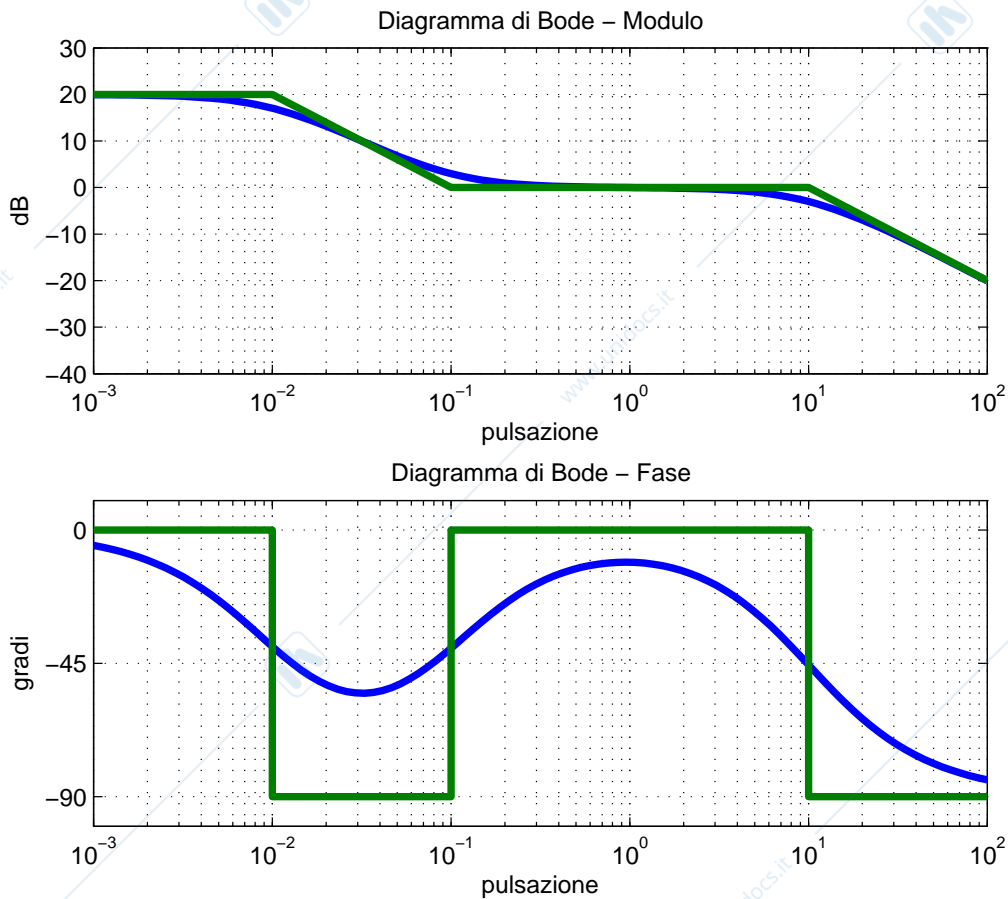


FONDAMENTI DI AUTOMATICA - Ingegneria Gestionale  
 Seconda prova in itinere del 10 febbraio 2014

Prof.ssa Mara Tanelli

1. Si considerino i diagrammi di Bode di modulo e fase mostrati in figura, che si riferiscono alla risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $G(s)$  di un sistema lineare e tempo invariante di ordine due senza autovalori nascosti.

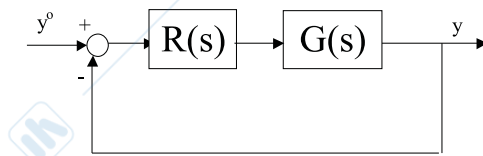


1.1 Scrivere l'espressione analitica di  $G(s)$  e dire, motivando la risposta, se il sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  è asintoticamente stabile.

1.2 Determinare l'espressione dell'uscita di regime del sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  associata all'ingresso  $u(t) = 2 + \sin(0.01 t)$ .

1.3 Tracciare il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $G(s)$ .

1.4 Si consideri ora  $G(s)$  retroazionata come mostrato in figura.

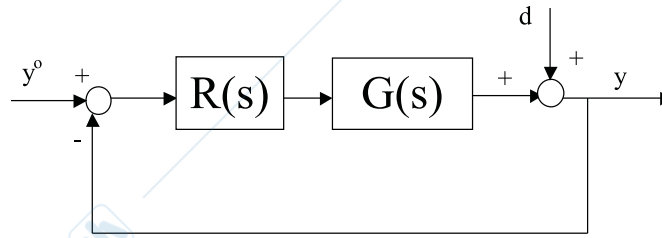


Posto

- 1)  $R(s) = 10$ ,
- 2)  $R(s) = -0.01$ ,
- 3)  $R(s) = -1$ ,

si dica, motivando la risposta, se il sistema in anello chiuso e' asintoticamente stabile.

2. Si consideri il sistema di controllo in figura



con  $G(s) = 10 \frac{s+1}{(10s+1)(0.1s+1)}$ .

2.1 Si dica, motivando la risposta, che caratteristiche deve avere il regolatore  $R(s)$  per garantire che l'errore a transitorio esaurito a fronte di  $y^o(t) = \pm 17 \text{sca}(t)$  e  $d(t) = -15 \text{sca}(t)$  sia nullo.

2.2 Posto ora  $R(s) = 0.01 \frac{10s+1}{s}$ , verificare che il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

2.3 Dire, motivando la risposta, quanto vale l'ampiezza a regime dell'uscita  $y(t)$  a fronte di  $y^o(t) = 0$  e:

- a)  $d(t) = 2 \text{sca}(t)$ ;
- b)  $d(t) = \sin(0.001 t)$ ;
- c)  $d(t) = \sin(1000 t)$ .

2.4 Posto ora  $d(t) = 0$ , tracciare il grafico qualitativo dell'andamento della risposta del sistema in anello chiuso al segnale di riferimento  $y^o(t) = sca(t)$ , precisando il valore iniziale e finale, il tempo di assestamento e la sovraelongazione percentuale massima<sup>1</sup>.

---

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

3. Si consideri il sistema lineare e tempo invariante a tempo discreto descritto dalle seguenti equazioni

$$x_1(k+1) = -0.5x_1(k) + x_2(k)$$

$$x_2(k+1) = \alpha x_2(k) + u(k)$$

$$y(k) = -x_1(k) + u(k),$$

con  $\alpha$  parametro reale.

3.1. Si studi la stabilità del sistema in funzione di  $\alpha$ .

3.2. Posto  $\alpha = 0.2$ , si calcolino i primi 4 campioni del movimento dello stato e dell'uscita del sistema associati a condizioni iniziali  $x(0) = [0, 0]^T$  e  $u(k) = \text{sca}^*(k)$ ,  $k \geq 0$

4. Con riferimento alla classe dei sistemi dinamici lineari, tempo invarianti e a tempo discreto, descritti dalle equazioni

$$x(k+1) = Ax(k) + Bu(k)$$

$$y(k) = Cx(k)$$

si dia la definizione di stato e uscita di equilibrio e si mostri sotto quali condizioni essi esistono e sono unici.

5. Con riferimento alla classe dei sistemi dinamici lineari e tempo invarianti a tempo continuo, si illustri con precisione il concetto di margine di guadagno, specificandone l'utilità nell'ambito dei sistemi di controllo.