

Fondamenti di automatica – IOL
Prova finale PF – 14 febbraio 2005 – A.A. 2004/05
Traccia sintetica della soluzione

ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema dinamico con ingresso u e uscita y descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1}{(s + 0.1)(s + 1000)}$$

1.1) Giudicare se il sistema è asintoticamente stabile oppure no.

Avendo entrambi i poli parte reale negativa, il sistema è asintoticamente stabile.

1.2) Dire come si comporta l'uscita quando il sistema è sollecitato da un ingresso a scalino.

L'uscita tende asintoticamente al valore 0.01, che è il guadagno, senza oscillazioni e senza sovra- o sotto-elongazioni. Il tempo di assestamento è circa pari a 50.

1.3) Spiegare perché si può affermare che il sistema presenta un comportamento da *filtro passa-basso*.

Lo si vede dall'andamento del diagramma di Bode del modulo, che è quasi piatto a bassa frequenza e comincia a scendere a partire da $\omega = 0.1$ in avanti.

1.4) Supponendo di dover controllare tale sistema, si disegnino gli schemi a blocchi relativi rispettivamente a una strategia *in anello aperto* e a una strategia *in anello chiuso*.

Nello schema in anello aperto il regolatore è in serie con il sistema da controllare. Invece, nello schema in anello chiuso è collegato in retroazione negativa.

1.5) Se si adotta la strategia in anello aperto, quale potrebbe essere una ragionevole scelta per la funzione di trasferimento del controllore?

Una scelta ragionevole è quella di “invertire” per quanto possibile la funzione di trasferimento del sistema da controllare. Quindi si potrebbe scegliere $R(s) = 100$, oppure

$$R(s) = 100 \frac{1 + 10s}{1 + s\tau} \text{ con } \tau < 10.$$

1.6) Si supponga ora di adottare la strategia in anello chiuso. Si progetti un controllore P (cioè ad azione puramente proporzionale) in modo da ottenere la massima banda del sistema di controllo con il vincolo che il margine di fase sia maggiore di 60° .

Una scelta che rispetta le specifiche è $R(s) = k = 6 \cdot 10^5$. Ci si arriva ricavando la pulsazione in cui la fase di $G(j\omega)$ vale -120° e quindi imponendo che a quella pulsazione il modulo di $kG(j\omega)$ sia unitario.

Si ottengono una pulsazione critica $\omega_c \cong 600$ e un margine di fase $\varphi_m \cong 60^\circ$.

1.7) In corrispondenza del controllore progettato al punto precedente, valutare la precisione *statica* che esso garantisce in presenza di un segnale di riferimento che varia a scalino.

$$\text{L'errore a transitorio esaurito è } e(\infty) = \frac{1}{1 + 0.01k} = 1.7 \cdot 10^{-4}.$$

1.8) Discutere quale sarebbe l'effetto di un disturbo di misura (cioè un disturbo sul trasduttore) sulle prestazioni del sistema di controllo progettato.

Poiché nei confronti di tale disturbo il sistema si comporta come un filtro passa-basso con banda passante $B \cong [0, 600]$, le componenti del disturbo all'interno di questa banda non vengono attenuate.