

Laborator 1,2: Introducere în Matlab Simulink

Obiective:

Deprinderea utilizării programului Matlab Simulink

Introducere:

Pentru implementarea algoritmilor și pentru simularea soluțiilor obținute se recomandă utilizarea unui soft de calcul numeric. Caracteristicile excepționale ale softului MATLAB au condus la utilizarea acestuia în următoarele direcții:

- Posibilitatea de implementare a algoritmilor de analiză a sistemelor dinamice, permite obținerea unor rezultate sub formă *de baze de date* sau reprezentări grafice, rezultate care pot fi apoi prelucrate prin metode numerice specifice;
- Proiectarea controlerului, sinteza elementului de control prin implementarea de algoritmi noi sau prin utilizarea unor funcții specifice conținute de acest soft;
- Interconectarea cu alte programe de modelare în scopul realizării unui prototip virtual;
- *Experimentarea numerică* – simularea soluției propuse, prin utilizarea unui mediu de programare grafică denumit Simulink, permite vizualizarea comportamentului sistemului controlat, atât sub forma unei colecții de date cât și sub forma unor reprezentări grafice;
- Experimentarea soluției propuse prin conducerea directă a procesului interfațat de plăci ce achiziție și control specifice.

MATLAB este un pachet de programe dedicat calculului numeric și reprezentărilor grafice. Utilizat în domeniul științei abordează analiza numerică, calculul matriceal și reprezentările grafice într-un mod natural, similar abordării matematice, evitând astfel, în mare măsură programarea tradițională. Datorită dezvoltării sale continue acest soft a devenit unul de referință în mediile universitare, precum și în domeniile cercetării și rezolvării practice a problemelor. Dintre resursele de calcul și reprezentare grafică ale MATLAB-ului se menționează următoarele:

1. Operații matematice fundamentale;
2. Algebră liniară și funcții matriceale;
3. Analiza datelor și transformata Fourier;
4. Analiză numerică neliniară;
5. Programare;
6. Reprezentări grafice 2D și 3D;
7. Utilizarea interfeței grafice etc.

Structura programului este sub forma unui nucleu central, înconjurat de aplicații specifice numite TOOLBOX, care sunt colecții de funcții dedicate acestor aplicații. În acest sens pot fi enumerate următoarele TOOLBOX-uri:

- **SIMULINK** este un mediu de utilizare al softului MATLAB dedicat simulării sistemelor dinamice. Beneficiind de o interfață deosebit de prietenoasă, este o proiecție a funcțiilor MATLAB și TOOLBOX, materializate prin intermediul diferitelor *iconuri* care pot fi interconectate sub forma unor diagrame bloc. În esență SIMULINK-ul este *un motor* care rezolvă ecuațiile diferențiale corespunzătoare sistemelor
- **CONTROL SYSTEM DESIGN** este utilizat pentru analiza și proiectarea sistemelor automate de control și conține:
 - Tehnici moderne și clasice;
 - Sisteme de tip continuu și discret;
 - Determinarea funcțiilor de transfer ale modelelor;
 - Operarea în spațiul stărilor;
 - Interconectarea sistemelor;
 - Transformarea modului de reprezentare a modelelor;
 - Răspunsul în frecvență: Bode, Nyquist, Nichols;
 - Metoda locului rădăcinilor
- **ROBUST CONTROL** este un instrument pentru sinteza sistemelor care trebuie să funcționeze în condiții de incertitudine și conține:
 - Sinteza controlului optimal;
 - Reducerea modelului la valori singulare;
 - Factorizarea spectrală și construirea modelelor;
- **OPTIMIZATION** este o colecție de funcții utilizată pentru optimizarea liniară și neliniară;
- **SIGNAL PROCESSING** recomandat pentru procesarea semnalelor și analiza seriilor temporale;
- **IMAGE PROCESSING** recomandat pentru procesarea imaginilor și a semnalelor bidimensionale;
- **NEURONAL NETWORK** utilizat la proiectare și simularea rețelelor neuronale;modelate prin interconectarea blocurilor *icon*.

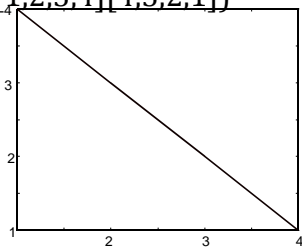
În scopul exemplificării aspectelor teoretice și al rezolvării problemelor propuse, programele imaginate utilizează alături de resursele MATLAB și funcții specifice **CONTROL SYSTEM DESIGN**. Modelarea și simularea sistemelor de control este realizată cu ajutorul mediului de programare **Simulink**.

