MATLAB este un software matematic destinat calculului numeric, programării, modelării și simulării numerice, prelucrărilor de date, reprezentărilor grafice în știință și inginerie, crearea de interfețe cu utilizatorul și interfațarea cu programe scrise în alte limbaje inclusiv C, C++, C#, Java, Fortran și Python.

Funcții importante care sunt utilizate în mod obișnuit atunci când avem de-a face cu modele matematice MM-isi sau MM-ii

① $\boxed{ss}$: construiește MM-isi sau convertește un model la MM-isi

$\boxed{sys = ss(A,B,C,D)}$ → crează un obiect $\boxed{sys}$ reprezentând MM-isi-ul:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) + Du(t) \end{cases}$$

2) $\boxed{tf}$: construiește MM-ii sau convertește un model la MM-ii (funcție de transfer)

$\boxed{sys = tf(num, den)}$ → crează o funcție de transfer în timp continuu $\boxed{sys}$ cu numărătorul $\boxed{num}$ și numitorul $\boxed{den}$

3) $\boxed{zpk}$: construiește o reprezentare zerouri-poli-coeficienți sau convertește modelul la formatul zerouri-poli-coeficienți

$\boxed{sys = zpk(z,p,k)}$ → crează un model (reprezentare) zerouri-poli-coeficienți în timp continuu $\boxed{sys}$ cu zerourile $\boxed{z}$, polii $\boxed{p}$ și coeficienții $\boxed{k}$

4) $\boxed{ssdata}$: acces rapid la un model MM-isi

$\boxed{[A,B,C,D] = ssdata(sys)}$ → extrage matricile A, B, C și D din modelul MM-isi $\boxed{sys}$

5) $\boxed{tfdata}$: acces rapid la un model MM-ii (funcție de transfer)

$\boxed{[num, den] = tfdata(sys)}$ → returnează numărătorul și numitorul funcției de transfer $\boxed{sys}$

6) $\boxed{zpkdata}$: acces rapid la o reprezentare zerouri-poli-coeficienți

$\boxed{[z,p,k] = zpkdata(sys)}$ → returnează zerourile, polii și coeficienții modelului $\boxed{sys}$

⑦ $\boxed{ss2tf}$: convertește un model HH-isi la un model HH-ii

$\boxed{[num, den] = ss2tf(A, B, C, \Delta)}$

⑧ $\boxed{tf2ss}$: convertește un model HH-ii la un model HH-isi

$\boxed{[A, B, C, \Delta] = tf2ss(num, den)}$

Aplicatia 1: Sistemul de tip masă-arc-amortizor. Pentru sistemul masă-arc-amortizor să se utilizeze funcțiile $\boxed{ss}$ și $\boxed{tf}$.

Soluție: pentru a putea utiliza funcția $\boxed{ss}$ va trebui să obținem matricile A, B, C, Δ, ceea ce înseamnă că ecuația diferențială de ordinul al doilea trebuie transformată într-un set de două ecuații diferențiale de ordinul întâi.

$$F(t) - b\dot{x}(t) - k x(t) = m\ddot{x}(t)$$

$$\left.\begin{aligned} x_1(t) &= x(t) \\ x_2(t) &= \dot{x}_1(t) = \dot{x}(t) = v(t) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= \dot{x}(t) = x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) &= \ddot{x}(t) \end{aligned} \Rightarrow$$

$$F(t) - b x_2(t) - k x_1(t) = m\dot{x}_2(t) \Rightarrow \boxed{\dot{x}_2(t) = -\frac{k}{m} x_1(t) - \frac{b}{m} x_2(t) + \frac{1}{m} F(t)}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k}{m} & -\frac{b}{m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix} F(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} ;$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k}{m} & -\frac{b}{m} \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}; \quad \Delta = [0]$$

(matricile B și Δ trebuie să aibă același număr de coloane)

Următorul pas constă în crearea fișierului m-file unde va trebui să introducem valorile parametrilor m, k, b și F. Apoi vom putea defini matricile A, B, C și Δ.

Pentru a putea utiliza funcția $\boxed{tf}$ va trebui să obținem funcția de transfer $H(s)=\frac{X(s)}{F(s)}$. În acest caz se aplică tranformata Laplace ecuației de ordinul al doilea în condiții inițiale nule.

$$F(t)-b\dot{x}(t)-kx(t)=m\ddot{x}(t) \,/\, \mathcal{L}$$

$$F(s)-bsX(s)-kX(s)=ms^2X(s) \Rightarrow X(s)(ms^2+bs+k)=F(s) \Rightarrow$$

$$\boxed{H(s)=\frac{X(s)}{F(s)}=\frac{1}{ms^2+bs+k}}$$

Pentru a introduce modelul ca funcție de transfer, există două variante de lucru. În primul rând, variabila simbolică „s" este utilizată conform următoarelor 2 linii de cod:

```
s=tf('s');
sys=1/(m*s^2+b*s+k)
```

A doua variantă presupune cunoașterea gradelor și a coeficienților celor 2 polinoame: numărătorul și numitorul

```
num=[1];
den=[m b k];
sys=tf(num,den)
```

$\boxed{\text{Aplicația 2}}$: Un sistem electric. Aceleași cerințe ca la aplicația 1.

