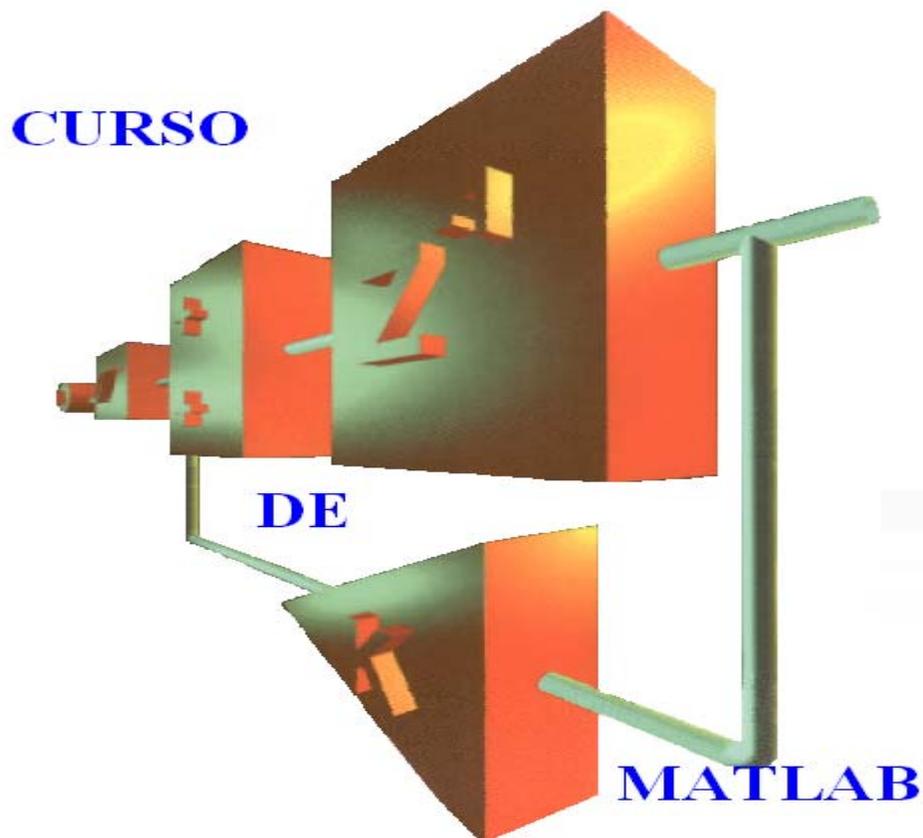


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL
SEMANA DOS 40 ANOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA



NÍVEL BÁSICO
CAPÍTULO V



PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL
ENGENHARIA ELÉTRICA -UFPA
BELÉM-2004

CAPÍTULO V – INTRODUÇÃO AO SIMULINK.....	1
APRESENTAÇÃO.....	1
1-INTRODUÇÃO TEÓRICA.....	1
1.1–DIAGRAMA DE BLOCO.....	1
1.1.1 – Símbolos.....	1
2- CONHECENDO O SIMULINK.....	2
2.1 – ACESSANDO O SIMULINK.....	2
2.2 – CONSTRUINDO UM MODELO.....	2
3 – OS PRINCIPAIS BLOCOS.....	3
3.1 – FONTES - (SOURCES).....	3
3.2 – DISPOSITIVOS DE SAÍDA (SINKS).....	4
3.3 – DISPOSITIVOS VARIADOS	4
4. EXERCÍCIOS DIVERSOS.....	5

CAPÍTULO V – INTRODUÇÃO AO SIMULINK

APRESENTAÇÃO

SIMULINK é um programa utilizado para modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos. O programa se aplica a sistemas lineares e não lineares, contínuos ou discretos no tempo. Utiliza uma interface gráfica com o usuário para construção dos modelos a partir de diagramas em blocos, através de operações de clique-e-arraste do mouse. Inclui bibliotecas de blocos contendo fontes, visualizadores, componentes lineares, não lineares e conectores, com a opção de criação ou personalização de blocos.

Após a definição do modelo, a simulação pode ser feita com diferentes algoritmos de resolução, escolhidos a partir dos menus do SIMULINK ou da linha de comando do MATLAB. Os menus são particularmente convenientes para o trabalho interativo, enquanto a linha de comando tem sua utilidade na simulação repetitiva a qual se deseja somente mudar parâmetros. Usando osciloscópios (Scopes) ou outros visualizadores, têm-se o resultado gráfico da simulação enquanto esta está sendo executada. Os resultados da simulação podem ser exportados para o MATLAB para futuro processamento ou visualização.

