

# Transmissão da Informação

**Volnys Borges Bernal**

`volnys@lsi.usp.br`

<http://www.lsi.usp.br/~volnys>



# Agenda

---

- ✍ **Transmissão da Informação**
- ✍ **Processo de comunicação**
- ✍ **Informação x Sinal**
- ✍ **Sinal analógico x Sinal digital**
- ✍ **Banda Passante**
- ✍ **Taxa de transmissão máxima de um canal**

# Transmissão de Informação



# Transmissão de Informação

---

## ✍ Transmissão de informação

✍ Realizada através da passagem de sinais através dos meios físicos de comunicação

✍ Algumas questões tecnológicas como

✍ propriedades físicas do meio de transmissão

✍ características dos sinais transmitidos

... influenciam na construção e projeto de redes

✍ Informação

✍ Ideia, padrão, imagem, ...

# Transmissão de informação

---

## Exercício

- (a) De exemplos de meios físicos de comunicação**
- (b) Cite exemplo de sinais**
- (c) Cite exemplos de propriedades físicas do meio de transmissão que influenciem no projeto de redes**
- (d) Cite exemplos de características dos sinais que influenciem no projeto de redes**

# Processo de comunicação



# Processo de Comunicação

---

✍ **Transmissão de informação de um ponto a outro através de uma sucessão de passos**

- (a) Geração da informação (na origem)**
- (b) Descrição da informação por um conjunto de símbolos (na origem)**
- (c) Codificação destes símbolos em uma forma propícia à transmissão em um meio físico (na origem)**
- (d) Transmissão destes símbolos codificados (da origem ao destino)**
- (e) Decodificação e reprodução dos símbolos (no destino)**
- (f) Recriação da informação transmitida (no destino)**

# Processo de comunicação

---

## ✍ Exemplos:

✍ A seguir são descritos 5 exemplos de processo de comunicação

- (1) Uma receita de bolo a ser transmitida de uma pessoa para outra por telefone
- (2) Aceite de uma proposta comercial a ser transmitida por FAX
- (3) Transmissão de um jogo de futebol pelo radio AM
- (4) Um documento eletrônico a ser transmitido para outra pessoa via rede

# Processo de comunicação

---

## (a) Geração da informação

✍ **Geração das ideias ou imagens na origem**

✍ **Exemplos**

- (1) Receita de bolo
- (2) O aceite da proposta comercial
- (3) O jogo de futebol
- (4) O documento

# Processo de comunicação

---

## (b) Descrição da informação por um conjunto de símbolos

✍ Descrição da informação por um conjunto de símbolos (linguagem)

✍ Exemplos:

(1) Descrição da receita (ideia) utilizando a fala na lingua portuguesa.

Símbolos: fonemas

(2) Escrita do aceite da proposta comercial (ideia) na lingua portuguesa.

Símbolos: letras

(3) Narração do jogo (ideia) utilizando a fala na lingua portuguesa.

Símbolos: fonemas

(4) Geração do arquivo para ser transmitido.

Símbolos: bits

# Processo de comunicação

---

**(c) Codificação destes símbolos em uma forma propícia à transmissão em um meio físico (na origem)**

## CRIAÇÃO DA MENSAGEM

### Exemplos

- (1) Codificação do som (fala) na forma analógica
- (2) Codificação da imagem existente no papel em bits, que são codificados na forma analógica
- (3) Codificação do som (fala) na forma analógica
- (4) Codificação dos bits em sinais elétricos

# Processo de comunicação

---

**(d) Transmissão destes símbolos codificados (da origem ao destino)**

 **Exemplos**

- (1) Transmissão do sinal analógico via linha telefônica
- (2) Transmissão do sinal analógico via linha telefônica
- (3) Transmissão do sinal analógico via onda de rádio AM
- (4) Transmissão do sinal via cabo de par trançado

# Processo de comunicação

---

## (e) Decodificação e reprodução dos símbolos (no destino)

### ✍ RECUPERAÇÃO DA MENSAGEM

#### ✍ Exemplos

- (1) Decodificação do sinal analógico em som
- (2) Decodificação do sinal analógico em imagem
- (3) Decodificação do sinal analógico em som
- (4) Decodificação do sinal elétrico em bits

# Processo de comunicação

---

## (f) Recriação da informação transmitida (no destino)

### Exemplos:

- (1) Receita de bolo
- (2) Aceite da proposta comercial
- (43) O jogo
- (4) Documento eletrônico

