

Relatório de Análises de Ruído (SNR)

Laboratório 1 (Unid. 01) - Parte 1

Caio Cesar Vieira Cavalcanti - 123110825

1. Introdução

O objetivo deste relatório é investigar como o ruído afeta a interpretação de sinais digitais utilizando dois esquemas de modulação: Non-Return-to-Zero (**NRZ**) e Manchester. A simulação realizada permitiu observar o comportamento e a robustez de cada técnica à medida que as condições do sinal se tornavam progressivamente mais adversas, o que foi representado pela diminuição dos valores de Signal-to-Noise Ratio (**SNR**), medidos em decibéis, e utilizado nas funções como valor negativo.

Níveis de **SNR** negativos e cada vez menores indicam que o ruído passa a dominar a potência do sinal, criando um cenário de comunicação significativamente mais suscetível a erros ou que chamamos de comprometimento da mensagem.

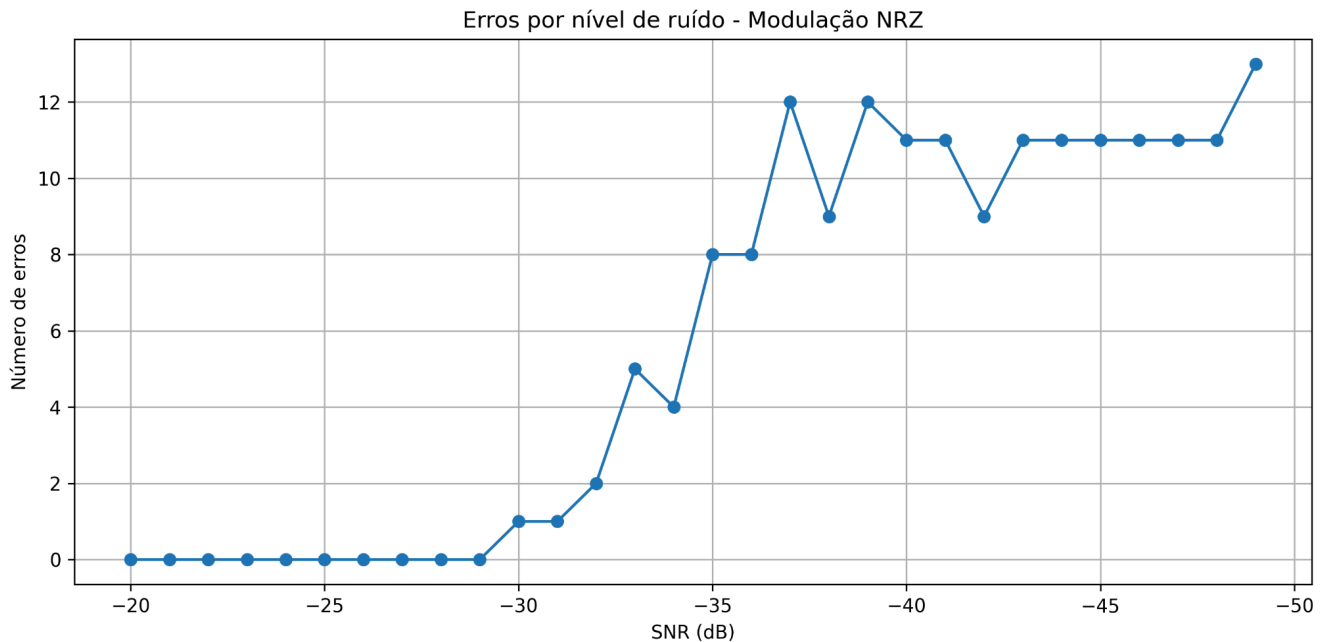
2. Análise da Modulação NRZ

A modulação **NRZ** (Non-Return-to-Zero) é um esquema de codificação simples no qual o sinal permanece em um nível fixo durante todo o intervalo correspondente a um bit (seja o nível lógico 1 ou 0), sem retornos intermediários ao valor zero enquanto a transmissão está em andamento (o que ocorre na modulação Manchester).

De acordo com as análises realizadas, e dispostas no arquivo Colab:

- A partir do $\text{SNR} = -30 \text{ dB}$, a modulação começa a mostrar os primeiros bits comprometidos da mensagem decodificada.
- A saturação pode ser vista a partir do $\text{SNR} = -37 \text{ dB}$, quando todos os bits (ou sua maior parte) são afetados pelo ruído, comprometendo ainda mais a mensagem decodificada.

