t)$$

$$y(t) = x_1^2(t)u(t),$$

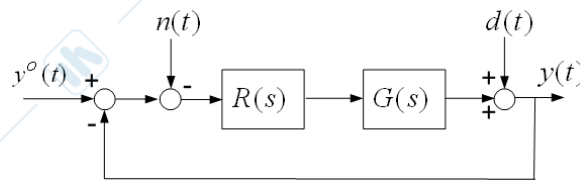
con h parametro reale.

1.1 Determinare stati e uscite di equilibrio associati all'ingresso costante $u(t) = 0, t \geq 0$ in funzione di h . **(1 punto)**

1.2 Scrivere le equazioni del sistema linearizzato attorno allo stato di equilibrio determinati al punto precedente caratterizzato da $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$. **(2 punti)**

1.3 Al variare di h , studiare la stabilità del sistema linearizzato e, se possibile, la stabilità del movimento di equilibrio del sistema non lineare di partenza. **(3 punti)**

2. Si consideri il sistema di controllo in figura



dove $G(s) = \frac{-s+1}{s+2}$.

2.1 Si progetti il regolatore $R(s)$ in modo tale che: 1) il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile; 2) il modulo dell'errore a transitorio esaurito a fronte di $y^o(t) = \pm 10\text{sca}(t)$ e $d(t) = -7\text{sca}(t)$ sia nullo; 3) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia $\omega_c \geq 0.5 \text{ rad/s}$ e 4) il margine di fase sia $\varphi_m \geq 50^\circ$ **(4 punti)**.

2.2 Si dica quanto vale l'ampiezza dell'uscita $y(t)$ di regime del sistema di controllo progettato al punto 3.1, quando $d(t) = 2 - 5 \sin(0.01 t) + 4 \sin(10 t)$ e $y^o(t) = n(t) = 0$. **(3 punti)**.

2.3 Si dica ora se e come andrebbe modificato il progetto del regolatore fatto al punto 2.1 se si aggiungesse il vincolo che il modulo dell'errore a transitorio esaurito a fronte di $n(t) = \sin(50t)$ sia $|e_\infty| \leq 0.1$ (**2 punti**).

3. Si consideri il sistema dinamico lineare e tempo invariante a tempo discreto descritto dalle seguenti equazioni

$$x_1(k+1) = x_1(k) - 3x_2(k)$$

$$x_2(k+1) = -0.1x_2(k) + u(k)$$

$$y(k) = x_2(k) + 2u(k).$$

3.1 Si studi la stabilità del sistema e si calcolino stati e uscite di equilibrio associate all'ingresso costante $\bar{u} = 0$. Si dica inoltre, giustificando la risposta, se il sistema ammette altri stati di equilibrio associati al medesimo ingresso (**3 punti**).

3.2. Si calcoli la funzione di trasferimento $G(z)$ del sistema, e si dica, motivando la risposta, se è possibile studiare la stabilità del sistema analizzando soltanto $G(z)$ (**2 punti**).

3.3 Si ricavino i primi 4 campioni della risposta del sistema ad un impulso unitario (**2 punti**).

4. Si considerino due sistemi lineari e tempo invarianti a tempo continuo, strettamente propri, connessi in serie. Si ricavino le equazioni di stato del sistema interconnesso e si discuta il legame tra la stabilità dei sistemi di partenza e quella del sistema complessivo (**5 punti**).

5. Si illustri cosa si intende per principio del modello interno, e se ne discuta l'utilizzo nel progetto del regolatore per sistemi lineari e tempo invarianti. **(5 punti)**.