# Processo de comunicação

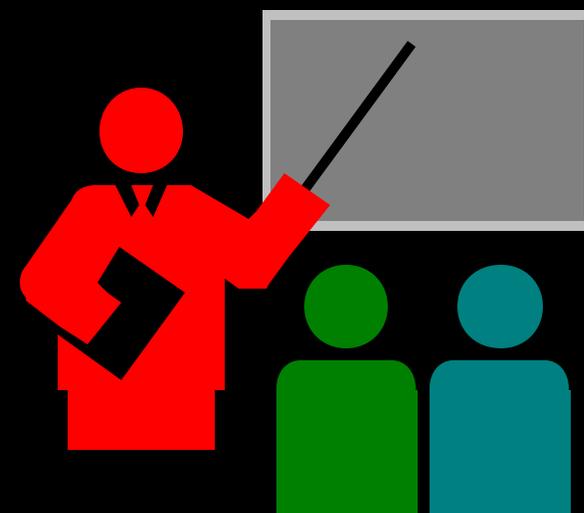
---

## Pergunta:

 Onde pode ocorrer degradação de qualidade da informação?  
Cite exemplos.

- (b) Descrição da informação por um conjunto de símbolos
- (c) Codificação destes símbolos em uma forma propícia à transmissão em um meio físico
- (d) Transmissão destes símbolos codificados
- (e) Decodificação e reprodução dos símbolos
- (f) Recriação da informação transmitida

# Informação x Sinal



# Informação x Sinal

---

## ✍ Comunicação

✍ Ato de transmitir informações

✍ Pode ocorrer degradação da informação em todos os passos do processo de comunicação

## ✍ Na transmissão de uma informação

✍ É necessário a existência de uma linguagem que permita descrever a informação através de símbolos compreensíveis às partes envolvidas

✍ Exemplo de linguagens

✍ linguagem verbal (português)

✍ linguagem pascal (programação digital)

# Informação x Sinal

---

## ✍ **Sistemas de comunicação**

- ✍ Se utilizam de sinais (ondas eletromagnéticas) que trafegam através de meios físicos

## ✍ **Sinais**

- ✍ Ondas que se propagam através de algum meio físico
  - ✍ Meios físicos: ar, cabo metálico, cabo ótico

## ✍ **Informação x Sinal**

### ✍ **Informação**

- ✍ Representa a idéia ou dados que os parceiros da comunicação cria, manipula e processa

### ✍ **Sinal**

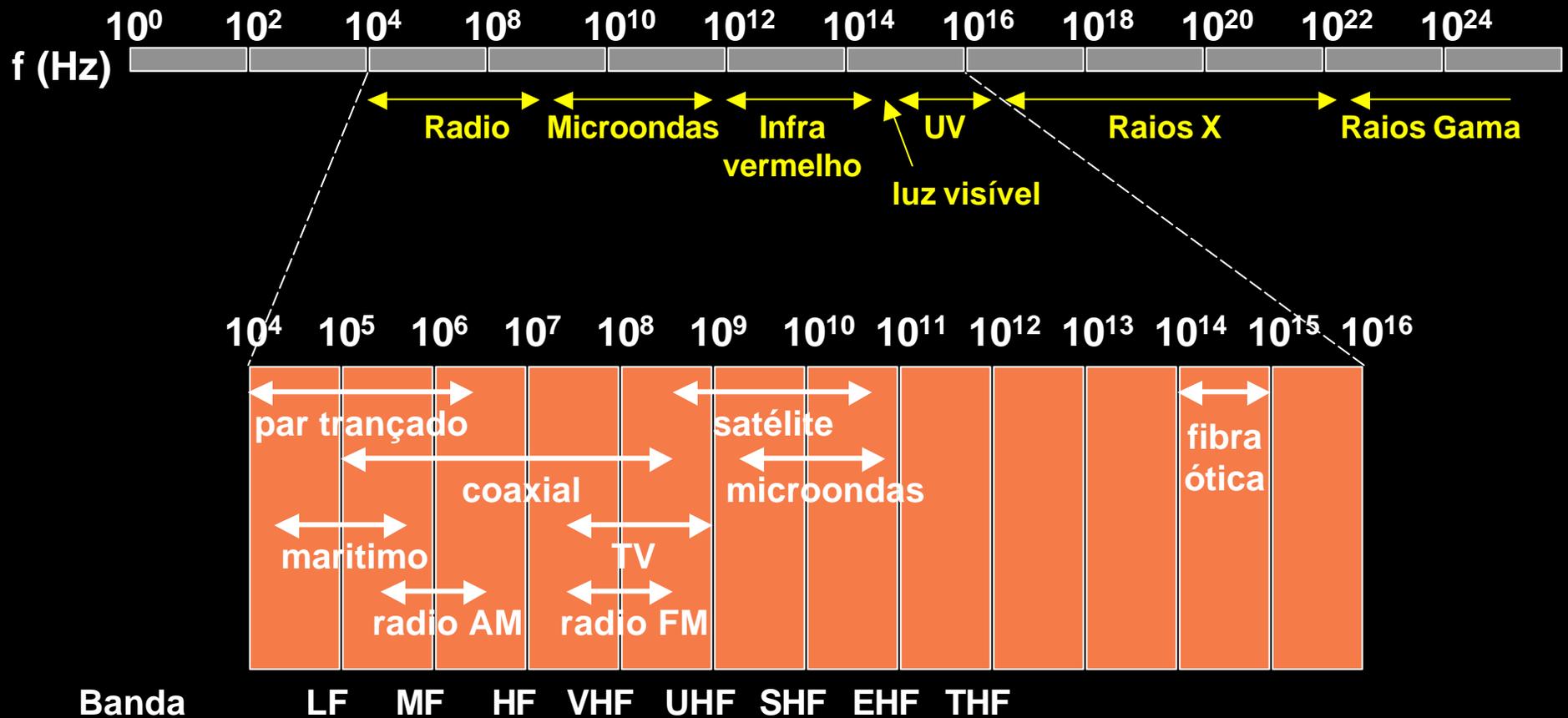
- ✍ Materialização específica destas informações utilizada no momento da transmissão

