Fondamenti di Automatica - Laboratorio 2

Funzioni utili del Control System Toolbox:

`sist=ss(A,B,C,D)`	Sistema LTI definito dalle matrici A,B,C,D.
`[A,B,C,D] = ssdata(sist)`	Matrici A,B,C,D del il sistema LTI `sist`.
`size(sist)`	Dimensioni dei vettori di stato, ingresso e uscita.
`p = eig(sist)`	Autovalori del sistema.
`mu = dcgain(sist)`	Guadagno statico del sistema.
`[y,t,x] = initial(sist,x0)`	Movimenti liberi del sistema generati da $x(0)$=`x0`.
`[y,t,x] = lsim(sist,u,tu,x0)`	Movimenti generati dall'ingresso `u`, definito negli istanti `tu`, a partire dallo stato iniziale `x0`.
`[y,t,x] = step(sist)`	Movimenti forzati generati da uno scalino di ampiezza unitaria.
`[y,t,x] = impulse(sist)`	Movimenti forzati generati da un impulso unitario.
`V=null(A)`	Calcola la matrice V le cui colonne sono una base per $Ker(A)$ (il nucleo di A).

Librerie di Simulink

`sources`	Segnali di ingresso.
`continuous`	Blocchi per definire sistemi LTI a tempo continuo.
`sinks`	Blocchi per visualizzare un segnale.
`math operations`	Operazioni algebriche su segnali (somma, trasformazioni non lineari etc.).

1. Dato il sistema LTI

$$\begin{cases} \dot{x}_1 & = -4x_1 - 3x_3 \\ \dot{x}_2 & = -2x_2 - x_3 \\ \dot{x}_3 & = -2x_2 - 3x_3 + u \\ y & = x_1 \end{cases}$$

   (a) se ne verifichi l'asintotica stabilità;

   (b) se ne calcoli il guadagno statico;

   (c) si tracci la risposta allo scalino (cioè il movimento d'uscita forzato generato da $u(t) = 1,\ t \geq 0$). Si verifichi che il sistema tende al valore predetto in base all'ampiezza dello scalino e al guadagno statico;

   (d) si tracci il movimento forzato dell'uscita tra 0 e 5 sec. quando $u(t) = \sin(5\pi t)$. Si determini se esso si assesta su un movimento periodico.

   (e) si tracci la risposta dell'impulso. Si verifichi che il sistema tende asintoticamente a zero.

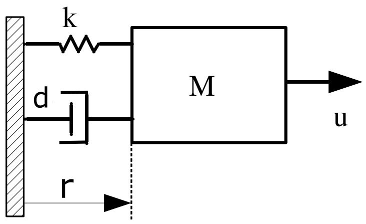
L'esercizio è risolto dal seguente listato MatLab (da copiare in un file .m). **Digitare `help` <`istruzione`> per visualizzare la sintassi ed il significato di comandi MatLab non noti**.

```
A=[-4 0 -3; 0 -2 -1; 0 -2 -3];
B=[0 0 1]';
C=[1 0 0];
D=0;
sist=ss(A,B,C,D);
% Si provi ora a digitare "sist" dal prompt.
```

```
% Stabilita'
eig(A)

% Guadagno statico
mu=dcgain(sist)

% Risposta allo scalino unitario
[y,t,x]=step(sist);
figure(1); clf;
plot(t,y)
grid
title('Risposta allo scalino')

% Movimento forzato
x0=[0 0 0]';
tu=0:0.01:5;
u=sin(5*pi*tu);
[y,t,x]=lsim(sist,u,tu,x0);
figure(2); clf;
plot(t,y)
title('Risposta a una sinusoide')

% Risposta all'impulso
[y,t,x]=impulse(sist);
figure(13)
plot(t,y)
title('Risposta impulsiva')
```

---

2. Si consideri l'oscillatore armonico in figura ove la costante elastica della molla è $k = 1 \ N/m$, il



coefficiente di attrito viscoso è $d = 0.4 \ Ns/m$ e la massa vale $M = 1 \ kg$. Il sistema LTI che rappresenta l'oscillatore armonico è

$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$\dot{x}_2 = -\frac{k}{M}x_1 - \frac{d}{M}x_2 + \frac{u}{M}$$
$$y = r = x_1$$

Se ne studi la stabilità per diversi valori di k e d e si simuli la risposta allo scalino utilizzando Simulink (durata della simulazione: 30 sec.).