



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Santa Catarina

---

Câmpus  
São José

## **Laboratório 01**

Sistemas de comunicação I (COM029007)

**Rhenzo Hideki Silva Kajikawa**

17 de março de 2024

# Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Desenvolvimento .....</b>	<b>3</b>
2.1. Conceitos teóricos utilizados no relatório .....	3
2.2. Exercício 01 .....	3
2.2.1. Resultados Exercício 01 .....	4
2.3. Exercício 02 .....	7
2.3.1. Resultados Exercício 02 .....	8
2.4. Exercício 03 .....	12
2.4.1. Resultados Exercício 03 .....	13
<b>3. Conclusão .....</b>	<b>18</b>

# 1. Introdução

Este laboratório tem como objetivo revisar os conceitos de sinais de espectro. Tem-se como objetivo de entender e analisar os sinais nos domínios do tempo e frequência.

Nos exercícios apresentados foram apresentadas ideias de composição e manipulação de sinais, mudança de domínios do tempo e da frequência, e a utilização de filtros ideais e reais para a recuperação dos sinais originais.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1. Conceitos teóricos utilizados no relatório

A utilização de conceitos básicos de sinais e sistemas, utilizando sistemas lineares e invariantes no tempo. A análise de sinais tanto no domínio do tempo quanto na frequência e as suas devidas manipulações.

A aplicação da Transformada de Fourier permite a análise de sinais no domínio da frequência, decompondo um sinal em suas componentes de frequência e possibilitando a compreensão da distribuição espectral do sinal.

A autocorrelação desempenha um papel na análise ao identificar padrões temporais e calcular a similaridade entre diferentes partes do sinal.

Os filtros são utilizados para observar características e aplicações dos sinais, modificando suas características, atenuando certas frequências ou realçando outras.

### 2.2. Exercício 01

Comando da questão:

1. Gerar um sinal  $s(t)$  composto pela somatória de 3 senos com amplitudes de 6V, 2V e 4V e frequências de 1, 3 e 5 kHz, respectivamente.
2. Plotar em uma figura os três cossenos e o sinal 's' no domínio do tempo e da frequência.
3. Utilizando a função 'norm', determine a potência média do sinal 's'.
4. Utilizando a função 'pwelch', plote a Densidade Espectral de Potência do sinal 's'.

### 2.2.1. Resultados Exercício 01

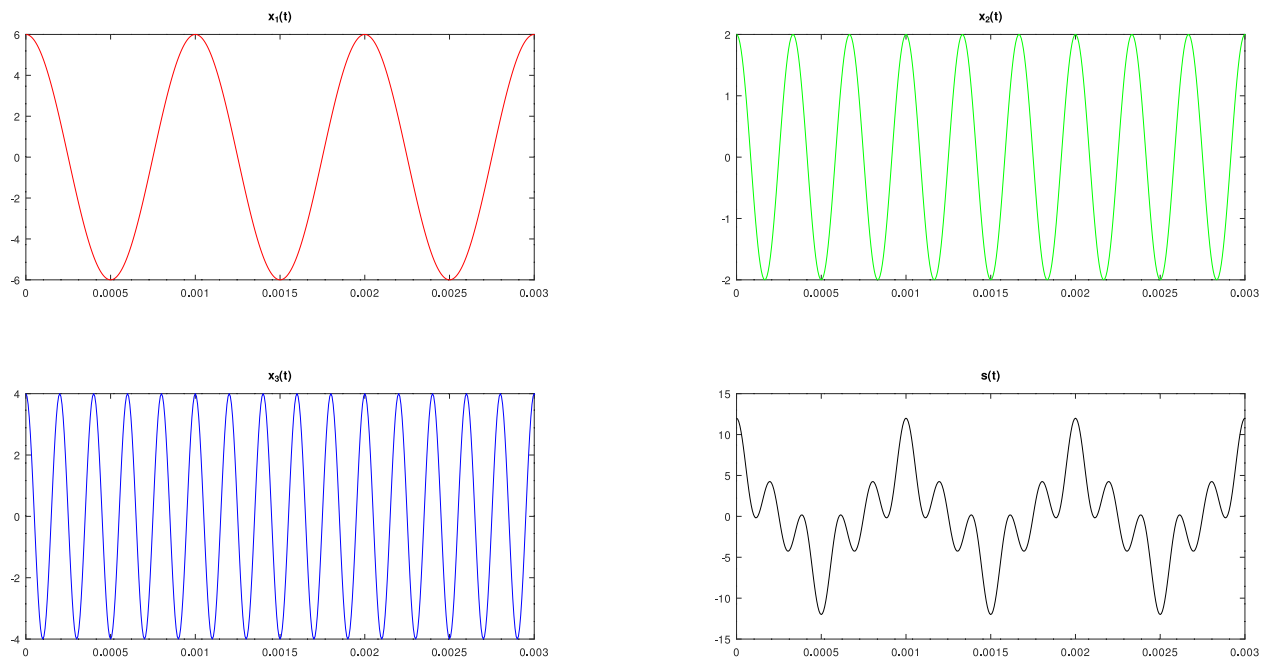


Figura 1: Sinais gerados no dominio do tempo

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 1 são apresentados os 4 gráficos que foram pedidos pela questão. Estes estão sendo apresentados no dominio do tempo. Os graficos são cossenos de 6V , 2V e 4V e frequências de 1 , 3 e 5 kHz , respectivamente, além do sinal  $s(t)$  que foi gerado a partir da soma dos 3 cossenos anteriores

