

Appello del 16 febbraio 2012

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

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

$$\dot{x}_2(t) = x_1(t) - 4x_2(t) + 3u(t)$$

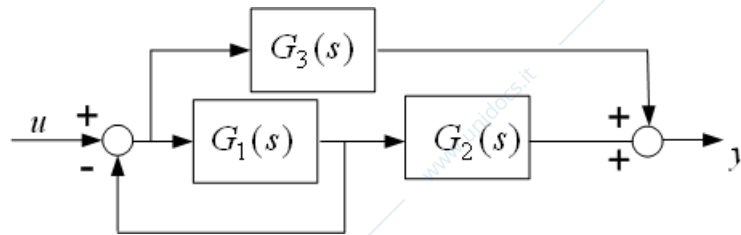
$$y(t) = x_1(t) - x_2(t).$$

1.1 Studiare la stabilità del sistema.

1.2 Calcolare il movimento libero dell'uscita del sistema associato alla condizione iniziale $x_1(0) = x_2(0) = 1$.

1.3 Si dica, motivando la risposta, se esistono condizioni iniziali diverse da $x_1(0) = x_2(0) = 0$ tali che il movimento libero dell'uscita tende a zero per $t \rightarrow +\infty$.

2. Si consideri lo schema a blocchi in figura



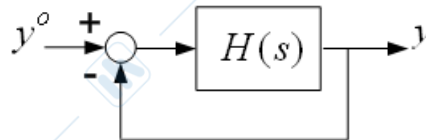
dove $G_1(s)$, $G_2(s)$, e $G_3(s)$ sono funzioni di trasferimento di sistemi di ordine uno.

2.1 Determinare l'espressione della funzione di trasferimento $H(s)$ del sistema in funzione di $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$.

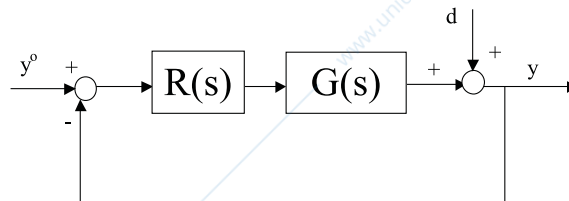
2.2 Posto $G_1(s) = \frac{1}{s+5}$, $G_2(s) = \frac{s+6}{s+0.2}$, $G_3(s) = -\frac{1}{s+5}$, calcolare $H(s)$ e studiare la stabilità del sistema con ingresso u e uscita y .

2.3 Calcolare la risposta di regime del sistema con funzione di trasferimento $H(s)$ all'ingresso $u(t) = e^{-3t} + 1 + 5 \sin(0.2t)$.

2.4 Tracciare il diagramma polare di $H(s)$ e, considerando il sistema retroazionato in figura, studiarne la stabilità mediante il criterio di Nyquist.



3. Si consideri il sistema di controllo in figura



dove $G(s) = \frac{10}{(s+1)}e^{-0.1s}$.

3.1 Progettare un regolatore $R(s)$ tale che: 1) il modulo dell'errore a transitorio esaurito a fronte di $y^o(t) = \pm 2sca(t)$ e $d(t) = \pm sca(t)$ sia $|e_\infty| \leq 0.2$; 2) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia $\omega_c \geq 0.8$ rad/s e il margine di fase sia $\varphi_m \geq 60^\circ$.

3.2 Si tracci il grafico dell'andamento qualitativo della risposta di $y(t)$ del sistema in anello chiuso a fronte di un riferimento $y^o(t) = 2\text{sca}(t)$ e con $d(t) = 0$ (si specifichino, in particolare: valore iniziale, valore finale, tempo di assestamento e sovraelongazione percentuale massima (nota: $S\% = 100 e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}$)).

4. Con riferimento ai sistemi dinamici lineari e tempo invarianti a tempo continuo, si definisca con precisione il concetto di margine di fase, precisandone il ruolo nella sintesi dei sistemi di controllo.

5. Si introduca la funzione di trasferimento di un regolatore Proporzionale Integrale (PI), precisandone il significato dei parametri che vi compaiono. Si discuta poi il problema del wind-up (o carica integrale) associato alla componente integrale del regolatore, mostrando l'implementazione anti wind-up.