Prof. Alberto Bemporad 28 giugno 2007

Compitino di Controllo Digitale

Esercizio 1

Dato il sistema non lineare

$$\begin{aligned}
\dot{x_1}(t) &= x_2^2(t) - \sin(x_1(t)) + u(t) \\
\dot{x_2}(t) &= x_1(t) - \tan(x_2(t)) - u(t) \\
y(t) &= x_2(t) - x_1^2(t)
\end{aligned}$$

1. se ne costruisca il modello in ambiente Simulink;
2. si linearizzi il sistema attorno al punto di equilibrio $x_{eq} = [0\ 0]'$ per $u = 0$;
3. per il sistema linearizzato, si progetti in Matlab un regolatore LQR in grado di regolare lo stato del sistema sul punto di equilibrio pesando entrambe gli stati 5 volte più dell'ingresso;
4. Si simuli in Simulink l'anello chiuso per $T = 20$ s partendo dallo stato iniziale $x_0 = [\frac{\pi}{2}\ \ -\frac{\pi}{4}]'$

Esercizio 2

Per il sistema a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{s^3 + 200s^2 + 11675s + 161500}{s^4 + 242s^3 + 18980s^2 + 487000s + 900000}$$

si vuole progettare un controllore in retroazione dinamica dall'uscita $u = C(s)(y - r)$ in grado di inseguire con errore di regime nullo il riferimento

$$r(t) = 5\sin\left(\frac{t}{2}\right)$$

e di rimuovere il disturbo

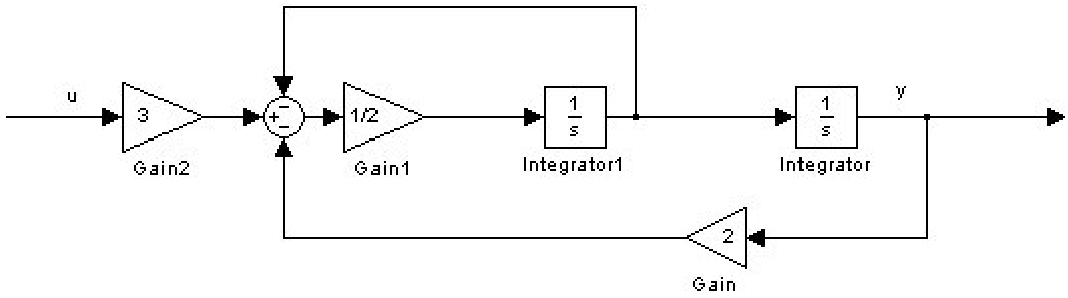
$$d(t) = 50, \quad t \geq 10.$$

sovrapposto all'ingresso.

Operando in ambiente Matlab, si ottenga un modello di ordine ridotto $G_r(s)$ di $G(s)$ mediante eliminazione dei due stati meno significativi della realizzazione bilanciata di G e, basandosi su tale modello, si progetti un controllore tramite tecnica LQR pesando l'uscita 10 volte più dell'ingresso e piazzando i poli dell'osservatore moltiplicando per 10 i poli ad anello chiuso del controllore.

Si simulino in Simulink le prestazioni dell'inseguimento del riferimento del sistema $G(s)$ in anello chiuso con il compensatore sopra progettato, sotto l'effetto del disturbo $d(t)$, a partire da condizione iniziali nulle e per 30 s. Si legga tramite un singolo oscilloscopio l'andamento dell'uscita e del riferimento.

Esercizio 3



Si consideri il modello SIMULINK rappresentato in figura, per il quale si vuole progettare una legge di controllo di tipo PID. A tal scopo, determinata una realizzazione in forma di spazio di stato del modello in cui $x = [y\ \dot{y}]'$ e introdotta un'azione integrale, si utilizzi la tecnica di controllo LQR utilizzando come pesi i valori 100 sull'uscita, 1 sulla derivata dell'uscita, 10 sull'integrale dell'uscita, 1 sull'ingresso. Si simuli l'anello chiuso per 50 secondi prendendo come condizione iniziale $y(0) = -1$, $\dot{y}(0) = 0$ e come segnale di riferimento un'onda quadra avente ampiezza unitaria e periodo 20 s.