



Trabalho 3

Sinais e Sistemas - ENG1400

Alunos:

Leo Land Bairos Lomardo - 2020201

Lucca Vieira Rocha - 2011342

Professor: Guilherme Torelly

Rio de Janeiro, RJ

Novembro, 2023

Período 2023.2

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Desenvolvimento	4
2.1	Gráficos	4
2.2	Energia	6
2.3	Aletaração no sinal	6
3	Código MATLAB	8
4	Conclusão	12
5	Referências	13

Lista de Figuras

1	Sinal $f_1(t)$	4
2	Transformada de fourier do sinal $f_1(t)$	4
3	Sinal $f_2(t)$	4
4	Transformada de fourier do sinal $f_2(t)$	5
5	Sinal $f_3(t)$	5
6	Transformada de fourier do sinal $f_3(t)$	5
7	$f_1(t)$ modificado	7
8	$f_2(t)$ modificado	7
9	$f_3(t)$ modificado	7

1 Introdução

Nesse projeto iremos trabalhar com alguns diferentes tipos de sinais periódicos e suas respectivas transformadas de fourier. Os sinais a serem estudados serão os listados abaixo:

$$f_1(t) = \sum \sin(kt\pi), \quad k = 10, 50, 100, 500, 1000 \quad (1)$$

$$f_2(t) = \begin{cases} 5t & \text{se } 0 \leq t \leq 2 \\ 10 & \text{se } 2 \leq t \leq 4 \\ -10(t-4) & \text{se } 4 \leq t \leq 5 \\ 0 & \text{se } 5 \leq t \leq 6 \end{cases} \text{(Periódica, Período Fundamental = 6s)} \quad (2)$$

$$f_3(t) = \begin{cases} 7.5 & \text{se } 0 \leq t < 10^{-3} \\ 2.5 & \text{se } 10^{-3} \leq t < 2 \times 10^{-3} \end{cases} \text{(Periódica, Período Fundamental = 2ms)} \quad (3)$$

2 Desenvolvimento

2.1 Gráficos

Abaixo serão apresentados o gráfico de cada uma dos sinais acima em função do tempo

