

SIMULINK este un pachet software pentru *modelarea, simularea și analiza sistemelor dinamice reale* din mecanică, electrotehnică, mecatronică, termodinamică etc. Lansare Simulink:

1. din linia de comandă se tastează:
`>> simulink`

2. se apasă butonul **Simulink**, aflat în partea de sus a ferestrei Matlab sau Home/ New/ Simulink Model

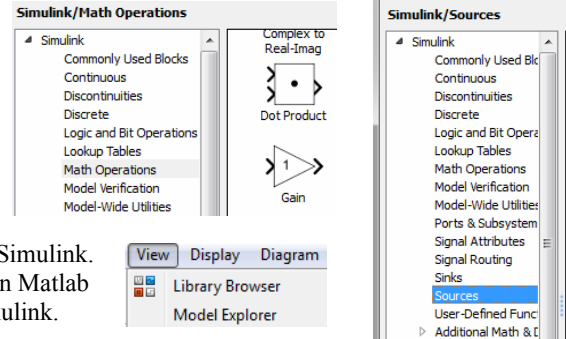


Aplicația se construiește din blocuri și linii. Blocurile sunt folosite pentru a genera, a modifica, combina, calcule și afișare semnale. Liniile sunt folosite pentru a transfera semnale între blocuri.

Biblioteca Simulink conține câteva clase/tipuri generale de blocuri: Sources: generare de semnale, Sinks: output sau afișare de semnale, Math Operations: operatori matematici: gain, sum, product, absolute value, etc. Discrete: linear, discrete-time system elements, Continuous: elemente constitutive pentru sisteme liniare continue (funcții de transfer, modele de stare, controler PID etc.) și altele.

Modificarea unui Bloc se poate realiza prin double-click pe bloc. **Simulink poate folosi variabile din MATLAB.**

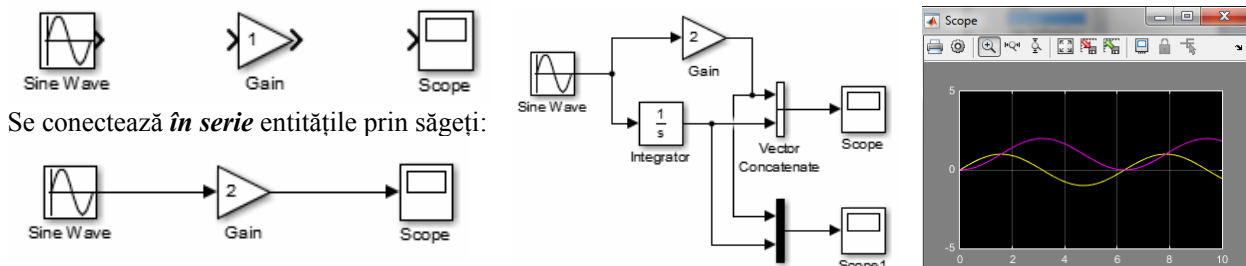
Parametri cum sunt Gain, pot fi calculați în Matlab și folosiți de Simulink. Dacă de exemplu un Gain este K se poate introduce variabila K în Matlab la linia de comandă iar apoi K este folosit în blocul Gain din Simulink.



1. Aplicația #1. Se va reprezenta grafic funcția sinus și se va integra.

1.1. Se construiește modelul sau diagrama bloc. Se lansează din Matlab un model nou Simulink: Home/New/ Simulink Model. Diagrama se construiește din blocuri funcționale, puncte de însumare, puncte de ramificație și săgeți orientate.

Se plasează blocul **Sine Wave** din View/ Library Browser/ Sources. Se aplică o amplificare inserând blocul **Gain** din Math Operations. Pentru vizualizare grafică inserăm blocul **Scope** din paleta Sinks.



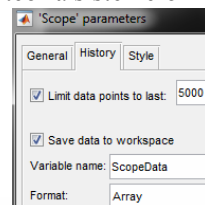
1.2. Rulare model: Simulation/ Run și prin dublu click pe Scope se vizualizează graficul realizat (+ autoscale).

1.3. Adăugăm blocul Integrator (Continuous lib.) pentru a integra semnalul sinusoidal și **Vector Concatenate** (Math Operations) pentru a vizualiza două curbe simultan (sau Mux din Signal Routing). Pentru preluarea semnalului de la ieșirea Sine Wave și intrare în Integrator se apasă tasta CTRL în timp ce se realizează conexiunea (sau cu buton dreapta mouse). Simbolul *s* este variabila Laplace. Din teoria sistemelor liniare *s* este variabila Laplace și simbol pentru derivare iar $(1/s)$ operatorul de integrare.

1.4. Modificarea timpului de simulare se face din meniul: Simulation/ Model Configuration Parameters/ ... se modifică Solver/ Simulation Time/Stop time: 30 (și apoi Type/ Fixed-step =0.5).

1.5. Salvare (rep_sin.slx) + Rulare aplic. din fereastra de comenzi Matlab:

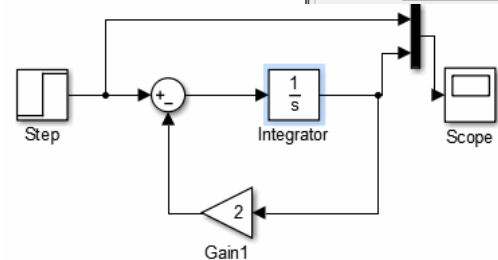
» `[t x]=sim('rep_sin'); plot(t,x);` % Adăugare 'Scope' param/ Save data to workspace →



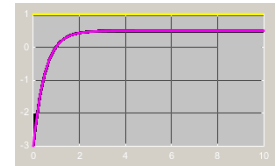
2. Se va integra o ecuație diferențială de ordin întâi.

$$\frac{dx}{dt} = -2x + 1, \text{ unde } x=x(t) \text{ iar } t > 0, \text{ condiția inițială } x(0) = -3$$

Se scrie compact $Dx = -2x + 1$ și se generează modelul alăturat (conectare în buclă închisă) unde membrul stâng este simulat printr-un bloc integrator. Se va vizualiza semnalul și soluția folosind Mux (multiplex scalar or vector signals) din paleta Signal Routing.



