

Lucrarea nr. 1

Introducere în MATLAB/SIMULINK

MATLAB este un software performant și cuprinzător destinat calculelor tehnice, având o interfață prietenoasă cu utilizatorul. El oferă inginerilor, oamenilor de știință și tehnicienilor un sistem unitar și interactiv, care include calcule numerice și vizualizări științifice, prin aceasta sprijinind creativitatea și creșterea productivității.

MATLAB dispune de o serie de soluții specifice pentru aplicații, așa-numitele toolboxes (biblioteci de funcții).

Pentru întreprinderile industriale pachetul de produse MATLAB reprezintă un instrument unic de cercetare, analiză și proiectare, de elaborare și testare rapidă a soluțiilor propuse și de rezolvare a celor mai dificile și complexe probleme tehnice.

1. Caracteristici principale ale mediului MATLAB

MATLAB înglobează analiza numerică, calculul matricial, procesarea semnalelor și realizarea graficelor într-un mediu ușor de utilizat, în care problemele și soluțiile sunt exprimate așa cum sunt ele scrise matematic, fără a utiliza programarea tradițională.

MATLAB este un sistem interactiv, al cărui element de bază este o matrice care nu pretinde dimensionarea sa. Aceasta permite rezolvarea multor probleme numerice într-un timp mult mai scurt decât cel necesar scrierii unui program într-un limbaj de programare ca Fortran, Basic sau C.

MATLAB a evoluat de-a lungul timpului, prin contribuțiile mai multor utilizatori și are numeroase domenii de aplicare. În industrie MATLAB este folosit în cercetare și pentru rezolvarea unor probleme practice de inginerie și de matematică.

Un aspect foarte important este că toolboxurile de care dispune MATLAB sunt niște colecții foarte cuprinzătoare de funcții MATLAB (fișiere .m), care extind mediu MATLAB cu scopul de a rezolva clase particulare de probleme. Dintre domeniile în care sunt utile aceste toolboxuri fac parte: teoria reglării automate, statistica și prelucrarea semnalelor, proiectarea sistemelor de reglare, simularea sistemelor dinamice, identificarea sistemelor neuronale, ș.a.

Una dintre cele mai importante caracteristici ale mediului MATLAB care se urmărește să fie dezvoltată în continuare este extensibilitatea sa deosebită (capacitatea de a putea fi extins cu ușurință). Aceasta permite utilizatorului să-și creeze propriile sale aplicații, să devină el însuși un autor. În anii de când MATLAB a început să fie folosit, mulți oameni de știință, matematicieni și ingineri, și-au adus contribuția la dezvoltarea unor aplicații noi și interesante, toate realizate fără a scrie vreun rând de program în limbajul Fortran sau într-un alt cod de nivel scăzut.

Programul MATLAB folosit în prezent, scris în limbajul C, a fost produs de firma Math Works.

1.1 MATLAB utilizat în calcule numerice

Denumirea MATLAB provine de la MATrix LABoratory. MATLAB a fost dezvoltat inițial pentru a asigura accesul cu ușurință la software-ul de matrice, software dezvoltat în cadrul proiectelor LINPACK și EISPACK, proiecte ce reprezentau pe atunci cel mai modern software pentru utilizarea matricelor.

MATLAB este un sistem interactiv, al cărui element de baza îl constituie o matrice. O dimensionare explicită a matricei nu este necesară. Aceasta permite rezolvarea multor probleme numerice într-o fracțiune din timpul care ar fi necesar în cazul utilizării unui limbaj de programare obișnuit ca Fortran, Basic sau C.

MATLAB se bazează pe utilizarea matricelor. Matricele pot fi alcătuite din numere reale sau complexe. MATLAB le folosește pentru a reprezenta diferite informații ca semnale (sub forma de vectori), imagini, polinoame, date statistice multivariabile și sisteme liniare.

MATLAB dispune de o notație simplistă - nu există o sintaxă complicată de comenzi, care să trebuiască să fie învățată cu greutate. Aceasta favorizează concentrarea directă pe problemele respective și nu pe aspectele tehnice privind programarea. Prin cuprinzătoarea bibliotecă matematică MATLAB, sunt puse la dispoziția utilizatorului peste 500 de funcții matematice, statistice, științifice și tehnice.

MATLAB oferă o viteză mare de calcul, deoarece codificarea sa în C a fost optimizată cu grijă, ciclurile interne principale fiind prelucrate în limbaj de asamblare. De aceea MATLAB are avantaje importante atât față de alte pachete software interactive pentru aplicații matematice, cât și față de subprogramele C și Fortran corespunzătoare.

Utilizări în calcule numerice:

- Matematica generală
 - operații cu matrice și câmpuri de date
 - operatori relaționali și logici
 - funcții trigonometrice și alte funcții elementare
 - funcții Bessel, β și alte funcții speciale
 - aritmetica polinomială
- Algebra liniară și funcții de matrice
 - analiza matriceală, logaritmi, exponențiale, determinanți, inverse
 - sisteme de ecuații liniare
 - valori proprii, descompuneri după valori singulare
 - construirea de matrice
 - operații cu matrice
- Analiza datelor și transformări Fourier
- Metode numerice neliniare
- Programare

1.2 Tehnici de vizualizare folosind MATLAB

Arhitectura grafică bi- și tri- dimensională orientată pe obiect a MATLAB-ului oferă un mediu performant pentru grafica și analiza vizuală a datelor.

Ca mediu grafic, MATLAB este foarte avantajos, pentru că el dispune de numeroase funcții speciale necesare în domeniul tehnic. Funcțiile grafice cuprind principalele formate științifice și tehnice, cum sunt scalele logaritmice, diagramele reprezentate în coordonate polare etc.

MATLAB permite realizarea unor grafice performanțe în culori, cu funcții grafice moderne în trei dimensiuni, ca diagrame de suprafețe, curbe de nivel tridimensionale, reprezentarea imaginilor, animație, reprezentări volumetrice și multe altele. Prin utilizarea acestor funcții cu 3, 4 și chiar 5 dimensiuni este facilitată și cercetarea unor structuri mai complexe de date.

Spre deosebire de pachetele vizuale de evaluare a datelor, unde este vorba de programe individuale (singulare), care prelucrează date din alte surse, posibilitățile de prelucrare integrate de MATLAB oferă o libertate nelimitată de analiză, transformare și vizualizare - totul în cadrul unui singur mediu (unitar).