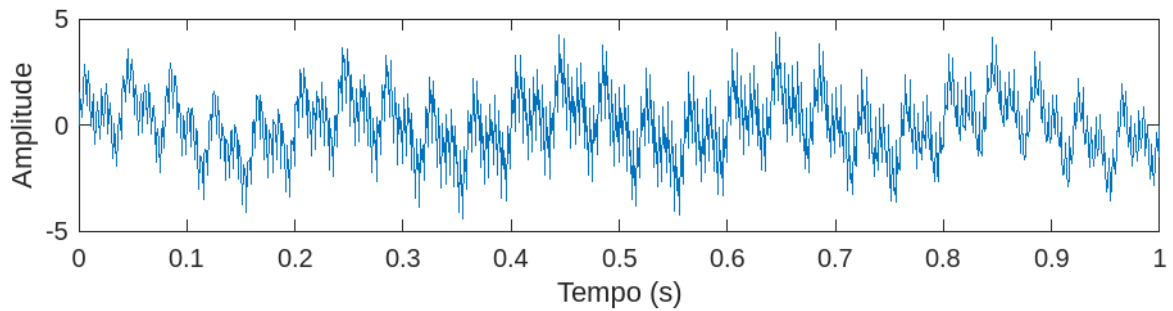


Figura 1: Sinal $f_1(t)$

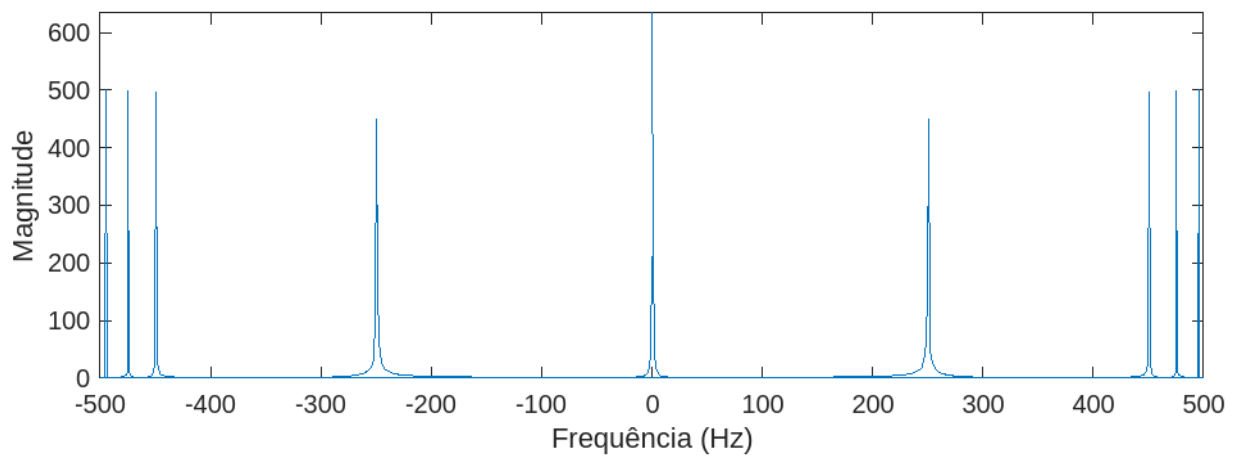


Figura 2: Transformada de fourier do sinal $f_1(t)$

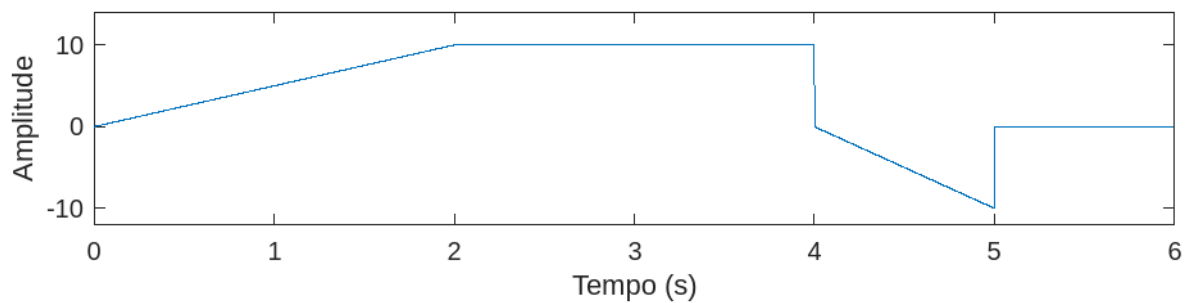


Figura 3: Sinal $f_2(t)$

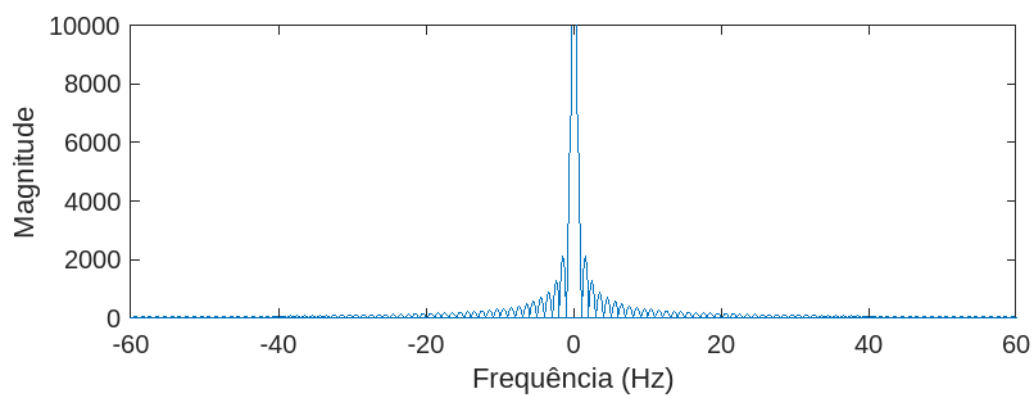


Figura 4: Transformada de fourier do sinal $f_2(t)$

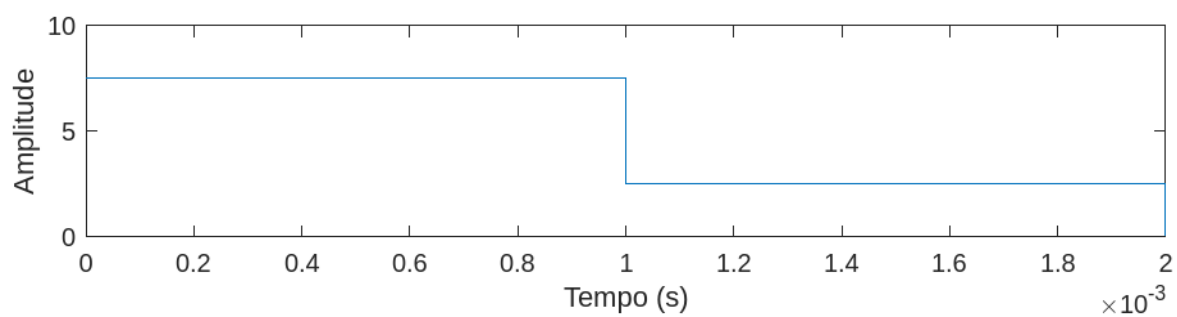


Figura 5: Sinal $f_3(t)$

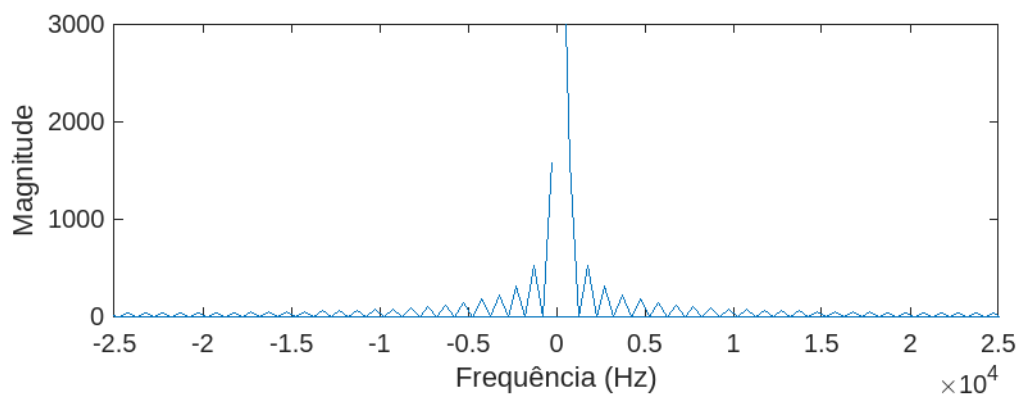


Figura 6: Transformada de fourier do sinal $f_3(t)$

2.2 Energia

Como os sinais acima são periódicos e infinitos, calculamos a energia de cada um dos sinais acima utilizando a seguinte equação que calcula a energia média por período:

- Para sinais contínuos:

$$E = \frac{1}{T} \int_T |x(t)|^2 dt$$

- Para sinais Discretos:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2$$

Aplicando essa equação para cada um dos sinais acima obtemos os seguintes valores:

- Energia $f_1(t) = 2.5$
- Energia $f_2(t) = 50.0$
- Energia $f_3(t) = 31.3$

2.3 Aletaração no sinal