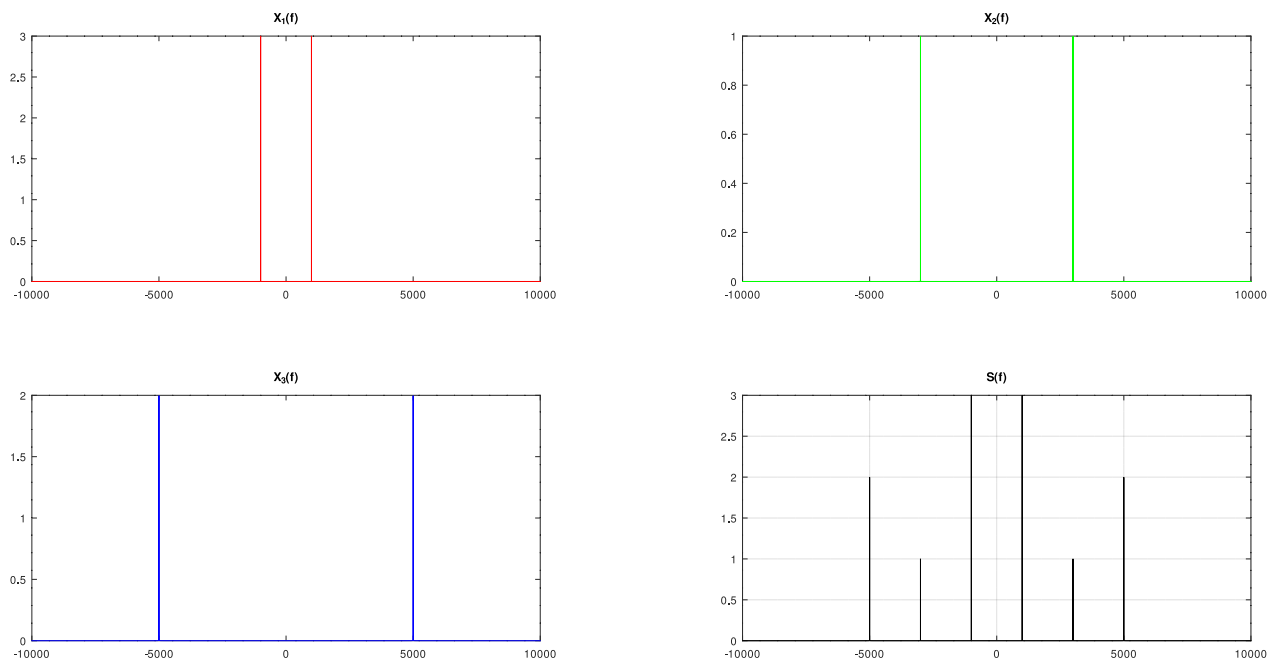


Figura 2: Sinais gerados no domínio da frequência

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 2 são apresentados os 4 sinais anteriores da Figura 1 , porém agora foram apresentados no domínio da frequência. É possível ver de forma mais clara que o 4 sinal ( $s(t)$ ) é o resultado da soma dos outros 3 sinais ,apenas analisando as componentes da frequência.

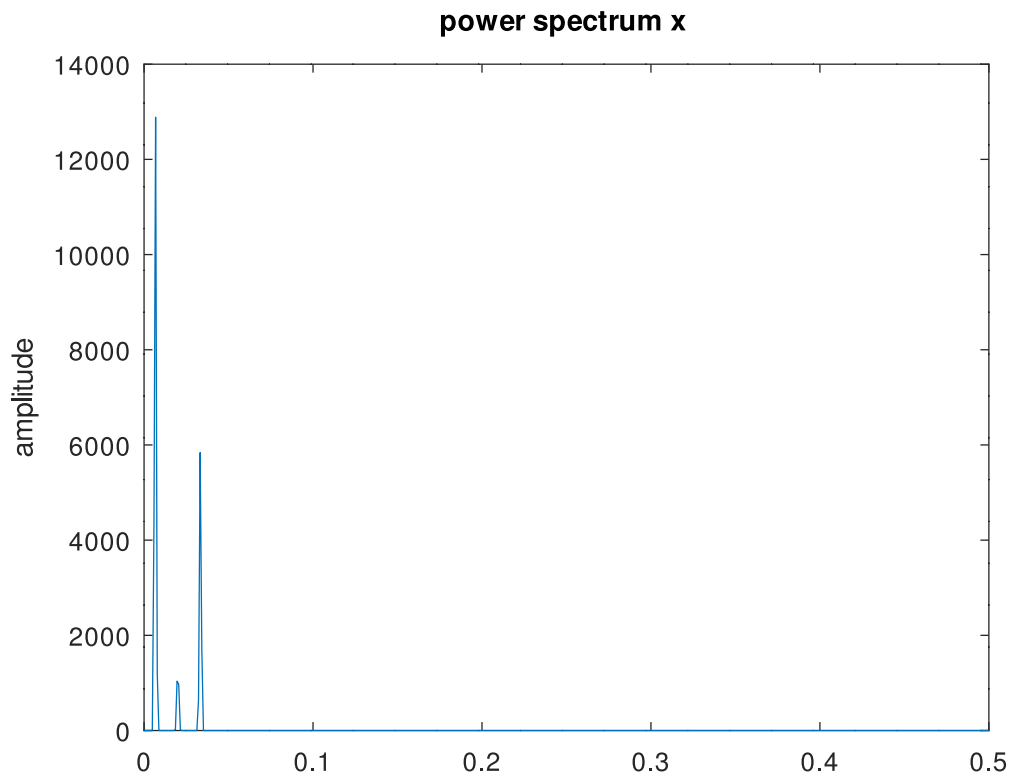


Figura 3: Sinais gerados com a função pwelch

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 3 mostra o resultado da função pwelch, esta que retorna a densidade espectral de potência do sinal. Assim mostrando onde está a distribuição de energia do sinais nas frequência.

### 2.3. Exercício 02

1. Gerar um sinal  $s(t)$  composto pela somatória de 3 senos com amplitudes de 5V, 5/3V e 1V e frequências de 1, 3 e 5 kHz, respectivamente.
2. Plotar em uma figura os três cossenos e o sinal 's' no domínio do tempo e da frequência
3. Gerar 3 filtros ideais:
  1. Passa baixa (frequência de corte em 2kHz)
  2. Passa alta (banda de passagem acima de 4kHz)
  3. Passa faixa (banda de passagem entre 2 e 4kHz)
4. Plotar em uma figura a resposta em frequência dos 3 filtros
5. Passar o sinal  $s(t)$  através dos 3 filtros e plotar as saídas, no domínio do tempo e da frequência, para os 3 casos

