

Sinais e Sistemas

Laboratório – Transformada de Laplace

Objetivo e Procedimento

Neste laboratório, realizaremos algumas operações básicas no OCTAVE, SCILAB ou MATLAB para verificar a relevância da transformada de Laplace para funções no tempo, através da comparação da transformada de Laplace da resposta ao impulso com a trajetória no domínio tempo da mesma resposta.

Os seguintes comandos do OCTAVE, SCILAB ou MATLAB serão usados. Utilizar o "help" para obter informações do emprego de um comando específico.

| | |
|---------|--|
| clf | - Limpa a figura atual. |
| exp | - Exponencial. |
| sin | - Seno. |
| cos | - Cosseno. |
| sinh | - Seno Hiperbólico. |
| cosh | - Cosseno Hiperbólico. |
| Tf | - Cria a função de transferência |
| impulse | - Fornece a resposta ao impulso. |
| plot | - Gera gráfico. |
| hold | - Mantém o gráfico atual. |
| title | - Adiciona Título do gráfico. |
| xlabel | - Adiciona Título do eixo-x (abcissa). |
| ylabel | - Adiciona Título do eixo-y (ordenada). |
| print | - Imprime gráfico ou gráfico em arquivo. |

O uso dos seguintes operadores e/ou símbolos será necessário:

| Operador | Nome | |
|----------|---------------------------|-------|
| + | Soma | arit. |
| - | Subtração | arit. |
| * | Multiplicação de matrizes | arit. |
| .* | Multiplicação de vetores | arit. |
| ^ | Potência de matriz | arit. |
| .^ | Potência de vetor | arit. |
| \ | Divisão à esquerda | |
| / | Divisão à direita | |
| ./ | Divisão vetorial | |
| : | Dois pontos | |
| () | Parênteses | |
| . | Ponto Decimal | |
| ; | ponto e vírgula | |
| % | Comentário | |
| ' | Transposta e citação | |
| = | Atribuição | |

Considerar o seguinte exemplo:

Função no Tempo Transformada de Laplace

$$\frac{e^{-at} - e^{-bt}}{b-a} \quad \frac{1}{(s+a)(s+b)}$$

Criar um arquivo .m chamado "labo1.m" no seu editor. Entre com as seguintes linhas:

```
clf  
a=1;  
b=2;
```

Isto define as constantes "a" e "b". É importante entrar todos os parâmetros antes de tentar usá-los para definir outras variáveis.

A seguir, entrar com a **Função de Transferência** (F.T.) no arquivo "labo1.m". A F.T. é:

$$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$$

Polinômios no OCTAVE, SCILAB ou MATLAB são representados como vetores. Então, se há um polinômio: $a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0$, ele será representado por um vetor de dimensão $(n+1)$, $[a_n, \dots, a_0]$.

