



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Santa Catarina

---

Câmpus  
São José

## **Conversão AD**

Sistemas de Comunicações I

**Gabriel Luiz Espindola Pedro**

1 de Maio de 2024

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Fundamentação teórica .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Análise dos resultados .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>7</b>

# 1 Introdução

Este relatório apresenta os resultados e análises obtidos durante a atividade de simulação de um processo de conversão Analógico-Digital (AD), transmissão e recepção binária de um sinal. A atividade foi realizada com o objetivo de compreender e aplicar os conceitos fundamentais de amostragem, quantização, codificação, ruído Aditivo Branco Gaussiano (AWGN), transmissão e recepção binária.

## 2 Fundamentação teórica

Para podermos desenvolver a atividade proposta de transmissão e recepção binária precisamos entender os conceitos como a amostragem, quantização, codificação e ruído *AWGN* e transmissão e recepção binária.

A amostragem é o processo de capturar o valor de um sinal em instantes de tempo discretos. A amostragem é realizada com uma frequência de amostragem suficiente para que o sinal original possa ser recuperado. A frequência de amostragem é dada por

$$f_s = \frac{1}{T_s} \quad (1)$$

onde  $T_s$  é o período de amostragem. Deve-se respeitar o teorema de Nyquist para evitar a perda de informação. O teorema de Nyquist afirma que a frequência de amostragem deve ser pelo menos duas vezes a frequência máxima do sinal amostrado.

$$f_s > 2f_{\max} \quad (2)$$

A quantização é o processo de discretização dos valores de amplitude do sinal, ou seja, podemos pensar a quantização como um processo de arredondamento dos valores de amplitude do sinal.

Com o sinal já amostrado e quantizado, é necessário codificar o sinal para que ele possa ser transmitido. A codificação é o processo de mapear os valores de amplitude do sinal em símbolos que podem ser transmitidos. Podemos escolher diferentes tipos de codificação, como a *NRZ (Non Return to Zero)*, *RZ (Return to Zero)*, *Manchester*, entre outras. Cada tipo de codificação possui suas vantagens e desvantagens e é escolhido de acordo com a aplicação.

O ruído *AWGN* é um modelo de ruído que é comumente utilizado para simular o ruído em sistemas de comunicações, ele representa um ruído branco com uma distribuição gaussiana gerado pelas características térmicas dos componentes eletrônicos. O ruído *AWGN* é aditivo, ou seja, ele é somado ao sinal transmitido.

A transmissão e recepção binária é o processo de transmitir e receber um sinal binário. O sinal binário é composto por dois símbolos, 0 e 1. O sinal binário é transmitido e recebido por um canal de comunicação que pode introduzir ruído no sinal. O objetivo da transmissão e recepção binária é recuperar o sinal original transmitido.

### 3 Análise dos resultados

Inicialmente foi gerado um sinal senoidal com frequência de 44,1 kHz e amplitude de 1 V. O sinal foi quantizado em 5 bits. A figura abaixo mostra o sinal original e o sinal quantizado.

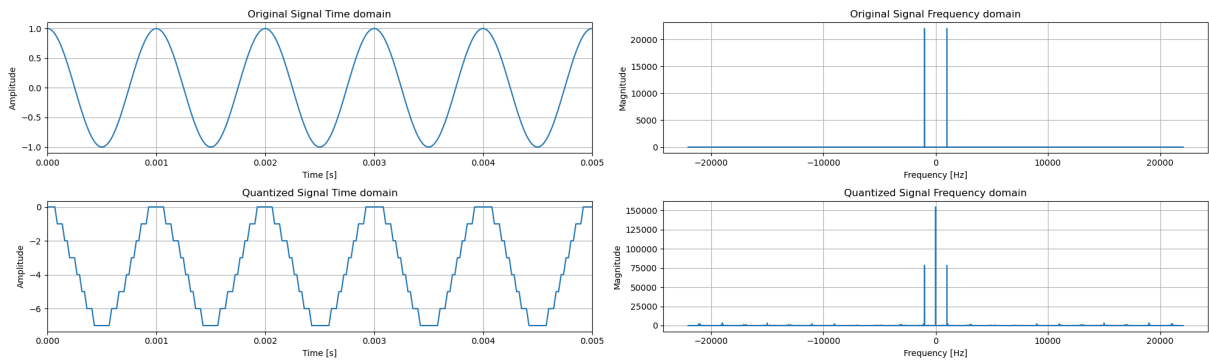


Figura 1: Sinal original e quantizado

Com os valores de amplitude do sinal quantizados, o próximo passo foi buscar cada valor de amplitude e mapear para um símbolo binário. Para poder transmitir o sinal binário, foi utilizado o código *NRZ* e para isso é necessário aumentar o período de bit para que o sinal possa ser transmitido. A figura abaixo mostra o sinal binário gerado.

