



ELE32

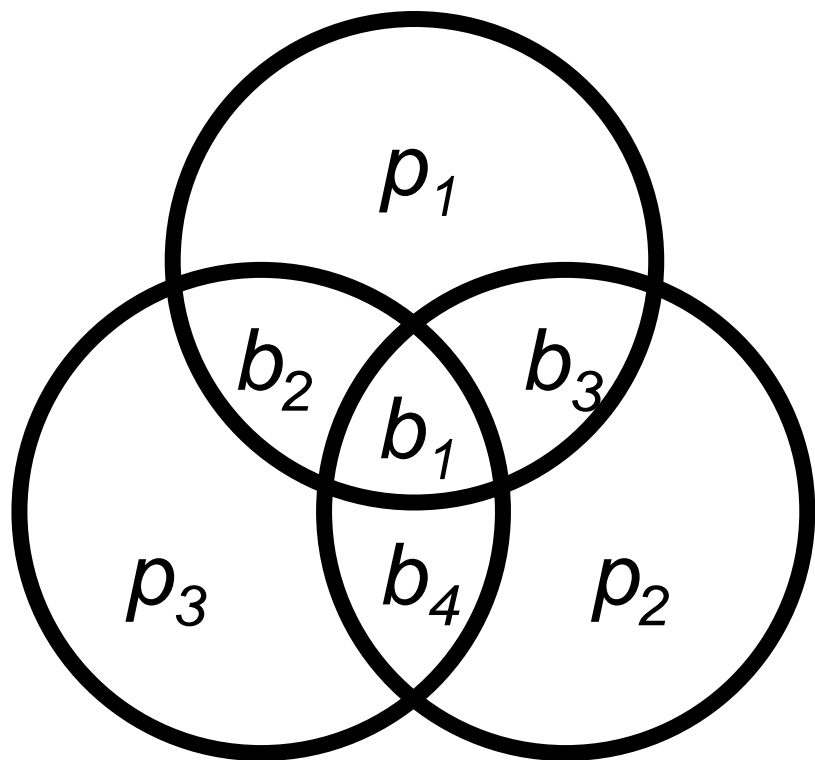
Introdução a Comunicações

LAB 3 – LDPC

ITA

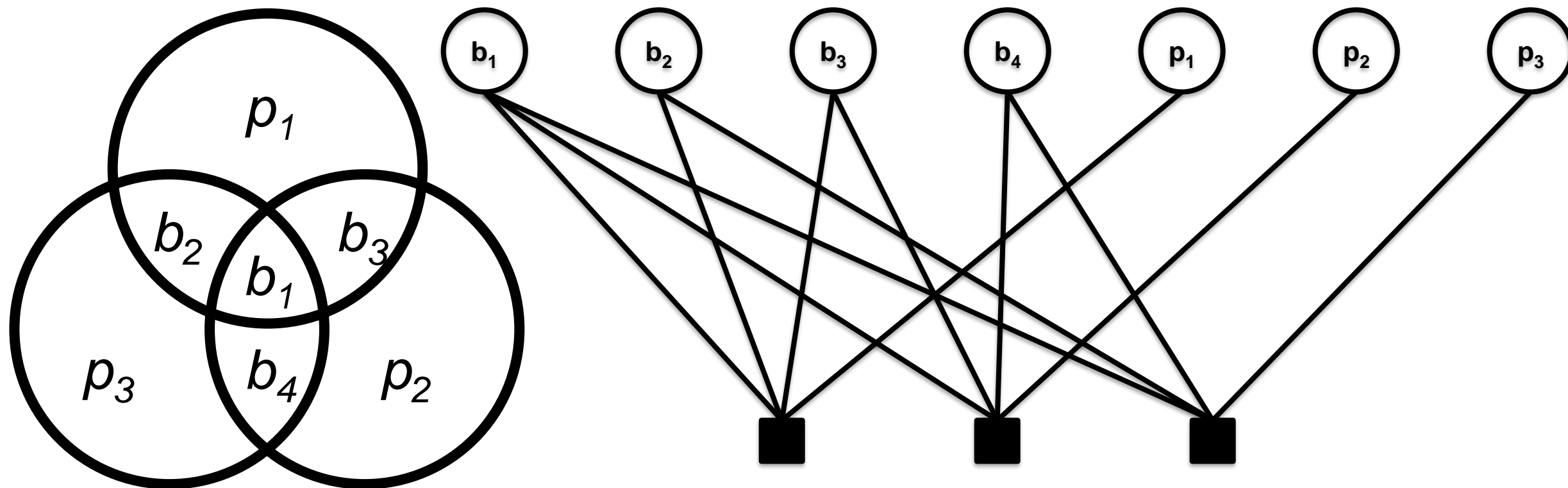
manish@ita.br

Código LDPC

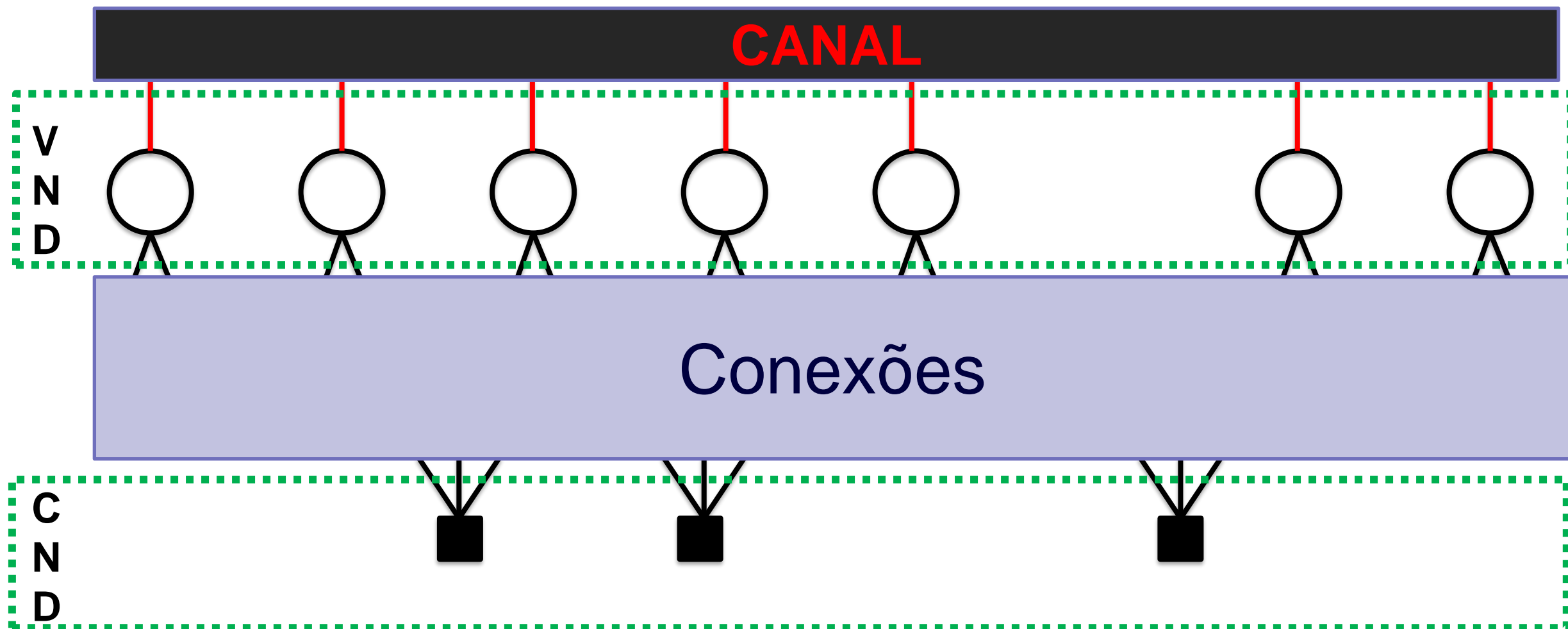


$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Código LDPC



Código LDPC



Código LDPC

■ Parâmetros:

- número de v-nodes: \mathbf{N} ;
- número de ramos que saem de cada v-node para a camada CND: \mathbf{d}_v ;
- número de ramos que saem de cada c-node para a camada VND: \mathbf{d}_c
 - consequentemente, o número de c-nodes é fixo, vale \mathbf{M} e é uma função dos números anteriores.