Abaixo, segue o **Gráfico de Erros** para a modulação **NRZ**:



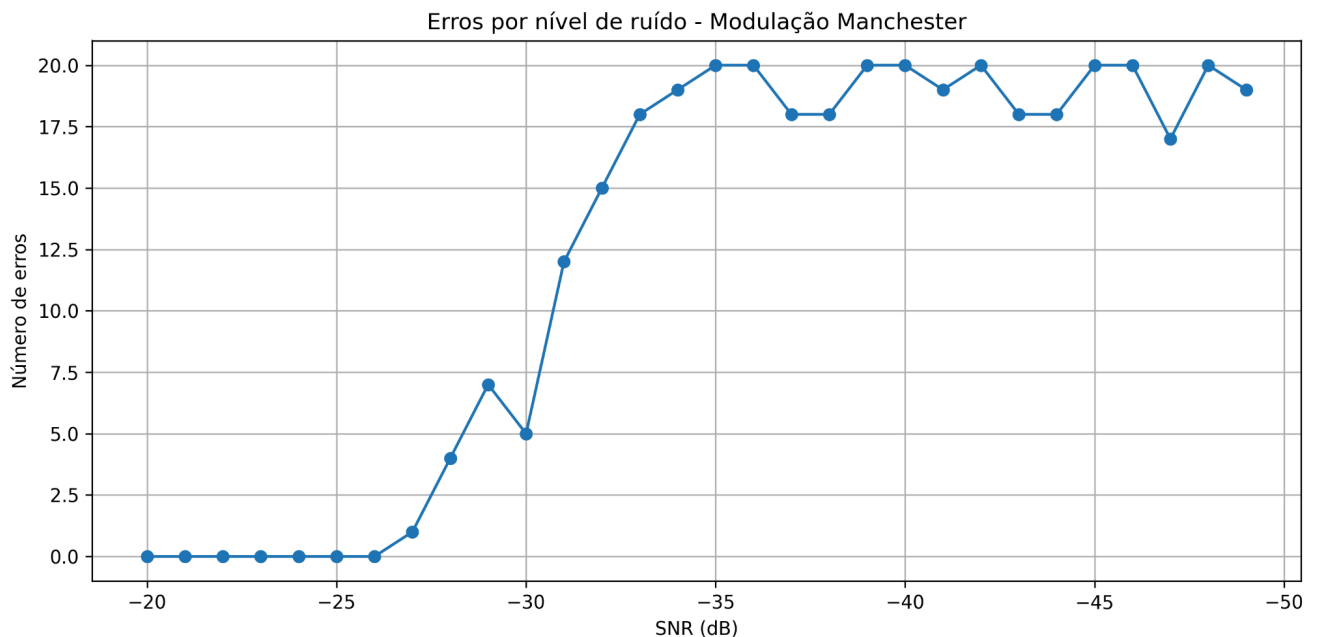
3. Análise da Modulação Manchester

A modulação **Manchester** divide cada bit em duas metades de tempo (utilizando o *clock* como pulso de tempo), produzindo uma transição obrigatória no centro do intervalo do bit. Essa mudança de nível é justamente o que codifica o valor lógico transmitido. Evitando assim, problemas de sincronização, comparados ao que ocorre na modulação NRZ, e discutidos em sala de aula.

De acordo com as análises realizadas, e dispostas no arquivo Colab:

- A partir do SNR = -27 dB, a modulação começa a mostrar os primeiros bits comprometidos da mensagem decodificada.
- A saturação pode ser vista a partir do SNR = -35 dB, quando todos os bits (ou sua maior parte) são afetados pelo ruído, comprometendo ainda mais a mensagem decodificada.

Abaixo, segue o **Gráfico de Erros** para a modulação **Manchester**:



4. Conclusão

Portanto, percebemos através dos resultados, que a modulação **NRZ** apresentou maior robustez a presença de ruído, quando comparado a modulação **Manchester**, tendo em torno de 3 dB a mais de ruído antes da primeira falha. Tal robustez permaneceu até a saturação, aguentando cerca de 2 dB a mais de ruído, em relação ao Manchester, antes do comprometimento total dos bits da mensagem codificada (de tamanho 20 bits).

Utilizando a IA nas pesquisas para o melhor entendimento deste efeito, constatei que tal variação nesta tolerância ao ruído está na própria natureza da modulação Manchester, no qual, é mais sensível a degradação do sinal, pois cada bit depende de uma transição obrigatória no meio do pulso, e qualquer ruído pode ser capaz de mascarar ou deformar essa mudança, ocasionando em erros diretos na decodificação da mensagem.

Comparado ao NRZ, cada bit é representado por um nível sólido/constante de sinal, durante todo o seu intervalo, assim, mesmo com ruído distorcendo partes da mensagem, ainda sim, pode ser capaz do decodificador reconhecer partes daquele intervalo.

Com isso, podemos crer que um dos fatores intrínsecos a esse fato, é o tamanho da largura de banda utilizado por ambos, sendo consequentemente maior para o Manchester, e menor para o NRZ, pela proporcionalidade da sensibilidade ao ruído.