### 2.3.1. Resultados Exercício 02

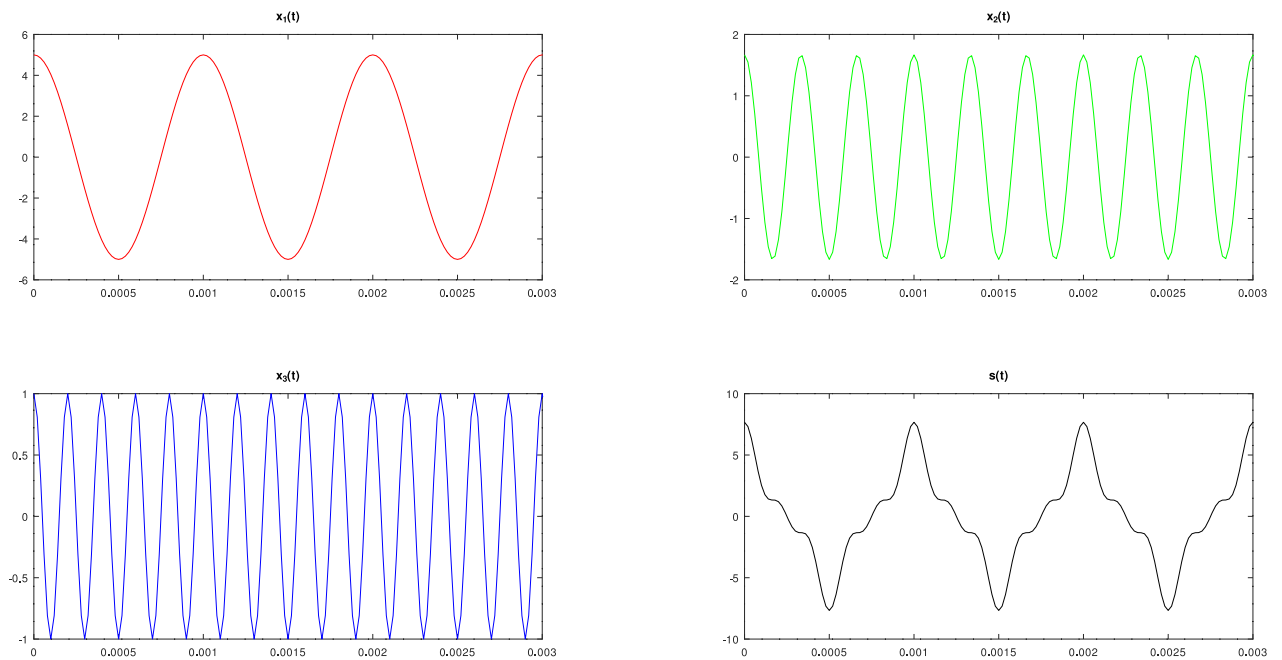


Figura 4: Sinais gerados no dominio do tempo

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 4 são apresentados os 4 gráficos que foram pedidos pela questão. Estes estão sendo apresentados no dominio do tempo. Os graficos são cossenos de 5V ,  $\frac{5}{3}$  V e 1V e frequências de 1 , 3 e 5 kHz , respectivamente, além do sinal  $s(t)$  que foi gerado a partir da soma dos 3 cossenos anteriores



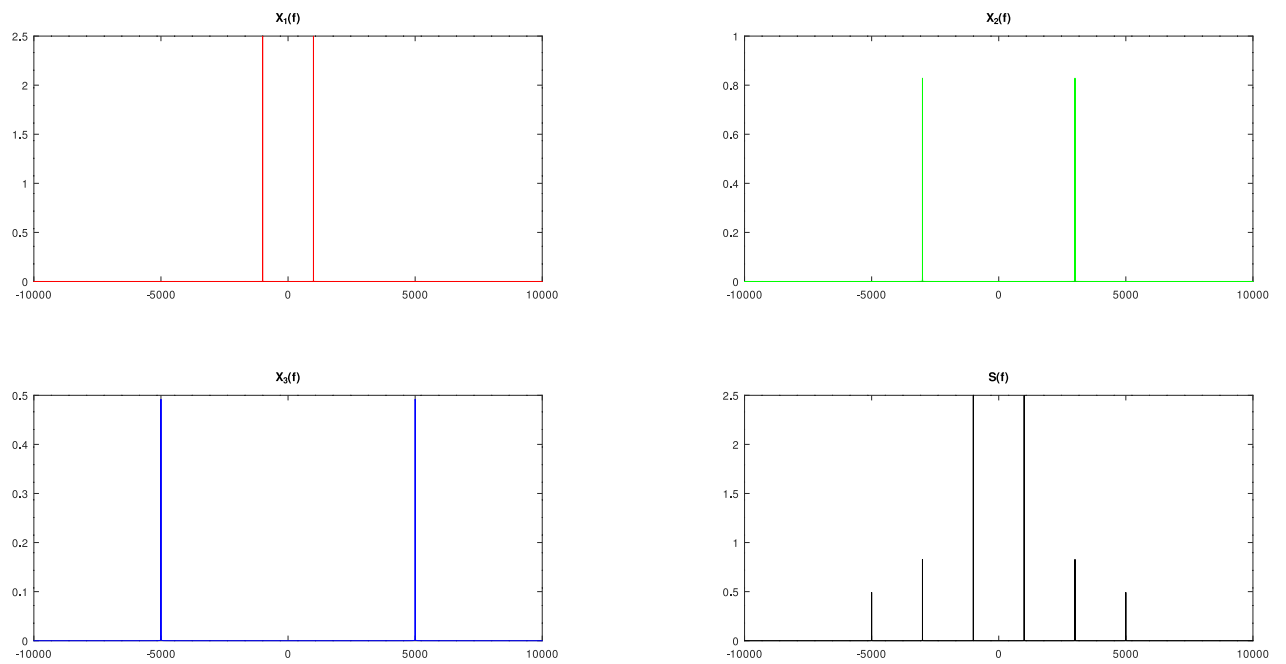


Figura 5: Sinais gerados no dominio da frequência

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 5 são apresentados os 4 sinais anteriores da Figura 4 , porém agora foram apresentados no dominio da frequência. É possível ver de forma mais clara que o 4 sinal ( $s(t)$ ) é o resultado da soma dos outros 3 sinais ,apenas analisando as componentes da frequencia.

