Prova scritta di CONTROLLI AUTOMATICI I modulo
5 dicembre 2005

Problema 1

Si consideri il processo descritto dalle equazioni

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -10\,x_1 - 11\,x_2 + u + d \\ y &= -x_1 + x_2 \end{aligned}$$

dove d è un segnale di disturbo costante ma ignoto. Si progetti uno schema di controllo a retroazione dall'uscita in grado di garantire le seguenti specifiche:

- stabilità asintotica;
- errore a regime non superiore a 0.1 per un riferimento $r(t) = t \cdot \delta_{-1}(t)$, nonostante la presenza del disturbo d;
- pulsazione di attraversamento $\omega_t \approx 1$ rad/sec e margine di fase $m_\varphi \geq 20°$.

Al termine, si tracci il diagramma di Nyquist della funzione di trasferimento del ramo diretto e si verifichi la stabilità asintotica attraverso l'applicazione del criterio di Nyquist.

Problema 2

Con riferimento al processo considerato nel Problema 1:

a) Si determinino gli autovalori con le relative proprietà di raggiungibilità e osservabilità.

b) Si calcoli l'evoluzione libera a partire dal punto $x_0 = (0 \;\; 1)^T$.

c) Si calcoli la risposta forzata all'ingresso $u(t) = 2 \cdot \delta_{-1}(t)$.

d) Si calcoli la risposta a regime permanente all'ingresso $u(t) = 3 \cdot t \cdot \delta_{-1}(t)$.

Problema 3

Annerire il cerchietto in corrispondenza alle affermazioni certamente 'vere'.

- Si consideri il sistema a retroazione unitaria avente funzione di trasferimento $F(s) = \frac{k}{(s-1)(s+2)}$ sul ramo diretto.

  ◯ Per $k > 0$, il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.
  ◯ Per $k > 0$, il diagramma di Nyquist di $F(j\omega)$ non effettua alcun giro intorno al punto critico.
  ◯ Per $k = 1$, la risposta a regime del sistema retroazionato per un ingresso a gradino unitario vale -1.
  ◯ La risposta a regime del sistema retroazionato a un disturbo costante *sull'uscita* di $F(s)$ tende a zero per $k \to \infty$.
  ◯ La risposta a regime del sistema retroazionato a un disturbo costante *sul ramo di reazione* tende a zero per $k \to \infty$.

- Si consideri un sistema lineare strettamente causale con due autovalori: $\lambda_1 = -2$, osservabile ma non raggiungibile, e $\lambda_2 = 2$, non osservabile ma raggiungibile.

  ◯ La funzione di trasferimento è nulla.
  ◯ Esiste un unico stato iniziale non nullo da cui l'evoluzione libera nello stato converge.
  ◯ Non esistono stati iniziali da cui la risposta libera diverge.
  ◯ La risposta impulsiva diverge.
  ◯ È impossibile stabilizzare il sistema attraverso uno schema a retroazione dall'uscita.

Nome e cognome .... [3 h]