Programul Handle Graphics care stă la baza MATLAB este construit după o metodă orientată pe obiect. El oferă modalități simple și performante de adaptare și modificare a fiecărui aspect elementar al unei diagrame.

În cadrul programului Handle Graphics pot fi deschise în același timp mai multe ferestre grafice, în care pot fi definite mai multe sisteme de coordonate. Se poate regla și poziția în care va apărea imaginea pe pagina imprimată.

Un aspect și mai important este că imaginile pot fi prelucrate dinamic în continuare. Accesul la "handles" elementare este posibil în orice moment și poate fi modificat practic fiecare atribut al graficelor: modificarea culorii sau tipului de scris, deplasarea direcțiilor axelor etc. Acestea și multe alte atribute pot fi definite la conceperea unui grafic sau pot fi modificate în timp ce graficul este afișat pe ecran.

Principalele aplicații ale tehnicii de vizualizare sunt:

- Grafice bidimensionale
- Grafice tridimensionale
- Vizualizări
- Handle Graphics
- Comanda interfeței grafice cu utilizatorul

1.3. Toolboxurile MATLAB

MATLAB cuprinde o serie de programe specifice de aplicații, așa-numitele "toolboxes". Acestea reprezintă niște biblioteci foarte ample de funcții MATLAB, care adaptează mediul MATLAB pentru diferite probleme și diverse domenii de utilizare

Bibliotecile combină avantajele software-urilor gata produse (fabricate) cu productivitatea și flexibilitatea inerente unui mediu tehnic de calcul:

-Soluții corecte, de încredere, pentru că fiecare bibliotecă este creată pe baza unei numerici rapide și fiabile

-Pentru testarea rezultatelor este disponibilă biblioteca de funcții grafice și de vizualizare.

-Ca sistem deschis MATLAB asigură accesul la codul sursă al bibliotecilor, astfel încât algoritmi și funcțiile să poată fi examinate, adaptate și extinse pentru a corespunde necesităților.

-Bibliotecile sunt disponibile pentru toate platformele pe care rulează MATLAB.

- Având MATLAB ca bază comună, aceste biblioteci pot fi utilizate cu ușurință împreună. Astfel, metodele de optimizare și funcțiile de la rețele neuronale pot fi folosite în rezolvarea problemelor complexe de prelucrare a semnalelor, iar rezultatele pot fi reprezentate sub forma unui grafic în culori cu trei dimensiuni, toate acestea realizându-se într-un singur mediu unitar.

Math Works oferă numeroase biblioteci, dintre care principalele sunt în următoarele domenii:

•Prelucrarea semnalelor:

Funcții pentru analiza și prelucrarea semnalelor

- proiectarea și implementarea filtrelor digitale și analogice
- analiza spectrală
- simularea răspunsurilor filtrelor
- modulare și demodulare

•Prelucrarea imaginilor:

Funcții pentru manipularea și analiza imaginilor și a semnalelor bidimensionale

- proiectarea filtrelor bidimensionale și realizarea filtrării
- refacerea și îmbunătățirea imaginilor
- operațiuni de colorare, operațiuni geometrice și morfologice
- transformări bidimensionale
- analiza imaginilor și statistică

•Rețele neuronale

Funcții pentru proiectarea și simularea rețelelor neuronale

- modele neuronale
- funcții de transfer de rețea, funcții de activare
- arhitecturi de rețea
- funcții și grafice pentru analiza calității rețelei

•Logica Fuzzy

Funcții pentru proiectarea sistemelor bazate pe logica Fuzzy, cu interfață grafică cu utilizatorul (GUI)

- interfețe grafice interactive cu utilizatorul pentru proiectare Fuzzy
- sprijinirea directă a mecanismelor de învățare adaptive de tip Neuro-Fuzzy
- integrat în SIMULINK pentru simulare dinamică interactivă
- generarea de cod C pentru aplicații în timp real cu Real-Time Workshop

•Statistică

Funcții pentru analiza statistică a datelor, modelare și simulare

- funcții de analiză interactive pe baza GUI
- repartiții de tip β , binomial, Poisson, etc.
- producerea de numere aleatoare

•Tehnica reglării automate

Funcții pentru proiectarea și analiza sistemelor de reglare

- tehnici tradiționale și tehnici moderne
- în timp continuu și în timp discret
- modele reprezentate în spațiul stărilor și ca funcții de transfer
- interacțiunea sistemelor
- transformări între reprezentările modelelor
- reducerea modelului
- reprezentări în domeniul frecvenței: Bode, Nyquist

•Reglarea robustă

Funcții optimizate pentru sinteza sistemelor de reglare robustă

•Identificarea sistemelor

Prelucrarea semnalelor pentru obținerea modelelor parametrice

•Optimizări

Funcții de optimizare pentru funcționale generale liniare și neliniare

•Proiectarea reguletoarelor neliniare

Optimizarea modelelor liniare și neliniare din SIMULINK, în domeniul timp

2. SIMULINK-extensie a mediului MATLAB

SIMULINK este un mediu util pentru modelarea, analiza și simularea unui mare număr de sisteme fizice și matematice.

Ca extensie opțională a pachetului de programe MATLAB, SIMULINK oferă o interfață grafică cu utilizatorul pentru realizarea modelelor sistemelor dinamice reprezentate în schema bloc. O bibliotecă vastă, cuprinzând cele mai diferite blocuri stă la dispoziția utilizatorului. Aceasta permite modelarea rapidă și clară a sistemelor, fără a fi necesară scrierea măcar a unui rând de cod de simulare.

Modelele realizate sunt de natură grafică, iar pe lângă numeroase alte avantaje SIMULINK oferă și posibilitatea de documentare și de tipărire a rezultatelor la imprimantă. Rezultatele simulării unui sistem pot fi urmărite chiar în timp ce se desfășoară simularea, pe un osciloscop reprezentat într-o fereastră a ecranului.

SIMULINK dispune de algoritmi avansați de integrare și de funcții de analiză care furnizează rezultate rapide și precise ale simulării:

- șapte metode de integrare
- simulare interactivă cu afișare în timp real a rezultatelor
- simulări de tip Monte-Carlo
- calcul de stabilitate
- liniarizări

Arhitectura deschisă a SIMULINK-ului permite extinderea mediului de simulare:

- construirea de blocuri speciale și biblioteci de blocuri cu icoane proprii cu interfață cu utilizatorul pentru MATLAB, Fortran sau C.
- combinarea programelor Fortran și C disponibile pentru preluarea modelelor deja validate.
- generarea de cod C din modele SIMULINK cu generatorul opțional SIMULINK de cod C.

