

Prof. Guilherme Fróes Silva
guilherme.froes@pucrs.br

Experiência 1 - Representação de Sinais e Sistemas

Data de Entrega: 12.04.2018

Observações

Esta é uma atividade em Grupos, **de dois a três alunos**, e para que seja considerado entregue, vocês deverão:

1. Apresentar a experiência ao Professor, que questionará sobre o que foi feito e sobre a avaliação dos resultados.
2. Entregar um Relatório, descrito na Seção 4, por e-mail.

IMPORTANTE: Apresente o trabalho (e entregue o relatório) para o Professor até a data estipulada. Trabalhos com até uma semana de atraso terão peso 7/10 e duas semanas 5/10, conforme Tabela 1. Trabalhos com três ou mais semanas de atraso **não serão avaliados**.

Objetivos

A Experiência 1 tem por objetivo:

- Familiarizar o aluno com o Matlab, mostrando como ele pode ser utilizado para descrever um sinal linear por partes.
- Familiarizar o aluno com o uso de Geradores de Sinais, gerando um sinal com as mesmas propriedades do sinal criado com o Matlab.
- Ler arquivos CSV, gerados pelo Osciloscópio, com o Matlab.
- Fazer uma comparação entre sinais simulados pelo Matlab e sinais gerados no Gerador de Sinais e tecer comentários sobre as diferenças.

1 Teoria

O sinal mais elementar da disciplina de Sinais e Sistemas é a função degrau (*step*) $u(t)$, definida por partes

$$u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Este sinal funciona como um interruptor, isto é, “ligando” ou “desligando” um sinal em uma dada expressão. A implementação deste sinal no Matlab pode ser feita de várias maneiras. Por exemplo, podemos criar este sinal usando operações booleanas ($>$, $<$, $>=$, $<=$ ou $==$):

```
ts = 0.001;
t = -10:ts:10-ts;
ut = (t>=0);
plot(t,ut);
```

De maneira análoga, o sinal $u(t-a)$ pode ser descrito como $ut = (t \geq a)$ e o sinal $u(-(t-a))$ pode ser gerado com $ut = (t \leq a)$. Assim, podemos gerar o sinal

$$x(t) = t[u(t) - u(t-3)] + (6-t)[u(t-3) - u(t-6)] \quad (2)$$

que representa um ciclo de um sinal triangular.

No Matlab, o código abaixo gera este sinal:

```
ts = 0.001;
t = -10:ts:10-ts;
xt = t.*[(t>0)-(t>3)] + (6 - t).*[(t>3)-(t>6)];
plot(t,xt)
grid
```

1.1 Sinais Senoidais

Uma senoide pode ser definida por

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi) \quad (3)$$

onde A é a amplitude do sinal, ω [rad/s] é a sua frequência angular e ϕ é a sua fase. Lembrando que

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (4)$$

onde T é o período e f [Hz] é a frequência normal.

A criação de sinais senoidais no Matlab é muito simples e o código abaixo exemplifica a criação de um sinal

$$x(t) = \text{sen}(t) \quad (5)$$

```
%% parametros do sinal
A = 1;           % amplitude
w = 1;           % frequencia angular em rad/s
phi = 0;         % sem atraso de fase

%% geracao do vetor de tempo
ts = 0.001;      % periodo de amostragem
n = 2;           % numero de ciclos na linha de tempo
T = (2*pi)/w;    % periodo do sinal
t = 0:ts:n*T;    % linha do tempo
xt = A.*sin(w*t + phi); % gerando um simples sinal sinoidal
plot(t,xt)       % plota xt sobre t
grid             % mostra linhas de grade no grafico
```

1.2 Lendo arquivos CSV no Matlab

Arquivos de “valores separados por vírgula” ou *comma-separated values* (CSV) são geralmente arquivos de uma coluna e varias linhas onde cada linha possui valores (neste caso, numéricos) separados por vírgula. No Matlab, estes arquivos podem ser lidos diretamente pela função `csvread(filename, R1, R2)`, onde R1 e R2 definem o *offset* do começo da leitura. `filename` é o caminho (*relativo*) para o arquivo

Exemplo, queremos ler o arquivo “*dados.csv*”:

```
dados = csvread('dados.csv', 2, 0); % lê a partir da linha 2
t = dados(:,1);                      % t recebe todas as linhas
                                      % da coluna 1
v = dados(:,2);
plot(t,v); grid;
```

2 Material Necessário

Para gerar sinais, adquiri-los e compará-los com os sinais criados pelo Matlab, precisaremos de:

- 1 Osciloscópio (apenas um cabo para canal);
- 1 Gerador de Sinais.

3 Tarefas

Nosso objetivo é simular sinais (funções) no Matlab, gerá-los num Gerador de Sinais e comentar a diferença dos resultados.