Nesta etapa iremos analisar como os sinais se modificam se removermos todos os componentes com frequência inferior a 10 Hz. Importante ressaltar, que interpretamos "remover os sinais com frequência inferior a 10 Hz" como igualarmos a 0.

Energia dos sinais

Como explicado acima, ao igualarmos os valores dos sinais com frequência menor que 10 Hz a 0, todos os sinais tiveram sua energia reduzida, alguns de maneira mais drástica que outros. Montamos uma tabela comparando os valores originais com os valores obtidos após o filtro:

	Original	Com Filtragem
Sinal 1	2.5	1.9994
Sinal 2	50.0	1.0131
Sinal 3	31.3	0.0626

Com essa mudança, os gráficos resultantes também ficaram diferentes dos inicialmente mostrados. Segue abaixo os novos gráficos:

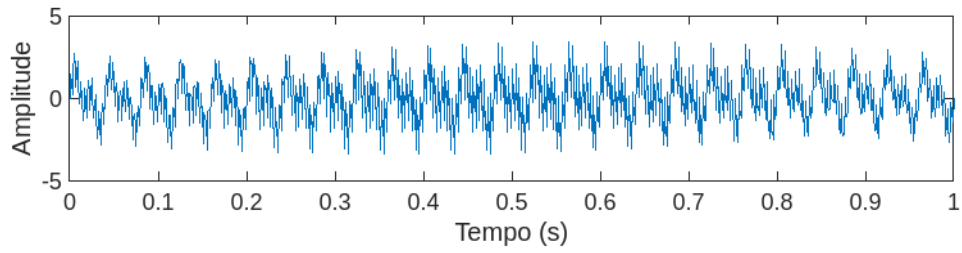


Figura 7: $f_1(t)$ modificado

No primeiro gráfico, não notamos mudanças aparentes no gráfico, isso se mostra também na diferença de energia do sinal, antes e depois do filtro, onde não houve uma diferença tão abrupta.