2.1 GHID DE UTILIZARE SIMULINK

SIMULINK este o colecție de funcții MATLAB, organizate într-un așa numit toolbox al sistemului de programare menționat. SIMULINK aduce în plus funcționalități specifice analizei și sintezei sistemelor dinamice, păstrând în același timp toate caracteristicile și funcționalitățile sistemului MATLAB.

Există două faze logice de utilizare a toolboxului. Într-o primă fază, se definește sau se apelează un model de sistem existent. Analiza acestui model face obiectul fazei a doua. În general, strategia de lucru este iterativă, utilizatorul revenind la pașii parcurși anterior și modificând modelul, pe măsură ce avansează în proiectare, în scopul obținerii indicilor de calitate doriți.

Toolboxul SIMULINK folosește o clasă de ferestre denumite "diagrame". În astfel de ferestre este creat modelul sistemului, în principal prin folosirea mouse-ului.

Așa cum am menționat, definirea modelului este urmată de analiza acestuia. SIMULINK pune la dispoziția analistului opțiuni proprii de analiză. În același timp utilizatorul este liber să opteze pentru comenzi MATLAB dedicate analizei sistemice. Tot SIMULINK face posibilă linearizarea modelelor și determinarea punctelor de echilibru.

Cerințe de sistem

Toolboxul SIMULINK are aceleași cerințe hardware ca și mediul de programare MATLAB și anume:

- Windows XP
- PC Intel Pentium (Pentium 4 sau mai mare) cu memorie RAM 512 MB sau mai mult
- hard disc cu 625 MB liberi
- mouse.

2.2. Sesiunea de lucru pe scurt

Pentru a începe sesiunea de lucru pe SIMULINK efectuați următoarele:

1. Apelați biblioteca principală prin comanda Simulink
2. Din meniul File selectați New... apoi Blank Model, pentru a deschide o fereastră nouă în care veți construi modelul. Fereastra are deocamdată numele Untitled, nume care va fi schimbat în momentul salvării pe disc a modelului.
3. Apelați librăriile disponibile și aduceți elementele necesare construirii modelului prin tehnica binecunoscută drag and drop.
4. Realizați conexiunile dintre blocuri prin trasarea liniilor dinspre ieșirile spre intrările blocurilor.
5. Schimbați parametrii blocurilor printr-un dublu clic cu mouse-ul pe blocul respectiv.
6. Salvați modelul, selectând Save din meniul File.
7. Executați o simulare prin opțiunea Start din meniul Simulation.
8. Puteti schimba parametrii simulării selectând Configuration parameters... din meniul Simulation.
9. Comportarea sistemului este vizualizată, folosind un bloc din biblioteca Sinks, fie grafic (Scope), fie este transmisă în mediul MATLAB folosind un bloc To Workspace, rezultatul putând fi prelucrat ulterior cu ajutorul funcțiilor MATLAB.

În continuare se vor prezenta noțiunile de bază necesare utilizării bibliotecii SIMULINK. Vor fi introduse și explicate tipurile de blocuri disponibile și posibilitățile de analiză ale sistemului studiat.

Construirea unui model simplu

Deschideți biblioteca SIMULINK prin comanda:

```
>> simulink
```

la prompterul mediului de programare MATLAB. Această comandă va deschide o fereastră care reprezintă pagina de start (Fig.0). De aici selectăm blocul Blank Model și se va deschide o fereastră de lucru Simulink (Fig. 3).

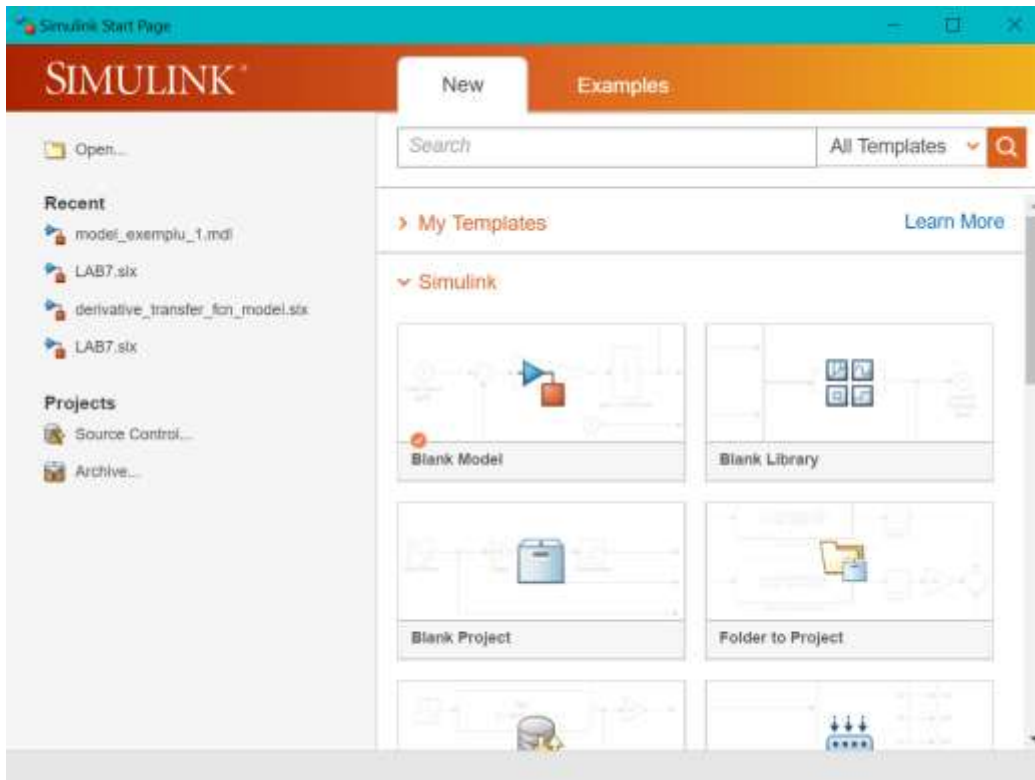


Fig.0. Fereastra de start a bibliotecii Simulink

Mai departe, din meniul View, accesăm opțiunea Library Browser. Se va deschide fereastra principală a bibliotecii Simulink (Fig.1) ce conține o serie de "blocuri-subsistem" dintre care: **Sources, Sinks, Discrete, Math Operations, Continuous, Signal Routing**. Prin clic pe fiecare din aceste subsisteme, se deschide o bibliotecă corespunzătoare din care se extrag elementele necesare construirii modelului.

