



ELE32

# Introdução a Comunicações Comparação Justa

ITA

2º. Semestre de 2018

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

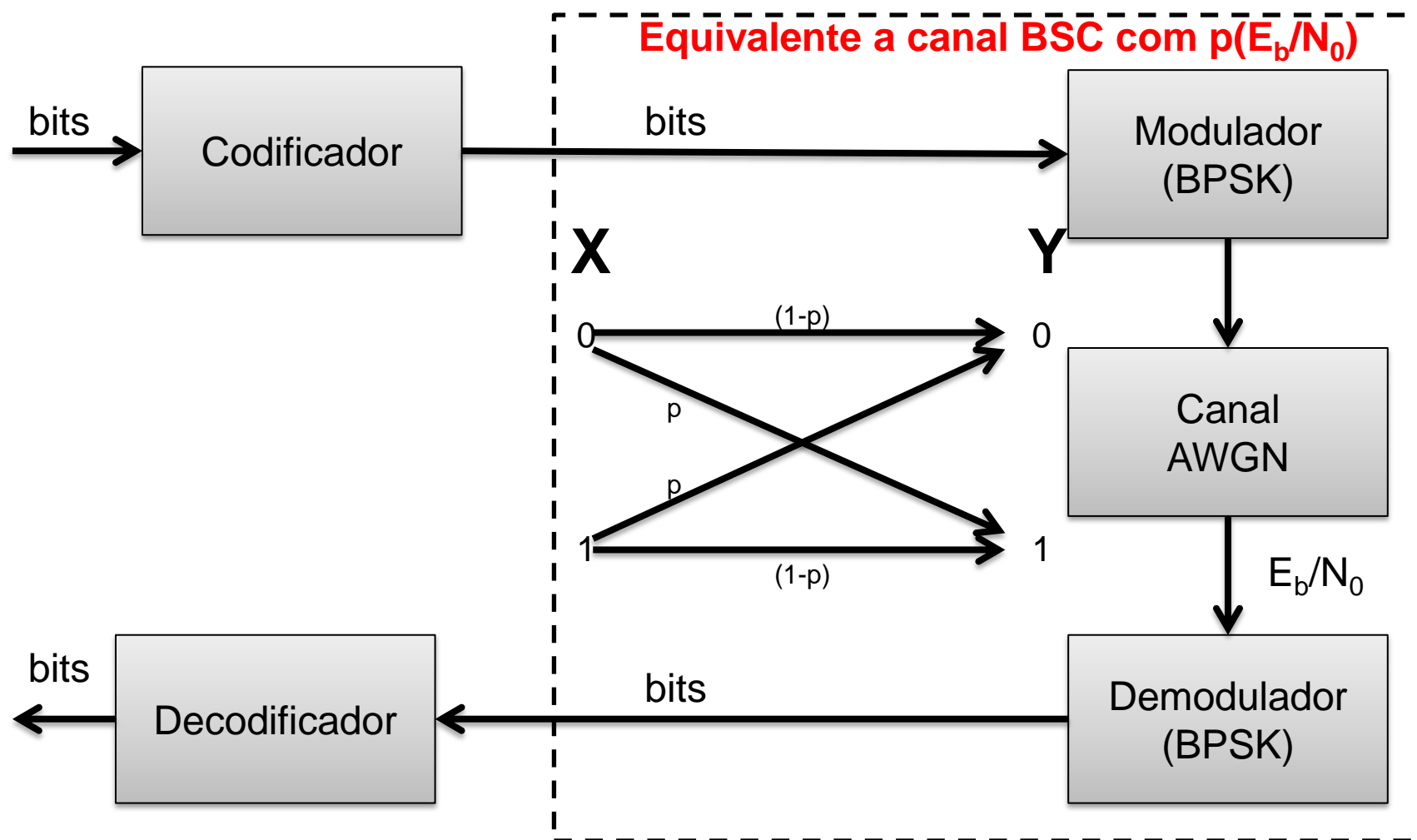
# Energia por bit de informação

- 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  $E_b/N_0 = 6.9\text{dB}$

