

COMPITO DI CONTROLLO DIGITALE

Esercizio 1

Si consideri il sistema di bungee-jumping descritto in figura, in cui l'atleta è assicurato da una corda elastica alla base di un elicottero. Sia u l'altezza dell'elicottero rispetto ad un livello di riferimento (u positiva verso l'alto), y la posizione dell'atleta rispetto al medesimo livello (y positiva verso il basso), $M = 100$ Kg la massa dell'atleta, g la costante di gravità, y_0 la lunghezza a riposo della corda, e $k(y + u - y_0)$ il modulo della forza elastica prodotta dalla corda quando $y \geq y_0 - u$, con $k = 10$ N/m. Per semplicità si assuma che tale relazione forza/estensione valga anche per $y < y_0 - u$ e si trascurino tutti gli attriti.

Si vuole progettare un controllore di tipo PID (con azione proporzionale e integrale sull'errore $y - r$ e con azione derivativa sulla sola uscita y) che comandi la posizione verticale u dell'elicottero in modo tale che la posizione y dell'atleta raggiunga asintoticamente il livello costante r , e tale che gli autovalori del sistema ad anello chiuso siano coincidenti in $-\frac{1}{2}$. Si richiede di:

1. discutere la fattibilità di tale progetto
2. trovare i guadagni del controllore PID risultante
3. discutere la convergenza asintotica a zero dell'errore di inseguimento $y - r$ per ogni valore di r e per ogni valore di y_0 e g .

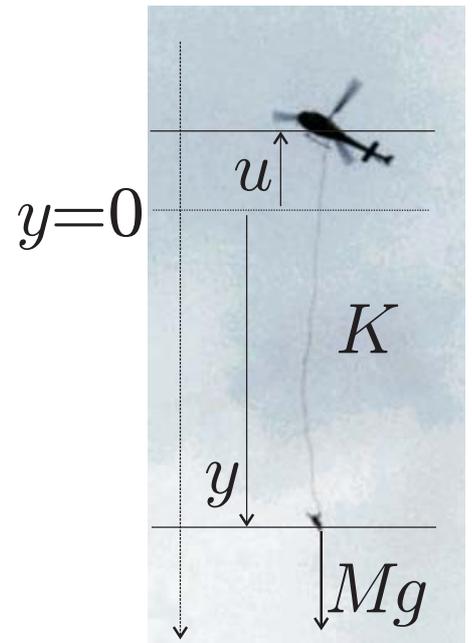
Suggerimento: posti inizialmente $y_0 = 0$, $g = 0$, si consideri il vettore di stato aumentato $x(t) = [\int_0^t y(\tau) d\tau, y(t), \dot{y}(t)]$, si effettui il progetto mediante assegnamento dei poli, e successivamente si consideri la variabile $d = -y_0 - \frac{M}{k}g$ come disturbo sull'ingresso.

Esercizio 2

Sia dato il sistema tempo discreto

$$\begin{cases} x(k+1) = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(k) \\ y(k) = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x(k) \end{cases}$$

1. Dire se il sistema è osservabile, ricostruibile, rivelabile
2. Progettare un osservatore nilpotente, qualora ciò sia possibile



Esercizio 3

Per il sistema

$$G(s) = \frac{2 + 0.2s}{(1 + s)(1 + \frac{1}{100}s)} e^{-10s}$$

su cui agisce un disturbo d sommato sull'uscita, si disegni il diagramma a blocchi di un sistema di controllo basato sulla tecnica dell'internal model control, in cui si considera

$$\tilde{G}(s) = \frac{2 + 0.2s}{1 + s} e^{-10s}$$

come stima di $G(s)$ e in cui si introduce un'azione di filtraggio passa-basso

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

sul segnale di errore $e = r - y$.