Se rulează aplicația și se observă graficul funcției soluție $x(t)$ în intervalul $[0, 10]$ cu condiția inițială implicită $x(0)=0$. Se va modifica din fereastra Function Block Parameters: Integrator: Initial condition: -3. Salvați rezultatul integrării în fer. workspace și reprezentați grafic cu plot().



3. Să se integreze ecuația parașutei din Labor #5', folosind Simulink.

4. Să se integreze ecuația diferențială $y' = 5x^2 + 1$ pe intervalul $[-3, 4]$ cu cond. ini. $y(-3)=50$. Obs: $y=y(x)$. Pentru variabila x se folosește Sources: Clock.

5. Se va integra o ecuație diferențială de ordinul doi.

1.45 $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} + 58x = 0$, cu condițiile inițiale: $\frac{dx}{dt} = \dot{x}(0) = 0.1$ și $x(0)=1$.

Se pune ecuația diferențială sub forma:

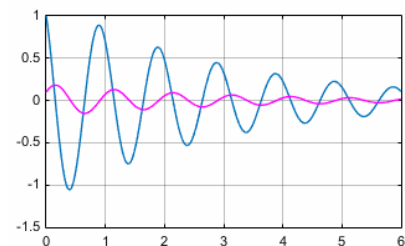
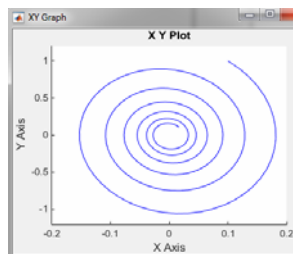
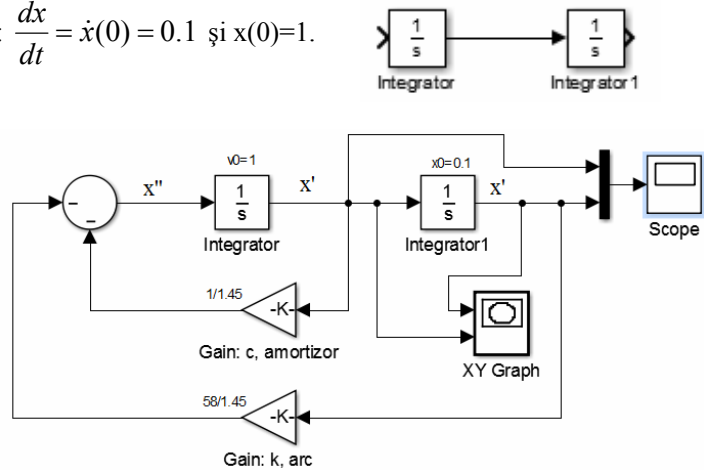
$$\frac{d^2x}{dt^2} = -(1/1.45) \frac{dx}{dt} - (58/1.45) \cdot x = 0.$$

Membrul stâng este modelat printr-o succesiune de două integroare. Se construiește membrul drept din ieșirea primului integrator (viteza) care ieșire se înmulțește cu $(1/1.45)$ și din ieșirea celui de al doilea integrator (deplasarea) valoare care se înmulțește cu $(58/1.45)$. Cei doi termeni se aduc la blocul de sumare (vezi modelul).

Se adaugă condițiile inițiale prin dublu click pe fiecare integrator: se introduc valorile $v_0=0.1$ (viteza inițială) și respectiv $x_0=1$.

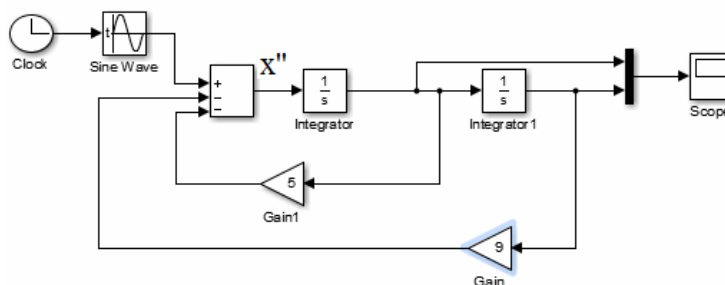
Se observă graficul unui oscilator cu amortizare. Amortizarea este influențată de coeficientul $1/1.45$. Se vor pune valori mai mici pentru amortizare (0.8) și se mărește timpul de simulare (12s). Pentru amortizare zero se obține o sinusoidă pentru deplasare $x(t)$ și o altă sinusoidă pentru viteză $\dot{x}(t)$.

Se reprezintă sistemul în planul fazelor (sau viteza în funcție de deplasare) deci timpul este eliminat între cele două mărimi calculate. Pentru aceasta se inserează blocul XY Graph.



6. Oscilator amortizat forțat armonic

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t) \Rightarrow \ddot{x} = -\frac{c}{m}\dot{x} - \frac{k}{m}x + \frac{1}{m}F_0 \cos(\omega t)$$



Se folosește semnal extern: Sine/Cosine Wave Function. Se impun condiții inițiale $x_0=-1$ și $v_0=1$ iar simularea este pentru 24sec.