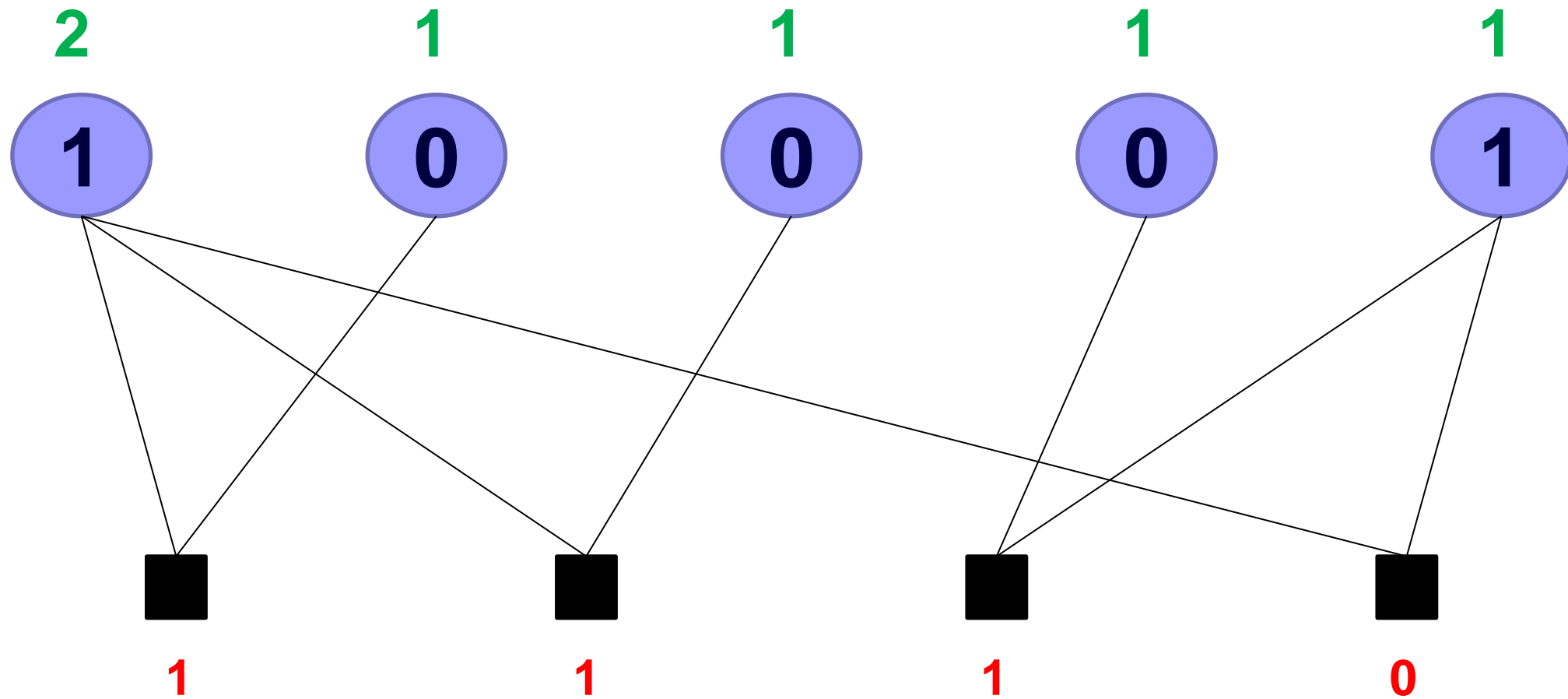
Projeto e construção

- Projeto: escolha de d_v e d_c
 - Neste laboratório, d_v e d_c serão determinados para gerar taxa igual ao código de Hamming do primeiro laboratório, com a menor complexidade possível
- Construção: conexão entre VND e CND
 - No máximo uma conexão entre dois nodes, i.e., sem ramos paralelos
 - Tentar criar o maior ciclo possível
 - Todos os v-nodes devem ter exatamente d_v ramos
 - Todos os c-nodes devem ter exatamente d_c ramos
- Algoritmo sugerido: construção aleatória
 - Nodes são conectados aleatoriamente
 - Não satisfaz necessariamente as condições acima
- Algoritmo alternativo: Progressive Edge Growth (vide roteiro para referência)