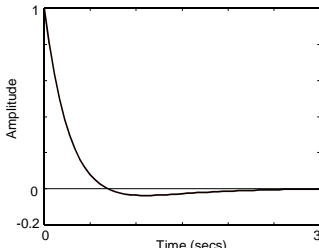
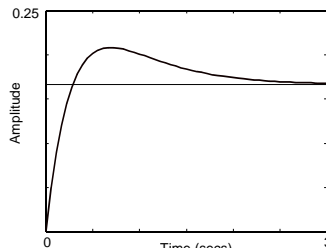
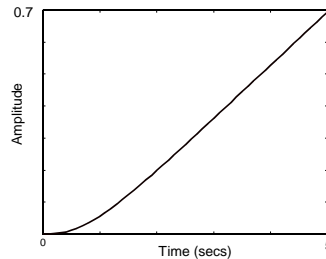
Utilizarea acestui aparat informatic deosebit de performant are în principal două scopuri:

- *materializarea* aspectelor teoretice prin soluții numerice;
- realizarea unor deprinderi practice în modelarea, proiectarea și simularea sistemelor de control.

În cele care urmează sunt succint prezentate unele comenzi de bază ale softului MATLAB precum și aspecte generale ale mediului de programare SIMULINK.

Exemple de comenzi:

	Operația efectuată	Observații	Exemplu
1	Definirea unui vector	$A = [1 \ 2 \ 3]$	$A=[1,2,3]$
2	Definirea unei matrice	$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$	$A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9]$
3	Reprezentări grafice 2D	Reprezentarea grafică este o relație între doi vectori, primul corespunde punctelor de pe abscisă iar cel de-al 2-lea punctelor de pe ordonată	<code>plot([1,2,3,4],[4,3,2,1])</code> 
4	Definirea unui șir	Un șir este identificat cu un vector în care sunt precizate primul și ultimul element, precum și pasul de discretizare al intervalului	$U=0:0.1:10$
5	Operații cu matrice	Deoarece elementul de bază al softului este matricea (orice entitate este o matrice) aceste comenzi au un caracter cât se poate de natural	Adunarea $A=B+C;$ Scăderea $A=B-C;$ Înmulțirea $A=B*C;$ Inversa $B=\text{inv}(A)$
6	Compunerea matricelor	$A = \begin{bmatrix} B & C \\ D & E \end{bmatrix}$	$A=[B,C;D,E]$
7	Definirea unui polinom	$P = x^3 + x + 1$	$P=\text{poly}([1,0,1,1])$
8	Valoarea polinomului	$P = x^3 + x + 1$ argumentul poate fi exprimat sub formă vectorială $v=[5,10]$	<code>polyval([1,0,1,1],[5,10])</code> <code>ans= 131 1011</code>
9	Rădăcinile unui		$R=\text{roots}(P)$

	polinom	$x^3 + x + 1 = 0$	$R = 0.3412 + 1.1615i$ $0.3412 - 1.1615i$ -0.6823
9	Produsul a două polinoame	$(x^3 + x + 1) \cdot (x^2 + 1)$	conv ([1,0,1,1],[1,1]) ans = 1 1 1 2 1
10	Lungimea unui vector	Precizează numărul de elemente al vectorului: U=[1,2,3,4,5,6]; V=0:0.1:1000	length (U) ans=6 length (V) ans= 10001
11	Răspunsul unui sistem la semnalul impuls	Pentru sistemul cu funcția de transfer: $G(s) = \frac{s+1}{s^2+5s+6}$ se definesc vectorii: u=[1,1]; v=[1,5,6];	impulse (u,v) 
12	Răspunsul unui sistem la semnalul treaptă	Pentru sistemul cu funcția de transfer: $G(s) = \frac{s+1}{s^2+5s+6}$ se definesc vectorii: u=[1,1]; v=[1,5,6];	step (u,v) 
13	Răspunsul unui sistem la un semnal oarecare	Pentru sistemul cu funcția de transfer: $G(s) = \frac{s}{s^2+5s+6}$ se definesc u=[1]; v=[1,5,6]; Semnalul este definit prin doi vectori: valoarea semnalului și timpul Pentru un semnal rampă: S=0:0.1:5 T=0:0.1:5	lsim (u,v,S,T) 
14	Răspunsul în frecvență diagrama lui	Pentru sistemul cu funcția de transfer:	

	Bode	$G(s) = \frac{s}{s^2 + 5s + 6}$ se definesc $u=[1];$ $v=[1,5,6];$	bode(u,v)
15	Salvarea unei baze de date	O bază de date poate fi o matrice sau o mulțime de matrice	$A=[1,2,3;4,5,6]$ save nume fișier .mat A
16	Apelarea unei baze de date	O bază de date poate fi o matrice sau o mulțime de matrice	load nume fișier .mat
17	Crearea unei noi funcții	În general comenzile MATLAB sunt funcții. O funcție este un fișier text salvat cu extensia .m , care poate fi apelat în meniul de comandă sau în cadrul altei funcții La definirea unei funcții prima linie are o sintaxă bine definită, în rest comenzile care urmează au un caracter privat	function [u]=nfun(v) u este variabila de ieșire <i>nfun este numele funcției</i> v este variabile de intrare

Mediul de programare Simulink este unul orientat pe obiecte. Aceste obiecte sunt conținute în biblioteci și pot fi utilizate prin operația *drag and drop*. Mai precis: obiectul vizat se culege din biblioteca de obiecte căreia îi aparține (butonul din stânga al *mausului* apăsător) și se transpune pe spațiul de lucru. În acest mod, programarea Simulink se reduce la construirea grafică a unor scheme bloc compuse din obiectele acestui soft. Numărul de obiecte poate fi îmbogățit prin definirea de noi obiecte sau prin simbolizarea și salvarea schemelor realizate.