Primeiro Passo (1.0pts)

Seguir o exemplo da Seção 1.1 para criar um sinal senoidal com frequência $f = 2kHz$, amplitude igual a 5 volts e fase igual a 0. Plotar o sinal contra um vetor de tempo onde caibam exatamente 5 ciclos do sinal. Dar título e nome dos eixos à figura.

Segundo Passo (3.0pts)

- Ligar o Gerador de Sinais e o Osciloscópio na tomada, atentando para utilizar o cabo de força branco para o Osciloscópio (sem o pino de terra);
- Ligue o Osciloscópio e conecte a ponteira do Canal 1 à ponteira *Output* do Gerador de Sinais. Atente para os polos positivo (cabo vermelho) e negativo (cabo preto);
- No Gerador de Sinais:

- Selecione uma onda senoidal (em *Waveforms*), de $10V_{pp}$ (pico-a-pico) e frequência de $2kHz$ (em *Parameters*);
- Ative *Output On*, no menu “*Channel*”.
- No Osciloscópio:
 - Ajuste o sinal no Osciloscópio, utilizando os *dials Horizontal* e *Vertical*, até que o sinal esteja visível e parado na tela. Devemos deixar o sinal extremamente parecido com o *plot* do Matlab;
 - Selecione a medida de tensão pico-a-pico do Canal 1 (em *Measure*);
 - Insira um *Dispositivo USB* na entrada frontal do Osciloscópio;
 - No botão “*Save/Recall*”, selecione “CSV” como o modo de armazenamento e ative o salvamento de parâmetros (“*Salvar Parâm*”). Selecione “*Externo*” e crie um arquivo (“*Novo arq*”). Após nomeá-lo, selecione “*Salva*”.
 - Salve também uma imagem da tela do Osciloscópio contendo medidas importantes.
- Você deve possuir um arquivo “CSV” e um “TXT” de mesmo nome no seu Dispositivo USB. Para abrir o arquivo no Matlab, seguiremos a Seção 1.2.
- Plote, no Matlab, os dados coletados do arquivo CSV e compare com o sinal simulado pelo Matlab no Primeiro Passo. Plote os dois sinais no mesmo gráfico e o erro (diferença) dos sinais em uma janela separada.

Terceiro Passo (3.0pts)

Repita os passos Primeiro e Segundo para uma onda senoidal com os seguintes parâmetros:

- Frequência $f = 2kHz$
- Amplitude $2V_{pp}$
- Fase $\phi = 0$

Quarto Passo (3.0pts)

Repita os passos Primeiro e Segundo para uma onda quadrada com os seguintes parâmetros:

- Frequência $f = 1kHz$
- Amplitude $1V_{pp}$
- Fase $\phi = 0$

Dicas

Consulte a ajuda do Matlab para tirar dúvidas quanto as funções. Consulte os Manuais dos Equipamentos utilizados para instruções mais detalhadas de como salvar arquivos CSV em Dispositivos USB.

4 Relatório

Modelos disponíveis no site¹ do Professor, nos formatos L^AT_EX e Word (.docx).

O Relatório deve conter, obrigatoriamente:

1. Descrição passo-a-passo da execução do experimento.
2. Resposta para cada uma das perguntas (perguntas devem ser explicitadas).

4.1 Perguntas

1. O que podemos notar de diferença entre os sinais gerados pelo Gerador de Sinais e simulados pelo Matlab?
2. Qual o impacto do período de amostragem t_s na simulação do sinal pelo Matlab?
3. No Terceiro Passo, a única alteração no sinal foi sua amplitude. O que isso acarretou?
4. Quanto ao Quarto Passo, no que diferem os erros entre sinal simulado e gerado quando comparado com os erros dos Passos anteriores? Qual sua explicação para essa diferença?

5 Avaliação

A avaliação desta experiência considerará os descontos por atrasos previstos na Tabela 1. **Relatórios com 3 semanas de atraso não serão aceitos.**

Tabela 1: Descontos por Atraso na Entrega do Relatório.

Data	Peso
Dia da Entrega	100%
1 Semana de Atraso	70%
2 Semanas de Atraso	50%
3 (ou mais) Semanas de Atraso	0%

¹<https://guilhermefroes.github.io/labControle>

Referências

- [1] OGATA, K. “Engenharia de controle moderno,” Prentice Hall, disponível na biblioteca central da PUCRS.
- [2] NISE, N.S. “Engenharia de sistemas de controle,” LTC, disponível na biblioteca central da PUCRS.
- [3] DORF, R.C. “Sistemas de controle modernos” LTC, disponível na biblioteca central da PUCRS.
- [4] “Manuais dos Equipamentos do Laboratório de Ensino de Eletrônica”, disponíveis em <http://www.politecnica.pucrs.br/laboratorios/lee/>