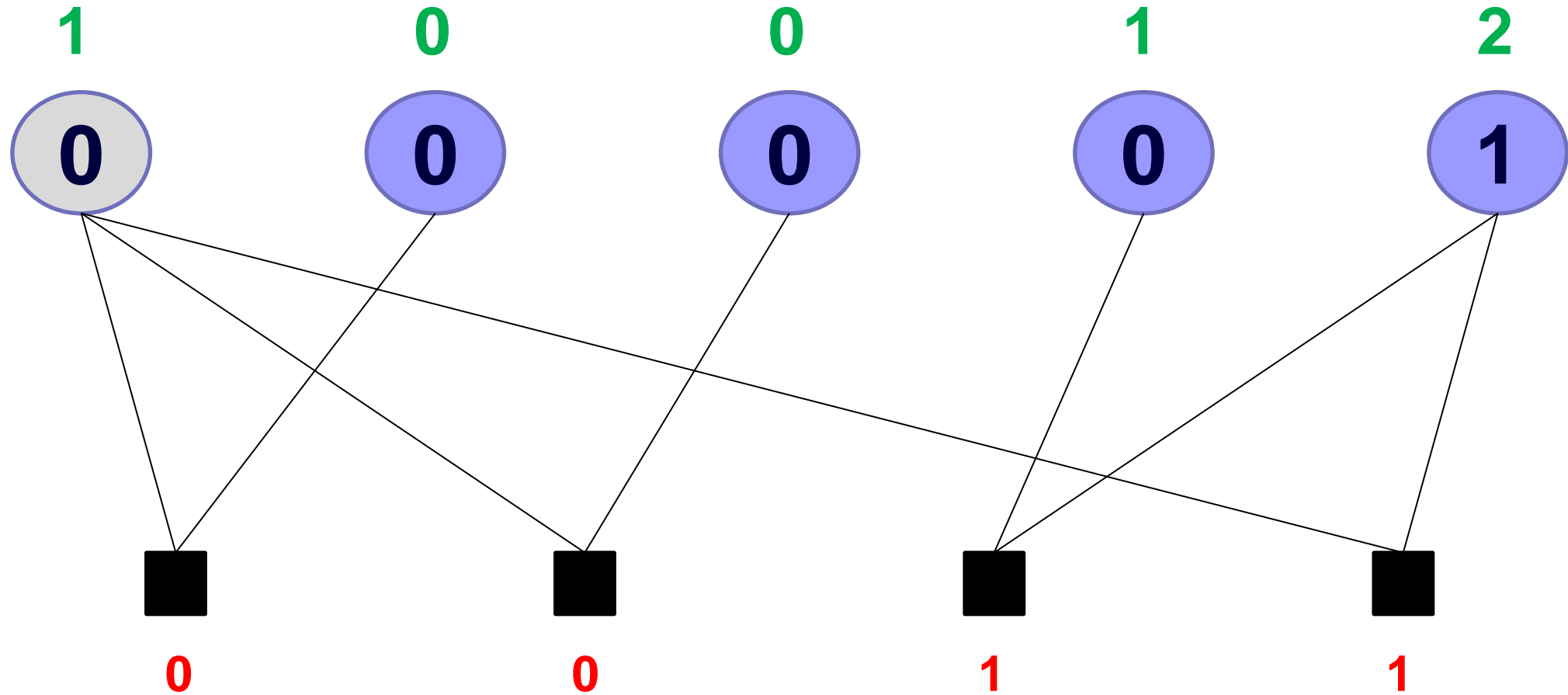
Decodificação: bit-flipping

1. Inicie o vetor \mathbf{y} com os valores recebidos do canal
2. Teste todas as equações de paridade definidas pelos c-nodes
3. Conte, para cada bit de \mathbf{y} , o número de c-nodes com o quais está conectado mas não satisfeitos, isto é, o somatório do c-node com base em \mathbf{y} é diferente de zero
4. Troque o valor dos bits de \mathbf{y} com o maior número de equações insatisfeitas
5. Repita os passos 2 a 4 até que:
 - ☐ todos os c-nodes tem a sua restrição satisfeitas ou
 - ☐ um número máximo de iterações seja atingido.
6. A estimativa sobre a palavra código é o valor final de \mathbf{y}