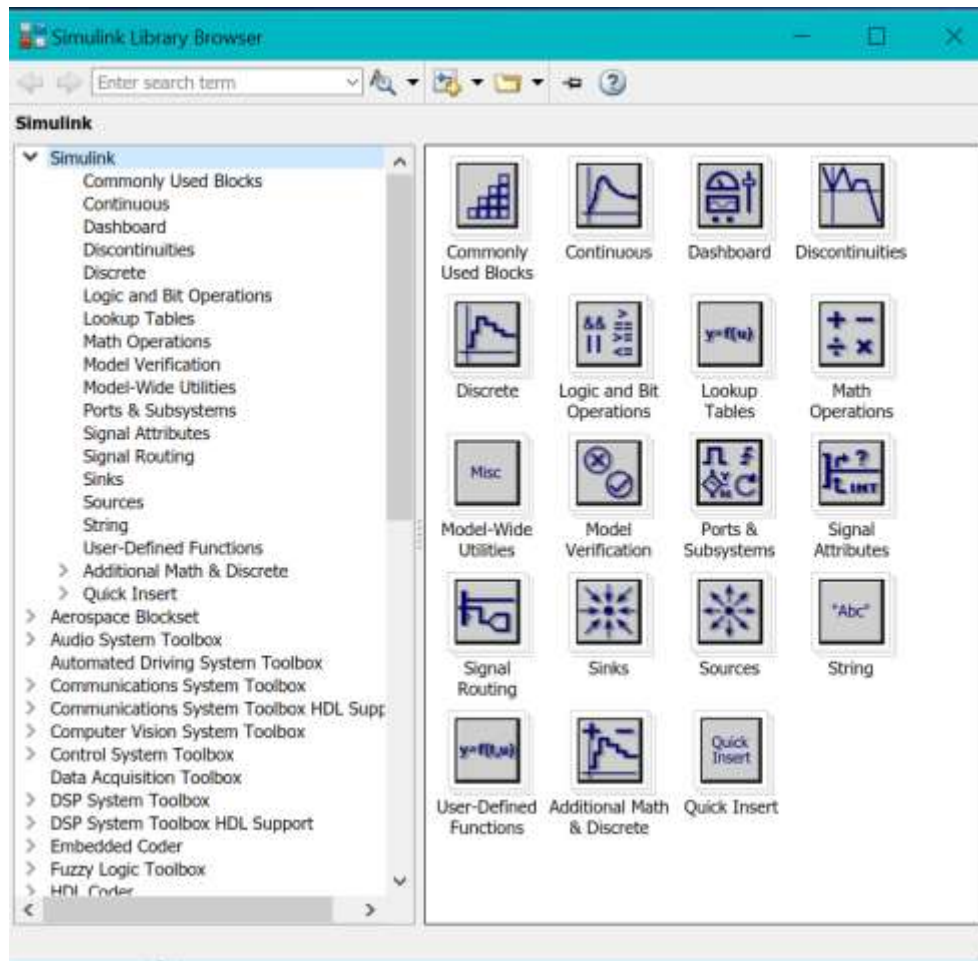


Fig.1. Fereastra principală a bibliotecii Simulink

Spre exemplu, în subsistemul Sources există blocurile cu ajutorul cărora se pot simula diferite tipuri de semnale de intrare (vezi Fig. 2). Subsistemul Sinks conține diferite blocuri cu ajutorul cărora se pot vizualiza rezultatele simulării. Subsistemul Discrete conține blocuri specifice trasării diagramelor cu funcții de transfer discrete. Subsistemul Signal Routing grupează elementele ce realizează legăturile între subsisteme.

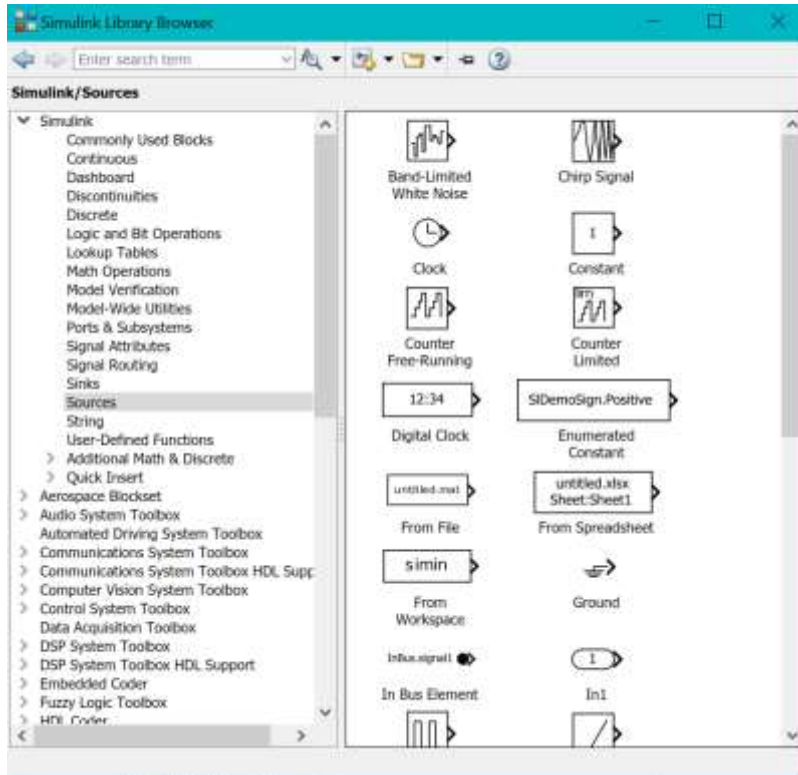


Fig.2. Blocurile din biblioteca Sources

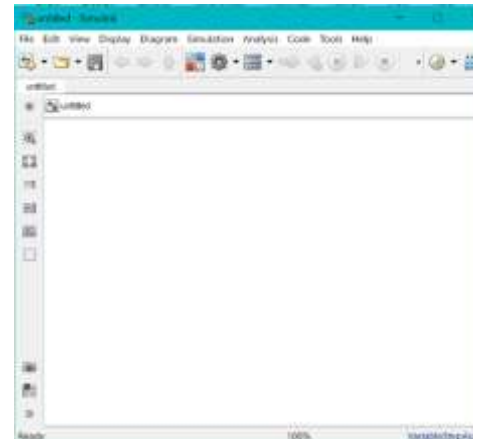


Fig.3.Fereastră de lucru Simulink

Mai departe, se începe lucrul în fereastra de lucru Simulink deschisă. De asemenea, dacă se dorește deschiderea unei diagrame noi, aceasta se face prin opțiunea New... din meniul File/Blank Model.

