

Appello del 12 luglio 2011

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

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

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

$$y(t) = x_1(t)^2 x_2(t),$$

1.1 Determinare stati (\bar{x}_1, \bar{x}_2) e uscite \bar{y} di equilibrio associati all'ingresso costante $u(t) = \bar{u} = 1, t \geq 0$.

1.2 Scrivere le equazioni del sistema linearizzato attorno al punto di equilibrio $(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = (1/2, 1)$ e studiarne la stabilità. Valutare poi, se possibile, la stabilità del movimento di equilibrio del sistema non lineare.

1.4 Calcolare l'espressione analitica del movimento dello stato e dell'uscita del sistema linearizzato, con condizioni iniziali $\delta x_1(0) = 1$, $\delta x_2(0) = 2$ e ingresso $\delta u(t) = 4$.

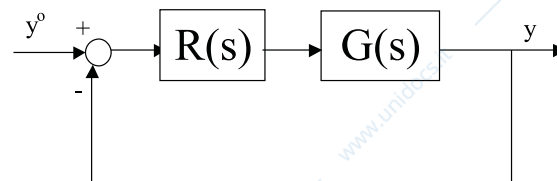
2. Si consideri la funzione di trasferimento di un sistema di ordine due senza autovalori nascosti

$$G(s) = \frac{0.1}{(0.1s+1)(100s+1)}.$$

2.1 Si traccino i diagrammi di Bode approssimati di modulo e fase della risposta in frequenza associata a $G(s)$, e si calcoli l'ampiezza dell'uscita di regime del sistema ad un ingresso $u(t) = 2 + \sin(0.01 t) + \sin(10 t)$.

2.2 Si supponga che il sistema venga retroazionato come mostrato in figura con un regolatore PI nella forma

$$R(s) = k_p \frac{1 + sT_i}{sT_i}.$$

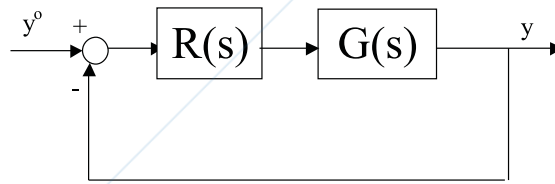


Determinare i valori di k_p e T_i in modo tale che: 1) l'uscita di regime del sistema in anello chiuso a fronte di $y^o(t) = A \operatorname{sca}(t)$ sia pari ad A ; 2) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia $\omega_c \simeq 1$ e il margine di fase sia $\phi_m \geq 80^\circ$.

2.3 Si calcoli il valore dell'ampiezza dell'uscita di regime del sistema in anello chiuso progettato al punto precedente a fronte di un ingresso $y^o(t) = 2 + \sin(0.1t) + \sin(10t)$.

2.4 Per una realizzazione digitale del sistema di controllo progettato al punto 2.2, determinare un valore opportuno del passo di campionamento T_s , calcolare la funzione di trasferimento del regolatore digitale $R(z)$ con il metodo di Eulero indietro (o implicito) e scrivere il codice di controllo da implementare su un microprocessore.

3. Si consideri il sistema di controllo in figura, in cui $G(s) = \frac{s-2}{(s+1)(s+2)}$ e $R(s) = \rho$.



Si traccino il luogo delle radici diretto ed inverso, valutando per quali valori di ρ , se ve ne sono, il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

4. Si tracci lo schema a blocchi di due sistemi lineari e tempo invarianti strettamente propri connessi in serie. Si scrivano poi le equazioni di stato e di uscita del sistema interconnesso, mostrando che i suoi autovalori sono dati dall'unione degli autovalori dei singoli sistemi.

5. Si enunci con precisione il criterio di Bode.