

Esercizi introduttivi al primo laboratorio Matlab – Soluzioni (con [video](#))

Sia dato il sistema lineare a tempo continuo

$$\dot{x}_1 = -2x_1 + 3x_2 - u$$

$$\dot{x}_2 = -x_1 + x_2 + 3u$$

$$y = x_1 - x_2$$

Scrivere le matrici (A, b, c, d) che caratterizzano il sistema.

```
A=[-2 3;-1 1];
```

```
b=[-1 3]';
```

```
c=[1 -1];
```

```
d=0;
```

Verificare l'esistenza e unicità dell'equilibrio corrispondente a ingresso costante \bar{u} .

`eig(A)` oppure `det(A)`

Determinare lo stato di equilibrio \bar{x} e l'uscita di equilibrio \bar{y} corrispondente a $\bar{u} = 5$.

```
ubar=5
```

```
xbar=-inv(A)*b*ubar
```

```
ybar=c*xbar+d*ubar
```

Verificare la asintotica stabilità del sistema. Determinare il tempo di risposta.

```
real(eig(A))
```

```
realID=max(real(eig(A)))
```

```
TD=-1/realID
```

```
TR=5*TD
```

Definire il sistema “in variabili di stato”.

```
sistema=ss(A,b,c,d)
```

Nota: per sistema a tempo discreto si ha `sistema=ss(A,b,c,d,1)`

Determinare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema, valutandone zeri, poli e guadagno.

```
[num,den]=ss2tf(A,b,c,d)
```

```
G=tf(num,den)
```

```
zero(G) oppure roots(num)
```

```
pole(G) oppure roots(den)
```

```
dcgain(G) oppure dcgain(sistema)
```

Simulare l'andamento dell'uscita del sistema e della seconda variabile di stato, a partire da condizione iniziale $(1, -1)$ con ingresso costante nel tempo pari a 5.

```
tempo=linspace(0,2*TR,200);
```

```
u=5*ones(size(tempo));
```

```
x0=[1 -1]';
```

```
[y,t,x]=lsim(sistema,u,tempo,x0);
```

```
figure; plot(t,y);
```

```
figure; plot(t,x(:,2));
```

Simulare la risposta a scalino (unitario) e la risposta a impulso (unitario).

Nota: Lo scalino (unitario) rappresenta un segnale costante nel tempo pari a 1; l'impulso rappresenta un segnale molto intenso che perdura per un tempo molto breve, con area sottesa unitaria.

`step(sistema)` oppure `step(G)` oppure `step(A,b,c,d)`

`impulse(sistema)` oppure `impulse(G)` oppure `impulse(A,b,c,d)`

Simulare la risposta del sistema corrispondente a condizione iniziale (1, -1) (ingresso nullo).

`initial(sistema,x0)`

Simulare l'uscita del sistema, a partire da condizione iniziale (1, -1) con ingresso costante nel tempo pari a 5 in modo alternativo rispetto a quanto già fatto, sfruttando il principio di sovrapposizione.

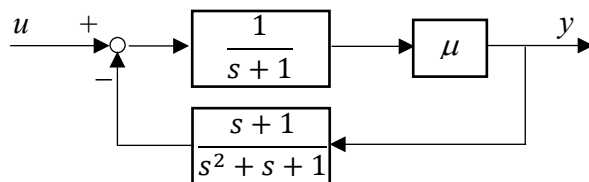
Nota: verificare, mediante un grafico, che il risultato ottenuto corrisponda a quello ottenuto in precedenza col comando `lsim`.

```
y1=initial(sistema,x0,tempo);    % uscita libera
y2=step(sistema,tempo);          % uscita forzata con ingresso unitario
y=y1+5*y2;                       % uscita
figure; plot(tempo,y);
```

Simulare l'andamento dell'uscita del sistema con ingresso $u(t) = 4\sin(\frac{2\pi}{3}t)$ e condizione iniziale nulla.

```
u=4*sin(2*pi*tempo/3);
[y,t,x]=lsim(sistema,u,tempo);
figure; plot(t,y);
```

Mediante Simulink, simulare l'uscita del seguente sistema aggregato quando l'ingresso è pari a 5 e μ è pari a +2 o -2.



Estrarre il valore di regime dell'uscita nel caso $\mu = 2$.

Digitare `simulink` al prompt di Matlab e creare un nuovo modello con Blank Model.

Per rappresentare lo schema utilizzare il blocco Transfer Fcn per due volte (Library Browser → Simulink → Continuous → trascinare l'oggetto Transfer Fcn nel modello. Cliccare su blocco per inserire numeratore e denominatore della funzione di trasferimento).

Per sommare o sottrarre due segnali utilizzare il nodo sommatore (Commonly Used Blocks → Sum); per cambiare i segni del nodo sommatore occorre entrare nelle proprietà dello stesso e specificarli nel campo List of signs (da porre a |+-).

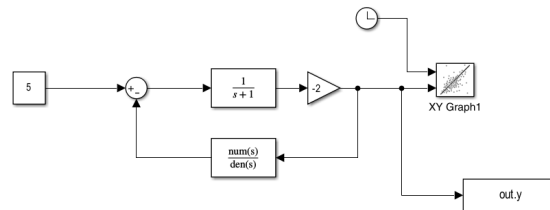
Per moltiplicare un segnale (guadagno μ) utilizzare il blocco Gain (Commonly Used Blocks → Gain. Cliccare sul blocco per cambiarne il valore).

L'ingresso, come richiesto dal testo, sarà una costante con valore 5 (Sources → Constant. Cliccare su blocco per cambiarne il valore). Porre sample time pari a 0.1 per simulare in tanti istanti di tempo.

Inserire il blocco Clock (Sources → Clock) per generare il tempo da inserire nel blocco XY (Sinks → XYGraph) in cui verrà visualizzata l'uscita del sistema.

Per ottenere l'uscita del sistema nel workspace di Matlab, collegare il blocco To Workspace (libreria Sinks) all'uscita del sistema selezionando array alla voce Save format.

Collegare i blocchi inseriti secondo lo schema riportato nel testo dell'esercizio ottenendo il seguente schema (vedi file [Esercizio_simulink_in_preparazione](#)):



Simulare il sistema per 15 unità di tempo (Stop Time nella finestra Simulation).

Per cambiare la visualizzazione del grafico (ottenibile con doppio click sul blocco XYGraph), selezionare la finestra Format del grafico.

Per estrarre il valore di regime dell'uscita nel caso $\mu = 2$, estrarre dalla variabile out la variabile y e valutarne il valore finale:

```
uscita=out.y;  
uscita(length(uscita)) oppure uscita(end)
```