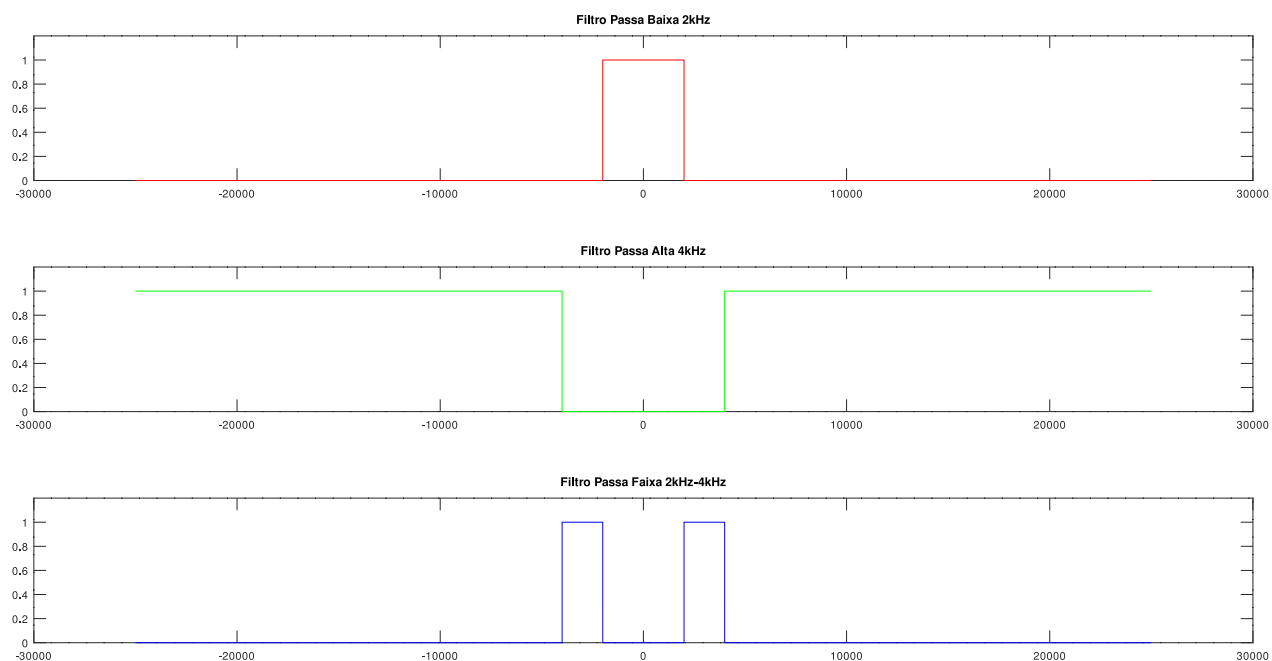


Figura 6: Graficos dos Filtros

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 6 são apresentados 3 filtros , em vermelho um filtro passa baixa de 2kHz , em verde um filto passa alta de 4kHz e por fim em azul um filtro passa faixa de 2 a 4 kHz.

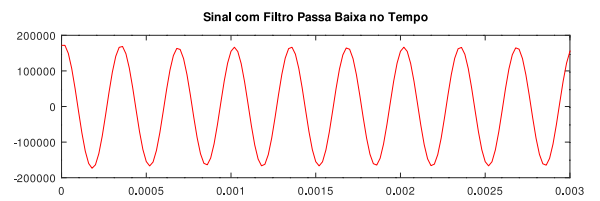
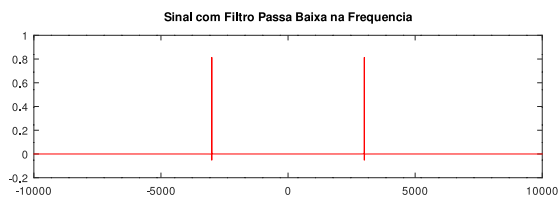
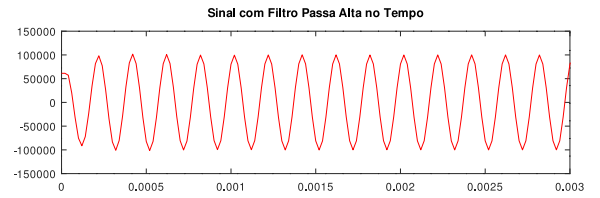
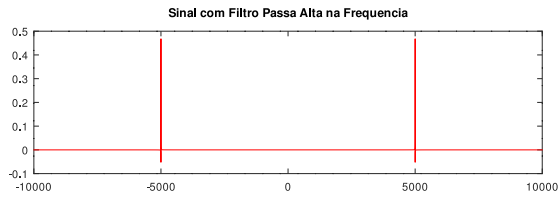
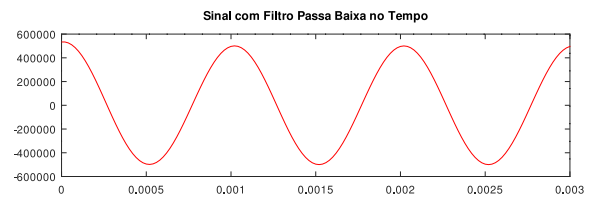
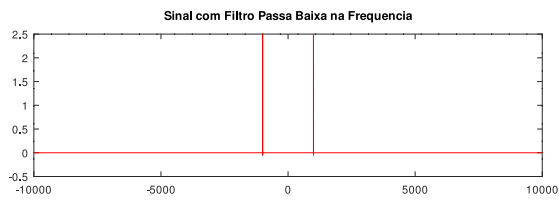


Figura 7: Sinais Filtrados em ambos dominios

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 7 é apresentado o sinal  $s(t)$  filtrado pelos 3 filtros anteriores, cada um sendo mostrado a o resultado no dominio da frequencia a esquerda e no dominio do tempo a direita

## 2.4. Exercício 03

1. Gerar um vetor representando um ruído com distribuição normal utilizando a função 'randn' do matlab. Gere 1 segundo de ruído considerando um tempo de amostragem de 1/10k.
2. Plotar o histograma do ruído para observar a distribuição Gaussiana. Utilizar a função 'histogram'
3. Plotar o ruído no domínio do tempo e da frequência Utilizando a função 'xcorr', plote a função de autocorrelação do ruído.
4. Utilizando a função 'filtro=fir1(50,(1000\*2)/fs)', realize uma operação de filtragem passa baixa do ruído. Para visualizar a resposta em frequência do filtro projetado, utilize a função 'freqz'.
5. Plote, no domínio do tempo e da frequência, a saída do filtro e o histograma do sinal filtrado