# *Spectrum de Freqüência*



# Spectrum de Freqüência

## *Spectrum* eletromagnético



# Sinal Analógico x Digital



# Sinal Analógico x Digital

## De forma genérica

### Sinal analógico

Apresenta uma variação contínua

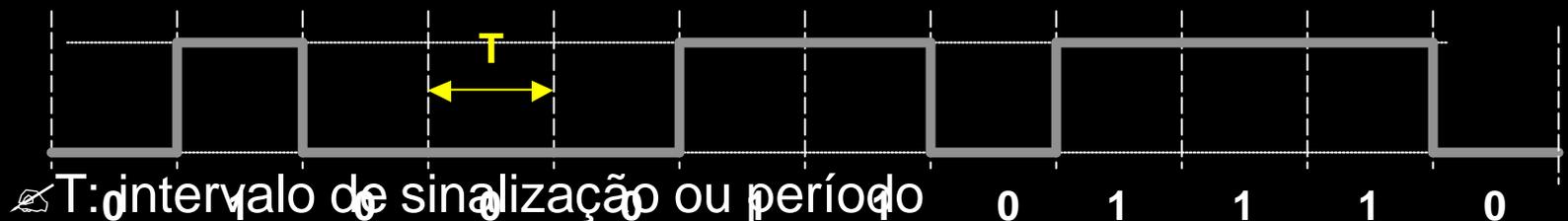


### Sinal digital

Apresenta uma variação discreta (abrupta) do sinal discreta

Variação pode ocorrer somente em momentos pré-determinados

Geralmente em dois níveis, representando valores lógicos "0" e "1" (ou Verdadeiro e Falso)



# Sinal Analógico x Digital

---

## Exercícios

- (1) Cite exemplos informação codificada de forma analógica.**
- (2) Cite exemplos de informação codificada de forma digital.**
- (3) É possível transmitir uma informação codificada de forma analógica através de um sinal digital?**
- (4) É possível transmitir uma informação codificada de forma digital através de um sinal analógico?**

