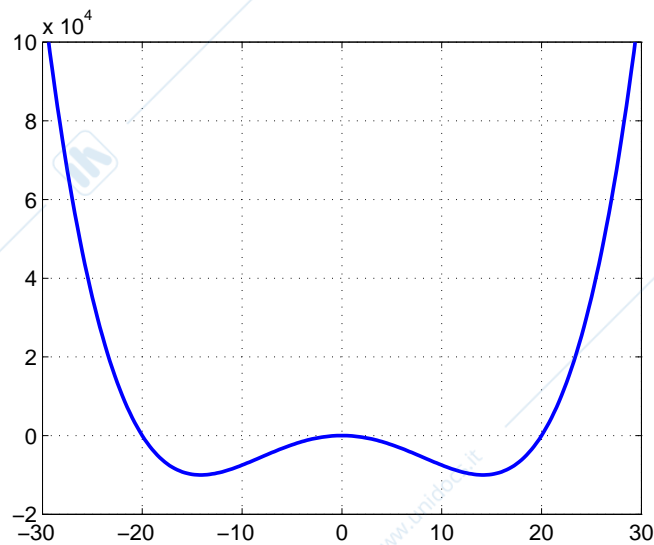


FONDAMENTI DI AUTOMATICA I - Ingegneria Elettrica
Appello del 28 giugno 2010

Prof.ssa Mara Tanelli



1. Si consideri il sistema dinamico non lineare e tempo invariante descritto dalle seguenti equazioni

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t))$$

$$y(t) = x(t),$$

dove $f(x(t), u(t)) = [0.25x(t)^4 - 100x(t)^2]u(t)$.

In figura è tracciato il grafico di $f(x(t)) = [0.25x(t)^4 - 100x(t)^2]$.

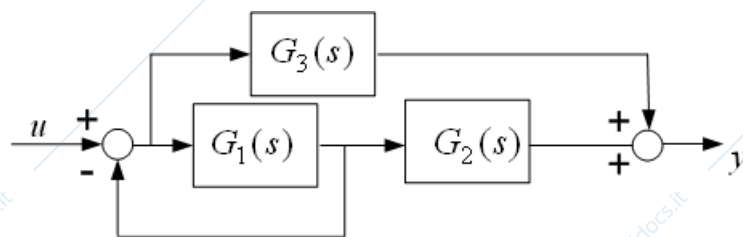
1.1 Si determinino gli stati di equilibrio associati all'ingresso $u(t) = \bar{u} = 1, t \geq 0$ e se ne studino le proprietà di stabilità.

1.2 Per gli eventuali stati di equilibrio asintoticamente stabili determinati al punto precedente si indichi la regione di attrazione.

1.4 Si dica, motivando la risposta, come cambiano le risposte ai punti precedenti considerando come ingresso

- a) $u(t) = \bar{u} = 5, t \geq 0$
 b) $u(t) = \bar{u} = -1, t \geq 0$.

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.

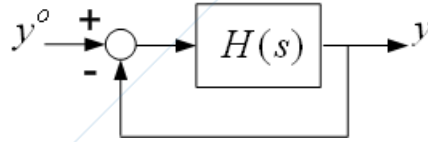
2.1 Determinare l'espressione della funzione di trasferimento $H(s)$ del sistema in funzione di $G_1(s)$,

$G_2(s), G_3(s)$.

2.2 Posto $G_1(s) = \frac{1}{s+3}$, $G_2(s) = \frac{s+4}{s+0.1}$, $G_3(s) = -\frac{1}{s+3}$, calcolare $H(s)$ e studiare la stabilità del sistema con ingresso u e uscita y .

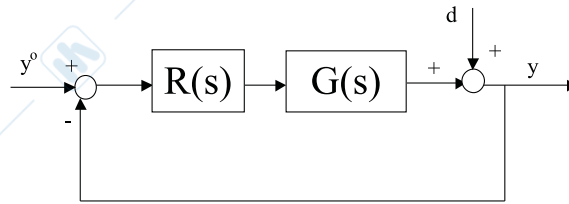
2.3 Calcolare la risposta di regime del sistema con funzione di trasferimento $H(s)$ all'ingresso $u(t) = e^{-2t} + 2 + 10 \sin(0.1 t)$.

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 $G(s) = \frac{20}{(s+1)}e^{-0.1s}$.

3.1 Progettare un regolatore $R(s)$ tale che: 1) il modulo dell'errore a transitorio esaurito a fronte di $y^o(t) = \pm sca(t)$ e $d(t) = \pm 2sca(t)$ sia $|e_\infty| \leq 0.4$; 2) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia $\omega_c \geq 0.5$ 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 $y^o(t) = 5 \text{sca}(t)$ e con $d(t) = 0$ (si specifichino, in particolare: valore iniziale, valore finale, tempo di assestamento e sovralongazione percentuale massima¹).

4. Si consideri il sistema lineare e tempo invariante a tempo continuo descritto dalle seguenti equazioni

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t) + Du(t).$$

4.1 Si scrivano le espressioni del movimento libero e del movimento forzato di stato e uscita del sistema con condizioni iniziali $x(0) = x_0$ ed ingresso $u(t) = \bar{u}$, $\forall t \geq 0$.

¹ $S\% = 100 e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}$.

4.2 Per la classe di sistemi in esame, si dia la definizione di stato e uscita di equilibrio associati ad un ingresso costante $u = \bar{u}$, e si mostri sotto quali condizioni questi esistono e sono unici.

5. Si enunci con precisione il criterio di Bode.