În continuare, apelezi la biblioteca Sources pentru a extrage de acolo un generator de semnal (în fereastra Simulink dublu clic pe biblioteca Sources, selectarea blocului Signal Generator). Copierea blocului Signal Generator din bibliotecă, în diagrama pe care o construiești (fereastra Untitled) se poate face fie prin tehnica specifică Windows, *drag and drop*, fie prin facilitățile de editare: Copy și Paste, din meniul Edit.

Blocul copiat are aceiași parametri ca cel din bibliotecă. Schimbarea acestor parametri se face printr-un dublu clic pe bloc și prin editarea câmpurilor din fereastra de dialog deschisă în urma acestei operațiuni (Fig.4.)

În fereastră sunt reprezentate alternativele referitoare la tipul de semnal ce va fi generat (*sine* – sinusoidal; *square* – rectangular; *sawtooth* – dinți de fierăstrău, *random* – aleator sau de zgomot) și la parametrii săi (frecvență, amplitudine). Unitatea de măsură pentru frecvență se alege în **rad/sec**.

Evoluția semnalului după simulare se urmărește cu blocul Scope. Copiați din biblioteca Sinks acest bloc, folosind una dintre tehnicile amintite mai sus (Fig.5.). Printr-un dublu clic, deschideți blocul Scope (Fig.6)

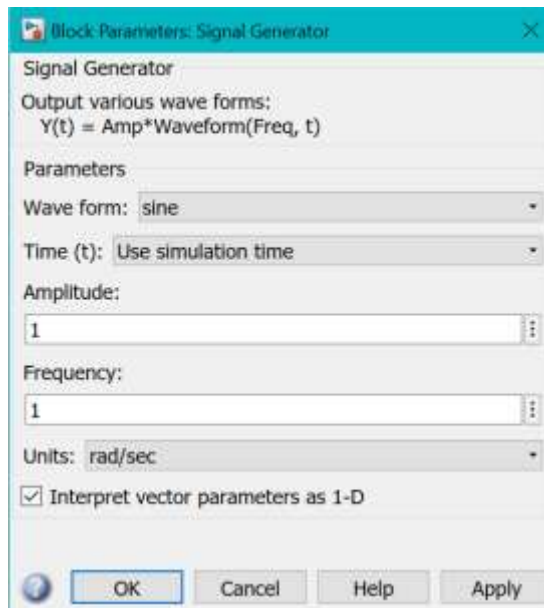


Fig.4. Parametrii blocului Signal Generator

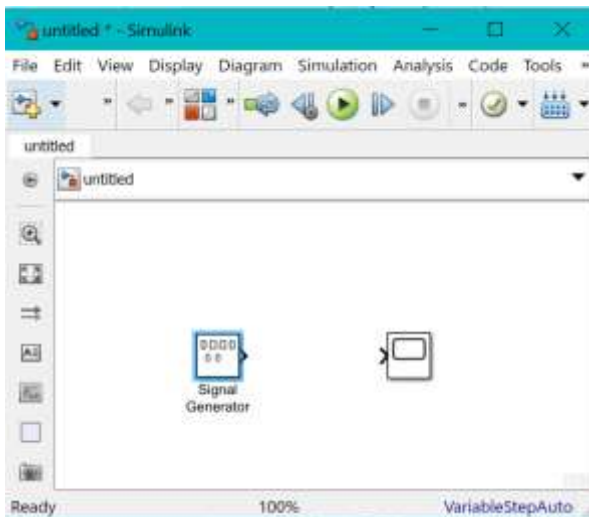


Fig.5. Construirea modelului

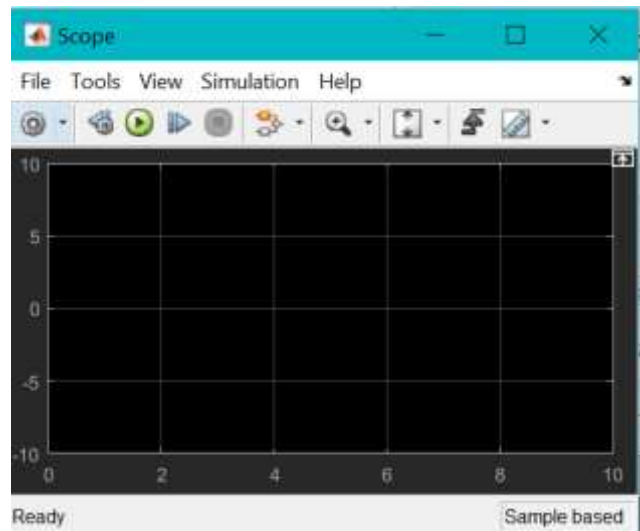


Fig.6. Vizualizare cu ajutorul blocului Scope

Realizați conexiunea dintre blocurile Signal Generator și Scope prin dreapta orientată dinspre sursă (Signal Generator) către ieșire (Scope).

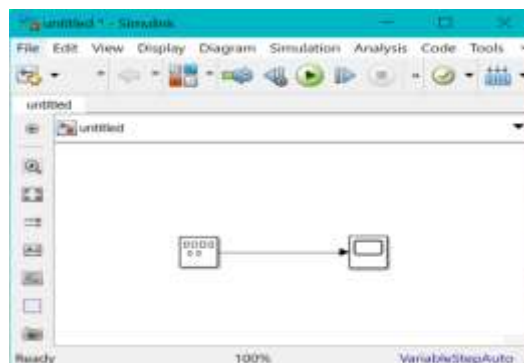


Fig. 7. Conexiunea între blocuri

Faza de construire a modelului este încheiată.

Urmează etapa de simulare. Stabiliți parametrii simulării prin opțiunea Model Configuration Parameters... din meniul Simulation. Fereastra corespunzătoare conține valorile implicite, Fig. 8.