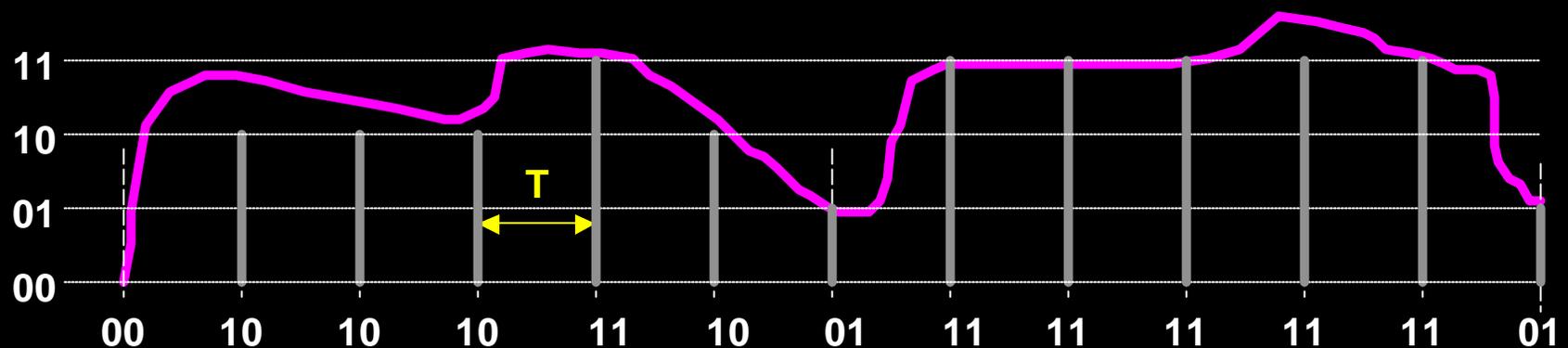
# Sinal Analógico x Digital

✍ **Todo sinal analógico pode ser transmitido por um sinal digital**

✍ **Exemplo:**

✍ Um sinal de analógico pode ser amostrado (observado periodicamente), quantizado e o resultado desta quantização codificado em um sinal digital

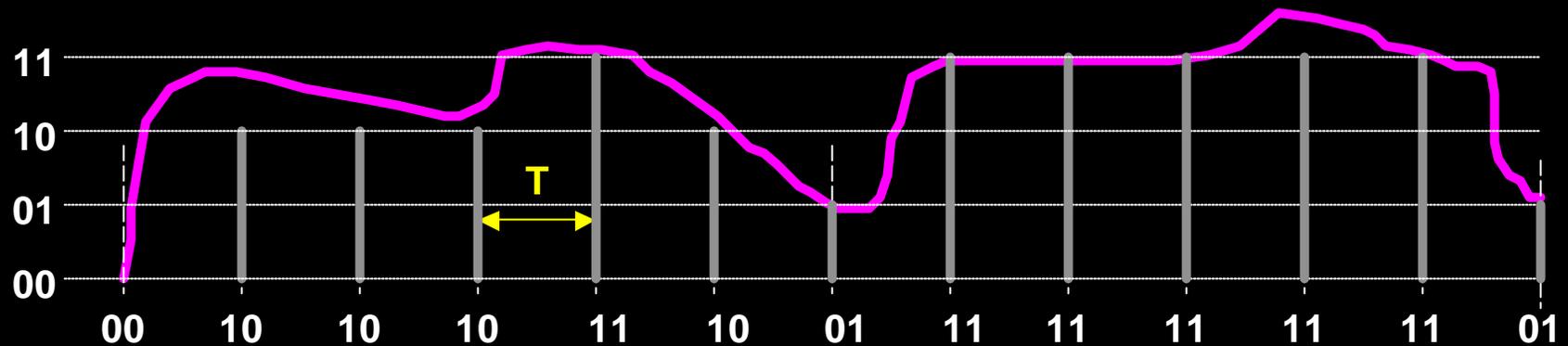
✍ Exemplo de sinal digital “dibit”:



# Sinal Analógico x Digital

## ✍ Níveis de amostragem:

1 bits	2 níveis	digital
2 bits	4 níveis	“dibit”
3 bits	8 níveis	“tribit”
n bits	$2^n$ níveis	



