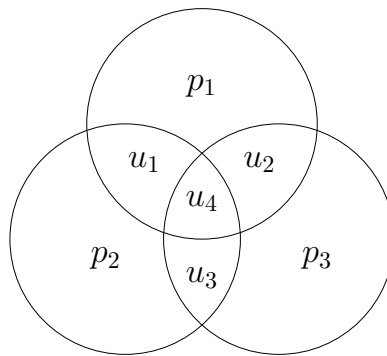


Pré-laboratório

Considere o código de Hamming $(7, 4)$ no qual a palavra-código relativa à mensagem $u = (u_1, u_2, u_3, u_4)$ é dada por $c = (u_1, u_2, u_3, u_4, p_1, p_2, p_3)$, em que p_1, p_2, p_3 são determinados de modo que a paridade de cada círculo da figura abaixo seja par.



- (a) Determine o comprimento e a dimensão do código.
- (b) Determine a taxa do código.
- (c) Determine uma matriz geradora para o código.
- (d) Determine todas as palavras-código.
- (e) Determine distância mínima e a capacidade de correção do código.
- (f) Determine uma matriz de verificação de paridade para o código.
- (g) Construa uma tabela síndrome \mapsto padrão de erro.
- (h) Determine uma fórmula exata para a probabilidade de erro de palavra-código usando decodificação hard-decision (HDD). Assuma sinalização polar.
- (i) Determine um limitante superior para probabilidade de erro de palavra-código usando decodificação soft-decision (SDD). Assuma sinalização polar.

Programação

1. Escreva uma função que implementa um decodificador HDD para um código de bloco linear genérico via síndrome/LUT. Sua função deve ter como entradas:
 - A sequência de bits recebidos do canal, b .
 - Uma *struct* representando o código, tendo como campos quaisquer propriedades do código que você julgar conveniente.

E como saída:

- A sequência estimada de bits de informação, \hat{u} .

2. Escreva uma função que implementa um decodificador SDD para um código de bloco linear genérico via decodificação de mínima distância Euclidiana ou máxima correlação. Assuma sinalização polar. Sua função deve ter como entradas:

- A sequência de símbolos recebidas do canal, r .
- A *struct* representando o código.

E como saída:

- A sequência estimada de bits de informação, \hat{u} .

3. Utilizando as funções escritas nas questões anteriores, simule o desempenho de BER do código de Hamming (7, 4) e do código de Golay (23, 12). Assuma canal AWGN e sinalização polar.

Parâmetros de simulação:

- Número de palavras-código transmitidas: $N_{cw} = 100\,000$.
- E_b/N_0 variando de -1 a 7 dB, com passo de 1 dB.

Figuras de saída:

- Figura 1: P_b vs E_b/N_0 para HDD (simulado, e limitantes superior e inferior teóricos).
- Figura 2: P_b vs E_b/N_0 para SDD (simulado, e limitantes superior e inferior teóricos).
- Figura 3: P_b vs E_b/N_0 comparando HDD (simulado), SDD (simulado) e não-codificado (teórico).

A partir da Figura 3, determine os ganhos de codificação de cada código, em dB, para $P_b = 10^{-3}$.