

Esame di Controlli Automatici - 28 Giugno 2018

Q1 Si discutano le differenze, i vantaggi e gli svantaggi di un controllore basato su regolatore montato in catena diretta o in catena inversa.

Q2 Dato un veicolo robotico di tipo unicycle descritto dalle coordinate (x, y, θ) , si scriva una legge di controllo per farlo procedere lungo la bisettrice del primo quadrante ($y - x = 0$), supponendo che la velocità di avanzamento del veicolo sia assegnata e pari a $v(t) = 2 + \sin(t)$.

Q3 Sia dato il sistema tempo continuo

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -8x_1^3(t) - 2x_1(t)x_2^6(t) + 2x_1(t) - 3x_2^5(t) \\ \dot{x}_2(t) = 4x_1(t) - 20x_1^2(t)x_2(t) - 5x_2^7(t) + 5x_2(t) \end{cases} .$$

- (a) Si discuta la stabilità dell'equilibrio nell'origine.
- (b) Si dica se una o più di queste curve sono cicli limite del sistema
 - (i) $C_1(x) = x_1 - x_2^2$
 - (ii) $C_2(x) = x_1^2 + x_2^4 - 1$
 - (iii) $C_3(x) = 4x_1^2 + x_2^6 - 1$
- (c) Discutere la stabilità di tutti i cicli limite trovati al punto (b).

Q4 Sia dato il sistema tempo continuo:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = \sin(x_1(t) + x_2(t)) + u^2(t) \\ \dot{x}_2(t) = e^{x_1(t)} - (1 - 2u(t)) \end{cases} ,$$

- (a) Si calcolino tutti gli equilibri possibili con $u(t) = \bar{u} = 0$.
- (b) Si discuta la stabilità degli equilibri.
- (c) Per gli eventuali equilibri asintoticamente stabili si calcoli una opportuna funzione di Lyapunov.
- (d) Si discuta se eventuali equilibri instabili per il sistema possano essere stabilizzati mediante retroazione dello stato. In tal caso, si progetti tale retroazione.

Q5 Sia dato il sistema tempo continuo:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 2x_1(t) + 7x_2(t) - x_3^3(t) \\ \dot{x}_2(t) = -5x_2(t) + x_1(t)x_2(t)x_3(t) + 3u(t) \\ \dot{x}_3(t) = x_1(t)x_2(t) + \sin(ax_3(t)) \end{cases} ,$$

e si supponga che solo lo stato $x_1(t)$ sia misurabile.

- (a) Si linearizzi il sistema nell'equilibrio nell'origine e ingresso nullo.
- (b) Si valuti la stabilità, raggiungibilità e osservabilità del sistema linearizzato trovato al punto (a). Si discutano queste proprietà al variare del valore del parametro a .
- (c) In relazione al parametro a , si dica se è possibile costruire un osservatore asintotico dello stato. Se possibile costruirlo, scelto un opportuno valore del parametro.
- (d) In relazione al parametro a , si dica se è possibile costruire una retroazione degli stati che renda il sistema asintoticamente stabile. Se possibile costruirlo, scelto un opportuno valore del parametro.
- (e) Si scriva uno schema a blocchi del montaggio del regolatore costituito da un osservatore e da una retroazione degli stati stimati.

Q6 Sia data la funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{-8}{s^2} .$$

- (a) Si calcoli una realizzazione minima del sistema.
- (b) Si discretizzi il sistema trovato al punto (a) con la tecnica di Eulero in avanti dato un tempo di campionamento $T = 0.05\text{s}$.
- (c) Si discretizzi il sistema trovato al punto (a) il sistema con la tecnica Zero Order Hold (ZOH) dato un tempo di campionamento $T = 0.05\text{s}$.
- (d) Si scrivano dei comandi MATLAB per svolgere i punti (b) e (c).
- (e) Dati i sistemi trovati ai punti (b) e (c), dire in quanti passi è possibile effettuare una pianificazione degli ingressi per portare il sistema da un punto x_0 ad un punto x_f arbitrario.
- (f) Si riporti il codice MATLAB per effettuare pianificazione ottima che, partendo da uno stato x_0 , porti il sistema in uno stato x_f , minimizzando la norma del controllo in presenza di un limite sull'azione di controllo ($[l_b, u_b]$).
- (g) Supponendo di avere anche un regolatore (non calcolarlo), si riporti lo schema di montaggio comprensivo di sistema, regolatore e azioni di feedback e feedforward.