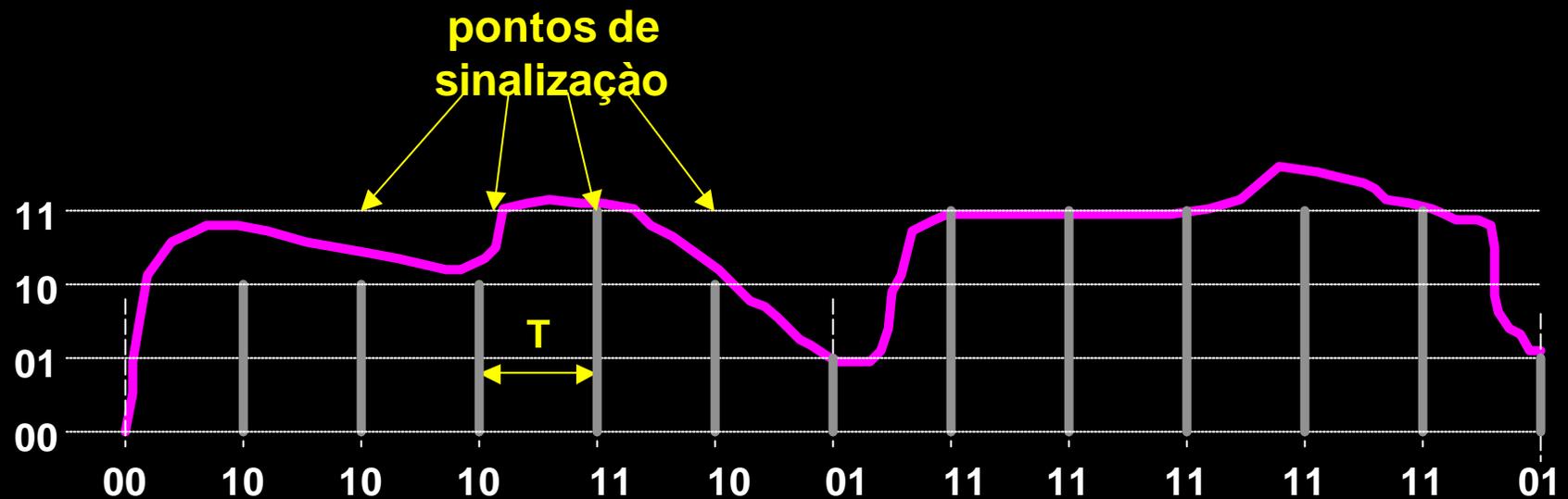
# Sinal Analógico x Digital

✍ **Ponto de sinalização**

✍ ou ponto de amostragem

✍ **intervalo de sinalização (T)**

✍ ou intervalo/período de amostragem



# Sinal Analógico x Digital

## ✍ **Baud**

- ✍ Número de intervalos de sinalização por segundo
- ✍ Se a cada intervalo de sinalização o nível de sinal é codificado com N bits então:
  - 1 baud = N bps
- ✍ Ou, se a cada intervalo de sinalização o nível de sinal é codificado com L níveis então:
  - 1 baud =  $\log_2 L$  bps

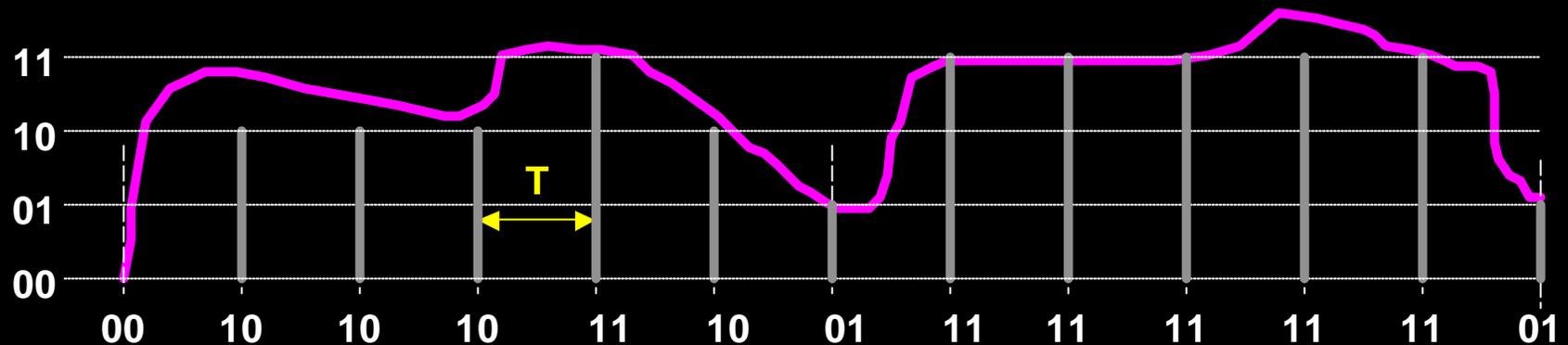
## ✍ **Portanto**

- ✍ Taxa de baud (*baud rate*) pode não ser igual a taxa de bits por segundo (*bps*)

# Sinal Analógico x Digital

## ✍ Exercício

- ✍ Seja o sinal da figura abaixo.
- ✍ Se o sinal possui um baud rate de 2000 qual é a taxa de transmissão em bps?

