

Teoria dei sistemi e del controllo

LM in Ingegneria Informatica e Ingegneria Elettronica

(http://www.dii.unimore.it/~lbiagiotti/TeoriaSistemiControllo.html)

Esercitazione numero 4

Avvio di Matlab

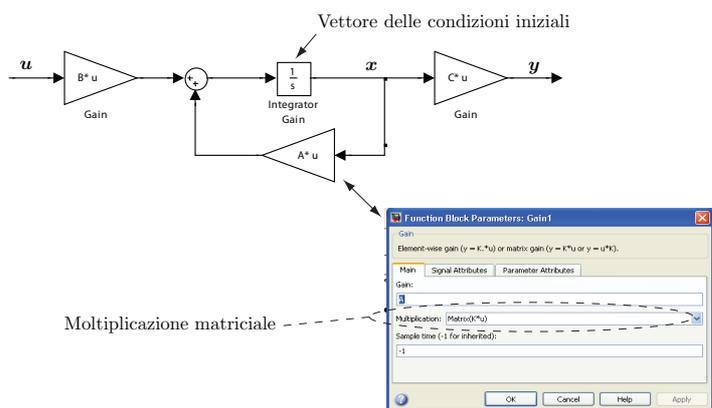
La prova pratica viene svolta in ambiente Linux. Per accedere al programma Matlab e creare i propri file di lavoro (che dovranno essere inclusi dentro la stessa directory `cognome.nome`) eseguire la seguente procedura:

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. Sulla barra in alto, cliccare su **Applications**, quindi da **Accessories** selezionare **Terminal**
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)

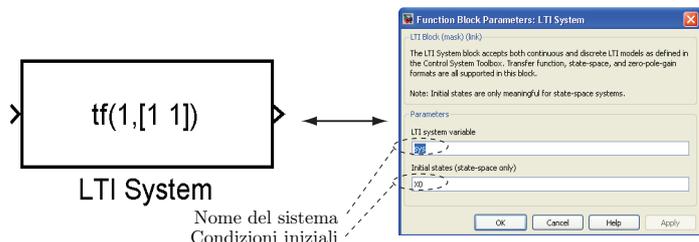
Riferimenti istruzioni e schemi Matlab/Simulink

definizione di un modello state-space:	<code>sys = ss(A,B,C,D)</code>
autovalori di una matrice:	<code>eig(A)</code>
visualizzazione grafica del movimento libero:	<code>initial(sys,x0)</code>
visualizzazione grafica del movimento forzato	
risposta ad impulso di ampiezza unitaria:	<code>impulse(sys)</code>
risposta a gradino di ampiezza unitaria:	<code>step(sys)</code>
salvataggio dei dati in vettori:	<code>[y,t,x] = initial(sys,x0,tfin)</code> <code>[y,t,x] = impulse(sys,tfin)</code>

Schema simulink per la simulazione di un sistema dinamico definito nello spazio degli stati dalle matrici (A,B,C):



Blocco LTI (del Control System Toolbox) per l'introduzione in simulink di un sistema definito mediante il comando `ss`:

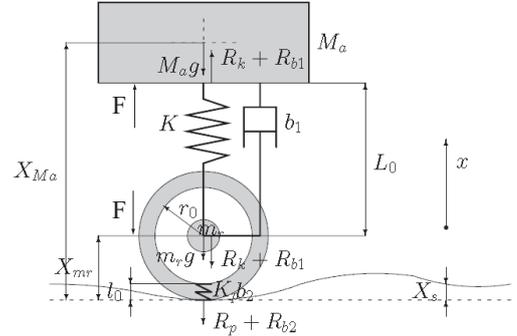


Testo dell'esercitazione

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.

Si consideri il sistema meccanico mostrato in figura, che rappresenta il modello semplificato della sospensione di un autoveicolo (stesso modello della esercitazione 01). Il significato e il valore dei parametri sono riportati di seguito:

massa del veicolo (1/4)	M_a	290	kg
massa dello pneumatico	m_r	60	kg
rigidezza dello sospensione	K	20000	N/m
rigidezza dello pneumatico	K_p	190000	N/m
coeff. di smorzamento della sospensione	b_1	1000	N/m/s
smorzamento dello pneumatico	b_2	10000	N/m/s



Il modello del sistema nello spazio degli stati (con lo stato $\mathbf{x} = [p_a, X_r, p_r, X_{rp}]^T$, si veda lo schema POG relativo alla prima esercitazione per il significato delle variabili di stato) risulta

$$\begin{bmatrix} \dot{p}_a \\ \dot{X}_r \\ \dot{p}_r \\ \dot{X}_{rp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -b_1/M_a & -K & b_1/m_r & 0 \\ 1/M_a & 0 & -1/m_r & 0 \\ b_1/M_a & K & -(b_1 + b_2)/m_r & -K_p \\ 0 & 0 & 1/m_r & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_a \\ X_r \\ p_r \\ X_{rp} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -M_a & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -m_r & -1 & b_2 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g \\ F \\ \dot{X}_s \end{bmatrix}$$

mentre l'uscita di interesse è $y = \frac{1}{M_a} p_a = \dot{X}_{Ma}$.

1. Definire il modello nello spazio degli stati (mediante il comando `ss`).
2. Valutare la risposta libera del sistema a partire dallo stato iniziale $\mathbf{x}_0 = [p_{a,0}, X_{r,0}, p_{r,0}, X_{rp,0}]^T = [0, 0.05, 0, 0]^T$, senza l'impiego di schemi simulink (durata della simulazione 10s). Plottare in figura 1 l'andamento dell'uscita \dot{X}_{Ma} (linea continua blu). Aggiungere griglia, etichette agli assi, ecc. (di qui in avanti questa istruzione verrà omessa considerandola sottintesa).
3. Utilizzando il blocchetto LTI del Control System toolbox, svolgere la stessa operazione al punto precedente mediante uno schema Simulink. In particolare sovrapporre l'andamento dell'uscita a quello ottenuto al punto 2. (linea rossa tratteggiata).
4. Realizzare un secondo schema simulink che consenta di accedere oltre che all'uscita anche allo stato del sistema (a tal proposito si impieghi la configurazione proposta nella prima pagina e basata su un integratore). Simulare ancora una volta il comportamento del sistema con ingressi tutti nulli (anche l'accelerazione di gravità g) e condizioni iniziali \mathbf{x}_0 . Plottare in figura 2 (4 subplot distinti) l'andamento di tutte e quattro le variabili di stato.
5. Considerando ora condizioni iniziali di riposo, applicare al sistema un'ingresso costante $g = 9.81m/s^2$, un secondo ingresso costante $F(t) = 0$ e l'ultimo ingresso $\dot{X}_s(t) = h(t - 5) - h(t - 5.2)$, essendo $h(t)$ la funzione gradino unitario (durata della simulazione 10s). Plottare in una nuova figura l'andamento dell'uscita sovrapposto a quello di $\dot{X}_s(t)$.