

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere Senior**  
**I sessione 2010 - 13 luglio 2010**  
**Prova Progettuale -AUTOMATICA**

Linearizzando un processo industriale  $\Sigma$  attorno ad un punto di equilibrio si ottiene un sistema lineare  $\mathcal{S}$  con rappresentazione di stato data da  $\dot{x} = Ax(t) + Bu(t)$ ,  $y(t) = Cx(t) + Du(t)$ , in cui

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C = [-2, 0, 0, 0, 0] \quad \text{e} \quad D = 0.$$

- (i) Valutare se il sistema lineare  $\mathcal{S}$  è stabile, instabile o asintoticamente stabile. Cosa si può dire riguardo la stabilità del sistema non lineare di partenza  $\Sigma$  attorno al punto di equilibrio considerato?
- (ii) Calcolare la funzione di trasferimento  $P(s)$  del sistema lineare  $\mathcal{S}$ .
- (iii) Valutare la stabilità BIBO del sistema lineare  $\mathcal{S}$  e fornirne una rappresentazione I-U equivalente specificando se questa lo rappresenta tutto.
- (iv) Calcolare la risposta forzata nell'uscita  $y(t)$  se si applica al sistema lineare  $\mathcal{S}$  un ingresso  $u(t) = \delta_{-1}(t)$ .
- (v) Con riferimento allo schema in figura, dove  $P(s)$  è la funzione di trasferimento calcolata al punto (ii), progettare un sistema di controllo  $C(s)$  che garantisca una pulsazione di attraversamento di circa 10 rad/s, un margine di fase di almeno 40 gradi e un errore a regime nullo rispetto a riferimenti  $r(t)$  a gradino. Indicare anche (qualitativamente) a quali specifiche nel tempo corrispondono le specifiche sulla pulsazione di attraversamento e sul margine di fase.
- (vi) A progetto ultimato, valutare se il controllore  $C(s)$  determinato al punto (v) garantisce la stabilità di tutto  $\mathcal{S}$  (motivando la risposta).
- (vii) A progetto ultimato, valutare l'errore a regime rispetto a riferimenti a rampa.
- (viii) Supponendo che i coefficienti diversi da zero della matrice  $A$  siano noti con un'incertezza del 10% (cioè, per esempio, l'elemento pari a  $-1$  in posizione  $(1, 1)$  di  $A$  potrebbe assumere valori in tutto l'intervallo  $(-1.1, -0.9)$ ), valutare se il controllore progettato al punto (v) garantisce la stabilità di  $\mathcal{S}$  e se, utilizzando tale controllore, le specifiche indicate nel punto (v) sono ancora soddisfatte (nel caso non lo siano specificare quale e di quale entità risulta degradata).