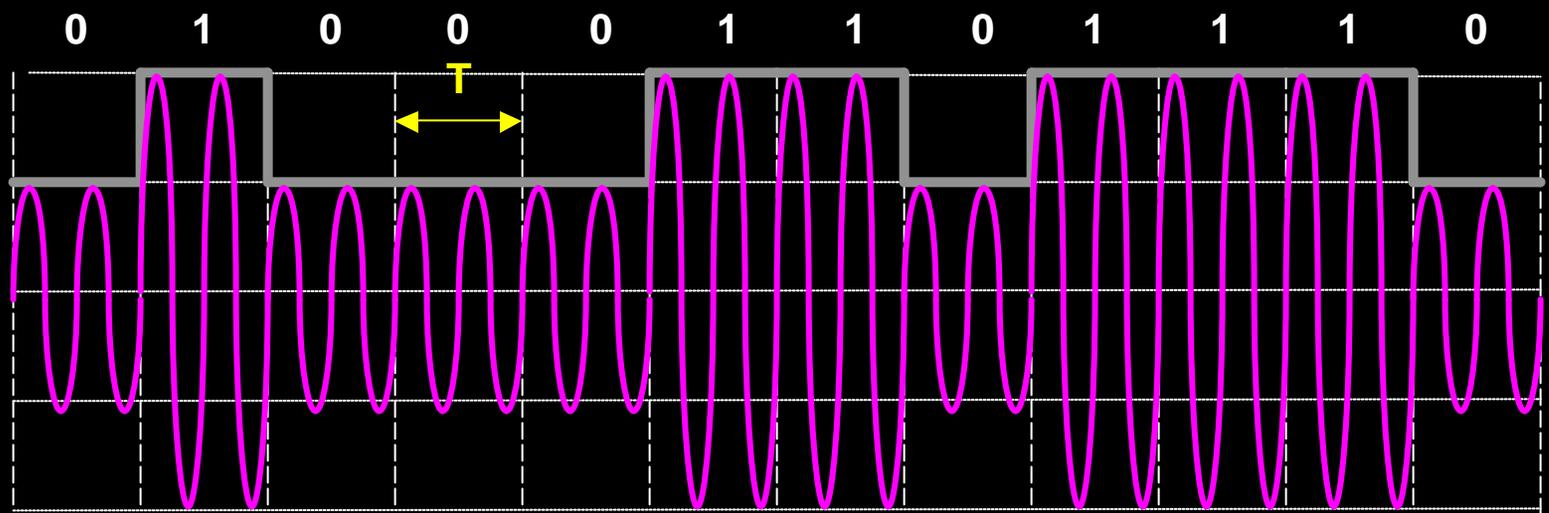


# Sinal Analógico x Digital

✍ **Todo sinal digital pode ser transmitido por um sinal analógico**

✍ **Exemplo**

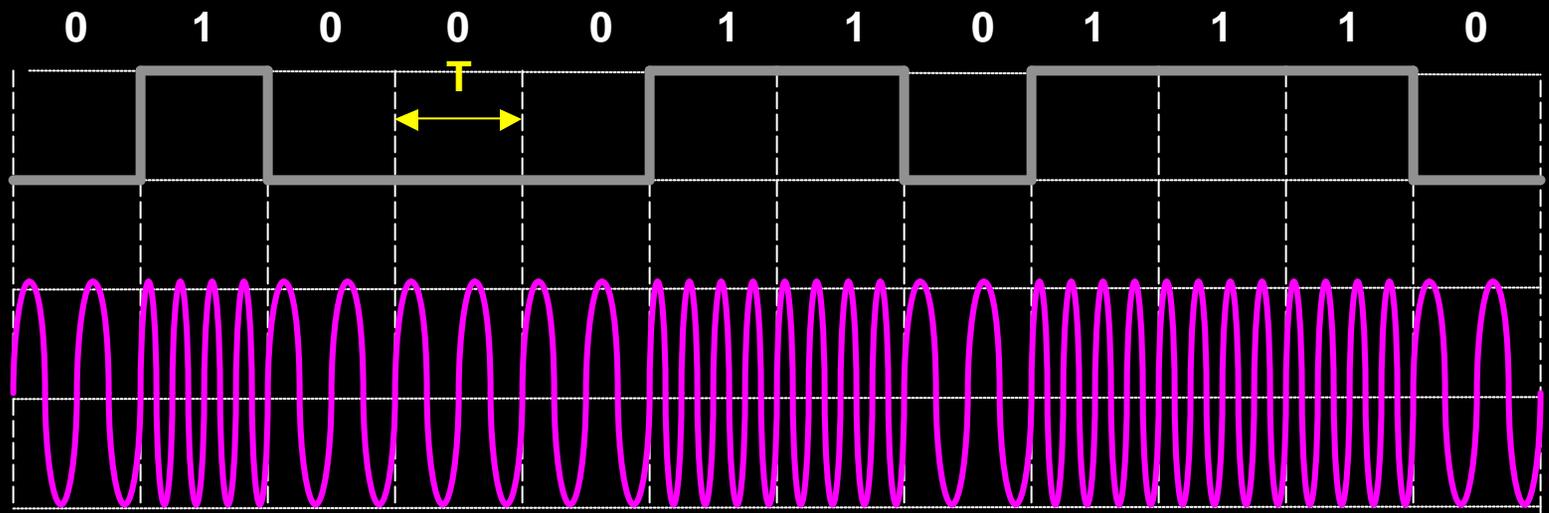
✍ Um sinal digital pode ser transformado em um sinal analógico alterando-se a amplitude (AM - Amplitude Modulada)