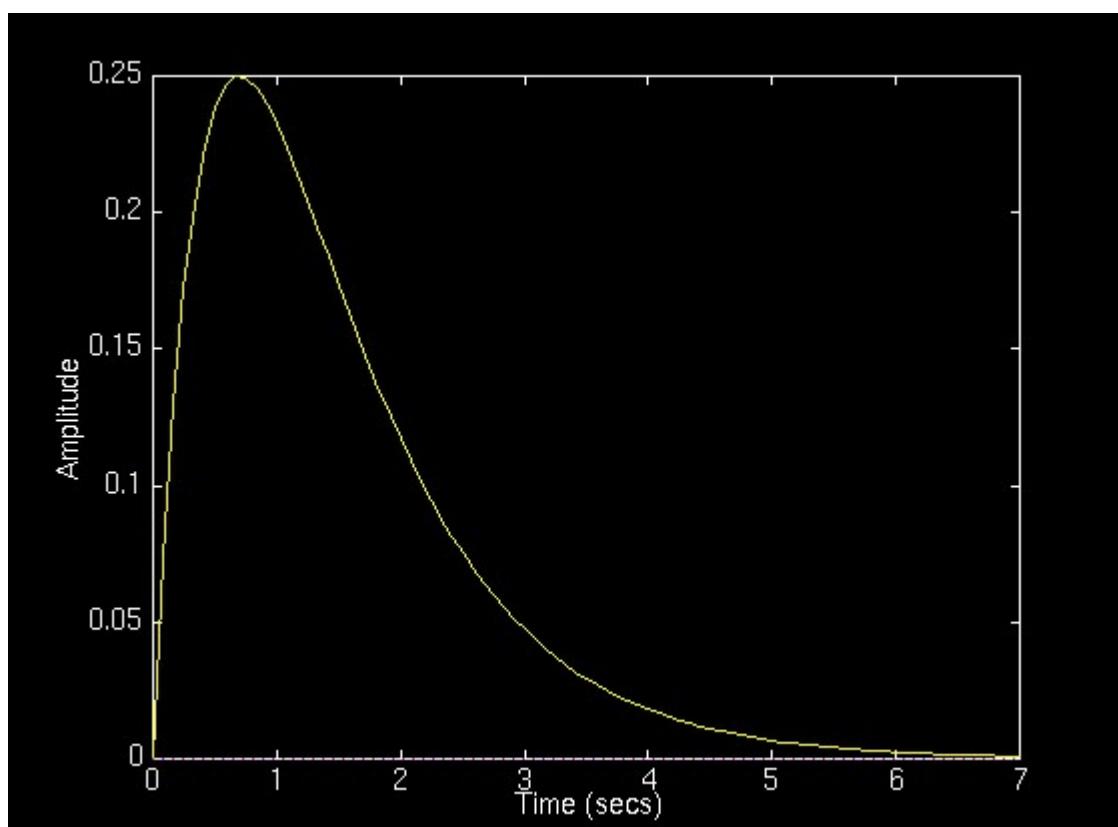
Entrar com o numerador e o denominador no arquivo "labo1.m".

```
num = [1];
den = [1, a + b, a*b];

sis=tf(num,den);
```

Calcular a resposta ao impulso. Na última linha do arquivo, entrar:

```
impulse(sis);
```



A resposta ao impulso foi para 7.0 segundos. E se fosse para 12 segundos ? Voltar ao labo1.m e acima da linha "impulse", e entrar com:

```
t = 0:0.1:12;
```

Modificar o comando impulse para adicionar este vetor tempo,

```
impulse(sis,t)
```

e executar novamente o labo1.m. Verificar como é mostrado a resposta em 12 segundos.

Salvar a saída da resposta ao impulso num vetor y, por exemplo:

```
y = impulse(sis,t);
```

Nenhum gráfico será gerado quando este comando for executado.

"Plotar" o vetor y:

```
plot(t,y)
```

Este "plot" é muito básico. A primeira variável é o eixo horizontal e a segunda variável é o eixo vertical. Para alterar o estilo da linha, empregar uma terceira opção para "plot", por exemplo:

```
plot(t,y,':')
```

Note que os dois pontos está entre apóstrofos e separado dos outros argumentos por vírgula. Verificar a obtenção de uma linha pontilhada. Para torná-la verde use o seguinte "plot":

```
plot(t,y,'g:')
```

Outras opções são:

| | | | |
|---------------|----|----------|---|
| sólida | - | Vermelho | r |
| Tracejada | -- | verde | g |
| pontilhada | : | azul | b |
| ponto e traço | -. | branco | w |