### 2.4.1. Resultados Exercício 03

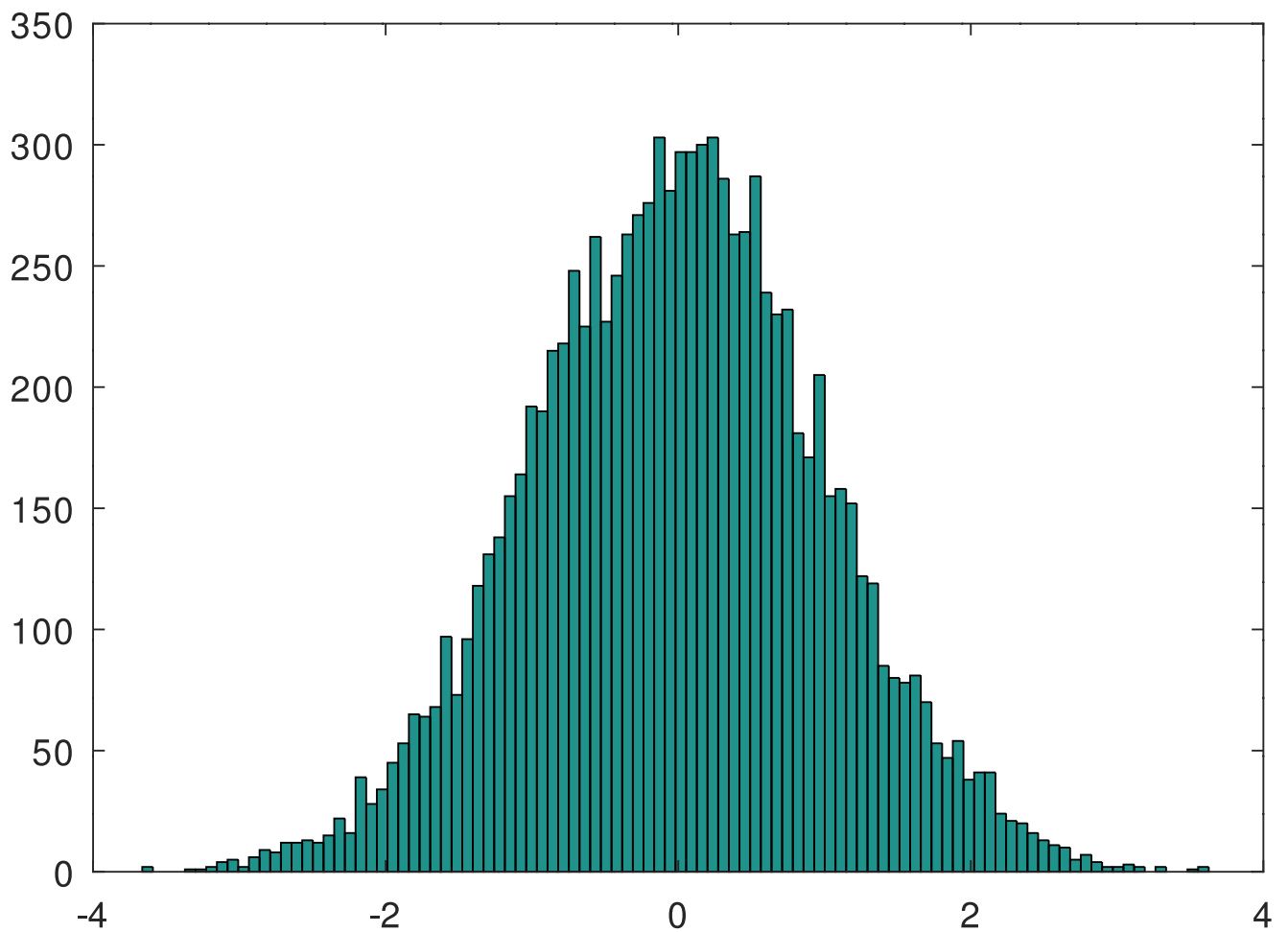


Figura 8: Histograma gerado pelo randn

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 mostra o histograma gerado por um randn , com intuito de simular um ruído branco.