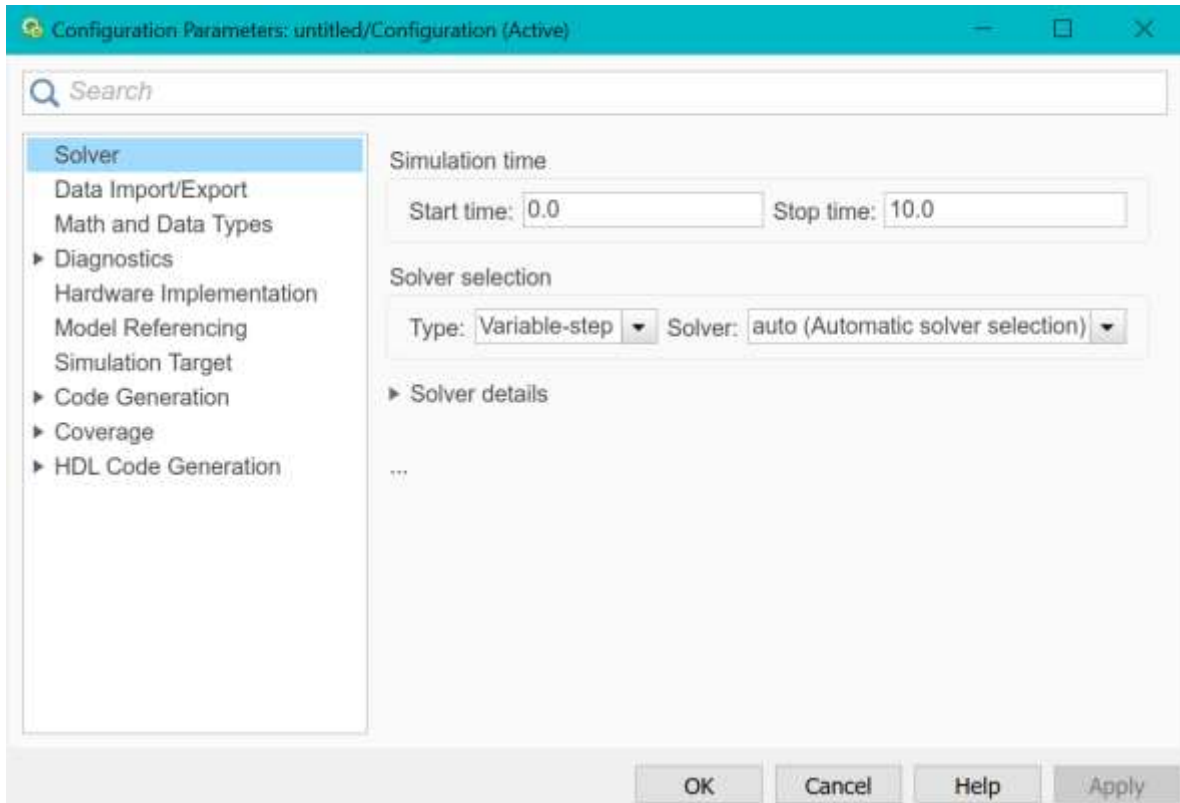


Fig.8. Configurarea parametrilor de simulare

Porniți simularea (din meniul Simulation - comanda Run) și urmăriți rezultatul pe osciloscop printr-un dublu clic pe blocul Scope. Pentru fixarea optimă a dimensiunilor axelor se poate selecta al 6-lea buton din stânga. Cel de-al treilea buton mărește zona din jurul punctului selectat pe grafic cu ajutorul mouse-ului, al patrulea mărește intervalul selectat cu mouse-ul pe axa x, iar al-cincilea buton mărește intervalul selectat cu mouse-ul pe axa y.

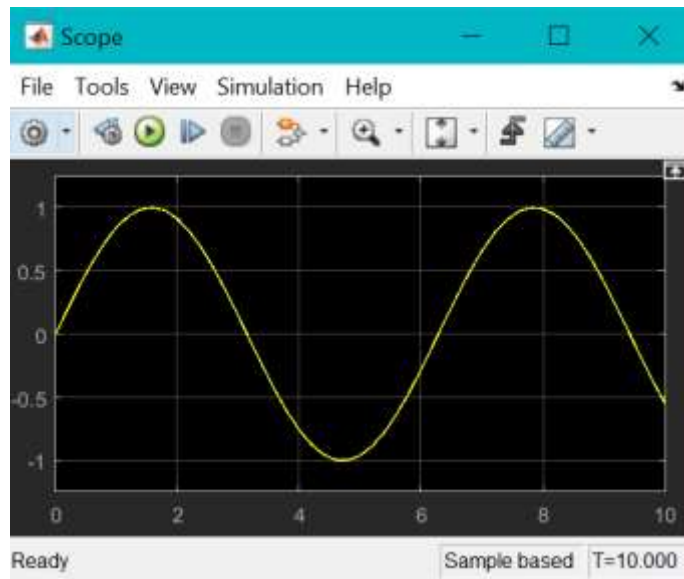


Fig.9.Răspunsul sistemului

Salvați pe disc modelul pe care l-ați construit. Folosiți pentru aceasta opțiunea Save din meniul File. Modelul va fi memorat, sub formă codificată în instrucțiuni MATLAB, într-un fișier cu extensia obligatorie ".mdl".

Închideți mediul MATLAB prin opțiunea Exit din meniul File al MATLAB-ului sau închideți numai toolboxul SIMULINK, alegând Close din meniul File al ferestrei numite SIMULINK.

Continuați cu sesiunea de lucru următoare:

De la prompterul MATLAB, deschideți modelul salvat în sesiunea de lucru anterioară. Pentru aceasta apelați biblioteca Simulink și folosiți opțiunea Open din meniul File.

Ca posibilitate de editare a diagramelor se folosește tehnica de selectare multiplă ce se bazează pe delimitarea unei zone din fereastră, zona ce selectează toate obiectele care sunt incluse, total sau parțial, în ea.

Există o posibilitate de selectare a tuturor obiectelor din diagramă prin opțiunea Select All din meniul Edit. Deselectarea blocurilor se realizează fie cu pierderea tuturor selecțiilor, fie cu conservarea lor. Tasta Shift apăsată în momentul în care se face clic pe blocul ce se dorește a fi deselectat face ca selecția celorlalte blocuri să se păstreze.

Aduceți în fișierul salvat în sesiunea de lucru anterioară blocul Gain din biblioteca Math Operations. Acest bloc realizează amplificarea semnalului de la intrare.

Printr-un dublu clic pe blocul Gain se deschide dialogul care permite stabilirea factorului de amplificare. Fixați valoarea sa la 3. Observați că după închiderea dialogului, valoarea amplificării este reprezentată în interiorul blocului.