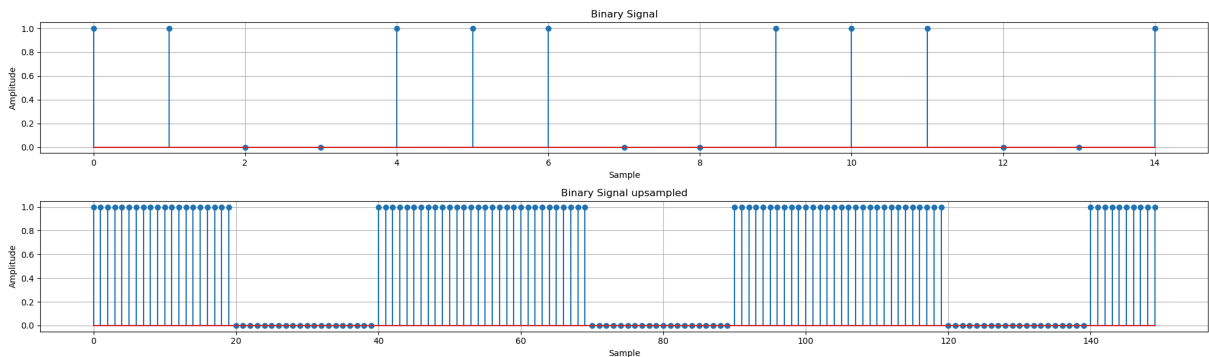


Figura 2: Representação binária e com aumento de amostragem

Com o sinal *NRZ* gerado, é possível transmiti-lo. A seguir vemos o sinal *NRZ* e o sinal recebido após a transmissão, com o ruído *AWGN* adicionado.

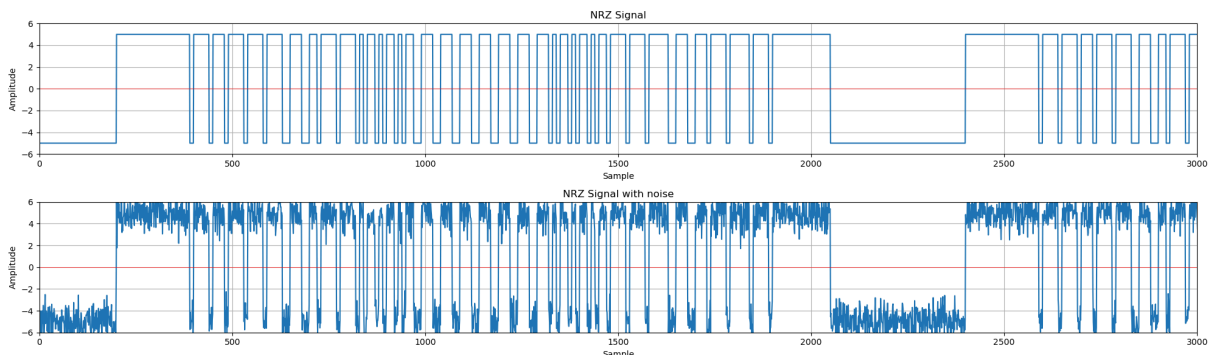


Figura 3: Representação binária e com aumento de amostragem

Para a etapa de recepção devemos realizar o procedimento inverso da transmissão. Onde primeiro devemos remover o ruído *AWGN* do sinal recebido e depois decodificar o sinal para recuperar os símbolos binários, interpretando-os como valores de amplitude do sinal original.

## **4 Conclusões**

A atividade de simulação de um processo de conversão Analógico-Digital (AD), transmissão e recepção binária de um sinal foi realizada com sucesso. Durante a atividade foi possível compreender e aplicar os conceitos fundamentais de amostragem, quantização, codificação, ruído Aditivo Branco