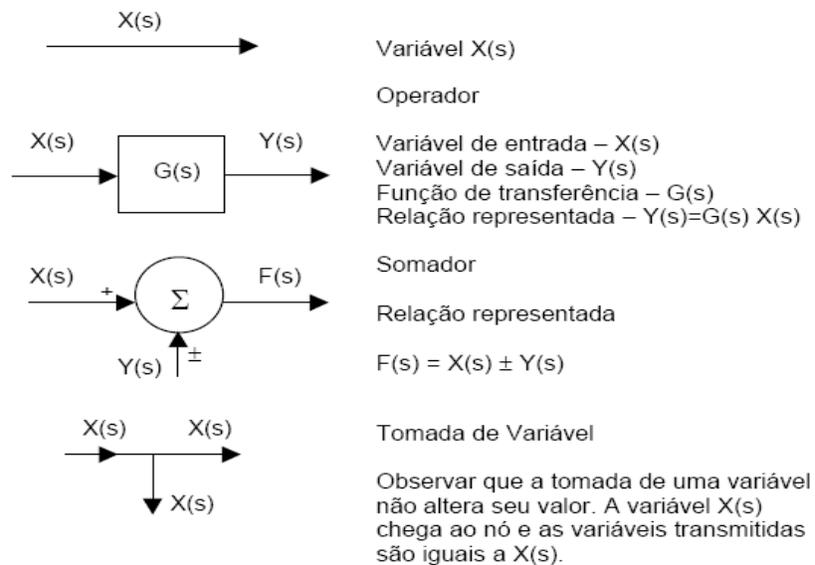
1 – INTRODUÇÃO TEÓRICA

1.1 – Diagrama de Bloco

Uma forma de apresentação das equações diferenciais de um sistema consiste no emprego de **Diagramas de Bloco**, em que cada bloco representa uma operação matemática, associando pares entrada-saída. Quando o sistema é linear, ou puder ser linearizado, é possível tomar as transformadas de Laplace das equações do sistema, considerando condições iniciais nulas. A relação entre cada grandeza de saída e a correspondente grandeza de entrada se chama função de transferência. Usando as transformadas de Laplace, essas funções são em geral, funções de s . Quando essas funções são colocadas em vários blocos, o diagrama é chamado **Diagrama de Bloco**.

1.1.1 – Símbolos

Os símbolos utilizados na técnica de diagramas de bloco são muito simples, e se encontram representados a seguir:



2.CONHECENDO O SIMULINK

2.1 - Acessando o Simulink

Para acessar o SIMULINK deve-se primeiro abrir o MATLAB. Em seguida deve-se clicar no ícone “Simulink Library Browser” na barra de ferramentas do MATLAB ou digitar “**simulink**” na linha de comando e pressionar enter logo em seguida, como mostrado a seguir:

>> **simulink** <enter>



(ícone simulink library browser)

2.2 - Construindo um Modelo

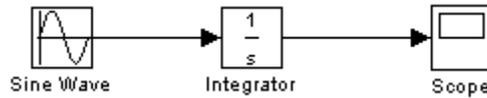
Exemplificando a utilização do SIMULINK, temos um modelo a criar. Este deve resolver a equação diferencial:

$$\dot{x} = \text{sen}(t) \quad , \quad \text{onde } x(0) = 0$$

Passos:

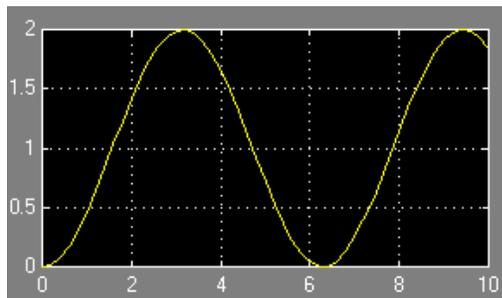
- 1) Acesse o simulink; duas janelas se abrirão na tela. A primeira janela é a biblioteca de blocos do SIMULINK e a segunda é uma janela em branco para construção do modelo, nomeada untitled até que seja salvo com outro nome;
- 2) Dê um click duplo no ícone **Sources** na janela de bibliotecas do SIMULINK;
- 3) Arraste o bloco de onda senoidal (**Sine Wave**) para a janela do modelo. Uma cópia deste bloco deve ser criada nesta janela;

- 4) Abra a biblioteca de blocos lineares (**Continuous**) e arraste um bloco integrador (**Integrator**) para a janela do modelo;
- 5) Abra a biblioteca dispositivos de saída (**Sinks**) e arraste um **Scope** para a janela do modelo em construção;
- 6) A seguir, conecte os blocos para completar o modelo como na figura a seguir:



obs: É possível mudar o nome dos blocos e as propriedades de cada um, apenas clicando sobre o nome destes e sobre os blocos respectivamente.