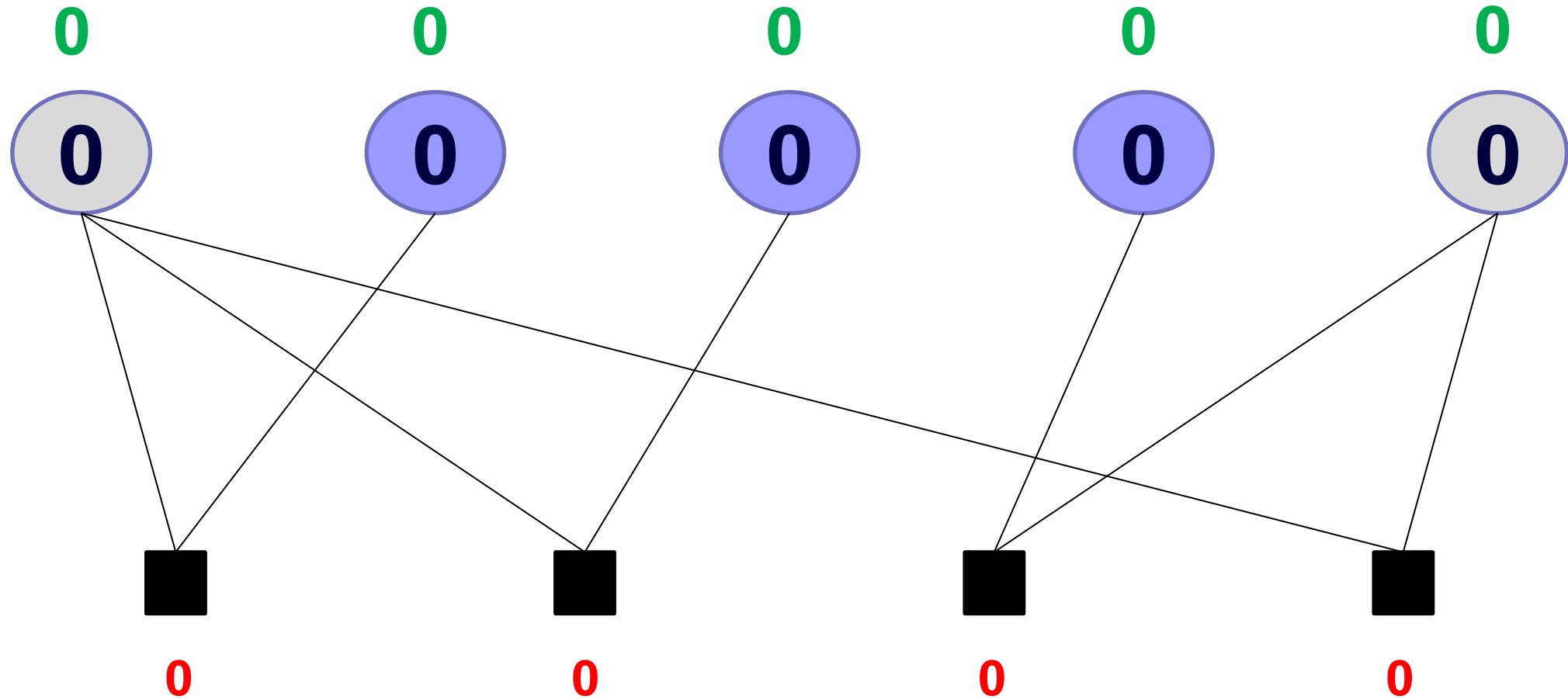
Exemplo: Código de repetição



Exemplo: Código de repetição



Exemplo: Código de repetição



Atividades

1. **Gere um programa** que seja capaz de projetar a matriz de verificação de paridade para um código LDPC regular para valores arbitrários de d_v , d_c e N
2. Utilize o programa do item acima para **projetar matrizes** de verificação de paridade com taxa idêntica ao código de Hamming mas com comprimentos de aproximadamente 100, 200, 500 e 1000 bits. Use o valor de N correto mais próximo destes valores
3. **Implemente um decodificador** que, com base na matriz de verificação de paridade, seja capaz de realizar o processo iterativo conforme o algoritmo bit-flipping. Aproveite da esparsidade da matriz de verificação de paridade para reduzir a complexidade
4. **Estime a probabilidade de erro** de bit de informação para os 4 sistemas encontrados (um para cada valor de N) considerando que a palavra código é transmitida através de um canal BSC com parâmetro $p = 0.1, 0.05, 0.002, 0.001, \dots, 0.00001$. Dica: a probabilidade de erro de bit é uniforme para todos os bits da palavra código.
5. **Experimente** com outras taxas: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, mantendo aproximadamente o valor de N

Pontos a serem investigados

- Qual é a relação entre N e probabilidade de erro de bit de informação?
- Compare o desempenho do sistema LDPC com os sistemas do laboratório 1
- Qual é a complexidade de decodificação? Ela depende do valor de p ?
- Quais foram as dificuldades de se projetar o código LDPC?