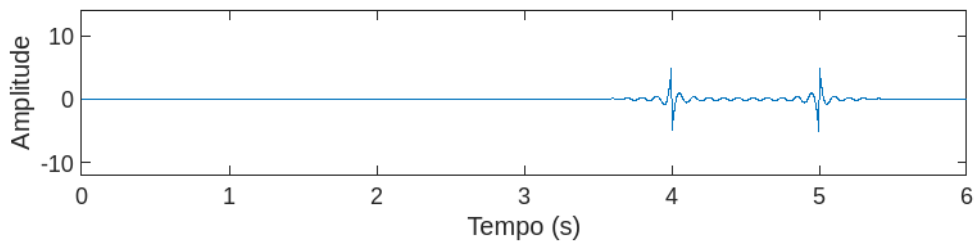


Figura 8: $f_2(t)$ modificado

Já no segundo gráfico, é perceptível a mudança. Com a filtragem do sinal, as transições ficaram mais suaves. Além de é perceptível uma mudança abrupta nos instantes $t = 4$ e $t = 5$, que ainda permaneceram perceptíveis, porém com uma mudança gradual.

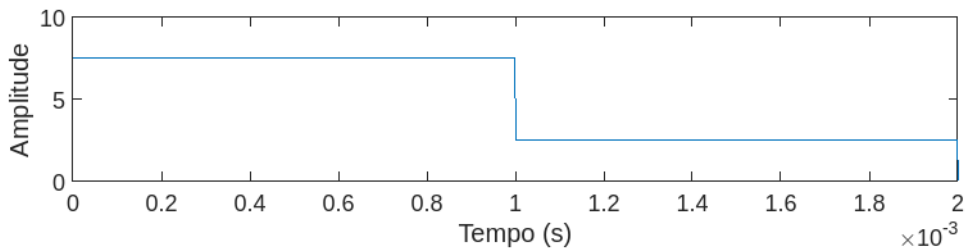


Figura 9: $f_3(t)$ modificado

Assim como no gráfico do primeiro sinal, este também não apresentou mudanças perceptíveis.

3 Código MATLAB

```
1 % Sinal f1(t)
2 t1 = linspace(0, 1, 1000);
3 k_values = [10, 50, 100, 500, 1000];
4 f1_t = sum(sin(k_values.' * pi * t1));
5
6 % Sinal 2: f2(t)
7 t2 = linspace(0, 6, 6000);
8 f2_t = zeros(size(t2));
9
10 for i = 1:length(t2)
11     if t2(i) < 2
12         f2_t(i) = 5 * t2(i);
13     elseif t2(i) >= 2 && t2(i) <= 4
14         f2_t(i) = 10;
15     elseif t2(i) > 4 && t2(i) <= 5
16         f2_t(i) = -10 * (t2(i) - 4);
17     else
18         f2_t(i) = 0;
19     end
20 end
21
22 % Sinal f3(t)
23 t3 = linspace(0, 0.002, 1000);
24 f3_t = zeros(size(t3));
25
26 for i = 1:length(t3)
27     if t3(i) < 1e-3
28         f3_t(i) = 7.5;
29     elseif t3(i) >= 1e-3 && t3(i) < 2e-3
30         f3_t(i) = 2.5;
31     end
32 end
33
34 % Plotagem dos sinais no dominio do tempo
35 figure(1);
36 subplot(3, 1, 1);
37 plot(t1, f1_t);
38 xlabel('Tempo (s)');
39 ylabel('Amplitude');
40 title('Sinal f1(t)');
41
42 subplot(3, 1, 2);
```

```

43 plot(t2, f2_t);
44 xlabel('Tempo (s)');
45 ylabel('Amplitude');
46 title('Sinal f2(t)');
47 ylim([-12, 14]);
48
49 subplot(3, 1, 3);
50 plot(t3, f3_t);
51 xlabel('Tempo (s)');
52 ylabel('Amplitude');
53 title('Sinal f3(t)');
54 ylim([0, 10]);
55
56 % Transformada de Fourier dos Sinais
57 f1_freq = fft(f1_t);
58 f2_freq = fft(f2_t);
59 f3_freq = fft(f3_t);
60
61 % Frequencia Correspondente
62 freq1 = fftshift(linspace(-1/(2*(t1(2)-t1(1))), 1/(2*(t1(2)-t1
    (1))), length(t1)));
63 freq2 = fftshift(linspace(-1/(2*(t2(2)-t2(1))), 1/(2*(t2(2)-t2
    (1))), length(t2)));
64 freq3 = fftshift(linspace(-1/(2*(t3(2)-t3(1))), 1/(2*(t3(2)-t3
    (1))), length(t3)));
65
66 % Transformada de Fourier de f1(t)
67 figure(2);
68 subplot(2, 1, 1);
69 plot(freq1, abs(fftshift(f1_freq)));
70 xlabel('Frequencia (Hz)');
71 ylabel('Magnitude');
72 title('Transformada de Fourier de f1(t)');
73 xlim([-600, 600]);
74 ylim([0, 100]);
75
76 % Transformada de Fourier de f2(t)
77 subplot(2, 1, 2);
78 plot(freq2, abs(f2_freq));
79 xlabel('Frequencia (Hz)');
80 ylabel('Magnitude');
81 %title('Transformada de Fourier de f2(t)');
82 xlim([-60, 60]);
83 ylim([0, 10000]);
84