# Analógico x Digital

## Exemplo

Um sinal digital pode ser transformado em um sinal analógico alterando-se a frequência (FM - Freqüência Modulada)



# Banda Passante



# Banda Passante - sinal

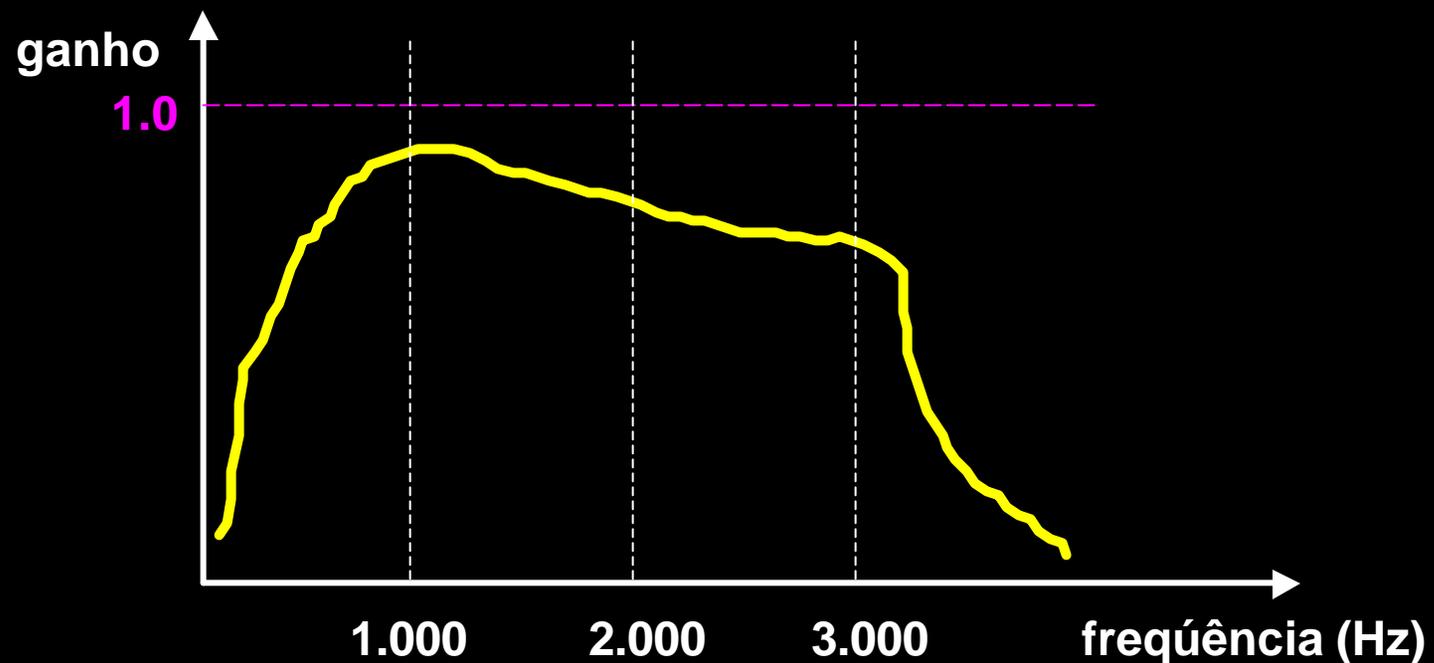
---

- ✍ **No século XIX, Jean Fourier provou que qualquer sinal periódico pode ser considerado como uma soma (geralmente infinita) de senos e cossenos de diversas freqüências. A esta soma da-se o nome de “Série de Fourier”.**
- ✍ **Banda passante de um sinal**
  - ✍ **Intervalo de freqüências que compõe este sinal.**
- ✍ **Largura de banda de um sinal**
  - ✍ **Tamanho de sua banda passante**
  - ✍ **Diferença entre a maior e menor freqüência**

# Banda passante - meio físico

## ✍ Banda passante de um meio físico

- ✍ Faixa de freqüências que permanece preservada pelo meio físico



# Taxa de transmissão máxima de um canal



# Taxa de transmissão máxima de um canal

---

- ✍ A taxa de transmissão máxima de um canal é afetada:
  - ✍ pela largura de banda do canal
  - ✍ pelos ruídos
  - ✍ pela atenuação
  - ✍ por ecos

