

SINAIS ALEATÓRIOS EM TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA

Enunciado do Segundo Trabalho de Grupo

**Simulação e Análise de Desempenho de Sistema de
Comunicação Ternário**

Ano Letivo 2023/2024

Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar, analiticamente e por simulação, a probabilidade de erro de símbolo de um sistema de comunicação ternário.

Descrição

Considere o sistema de comunicação ternário ilustrado na Figura 1. A fonte de informação gera símbolos ternários, “0”, “1” e “2”, com probabilidades $P(\text{“2”})=P(\text{“1”})=P(\text{“0”})=1/3$.

No emissor, o sinal ternário S_i é gerado pelo codificador, que faz corresponder

- ao símbolo “0”, a amplitude de b Volt (“0” $\rightarrow S_i=b$ Volt);
- ao símbolo “1”, a amplitude de 0 Volt (“1” $\rightarrow S_i=0$ Volt) e
- ao símbolo “2”, a amplitude de a Volt (“2” $\rightarrow S_i=a$ Volt).

No canal, o sinal é afetado por ruído gaussiano N com média zero e variância de 0.25 Volt^2 .

No recetor, o detetor decide sobre qual o símbolo transmitido a partir da tensão que recebe, S_o :

- se a tensão do sinal recebido for superior a c Volt ($S_o > c$ Volt), o detetor decide que foi transmitido o símbolo “2”;
- se a tensão do sinal recebido for inferior a $-c$ Volt ($S_o \leq -c$ Volt), o detetor decide que foi transmitido o símbolo “0”;
- se a tensão do sinal recebido estiver entre $-c$ Volt e c Volt ($-c \leq S_o \leq c$ Volt), o detetor decide que foi transmitido o símbolo “1”.

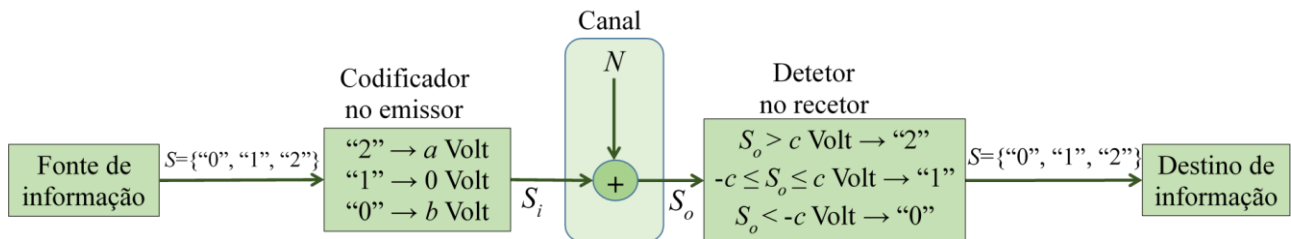


Figura 1. Esquema ilustrativo do sistema de comunicação ternário.

Os valores de a e b dependem do número do grupo.

Questões

1) Obtenha analiticamente a expressão da probabilidade de erro do sistema em função de c .

2) Represente, num gráfico, a probabilidade de erro do sistema em função de c , com c a variar entre 0 e a . Utilize uma escala logarítmica no eixo vertical. Identifique o valor do limiar de decisão (c) que minimiza a probabilidade de erro de bit. Explique o comportamento observado na curva da probabilidade de erro do sistema em termos da probabilidade de erro em cada um dos três símbolos.

3) Usando Matlab, simule o funcionamento do sistema de comunicação ternário e obtenha estimativas da probabilidade de erro do sistema para vários valores de c . O programa desenvolvido para simulação deve ter:

- a) um script que simula o funcionamento da fonte de informação,
- b) um script que simula o funcionamento do codificador,
- c) um script que simula o efeito do canal,
- d) um script que simula o funcionamento do detetor no recetor, e
- e) um programa principal que chama cada um destes scripts, faz a contagem de erros e obtém a estimativa da probabilidade de erro de símbolo.

Deve ser assegurado que cada estimativa da probabilidade de erro do sistema ternário seja obtida com pelo menos 100 erros ocorridos.

4) Sobreponha a curva da probabilidade de erro do sistema representada em 2) com a estimativa da probabilidade de erro do sistema obtida em 3), compare os resultados obtidos e explique as diferenças observadas. As estimativas da probabilidade de erro do sistema de simulação devem ser obtidas para pelo menos 13 valores de c , com valores de c equi-espçados a variar entre 0 e a .

Nota: O programa desenvolvido para simulação do funcionamento do sistema e obtenção de estimativas da probabilidade de erro do sistema deve ser anexado ao relatório do trabalho.