- 7) Dê um duplo click no bloco **Scope** e na barra de menu do SIMULINK clique **Simulation/ Start** -  . A simulação será executada, resultando no gráfico gerado no bloco **Scope**, mostrado abaixo;
- 8) Use o **Autoscale**  para ajustar a escala do gráfico.



$$x(t) = 1 - \cos(t)$$

3. OS PRINCIPAIS BLOCOS

3.1 – Fontes - (Sources)

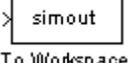
As entradas de um modelo são chamadas fontes (Sources) e podem ser encontradas na biblioteca de fontes. Um bloco de fonte não possui entrada e deve possuir pelo menos uma saída. Abaixo algumas fontes comuns:

Nome	Descrição	Aparência
Constante (Constant)	sinal fixo que possui a magnitude escolhida	 Constant
Degrau (Step)	função degrau, onde se pode configurar o instante em que se aplica o degrau, assim como sua magnitude antes e depois da transição.	 Step
Onda Senoidal (Sine Wave)	permite que se configure a amplitude, a fase e a frequência da onda senoidal.	 Sine Wave1

Rampa (Ramp)	sinal rampa onde pode se configurar o tempo inicial e o coeficiente angular da reta	 Ramp
Gerador de Sinais (Signal Generator)	pode produzir ondas senoidais, quadradas, dente de serra ou sinais aleatórios.	 Signal Generator
Gerador de Pulsos (Pulse Generator)	Gera trem de pulsos onde pode se configurar o período, o ciclo de trabalho, a amplitude e o tempo inicial.	 Pulse Generator
Relógio(Clock)	Gera o tempo de simulação	 Clock

3.2 - Dispositivos de Saída (Sinks)

São as maneiras de se ver ou armazenar os resultados de um modelo. Abaixo está uma lista das principais saídas:

Nome	Descrição	Aparência
Osciloscópio (Scope)	produz gráficos a partir de dados do modelo	 Scope1
gráfico XY (XY Graph)	produz gráficos a partir de dados do modelo	 XY Graph1
Para o Workspace(To Workspace)	enviar os dados para a área de trabalho do MATLAB	 To Workspace
Display	produz uma amostragem digital do valor contido em sua entrada.	 Display

3.3 – Dispositivos Variados

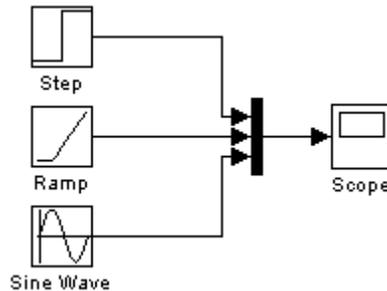
Otros dispositivos são também importantes para a simulação de sistemas simples, como os listados abaixo:

Nome	Descrição	Aparência
Ganho (Gain)	Multiplica o sinal de entrada por uma constante	 Gain
Integrador (Integrator)	Integra o sinal	 Integrator
Soma (Sum)	Soma ou diminui os sinais de entrada	 Sum
Derivativo (Derivative)	Deriva o sinal	 Derivative

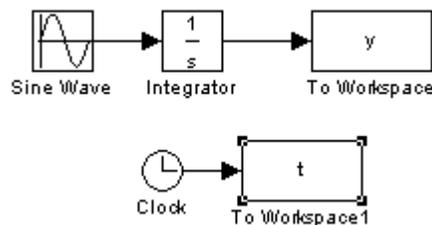
Mux	Superpõem os sinais	
-----	---------------------	---

4. EXERCÍCIOS DIVERSOS

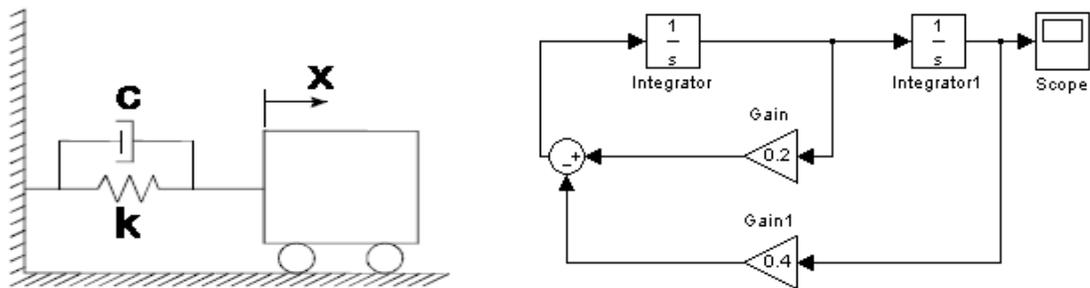
- Faça o diagrama abaixo e modifique como quiser as propriedades do degrau, da rampa e da onda senoidal ; veja os resultados no osciloscópio:



- Faça o diagrama abaixo e modifique as propriedades da onda senoidal em: **amplitude = 2**, **freqüência = 2 rad/s**, **fase = π** . Depois nomeie os “**simouts**” em **y** e **t**, escolhendo a opção **matriz “save format”**; vá para o workspace e digite **who**, por fim mande plotar o seguinte:
» **plot(t,y),grid**



- Considere o sistema amortecido de segunda ordem abaixo. Admita-se que o coeficiente de amortecimento **$c=1.0$** , a constante da mola **$k=2$ N/m** e a massa do carro **$m=5$ Kg**. Não há entradas no sistema. Considere-se a deflexão inicial igual **1m** da posição de equilíbrio. Sendo um sistema de **segunda ordem**, necessita-se então de **dois integradores** para modelar seu comportamento.



$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0 \quad , \quad \ddot{x} = -0.2\dot{x} - 0.4x \quad , \quad x(0) = 1, \dot{x}(0) = 0.$$