

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação

## **Relatório 1 - Simulink**

Alunos: Augusto Batista, Bruna Duarte e Lucas Henrique  
Professor orientador: Gildeberto De Souza Cardoso

Abril  
2019

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação

## **Relatório 1 - Simulink**

Primeiro Relatório da disciplina de Sistemas de Controle realizado a pedido do professor Gildeberto Cardoso como pré-requisito para aprovação.

Alunos: Augusto Batista, Bruna Duarte e  
Lucas Henrique

Professor orientador: Gildeberto De Souza Cardoso

Abril  
2019

# Conteúdo

|          |                                |          |
|----------|--------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Resumo</b>                  | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Apresentação</b>            | <b>2</b> |
| <b>3</b> | <b>Descrição de atividades</b> | <b>3</b> |
| <b>4</b> | <b>Análise dos Resultados</b>  | <b>5</b> |
| 4.1      | Procedimento 1 . . . . .       | 5        |
| 4.2      | Procedimento 2 . . . . .       | 5        |
| 4.3      | Procedimento 3 . . . . .       | 7        |
| <b>5</b> | <b>Trabalhos Futuros</b>       | <b>8</b> |
|          | <b>Bibliografia</b>            | <b>9</b> |

# 1 Resumo

A atividade prática intitulada de “Introdução ao Simulink” tem como objetivo principal analisar sistemas na ferramenta Simulink, fazendo com que o aluno possa se familiarizar com o programa Matlab e uma de suas ferramentas utilizadas para modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos. Através de um computador com o Matlab é possível acionar o Simulink e montar sistemas através de diagramas de blocos, tendo, portanto, uma interface mais amigável para o usuário e por consequência mais simples de ser utilizada. Através de três procedimentos foram introduzidos comandos básicos do Simulink e desenvolvido circuitos relacionados com a disciplina.

Estes procedimentos consistiam em montar circuitos, no qual se fez necessário o uso dos seguintes blocos: com apenas uma saída, que possuem somente entrada, integradores, constantes, com operações matemáticas, com funções de transferência, entre outros. Através desses blocos foi possível montar os circuitos propostos, bem como obter as saídas necessárias, ora sendo elas de forma gráfica (por meio do bloco scope) e ora sendo por meio de valores (por meio do bloco display).

Os circuitos realizados foram: montar um circuito para demonstração de uma onda quadrada; representação por diagrama de blocos o sistema de conversão da temperatura de graus Celsius para Fahrenheit; representação por diagrama de blocos de um sistema amortecido de segunda ordem

## 2 Apresentação

O Matlab trata-se de um software voltado para cálculos numéricos no qual os problemas e as soluções são expressos na forma matemática, ponto diferencial, pois os programas geralmente resolvem tais problemas através de programação tradicional. O Matlab integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos.

O programa dispõe de diversas extensões (chamadas toolboxes ou blocksets). Além dos módulos adicionais, o Matlab conta com o Simulink, um ambiente de simulação baseado em diagrama de blocos e plataforma para Model-Based Design. O Simulink é uma ferramenta de diagramação gráfica por blocos e bibliotecas customizáveis de blocos. Sendo amplamente usado em teoria de controle e processamento digital de sinais para projeto e simulação. O software oferece alta interação com o resto do ambiente Matlab.

No Simulink os blocos representam operações matemáticas que se chama de funções de transferência. Nos sistemas contínuos, estas relações são obtidas usando-se a transformada de Laplace nas equações. Por isso são utilizados blocos como os integradores e constantes, citados anteriormente.

### 3 Descrição de atividades

Este relatório tem como objetivo, informar ao leitor as atividades executadas em aula prática, estas que por sua vez contribuíram com o aprendizado da disciplina e com a formação acadêmica dos alunos do curso de Engenharia Elétrica e de Engenharia da Computação.

A aula prática realizada, consistiu em uma introdução a ferramenta Simulink contida no software Matlab. Esta ferramenta possui a finalidade de simular, analisar e modelar sistemas dinâmicos com a utilização de diagramas de blocos em sua interface. O simulink é utilizado para o auxílio de diversas áreas, tendo um destaque principal para a área de elétrica e computação, contribuindo com a solução de problemas que envolvam processamento digital de sinais, a teoria de controle e até na área de inteligência artificial.

Esta ferramenta pode ser utilizado para solução de problemas que envolvam sistemas lineares ou não, contínuos no tempo ou discretos. Esta ferramenta possui a forma de modelagem em blocos, já existindo uma biblioteca de blocos com comandos pré-definidos, também consta com ferramentas que auxiliem a visualização do comportamento do sistema, o que é o caso da ferramenta Scope, que simula o gráfico do sinal que poderia ser lido através de um osciloscópio.

As atividades envolvidas na prática, consistiram em três procedimentos, os procedimentos serão descritos neste capítulo, os diagramas resultantes e os gráficos obtidos serão exibidos a seguir.

No primeiro procedimento, foi solicitado a abertura do software Matlab e em seguida a ferramenta Simulink, esta atividade consistiu em uma introdução do software e a inserção dos conceitos de funcionamento do mesmo. Nesta etapa foi requisitado a criação de um modelo de blocos que continha uma entrada de sinal de onda quadrada aplicado em um amplificador de ganho dois e uma ferramenta de leitura do sinal resultante o Scope.