<u>Soluție</u>: pentru a putea utiliza funcția $\boxed{ss}$ va trebui să obținem matricile A, B, C și D $\Rightarrow$ <u>ecuația diferențială de ordinul al doilea trebuie transformată într-un set de două ecuații diferențiale de ordinul întâi</u>.

$$\left.\begin{aligned} &V(t)-Li'(t)-Ri(t)-\frac{1}{C}\int i(t)\,dt=0 \\ &q(t)=\int i(t)\,dt \end{aligned}\right\} \Rightarrow V(t)-Li'(t)-Ri(t)-\frac{1}{C}q(t)=0$$

$$\Rightarrow Li'(t)=-\frac{1}{C}q(t)-Ri(t)+V(t) \,|:L$$

$$\Rightarrow i'(t)=-\frac{1}{LC}q(t)-\frac{R}{L}i(t)+\frac{1}{L}V(t)$$

$$\left.\begin{aligned} x_1(t)&=q(t) \\ x_2(t)&=i(t) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} \dot{x}_1(t)&=\dot{q}(t)=i(t)=x_2(t) \\ \dot{x}_2(t)&=i'(t) \end{aligned} \Rightarrow \boxed{\dot{x}_2(t)=-\frac{1}{LC}x_1(t)-\frac{R}{L}x_2(t)+\frac{1}{L}V(t)}$$

$$\begin{cases} \begin{bmatrix}\dot{x}_1(t)\\ \dot{x}_2(t)\end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{1}{LC} & -\frac{R}{L}\end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}x_1(t)\\ x_2(t)\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0\\ \frac{1}{L}\end{bmatrix} V(t) ; \\ y(t) = [0 \quad 1]\begin{bmatrix}x_1(t)\\ x_2(t)\end{bmatrix}\end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{1}{LC} & -\frac{R}{L}\end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix}0\\ \frac{1}{L}\end{bmatrix}; \quad C = [0 \quad 1]; \quad D = [0]$$

Următorul pas constă în crearea fișierului m-file unde va trebui să introducem valorile parametrilor L, R și C. Apoi vom putea defini matricile A, B, C si D.

Pentru a putea utiliza funcția $\boxed{tf}$ va trebui să obținem f.d.t. $H(s) = \frac{I(s)}{V(s)}$. In acest caz se aplică transformata Laplace ecuației de ordinul al doilea în condiții inițiale nule.

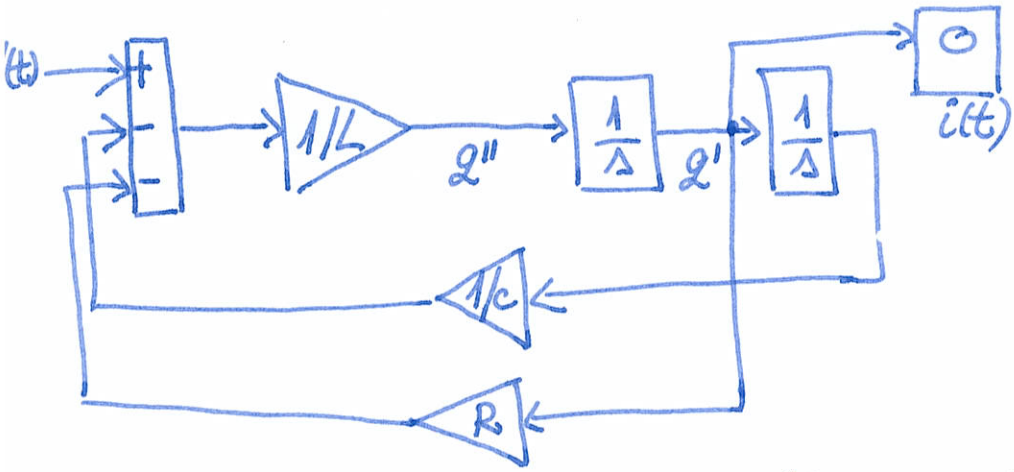
$$V(t) - L i'(t) - R i(t) - \frac{1}{C}\int i(t)dt = 0 \Rightarrow V'(t) - L i''(t) - R i'(t) - \frac{1}{C} i(t) = 0 \,/\mathcal{L}$$

$$sV(s) - Ls^2 I(s) - RsI(s) - \frac{1}{C} I(s) = 0 \Rightarrow I(s)\left(Ls^2 + Rs + \frac{1}{C}\right) = sV(s) \Rightarrow$$

$$\boxed{H(s) = \frac{I(s)}{V(s)} = \frac{s}{Ls^2 + Rs + \frac{1}{C}}}$$

```
s=tf('s');
sys = s/(L*s^2+R*s+1/C)
```

```
num=[1 0];
den=[L R 1/C];
sys=tf(num,den)
```



$$L i'(t) = -R i(t) - \frac{1}{C} q(t) + V(t) \Rightarrow i'(t) = \frac{1}{L}\left[\frac{1}{C} q(t) - R i(t) + V(t)\right]$$

$$q(t) = \int i(t)dt \Rightarrow q'(t) = i(t)$$