

Cognome:

Nome:

N. Matr.:

--	--	--	--	--	--

Teoria dei sistemi e del controllo
LM in Ingegneria Informatica e Ingegneria Elettronica
Prova pratica del 10 gennaio 2013

Avvio di Matlab

La prova pratica viene svolta in ambiente Linux. Per accedere al programma Matlab e creare i propri file di lavoro (che dovranno essere inclusi dentro la stessa directory `cognome.nome`) eseguire la seguente procedura:

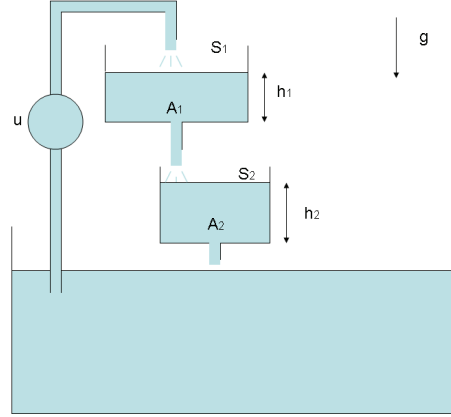
1. Accedere al pc utilizzando le seguenti username e password (sono quelle per accedere alla propria e-mail di ateneo):
Username: `<numero di tessera dello studente>`
Password: `<password e-mail dello studente>`
2. Aprire un terminale (l'icona è nella barra in alto)
3. Nella propria home creare la propria directory di lavoro locale ed entrarvi con i comandi
`mkdir cognome.nome`
`cd cognome.nome`
4. Aprire il programma Matlab con il comando `matlab2006b`
5. Svolgere la prova chiamando il programma principale `prova.m` (nella prima riga del file `prova.m` specificare il proprio nome e cognome, opportunamente commentati)

NOTA BENE. Al termine della prova chiudere Matlab e attendere che la prova sia salvata dal docente. E' possibile (anzi è consigliabile) effettuare un backup della prova stessa copiandola sulla propria chiavetta o spedendola via mail al proprio indirizzo di posta.

Testo della prova

Si progetti con Matlab un m-file (prova.m) che (eventualmente con l'ausilio di altri m-file e di uno o più schemi Simulink) svolga le operazioni richieste. [Durata 90 min.]

Si consideri il modello idraulico costituito da due serbatoi accoppiati rappresentato in figura. Un primo serbatoio, rifornito di liquido da una riserva a capacità infinita tramite una pompa elettrica alimentata da una tensione u , è collegato in cascata con un secondo serbatoio. Siano S_i ($i = 1, 2$) le aree delle sezioni trasversali dei due serbatoi e A_i le aree delle rispettive sezioni di scarico. Si assuma che la pompa fornisca una portata volumetrica pari a ku . Siano infine h_i ($i = 1, 2$) i livelli di liquido nei due serbatoi.



Ipotizzando il liquido incompressibile e operando un bilancio energetico fra le sezioni di ingresso e di scarico dei due serbatoi, il sistema risulta descritto dalle seguenti equazioni

$$\begin{cases} \dot{h}_1 + M\sqrt{h_1} &= Pu \\ \dot{h}_2 - Q\sqrt{h_1} + R\sqrt{h_2} &= 0 \end{cases}$$

dove $M = \frac{A_1\sqrt{2g}}{S_1}$, $P = \frac{k}{S_1}$, $Q = \frac{A_1\sqrt{2g}}{S_2}$, $R = \frac{A_2\sqrt{2g}}{S_2}$.

- Assumendo i seguenti valori numerici: $S_1 = 10 \text{ m}^2$, $S_2 = 5 \text{ m}^2$, $A_1 = 0.2 \text{ m}^2$, $A_2 = 0.1 \text{ m}^2$, $k = 1/500 \text{ m}^3/\text{Vs}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, realizzare il modello Simulink del sistema e simularne il comportamento considerando un ingresso costante $\bar{u} = \frac{MR}{QP}$ (gradino di ampiezza $\bar{u}$, applicato all'istante $t_0 = 0$) e condizioni iniziali nulle sul vettore delle variabili di stato $x = [h_1, h_2]^T$ (durata della simulazione 200 s). Plottare sovrapposti in un'unica figura gli andamenti delle due variabili di stato h_1 e h_2 .
- Considerando come uscita il livello del secondo serbatoio, cioè $y = h_2$, ricavare il modello linearizzato del sistema nel punto di equilibrio $x_e = [R^2/Q^2, 1]^T$ che corrisponde all'ingresso $u_e = \bar{u} = \frac{MR}{QP}$ e valutarne la stabilità.
- Per il sistema linearizzato progettare un regolatore ottimo che minimizzi il funzionale

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{\infty} [100y^2(t) + 0.0001u^2(t)] dt$$

NOTA BENE: attenzione al nome dei parametri, Q ed R sono già definiti!!!!

Simulare il comportamento del sistema retroazionato a partire dalle condizioni iniziali $\delta x_0 = [0, -0.1]^T$ considerando anche un ingresso di riferimento a cui viene applicato un segnale a gradino di ampiezza 0.3 all'istante $t_s = 20\text{s}$ (durata della simulazione 50s). Plottare in un'unica figura (2 subplot distinti) l'andamento di h_2 e sovrapposto al riferimento (subplot 1) e l'andamento dell'azione di controllo $u(t)$ (subplot 2).

- Progettare uno stimatore asintotico dello stato da inserire nella retroazione, in modo da utilizzare la stima dello stato anziché lo stato vero (che in realtà risulta inaccessibile). Simulare il comportamento del sistema con la retroazione dinamica dell'uscita a partire da δx_0 e con lo stesso ingresso di riferimento considerato al punto precedente (durata della simulazione 50s) e plottare nuovamente uscita e variabile di controllo come al punto precedente e in un'altra figura stato vero e stato stimato (si realizzino 2 subplot e in ciascuno di essi si consideri una diversa componente dello stato).
- Applicare il controllore (retroazione dinamica dell'uscita e segnale di riferimento) al sistema non lineare di partenza e simularne il comportamento a partire dalle condizioni iniziali $x_0 = x_e + \delta x_0$ (essendo x_e lo stato di equilibrio definito sopra) e considerando il riferimento a gradino dei punti 3 e 4 (durata della simulazione 70s). Plottare in un'unica figura (2 subplot distinti) gli andamenti dell'uscita (sovrapposta al riferimento, opportunamente traslato sommando 1) e della variabile di controllo, come già fatto ai punti 3 e 4.