

## ***Laboratorio Matlab – Fondamenti di Automatica***

### **Moto verticale del sedile di un'automobile – Testo**

Il moto verticale del sedile di un'automobile può essere modellizzato, in prima approssimazione, come un sistema massa-molla con attrito, come mostra lo schema in Figura 1.

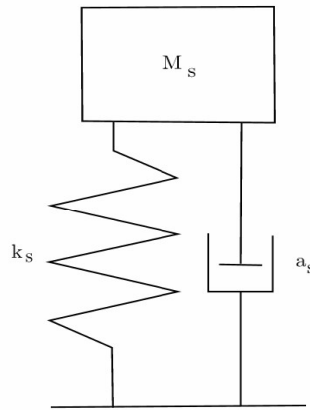


Figura 1

La dinamica del sedile rispetto all'automobile è descritta dall'equazione

$$M_s \ddot{x} = -k_s x - a_s \dot{x}$$

dove  $x$  rappresenta lo scostamento del sedile dalla sua posizione di riposo (si veda la sezione “Manto stradale regolare” nel file AddendumEsercizio1.pdf).

La massa del sedile + passeggero è  $M_s = 250$  kg, la costante di elasticità della molla è  $k_s = 5000$  N/m, mentre la costante di attrito viscoso vale  $a_s = 1000$  Ns/m.

Sia la posizione della massa  $M_s$  rispetto al suo punto di equilibrio l'uscita del sistema dinamico ( $y = x$ ).

- Scrivere il sistema dinamico in forma matriciale; studiarne la stabilità e il tempo di risposta.

#### *Suggerimento*

Come variabili di stato, si pongano

$x_1$  = scostamento  $x$  del sedile dalla sua posizione di riposo  $\rightarrow x_1 = x$

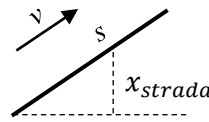
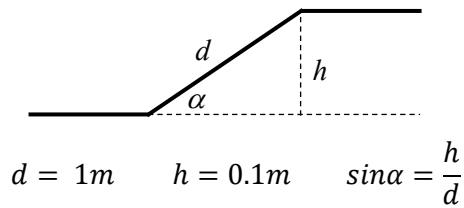
$x_2$  = velocità del sedile rispetto alla sua velocità di riposo  $\rightarrow x_2 = \dot{x}_1 = \dot{x}$  e  $\dot{x}_2 = \ddot{x}_1 = \ddot{x}$

- Simulare l'andamento della posizione del sedile dovuto alla salita nell'automobile di un ulteriore passeggero (peso medio di  $m = 80$  kg), valutando anche la nuova posizione di equilibrio del sedile + passeggeri.

La salita di un ulteriore passeggero comporta l'introduzione di un termine che descrive la forza peso dello stesso, da ripartire sulle quattro ruote, così che la nuova equazione diventa

$$M_s \ddot{x} = -k_s x - a_s \dot{x} - \frac{1}{4} m g$$

- Simulare l'andamento della posizione del sedile + passeggero (il caso iniziale) dovuto al passaggio dell'automobile sopra una rampa a velocità pari a 5 Km/h.



$$s = vt$$

$$x_{strada} = s \sin\alpha = \frac{h}{d} vt$$

$$\dot{x}_{strada} = \frac{h}{d} v$$

Si ipotizzi che il vettore velocità rimanga costante in modulo, e che sia parallelo al manto stradale. In tale caso, la dinamica del sedile rispetto a quella del manto stradale è data da:

$$M_S \ddot{x} = -a_S \dot{x} - k_S x + k_S x_{strada} + a_S \dot{x}_{strada}$$

dove  $x_{strada}$  e  $\dot{x}_{strada}$  rappresentano l'altezza del profilo stradale e la sua variazione nel tempo (si veda la sezione "Manto stradale irregolare" nel file AddendumEsercizio1.pdf). L'ingresso

$$u = \begin{bmatrix} x_{strada} \\ \dot{x}_{strada} \end{bmatrix}$$

dipende dalla velocità di passaggio dell'auto sul dosso e può essere ottenuto con la funzione `genera_rampa(vel)` (dove `vel` è appunto la velocità dell'auto).

- Come varia il comfort del passeggero al variare della velocità di passaggio sulla rampa? Si considerino, per esempio, velocità pari a 50 Km/h e 1 Km/h.

#### *Suggerimento*

Come criteri di valutazione del comfort del passeggero si considerino la posizione ( $x$ ) e l'accelerazione ( $\ddot{x}$ ) del sedile + passeggero.