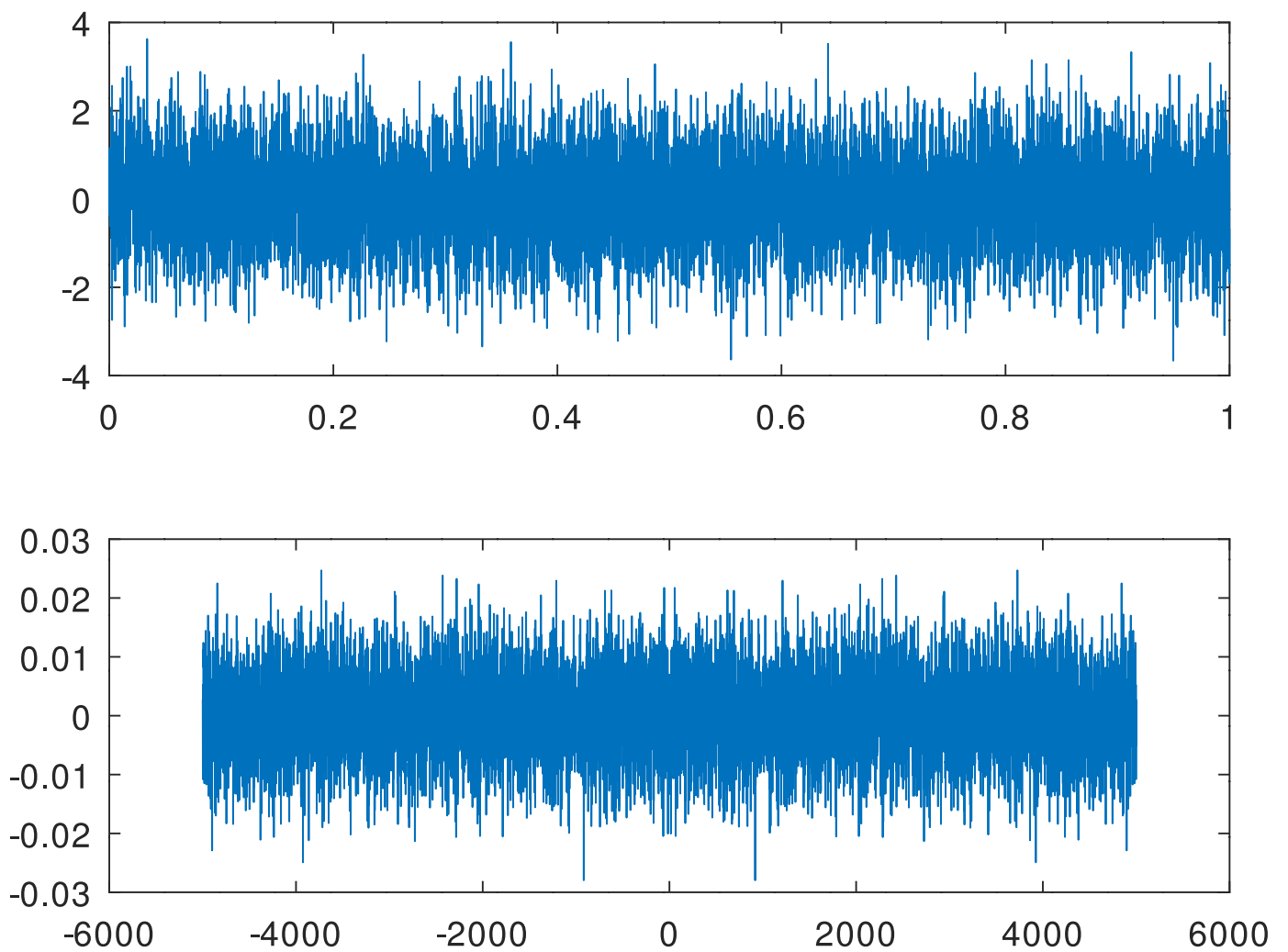


Figura 9: Sinais Filtrados em ambos dominios

Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 9 mostra o ruído branco gerado pelo rand , tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência.

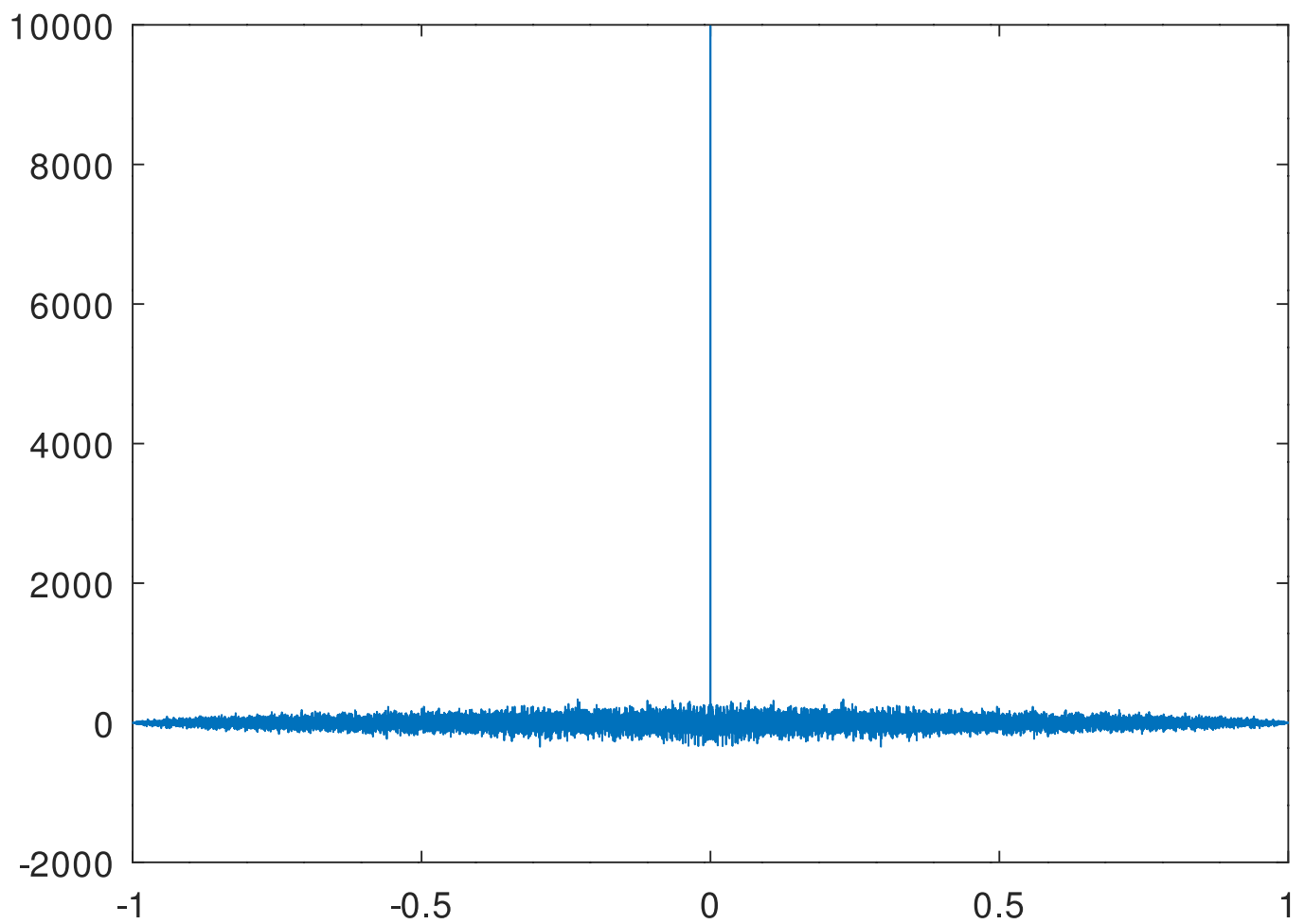


Figura 10: Grafico gerado pelo xcorr  
Fonte: Elaborada pelo autor

Na figura 10 é mostrado o resultado gerado pela função xcorr, seu intuito é de calcular a relação cruzada do sinal.