ou tentar

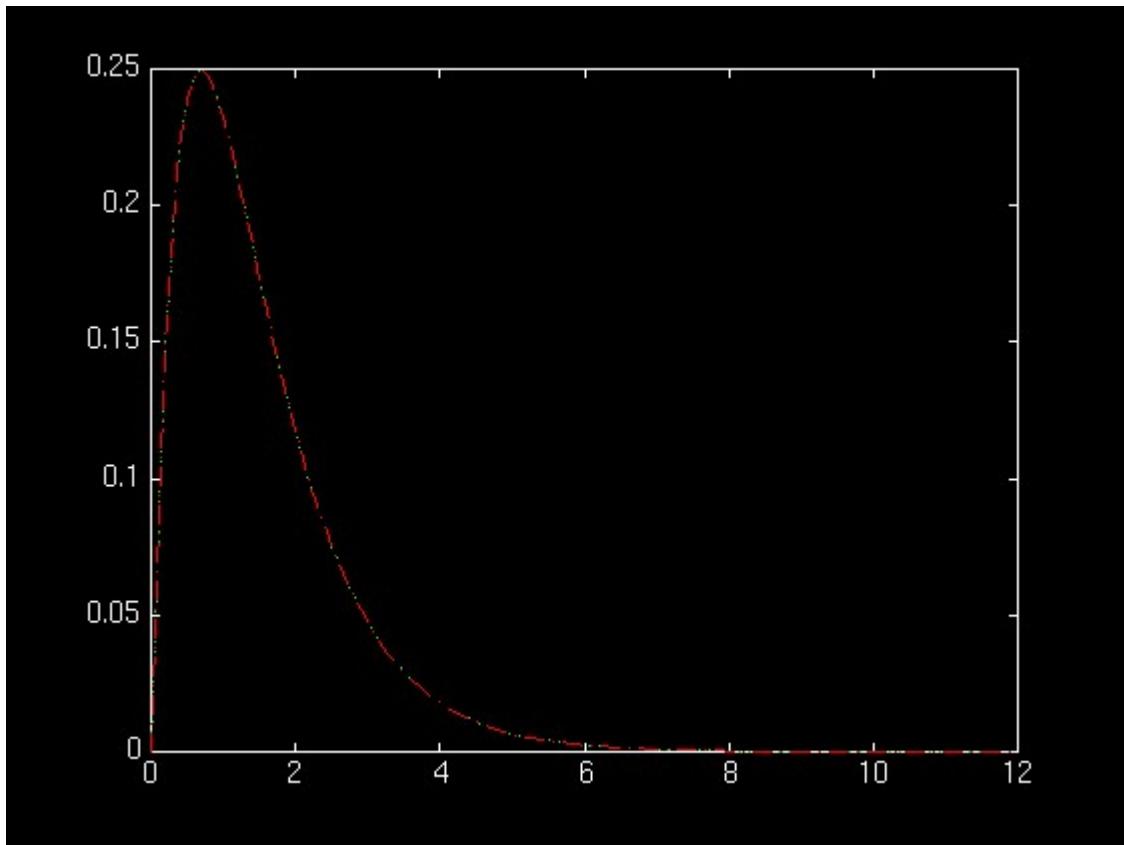
```
help plot
```

para mais informações.

Calcular a função no tempo e compará-la com a resposta ao impulso. Voltar ao labo1.m e adicionar:

```
f=(exp(-a*t)-exp(-b*t))/(b-a);  
hold on  
plot(t,f,'r-.')
```

Então o gráfico será como:



que mostra que a resposta ao impulso coincide com a trajetória da função no tempo, conforme esperado.

Observar que foi empregado o comando "hold on" para fixar vários gráficos na tela.

Depois do comando "plot" no seu labo1.m, para por alguns títulos para o gráfico, adicionar:

```
xlabel('Tempo em segundos');
ylabel('Resposta');
title('Resposta ao impulso e trajetória da função no tempo');
```

Ver como ficou o gráfico.

Exercícios

Para cada item, deve ser obtido a transformada de Laplace das funções no tempo:

| Item | Funções no tempo |
|------|------------------|
|------|------------------|

1 $t, (1-e^{-at})/a, \operatorname{senh}(at)$

2 $t^{(n-1)}, \cos(wt), e^{(-at)} \sin(wt)$

3 $e^{(-at)}, te^{(-at)}, e^{(-at)} \cos(wt)$

O aluno deverá atribuir valores para a, t e w e gerar as figuras da mesma forma que no último exemplo.