```

```

85 % Transformada de Fourier de f3(t)
86 figure(3);
87 subplot(2, 1, 1);
88 plot(freq3, abs(f3_freq));
89 xlabel('Frequencia (Hz)');
90 ylabel('Magnitude');
91 %title('Transformada de Fourier de f3(t)');
92 xlim([-25000, 25000]);
93 ylim([0, 3000]);
94
95 %Energia dos sinais
96 EnergiaF1 = ((t1(2)-t1(1))/1) * sum(abs(f1_t).^2);
97 EnergiaF2 = ((t2(2)-t2(1))/6) * sum(abs(f2_t).^2);
98 EnergiaF3 = ((t3(2)-t3(1))/0.002) * sum(abs(f3_t).^2);
99
100 f1_freq(abs(freq1)<10) = 0;
101 f2_freq(abs(freq2)<10) = 0;
102 f3_freq(abs(freq3)<10) = 0;
103
104 f1mod = ifft(f1_freq);
105 f2mod = ifft(f2_freq);
106 f3mod = ifft(f3_freq);
107
108 figure(4);
109 subplot(3, 1, 1);
110 plot(t1, real(f1mod));
111 xlabel('Tempo (s)');
112 ylabel('Amplitude');
113
114 subplot(3, 1, 2);
115 plot(t2, real(f2mod));
116 xlabel('Tempo (s)');
117 ylabel('Amplitude');
118 ylim([-12, 14]);
119
120 subplot(3, 1, 3);
121 plot(t3, real(f3mod));
122 xlabel('Tempo (s)');
123 ylabel('Amplitude');
124 ylim([0, 10]);
125
126 %Energia dos Sinais Modificado
127 EnergiaF1_mod = sum(abs(f1mod).^2) * (t1(2) - t1(1) /1);
128 EnergiaF2_mod = sum(abs(f2mod).^2) * (t2(2) - t2(1) /6);
129 EnergiaF3_mod = sum(abs(f3mod).^2) * (t3(2) - t3(1) /0.002);

```

```
130
131
132 disp(['Energia   F1: ' num2str(EnergiaF1)]);
133 disp(['Energia   F2: ' num2str(EnergiaF2)]);
134 disp(['Energia   F3: ' num2str(EnergiaF3)]);
135
136 disp(['Energia Modificada F1: ' num2str(EnergiaF1_mod)]);
137 disp(['Energia Modificada F2: ' num2str(EnergiaF2_mod)]);
138 disp(['Energia Modificada F3: ' num2str(EnergiaF3_mod)]);
```

4 Conclusão

A Transformada de Fourier é então aplicada a cada sinal, proporcionando uma compreensão mais aprofundada de suas componentes de frequência. Os gráficos de magnitude e fase da Transformada de Fourier são apresentados, destacando as características espectrais dos sinais.

Em suma, o trabalho proporciona uma compreensão abrangente e prática de conceitos fundamentais de Sinais e Sistemas, incluindo a aplicação de Transformada de Fourier, análise de energia e manipulação de sinais no domínio da frequência.

5 Referências

- [1] *Documentação LaTeX*. 2023. URL: <https://www.latex-project.org/help/documentation/>.
- [2] *Documentação MATLAB*. 2023. URL: https://www.mathworks.com/help/?s_tid=mlh_sn_help.
- [3] Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky e S. Nawab Hamid. *Signals and Systems*. 2^a ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997. ISBN: 0-13-814757-4.

Também utilizamos a tecnologia ChatGPT para nos auxiliar no desenvolvimento do relatório e do código, sanando dúvidas exclusivamente relacionadas a sintaxe da linguagem do \LaTeX .