



# ELE32

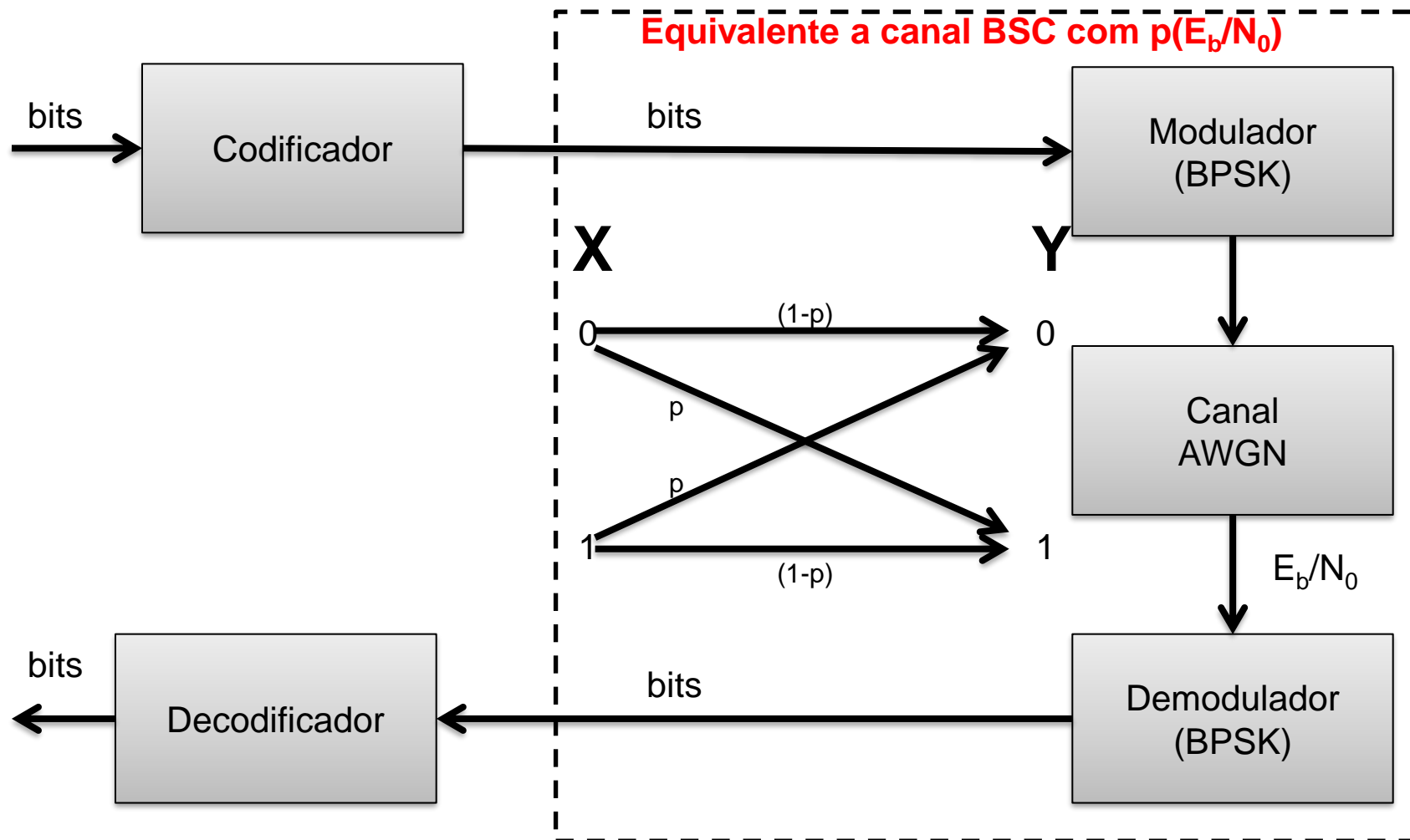
## Introdução a Comunicações

### LAB 4 – Comparação justa

ITA

[manish@ita.br](mailto:manish@ita.br)

# Comparando canais BSC com valores diferentes de $E_b/N_0$



# Energia por bit de informação

- Dado um código de bloco que codifica  $k$  bits de informação em  $n$  bits da palavra código, a taxa é  $R = k/n$
- Se cada bit é transmitido com energia  $E_b$ , quanta energia estamos gastando por bit de informação?
- $E_i$  = energia por bit de informação
- $E_i = E_b/R$

# Comparação justa

- Um sistema não codificado utiliza  $E_b/N_0 = 10\text{dB}$
- Um sistema codificado com taxa  $\frac{1}{2}$  utiliza o mesmo valor de  $E_b/N_0$
- A comparação não é justa pois no primeiro sistema  $E_i = E_b$  e no segundo sistema  $E_i = 2E_b$
- Uma comparação justa seria deve ter o mesmo valor de  $E_i$  para ambos os sistemas, isto é, o mesmo  $E_i/N_0$ :
- Uma forma de deixar a comparação justa é usar para o sistema não codificado o valor de  $E_b/N_0 = 13\text{dB}$ , o que deve melhorar o seu desempenho
- Outra forma de deixar a comparação justa é usar  $E_i/N_0 = 10\text{dB}$  para o sistema codificado, o que implica em usar  $E_b/N_0 = 6.9\text{dB}$
- A comparação justa envolve deslocar o desempenho do sistema codificado em cerca de 3dB para a direita do gráfico em função de  $E_b/N_0$ , ou seja, apresentar todos os desempenho em função do mesmo  $E_i/N_0$

# Atividades

1. Obtenha um gráfico da probabilidade de erro em função de  $E_i/N_0$  comparando os seguintes sistemas:
  1. Sistema BPSK não codificado (não precisa ser simulado);
  2. Código de Hamming do primeiro laboratório;
  3. Desempenho do código LDPC com  $N \approx 1000$  utilizando o algoritmo bit-flipping do segundo laboratório;
  4. Desempenho do código LDPC com  $N \approx 1000$  utilizando o algoritmo que usa LLRs do terceiro laboratório
  5. Um novo código LDPC projetado por você, com  $N \approx 1000$  utilizando o algoritmo que usa LLRs do terceiro, com desempenho necessariamente melhor do que os outros. A taxa e os outros parâmetros do sistema são livres. Cabe a você definir o que quer dizer desempenho melhor.
2. Compare a RSR necessária para se atingir probabilidade de erro de bit menor do que  $10^{-4}$  nos sistemas acima da seguinte forma:
  1. Obtenha a RSR em que cada um dos 5 sistemas acima tem o desempenho desejado. Esta é a RSR operacional
  2. Obtenha a taxa (em bits de informação por uso de canal) com a qual cada um dos sistemas opera
  3. Obtenha o valor da RSR mínima exigida para que a capacidade do canal Gaussiano seja igual à taxa do item anterior
  4. Calcule a diferença entre a RSR exigida e a operacional de cada um dos sistemas.
3. Com base na comparação do item anterior, declare o melhor código do semestre.

Não é necessário simular novamente os sistemas dos laboratórios anteriores, mas devemos traduzir o valor de  $p$  do canal BSC para o valor de  $E_i/N_0$  correto. **Atenção:** É necessário "corrigir" o valor de  $E_i/N_0$  pois o parâmetro  $p$  do canal BSC correspondente depende de  $E_b/N_0$  (note o subscrito **\_b** ao invés de **\_i**).



# Entregáveis

- O gráfico final
- A tabela solicitada
- O grafo do novo código projetado por vocês, entregue novamente no formato .csv do último teste. Seu desempenho será verificado

# Exemplo: CCSDS 130x1g3

- Recomendação para uso espacial