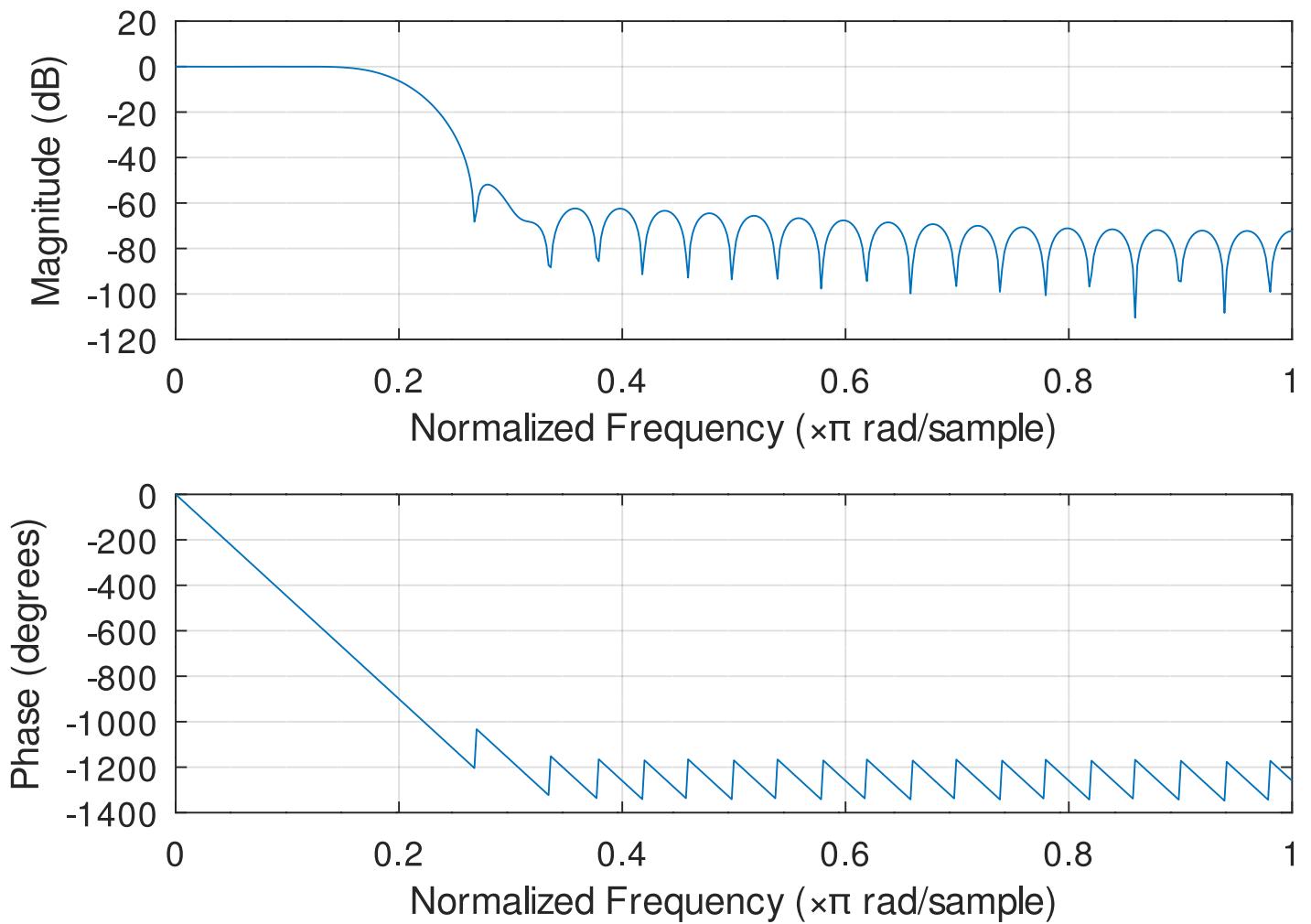


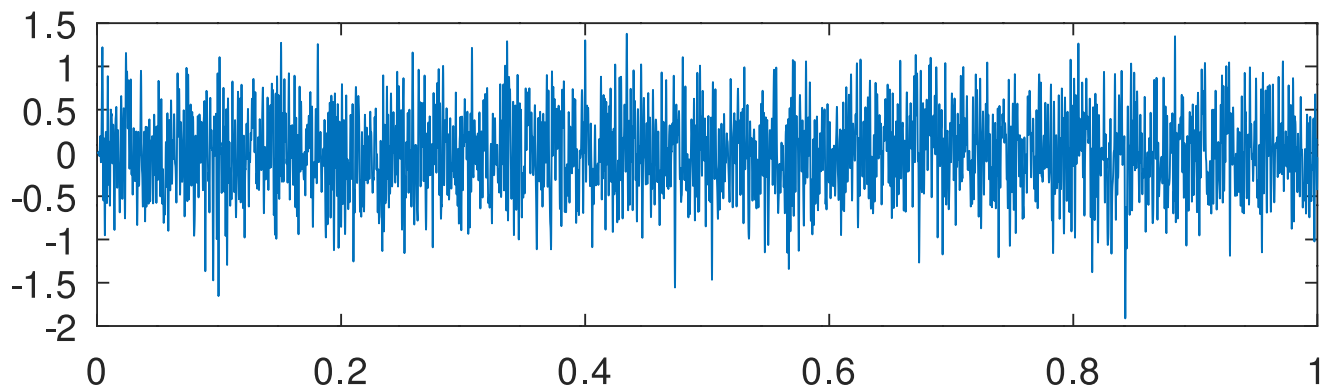
Figura 11: Gráfico dos filtros

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 11 mostra como é o comportamento do filtro passa baixa que geramos com base no comando `'filtro=fir1(50,(1000*2)/fs)'`.



