**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**LUCAS ANJOS DA SILVA**

**00329736**

**ENG04477 – Processamento Digital De Sinais**

**Tarefa 05: Amostragem**

**Porto Alegre**

**2025**

# Introdução

Este documento tem como finalidade apresentar a solução proposta pelo aluno ao problema apresentado na Tarefa 5 da disciplina ENG04477- Processamento Digital de Sinais. A tarefa proposta pelo professor tem como objetivo a análise dos efeitos da diminuição da taxa de amostragem de um determinado sinal

# Análise de subamostragem

O caso analisado nessa tarefa será o rebatimento de um ruído para baixas frequências ao amostrar um sinal de 3kHz, iniciando com uma frequência de 2.4MHz de frequência de amostragem, descendo até 2kHz.

Abaixo está a representação dos sinais e suas respectivas FFT:

## 2.1 Sinal Original

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.2 Sinal com Ruído

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.3 Sinal com Ruído subamostrado a 600 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.4 Sinal com Ruído subamostrado a 300 kHz

Interface gráfica do usuário, Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.5 Sinal com Ruído subamostrado a 100 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.6 Sinal com Ruído subamostrado a 48 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.7 Sinal com Ruído subamostrado a 16 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.8 Sinal com Ruído subamostrado a 9.6 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.9 Sinal com Ruído subamostrado a 2 kHz

Gráfico, Gráfico de linhas

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

## 2.10 Análise dos resultados

Observando os gráficos, percebe-se que o ruído começa a influenciar o sinal original a partir da subamostragem de 100kHz, quando é rebatido para uma frequência mais baixa por sofrer Alliasing.

Conforme diminuímos a frequência de amostragem, a frequência do ruído vai se aproximando cada vez mais do sinal original, chegando a sobrepor as harmônicas em 48kHz e sobrepor o próprio sinal em 9.6kHz.

# 3. Cálculo da MSE

A MSE foi calculada comparando a subamostragem do sinal ruidoso com a subamostragem do sinal original, sem ruído, a partir da equação abaixo:

|  |  |
| --- | --- |
| **Taxa de subamostragem** | **MSE** |
| 600 kHZ | 0.020009 |
| 300 kHZ | 0.020019 |
| 100 kHz | 0.020048 |
| 48 kHz | 0.04 |
| 16 kHz | 0.04 |
| 9.6 kHz | 0.04 |
| 2 kHz | 0.04 |