No segundo procedimento, foi solicitado a representação do diagrama de blocos para um sistema que converta a temperatura de graus Celsius para Fahrenheit, isto com uma função de transferência já informada anteriormente, esta é apresentada a seguir. Também foi solicitado que fosse aplicado a função rampa como entrada para o sistema e comparar o sinal de entrada com o de saída e confirmar se a função de transferência foi implementada de forma correta.

$$T_f = 9 * \frac{T_c}{5} + 32 \quad (1)$$

No terceiro procedimento, foi solicitado a representação de um sistema amortecido de segunda ordem, por diagrama de blocos. O mesmo possuía características de massa, constante elástica, constante de amortecimento e condições iniciais predefinidas que por consequência resultavam em uma equação ordinária de segunda ordem, essas características e a equação resultante será exibida a seguir:

$$m = 5kg \quad (2)$$

$$c = 1 \frac{Ns}{m} \quad (3)$$

$$K = 2 \frac{N}{m} \quad (4)$$

$$x(0) = 1m \quad (5)$$

$$x'(0) = 0 \quad (6)$$

$$x'' = -0,2x' - 0,4x \quad (7)$$

A imagem a seguir ilustra o sistema massa mola no qual a equação diferencial modela com as características informadas anteriormente.



Figura 1: Diagrama de blocos do procedimento 1.

## 4 Análise dos Resultados

### 4.1 Procedimento 1

Como resultado do procedimento 1 (Figura 2), a ferramenta simulink gerou um gráfico de onda quadrada amplificada de ganho 2, como mostra a Figura 3.



Figura 2: Diagrama de blocos do procedimento 1.



Figura 3: Gráfico de saída de onda do procedimento 1.

### 4.2 Procedimento 2

No procedimento 2 (Figura 4) utilizou-se a função rampa como sinal de entrada pois o procedimento é um sistema de primeira ordem. Quando simulado apenas o sinal da rampa observa-se uma reta linear com início no ponto 0, como pode-se ver na Figura 5.

A partir da implementação do modelo de função transferência representado no procedimento 2, equação (1), tem-se um gráfico ainda linear porém com início no ponto 32, o que já era esperado, pois toda vez que a entrada da função for zero a saída tem que ser 32, ou seja, quando a temperatura em



graus Celsius for 0 a temperatura em Fahrenheit necessariamente tem que ser 32, Figura 6.



Figura 4: Diagrama de blocos do procedimento 2.



Figura 5: Gráfico da função rampa de entrada do sistema do procedimento 2.



Figura 6: Gráfico do sinal de saída dos sistema do procedimento 2.

### 4.3 Procedimento 3

No procedimento 3 (Figura 7), pede-se para modelar um diagrama de blocos cuja o somatório das forças resultantes leva a uma equação de segunda ordem, como mostra a equação (7). Percebe-se que resposta obtida a partir do gráfico implementado pela equação modelada do sistema é coerente pois a posição do gráfico sai do deslocamento pré estabelecido e descrece até que sua velocidade seja zero, assim como seu deslocamento, como mostra a Figura 8.

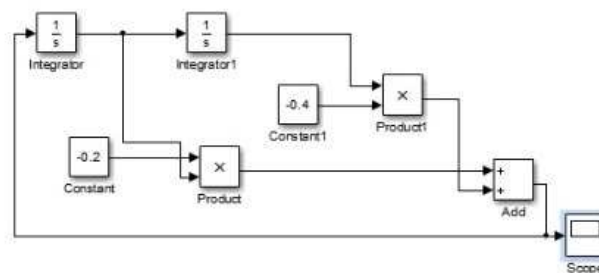


Figura 7: Diagrama de blocos do procedimento 3.

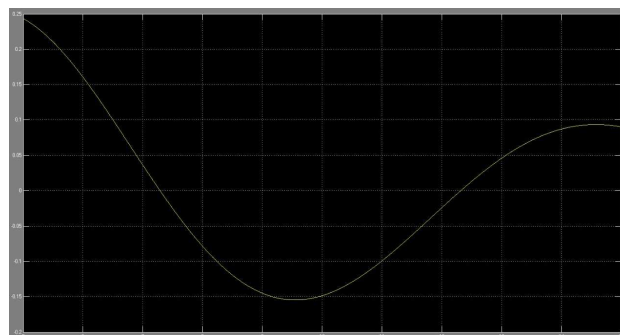


Figura 8: Gráfico do sinal de saída dos sistema do procedimento 3.

## 5 Trabalhos Futuros

O Simulink é uma ferramenta que permite analisar diversos tipos de sistemas, desde funções simples como demonstradas no procedimento 1 ou plotagem de ondas senoidais, até situações reais como análise do crescimento de bactérias ou descrição de sistemas massa-mola (procedimento 3). Seja o sistema contínuo e linear, contínuo não-linear ou discretos no tempo, se faz necessário o uso de funções para descrevê-los. Logo por meio deste trabalho fica evidente que a metodologia de montagem dos diagramas e de resolução dos problemas, pode ser ampliada para simular sistemas contínuos não-lineares e sistemas discretos no tempo.

## Bibliografia

Ferramenta Simulink, acessado em <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> no dia 23 de abril de 2019.

Mini curso de Simulink, agosto de 2009, acessado em [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4306246/mod\\_resource/content/1/Curso%20Simulink.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4306246/mod_resource/content/1/Curso%20Simulink.pdf) no dia 24 de abril de 2019.