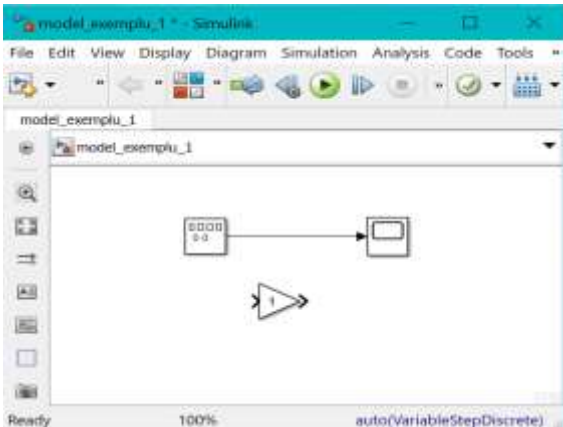


Fig.10

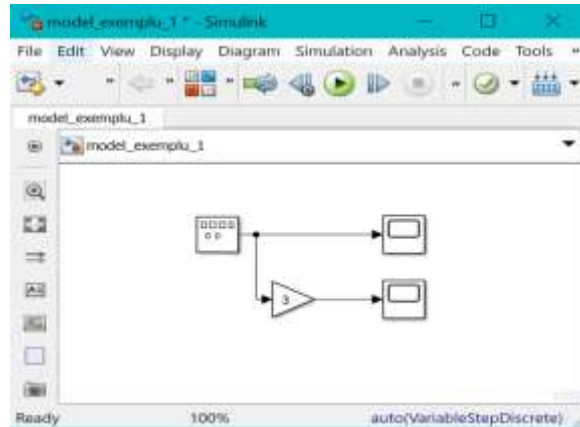


Fig.11

Faceți conexiunea dintre ieșirea blocului Signal Generator și intrarea în blocul Gain. Aceasta semnifică faptul că același semnal este aplicat și blocului Gain și blocului Scope. Creați un nou bloc Scope și vizualizați prin acesta semnalul amplificat.

Deschideți ambele ferestre de "osciloscop" și porniți simularea. Semnalele ce vor evolua în cele două ferestre vor avea aceeași frecvență și fază, dar amplitudini diferite.

Încercați să multiplexați semnalele inițial și amplificat. Pentru aceasta, folosiți blocul Mux din biblioteca Signal Routing. Copiați-l în fișierul pe care îl construiți, schimbați numărul de intrări la două (dublu clic pe blocul Mux). Ștergeți blocul Scope1 și conexiunea sa (selectați și apăsați tasta Del). Realizați conexiunile. De această dată ambele semnale vor fi reprezentate pe o singură ieșire, deci printr-un singur bloc Scope. Prin dublu clic pe blocul Scope deschideți fereastra de vizualizare și porniți o nouă simulare. Urmăriți rezultatul și observați că semnalul multiplexat transmite mai multe valori la un moment dat (în acest caz două).

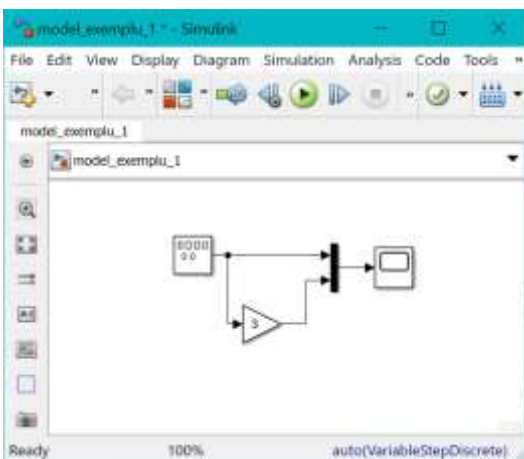


Fig.12

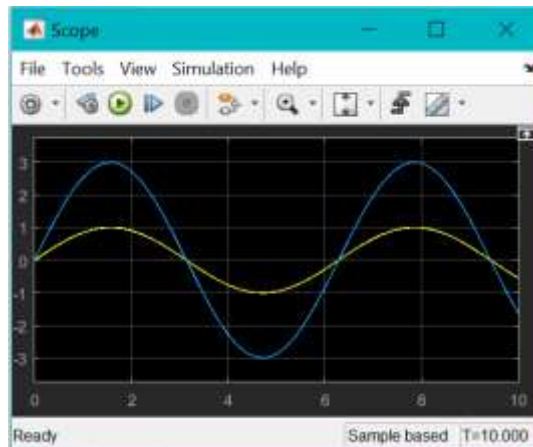


Fig.13. Vizualizarea răspunsului

În continuare vom încerca să "exportăm" valoarea ieșirii (a acestui semnal multiplexat) într-o variabilă MATLAB. Extrageți din biblioteca Sinks blocul To Workspace. Acest bloc acceptă la intrare un vector de orice dimensiune și generează o variabilă MATLAB cu numărul de coloane egal cu numărul de componente ale vectorului din SIMULINK și cu numărul de linii specificat prin parametrii blocului. Liniile matricii reprezintă valoarea vectorului la un moment dat.

Variabila poate avea orice nume valid în mediul MATLAB, implicit simout.

Schimbați numele variabilei în **M**. Alegeți formatul de salvare (Save format) de tip "Array". Faceți conexiunile ca în figură:

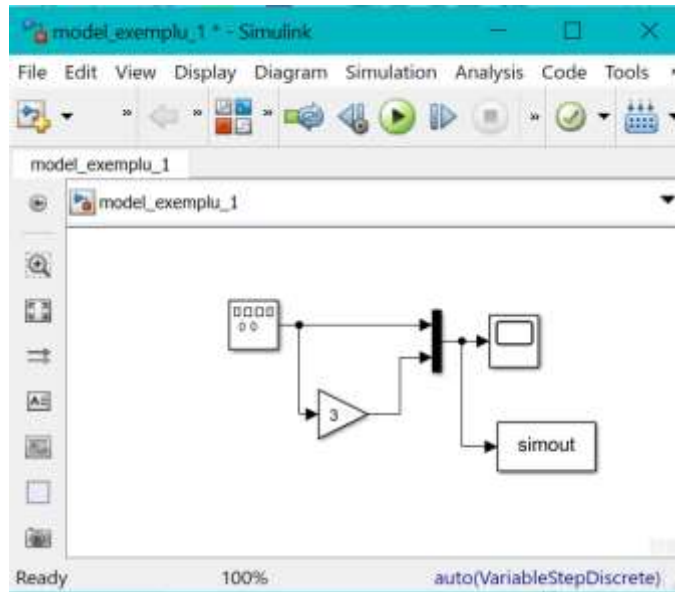


Fig.14.