Cu toate că descrierea acestui program depășește domeniul acestei lucrări pentru exemplificarea utilizării lui, în cele care urmează se va ilustra modul de rezolvare a unor ecuații diferențiale.

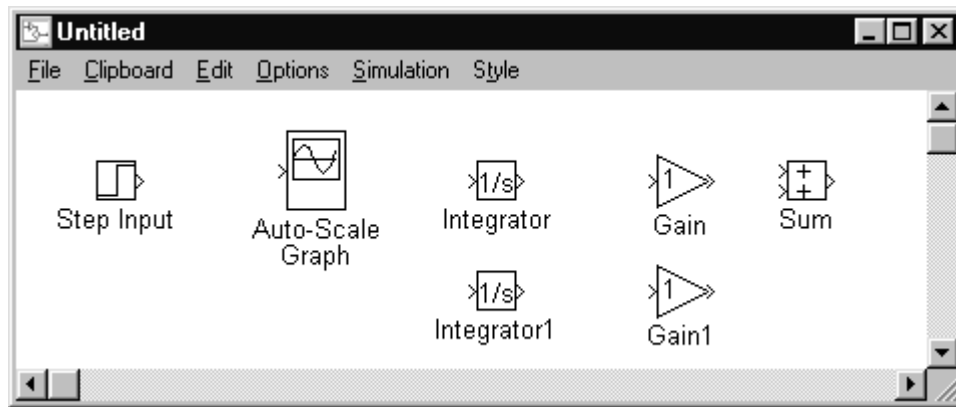
Exemplu

Determinarea soluției numerice a ecuației diferențiale

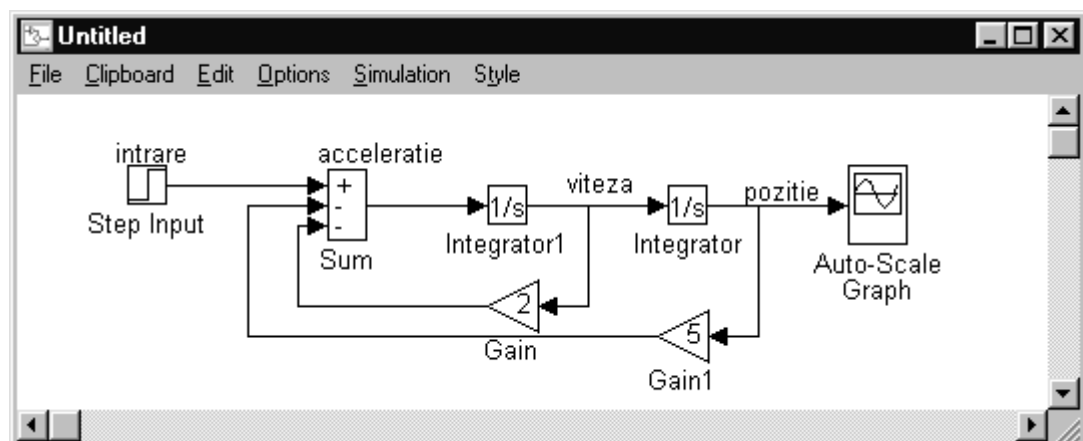
$$\ddot{x} + 2\dot{x} + 5x = 3 \quad x(0) = \dot{x}(0) = 0$$

cu ajutorul mediului de programare Simulink presupune parcurgerea următoarelor etape:

- Selectarea și aducerea obiectelor necesare în fișierul de lucru



- Realizarea conexiunilor dintre obiectele selectate. Se realizează în conformitate cu ecuația dată:
 $\ddot{x} = 3 - 2\dot{x} - 5x$
- Inițializarea blocurilor (dublu clic pe obiectul inițializat):
 - Datorită condițiilor inițiale blocurile integratoare sunt setate la valoarea implicită 0,0;
 - Blocurile amplificatoare sunt setate la valorile 2 respectiv 5;
 - Generatorul de semnal este setat la valoarea 3, iar timpul de creștere la zero;
 - Blocul sumator este setat la trei intrări de tipul + - -;



- Determinarea rezultatelor. Se realizează prin pornirea simulării

Ieșirea din sistem:
soluția ecuației dif.

