

**Teoria dei sistemi e del controllo**  
**LM in Ingegneria Informatica e Ingegneria Elettronica**  
(<http://www.dii.unimore.it/~lbiagiotti/TeoriaSistemiControllo.html>)

**Esercitazione numero 2**

**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 `matlab_R2006b`
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)

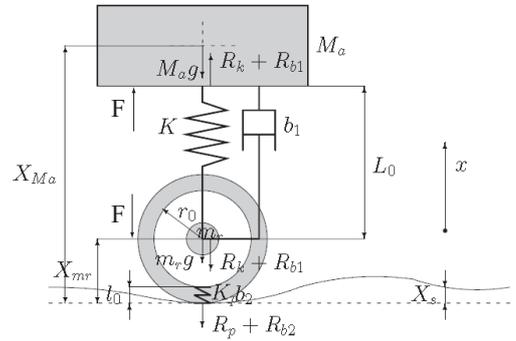
**NOTA BENE.** Al termine della prova chiudere Matlab e attendere che la prova sia salvata dal docente. E' possibile (anzi è consigliabile) effettuare un backup della prova stessa copiandola sulla propria chiavetta o spedendola via mail al proprio indirizzo di posta.

## Testo dell'esercitazione

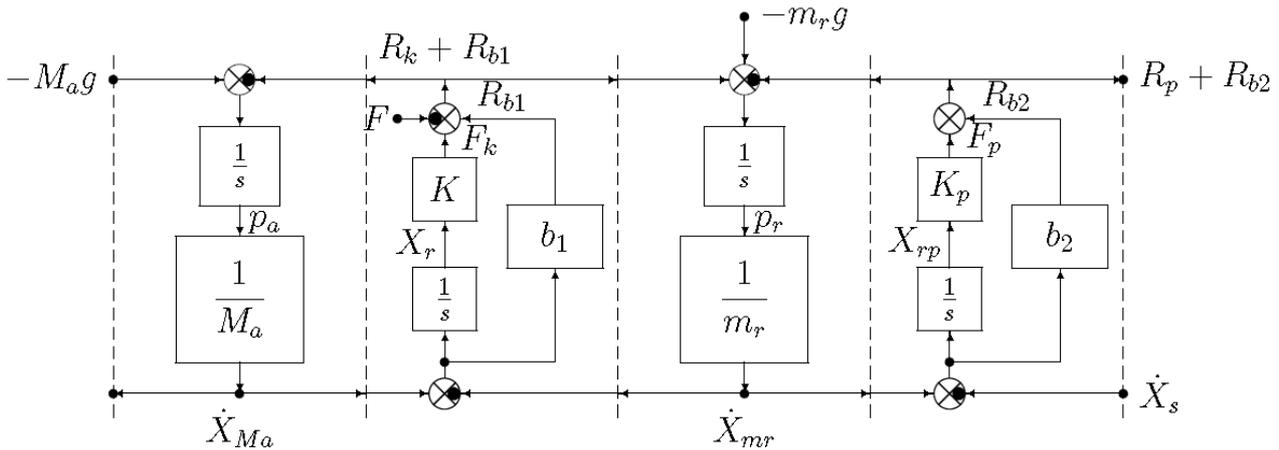
Si progetti con Matlab un m-file (prova.m) che (eventualmente con l'ausilio di altri m-file e di uno o più schemi Simulink) svolga le operazioni richieste.

Si consideri il sistema meccanico mostrato in figura, che rappresenta il modello semplificato della sospensione di un autoveicolo. 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	$K$	15000÷40000	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 P.O.G. del sistema meccanico assegnato è il seguente, in cui gli ingressi di interesse sono la velocità  $\dot{X}_s$  che rappresenta il disturbo dovuto alle sconessioni della strada ( $X_s$  indica l'altezza del livello stradale rispetto a un certo valore di riferimento) e l'eventuale forza  $F$  prodotta da un attuatore collocato in parallelo alla sospensione meccanica (per l'implementazione di tecniche di controllo attivo dello smorzamento), mentre le uscite sono  $\dot{X}_{M_a}$ ,  $F_k$ ,  $\dot{X}_{M_r}$ ,  $F_p$ . I termini  $-M_a g$  e  $-m_r g$  rappresentano due segnali costanti ( $g = 9.81$  è l'accelerazione di gravità).



1. Definire il modello simulink del sistema.
2. Considerando  $K = 20000$  N/m, simulare il comportamento del sistema a partire dalle condizioni iniziali

$$[p_a, X_r, p_r, X_{rp}]^T = \left[ 0, -\frac{M_a g}{K}, 0, -\frac{(M_a + m_r)g}{K_p} \right]^T$$

e con gli ingressi  $F(t) = 0$  e  $\dot{X}_s(t) = h(t-5) - h(t-5.2)$ , essendo  $h(t)$  la funzione gradino unitario (durata della simulazione 10s). Plottare sovrapposti nella stessa figura (figura 1) l'andamento dell'ingresso  $\dot{X}_s(t)$  (linea continua blu) e quello dell'uscita  $\dot{X}_{M_a}$  (linea tratteggiata rossa). Aggiungere griglia, etichette agli assi e legenda.

3. Considerando  $K = 20000$  N/m, simulare il comportamento del sistema a partire dalle condizioni iniziali nulle  $[p_a, X_r, p_r, X_{rp}]^T = [0, 0, 0, 0]$  e con gli ingressi  $F(t) = 0$  e  $\dot{X}_s(t) = h(t-5) - h(t-5.2)$  (durata della simulazione 10s). Plottare in una nuova figura (figura 2) l'andamento delle variabili di stato (subplot con 4 distinti assi, disposti 2x2). Aggiungere griglie e etichette agli assi.
4. Considerando nuovamente condizioni iniziali nulle e i medesimi ingressi dei casi precedenti, simulare il comportamento del sistema quando la rigidezza  $K$  venga fatta variare da 15000 a 40000 N/m (con una granularità di 5000 N/m). Salvare in un vettore il massimo valore assoluto della variabile  $\dot{X}_{M_a}$  (cioè  $\max |\dot{X}_{M_a}(t)|$ ) che si ottiene in ciascun esperimento e plottare nella stessa figura (figura 3) gli andamenti di  $\dot{X}_{M_a}$  di volta in volta ottenuti.

5. Considerando una molla a flessibilità progressiva ( $F_K = K_1 \mathbf{x}_r + K_2 \mathbf{x}_r^3$ , con  $K_1 = 10000$  N/m e  $K_2 = 400000$  N/m) al posto della molla di rigidezza costante  $K = 20000$  N/m, simulare il comportamento del sistema nelle stesse condizioni utilizzate al punto 2. Plottare in una nuova figura (figura 4) l'andamento delle variabili di stato (subplot con 4 distinti assi, disposti 2x2). Aggiungere griglie e etichette agli assi.