

## Esame di Controllo Digitale - 23.09.2010

Studente: \_\_\_\_\_ N. Matricola: \_\_\_\_\_

Si consideri il problema di controllare la posizione angolare della testina di un hard-disk. Il comportamento dinamico del sistema può essere descritto dalla seguente funzione di trasferimento:

$$P(s) = \frac{K_i}{Js^2 + Cs + K}, \quad (1)$$

che rappresenta il legame tra la corrente  $u$  in ingresso (in mA) e la posizione angolare  $y$  in uscita (in rad). In (1), i parametri valgono  $K_i = 0.5$  Nm/mA,  $J = 0.001$  kg m<sup>2</sup>,  $C = 0.04$  Nm/(rad/s),  $K = 1$  Nm/rad.

1. Progettare un sistema di controllo in retroazione dall'uscita  $y$  che soddisfi le seguenti specifiche:
  - a) il sistema di controllo è asintoticamente stabile;
  - b) l'uscita  $y$  insegue un riferimento  $r(t)$  a gradino con sovraelongazione inferiore al 10%, tempo di assestamento (al 2%) inferiore a 0.04 s, e errore a regime nullo;
  - c) il segnale di ingresso  $u$  non eccede 0.5 A in risposta a un riferimento a gradino di ampiezza 30°.

Come occorre modificare il sistema di controllo progettato per reiettare un disturbo costante sull'ingresso?

2. Verificare il comportamento del sistema di controllo progettato al punto 1 realizzandone uno schema Simulink ed effettuando una simulazione della durata complessiva di 1 s con condizioni iniziali nulle e  $r(t) = 30^\circ$  per  $t \geq 0$ .
3. Ottenere una implementazione digitale del controllore analogico progettato al punto 1, scrivendo l'equazione alle differenze che lega l'ingresso di controllo  $u(kT)$  all'errore di inseguimento  $e(kT)$ . Si scelga un metodo di discretizzazione opportuno ed il massimo tempo di campionamento  $T$  che consentono di preservare le specifiche 1.a)-1.c).
4. Confrontare e commentare le prestazioni del sistema di controllo nei casi in cui si usi il controllore analogico progettato al punto 1 o la sua versione digitale ricavata al punto 3. A tale scopo si modifichi opportunamente lo schema Simulink realizzato al punto 2 in modo da confrontare il segnale di uscita, l'errore di inseguimento e il segnale di ingresso, nei due casi.
5. Scegliere il più piccolo tempo di campionamento  $T$  in modo tale che un sistema di controllo *dead-beat* progettato sul modello discretizzato del sistema (1) soddisfi la specifica sulla sovraelongazione del punto 1.b).
6. Simulare la risposta al gradino del sistema di controllo a dati campionati formato dal controllore tempo-discreto progettato al punto 5 e dal sistema controllato tempo-continuo. Confrontare, discutendo le differenze, il comportamento transitorio con quello del sistema di controllo progettato al punto 1.

### **Modalità di consegna dell'elaborato**

Al termine della prova, dovrà essere consegnato un *foglio protocollo* in cui si illustrano e commentano le scelte progettuali effettuate, i procedimenti seguiti, i confronti tra diverse soluzioni. Dovranno inoltre essere copiati nella cartella \\Sunto\Esami\ConDig i seguenti file:

- file `nome_cognome_1.m` relativo ai punti 1 e 3 (progetto del controllore analogico e sua digitalizzazione);
- file `nome_cognome_sim_1.mdl` relativo ai punti 2 e 4 (simulazione e confronto dei sistemi di controllo con controllore analogico e sua digitalizzazione);
- file `nome_cognome_2.m` relativo al punto 5 (progetto del controllore tempo-discreto);
- file `nome_cognome_sim_2.mdl` relativo al punto 6 (simulazione del sistema di controllo a dati campionati).

**Attenzione!** Durante lo svolgimento della prova, salvare i file in locale, e soltanto al termine copiarli nella cartella specificata, in quanto il sistema impedisce la sovrascrittura.