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



# Variações do algoritmo de Viterbi

- Opções de métrica de ramos:
  - Distância de Hamming (minimizar)
  - Probabilidade de ramo assumindo canal BSC(maximizar)
  - Distância Euclidiana (minimizar)

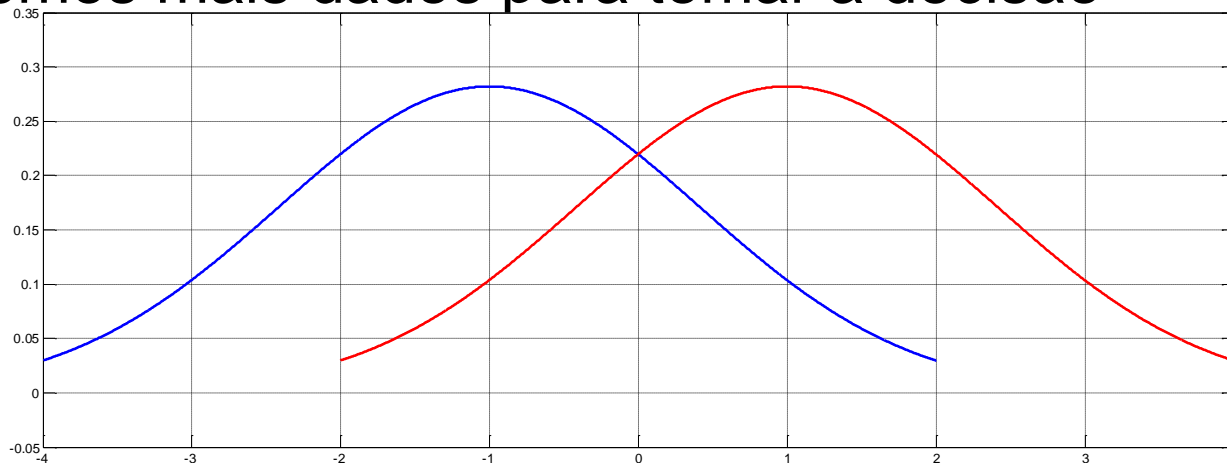
# Distancia de Hamming e probabilidade exata

- Utilizar como custo a distância de Hamming é aproximadamente igual a utilizar como custo o logaritmo da probabilidade a posteriori para sequências equiprováveis:

$$\begin{aligned} P[\mathbf{s} = 001 | \mathbf{r} = 000] &\propto (1 - p)(1 - p)p \\ &= (1 - p)^2 p^1 \\ \log[P[\mathbf{s} = 001 | \mathbf{r} = 000]] &= 2\log[1 - p] + 1\log[p] + K \end{aligned}$$

# Canal AWGN: distância Euclidiana

- Para o canal Gaussiano, o valor de  $\mathbf{s}_i$  que maximiza  $P(\mathbf{s}_i|\mathbf{r})$  quando si são equiprováveis é o valor de  $\mathbf{s}_i$  que minimiza  $\|\mathbf{s}_i - \mathbf{r}\|^2$
- Conceito: quanto mais longe da origem, mais confiável é a nossa estimativa do valor transmitido
- Efetivamente posterga a decisão para um momento em que temos mais dados para tomar a decisão



# Atividades

1. Obtenha analiticamente a curva  $p(E_i/N_0)$
2. Converta as curvas dos laboratórios anteriores de  $P_e(p)$  para  $P_e(E_i/N_0)$  utilizando a função obtida no item anterior.
3. Implemente as duas variações do algoritmo de Viterbi
4. Obtenha as curvas de probabilidade de erro de bit de informação para as duas variações. Para a primeira utilize o canal BSC. Para a segunda será necessário utilizar a modulação BPSK através de um canal Gaussiano com parâmetro  $E_b/N_0$  apropriadamente escolhido para corresponder a mesma faixa de valores de  $p$  utilizados no caso BSC.
5. Compare todos os sistemas do semestre utilizando como referência o mesmo valor de  $E_i/N_0$



# Resultado esperado

