

**Prova scritta di FONDAMENTI DI AUTOMATICA**  
**15 gennaio 2010**

**Problema 1**

Si consideri un sistema elettromeccanico (motore+braccio meccanico) di movimentazione della testina per la lettura dei dati contenuti in un disco rigido, rappresentato dalla cascata delle due funzioni di trasferimento

$$P_1(s) = \frac{10000}{s + 1000} \quad P_2(s) = \frac{1}{s(s + 10)}$$

In particolare,  $P_1(s)$  è la funzione di trasferimento tra la tensione  $u$  di ingresso al circuito di alimentazione del motore e la forza esercitata  $f$ , e  $P_2(s)$  è la funzione di trasferimento tra  $f$  e la posizione  $y$  della testina. Assumendo di disporre della misura esatta di  $y$ , si progetti uno schema di controllo a retroazione tale da soddisfare le seguenti specifiche:

- a) la testina deve essere in grado di riposizionarsi a una  $y_d$  costante arbitraria, con un errore a regime permanente nullo e un tempo di salita non superiore a 0.2 secondi;
- b) tale posizionamento deve essere conseguito anche in presenza di un eventuale urto, modellizzato come un disturbo costante ignoto che si sovrappone alla forza  $f$ ;
- c) il margine di fase deve essere non inferiore a  $15^\circ$ .

[La soluzione corretta del problema richiede (1) la spiegazione completa di tutte le scelte di progetto (2) uno schema a blocchi del sistema di controllo in cui compaiano esplicitamente i segnali  $u$ ,  $f$ ,  $y$ ,  $y_d$ ,  $d$  (3) il tracciamento dei diagrammi di Bode su carta semilogaritmica prima e dopo la compensazione (4) l'espressione finale del controllore. Non è richiesta la verifica del conseguimento della specifica sul tempo di salita; si deve però spiegare come questa è stata convertita in una specifica sull'anello aperto.]

**Problema 2**

Si consideri il processo descritto dalle equazioni

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -2x + u + d_1 \\ y &= x + d_2 \end{aligned}$$

dove  $u$  è l'ingresso,  $y$  l'uscita, e  $d_1 = \sin(2t)$  e  $d_2 = 3\sin(2t)$  sono due segnali di disturbo. Utilizzando il metodo basato sul luogo delle radici, si progetti uno schema di controllo a retroazione dall'uscita avente dimensione minima e in grado di garantire le seguenti specifiche:

- a) risposta a regime nulla a  $d_1$  e  $d_2$ ;
- b) stabilità asintotica.

[La soluzione corretta del problema richiede (1) la spiegazione esplicita di tutte le scelte di progetto (2) uno schema a blocchi del sistema di controllo, con l'indicazione esplicita dei vari segnali (3) il tracciamento del luogo delle radici prima e dopo l'azione di compensazione (4) l'espressione finale del controllore.]

**Problema 3**

Si consideri il processo descritto nello spazio di stato dalla terna di matrici

$$A = \begin{pmatrix} -1/2 & -1/2 & 0 \\ -3/2 & 1/2 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad C = ( -1 \quad 1 \quad 0 )$$

- a) Assumendo che lo stato del sistema sia misurabile, determinare un controllore a retroazione dallo stato tale che il sistema ad anello chiuso sia asintoticamente stabile e abbia tutti gli autovalori coincidenti.
- b) È possibile risolvere lo stesso problema con un controllore dinamico nell'ipotesi che la sola uscita del sistema sia misurabile? La risposta va motivata ma non è necessario costruire il controllore.