### Sinal Filtrado (Domínio do Tempo)



### Sinal Filtrado (Domínio da Frequência)

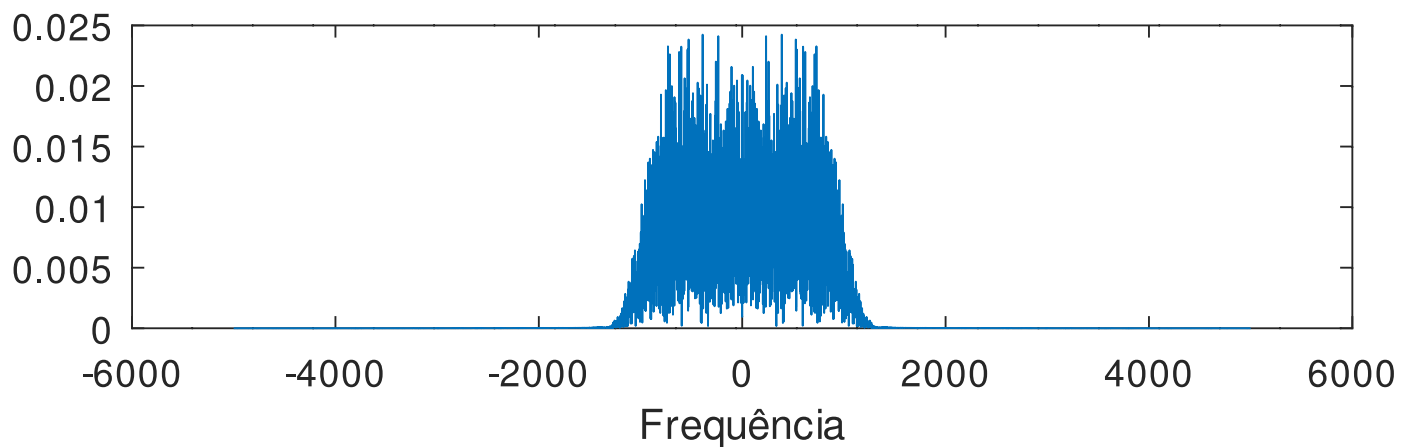


Figura 12: Sinal Filtrado  
Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 12 é possível ver o ruído branco no domínio do tempo e da frequência após aplicarmos o filtro passa baixo no ruído.

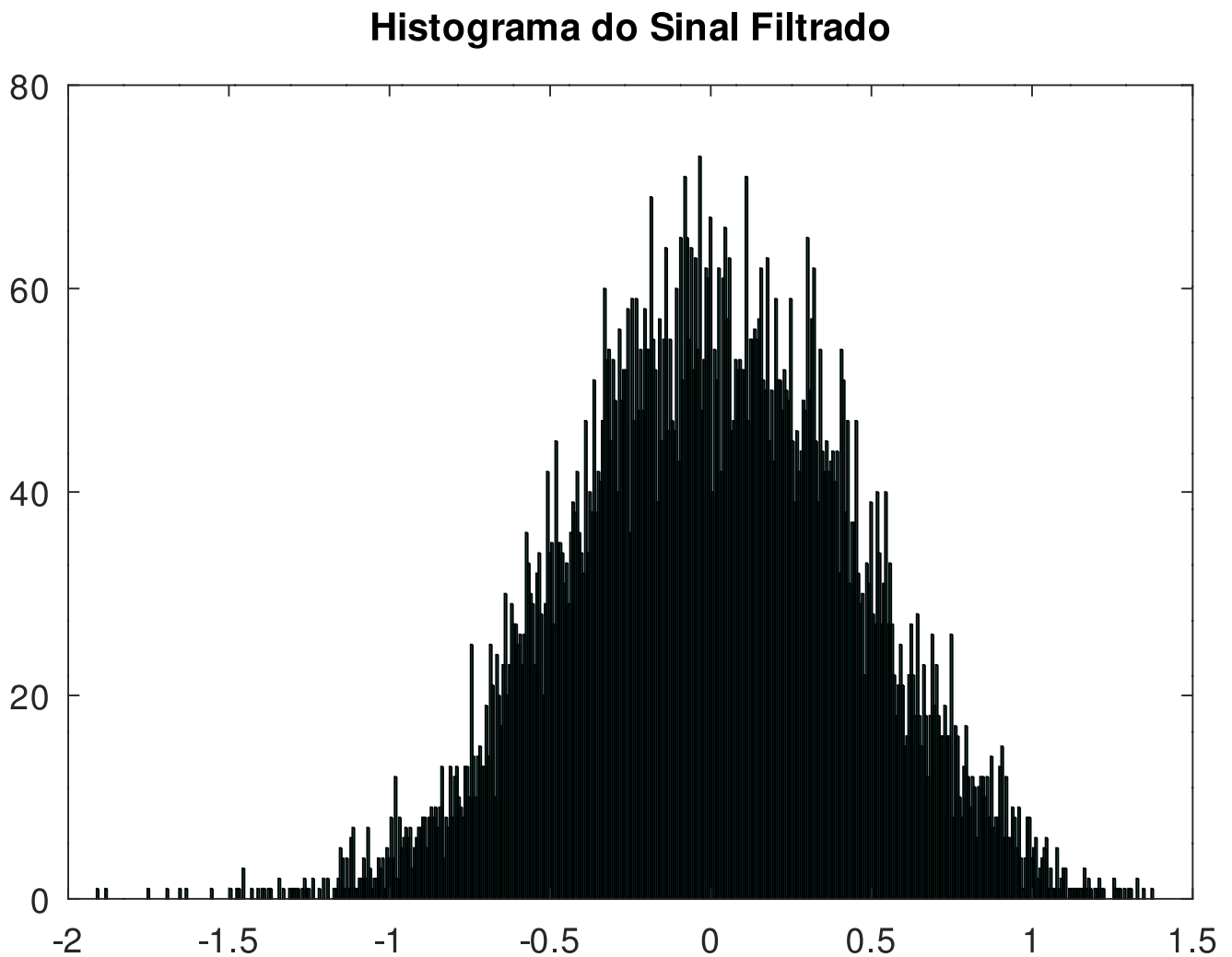


Figura 13: Histograma do sinal filtrado

Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 13 é um histograma do ruído branco após ser aplicado o filtro.

### 3. Conclusão

Neste laboratório, foram explorados conceitos fundamentais de sinais e sistemas, com a aplicação prática na análise e manipulação de sinais nos domínios do tempo e da frequência. Através dos exercícios realizados, foi possível compreender a composição de sinais complexos, a importância da amostragem e taxa de amostragem, bem como o papel crucial da Transformada de Fourier na análise espectral de sinais.

Os resultados obtidos nos exercícios demonstraram a aplicação prática dos conceitos teóricos estudados. A visualização dos sinais no domínio do tempo e da frequência, juntamente com a análise da densidade espectral de potência, proporcionou uma compreensão mais profunda da distribuição de energia dos sinais nas diferentes frequências. A aplicação dos filtros ideais e a análise dos sinais filtrados destacaram a

importância dos filtros na manipulação e recuperação de sinais originais, ressaltando a necessidade de escolher o filtro adequado para cada aplicação.

Desta forma o laboratório foi essencial para solidificar o entendimento sobre sinais e sistemas, proporcionando uma base sólida para a análise e processamento de sinais em diversas aplicações. O conhecimento adquirido neste laboratório é fundamental para futuros estudos e aplicações práticas no campo da engenharia de sistemas e processamento de sinais.