Reveniți astfel în mediul MATLAB. Verificați existența variabilei **M**, prin comanda: *who* sau verificați valorile acesteia prin simpla tastare a numelui variabilei (**M**) la promptul MATLAB.

Realizați schema din diagrama următoare deschizând un nou fișier în SIMULINK:

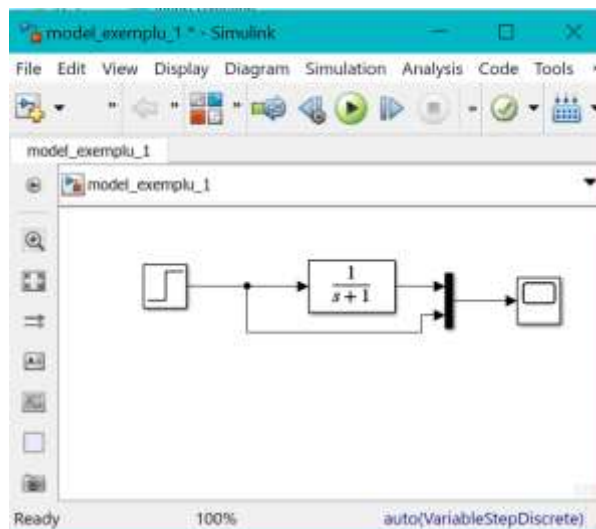


Fig.15.

Blocul Step se găsește în biblioteca Sources, blocul Transfer Fcn în biblioteca Continuous din SIMULINK.

Prin dublu clic pe blocul Step se deschide fereastra de dialog următoare (Fig. 16.) în care se pot alege:

- timpul după care apare semnalul treaptă
- valoarea inițială a semnalului

- valoarea finală a treptei

Simulați sistemul de mai sus și urmăriți rezultatele pe ecranul "osciloscopului".

Prin dublu clic pe blocul ce reprezintă funcția de transfer (Transfer Fcn, Fig.17) se poate modifica forma acesteia prin tastarea valorilor corespunzătoare coeficienților (în ordinea descrescătoare a puterilor) numitorului și numărătorului funcției de transfer.

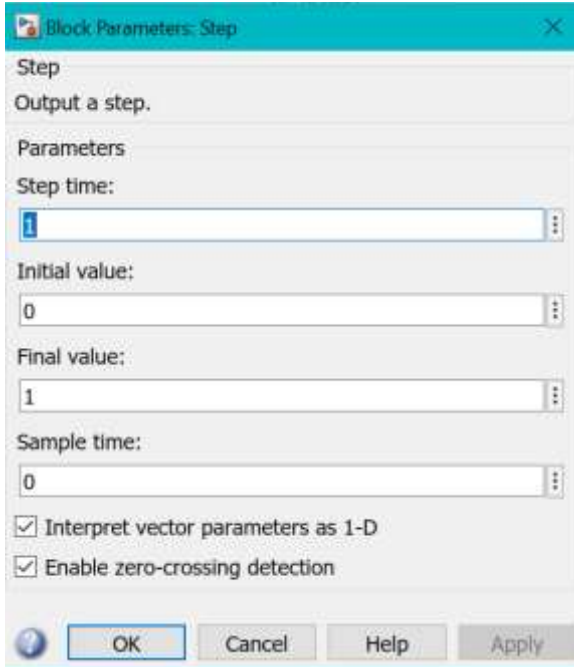


Fig.16. Parametrii blocului Step

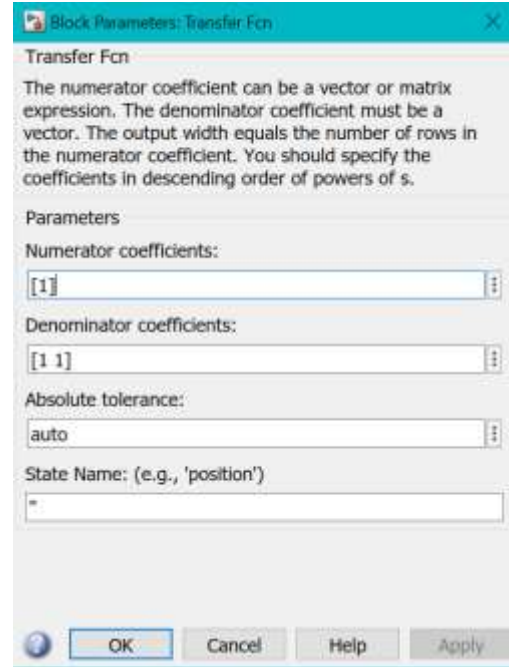


Fig.17. Parametrii blocului Transfer Fcn

Cu aceste modificări s-a obținut următoarea situație:

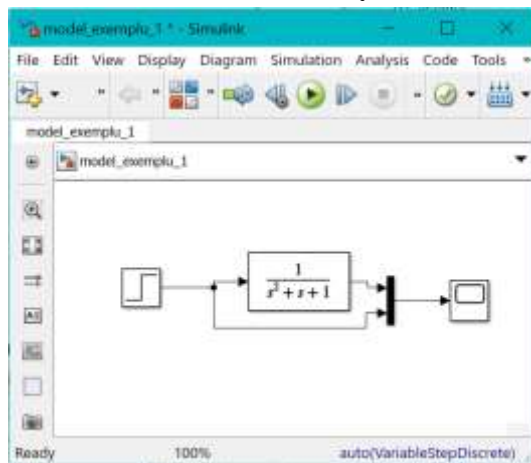


Fig.18.

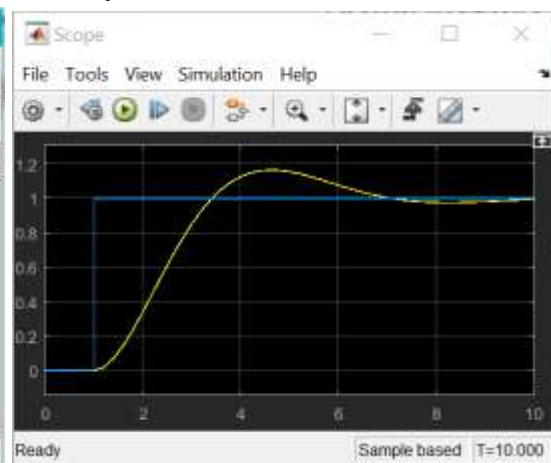


Fig.19.

Ați deprins, astfel, utilizarea celor mai simple metode de lucru cu SIMULINK. Probleme mai complexe vor fi formulate abia în lucrările următoare.