# Taxa de transmissão máxima de um canal

## ✍ Teorema de Nyquist

- ✍ Em 1928 Nyquist formulou uma equação que define a taxa de transmissão máxima para um canal de banda passante limitada e imune a ruídos.
- ✍ *Se um sinal é transmitido através de um canal de largura de banda  $W$  Hz, o sinal resultante da filtragem pode ser completamente reconstituído pelo receptor através da amostragem do sinal transmitido a uma frequência igual a no mínimo  $2W$  vezes por segundo.*
- ✍ Hz - Hertz - Unidade de frequência - ciclos por segundo

# Taxa de transmissão máxima de um canal

## ✍ Banda Passante

- ✍ Para sinais digitais, isso corresponde a dizer que o número de transições de nível de amplitude não pode ser maior que  $2W$  vezes por segundo.
- ✍ Ou seja, através de um canal de largura de banda  $W$  Hz pode-se transmitir um sinal digital de no máximo  $2W$  *baunds* na ausência de ruído.
- ✍ A capacidade  $C$  do canal na ausência de ruído é dada por
  - ✍  $C = 2W$  *baunds*
  - ✍  $C = 2W \log_2 L$  bps (sendo  $L$  o número de níveis)

# Taxa de transmissão máxima de um canal

---

## ✍ Exercício

- ✍ Seja um sinal com 8 níveis ( $L$ ) de amostragem.
- ✍ Seja também um canal de largura de banda ( $W$ ) 3.000 Hz.
- ✍ Qual a capacidade máxima teórica de transmissão deste canal?

# Taxa de transmissão máxima de um canal

## ✍ Ruídos

✍ Interferência de sinais externos indesejáveis no meio de comunicação durante uma transmissão.

✍ **Sinal recebido** = Sinal transmitido + distorções causadas pelo próprio meio físico + distorções causadas por ruído

✍ O ruído é um dos maiores limitantes do desempenho de sistemas de comunicação

## ✍ Razão sinal-ruído

✍ Medida da quantidade de ruído presente em uma transmissão

✍ Relação entre potência do sinal e potência do ruído:

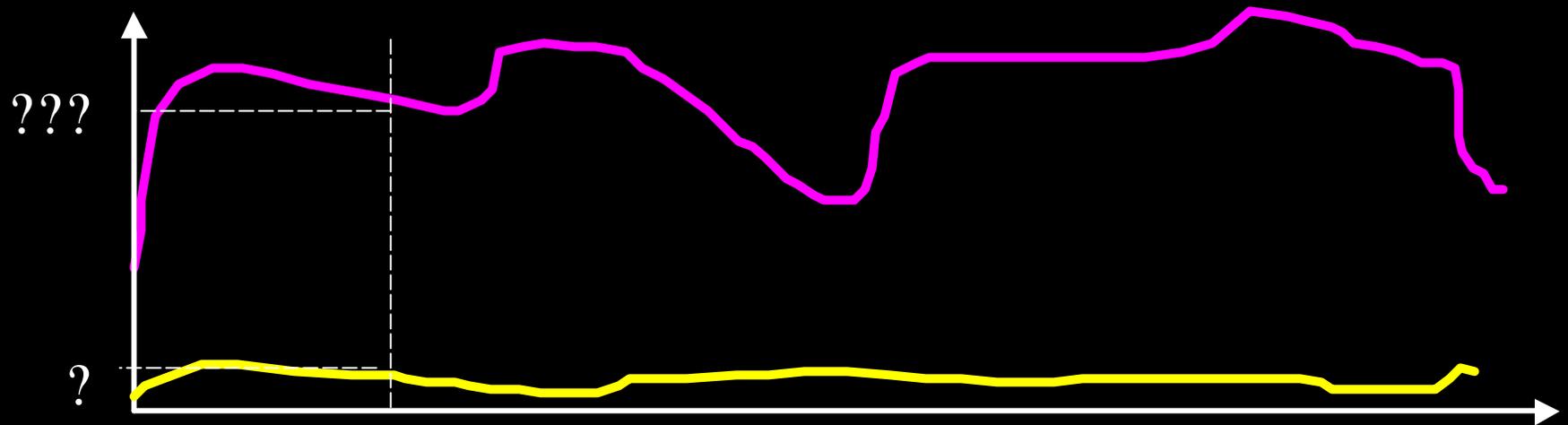
- $S/R$  (S:sinal; R:ruído)

# Taxa de transmissão máxima de um canal

## ✍ Ruídos

### ✍ Exercício

✍ Qual a medida de ruído no ponto do gráfico citado abaixo



# Taxa de transmissão máxima de um canal

---

## ✍ Ruídos (cont.)

### ✍ Decibel

✍ Unidade de medida que corresponde a

- $10 \log_{10} X$

### ✍ Medida de ruído

✍ Sinal / Ruído

✍ Normalmente a unidade utilizada para a medida de ruído é o decibel (dB)

✍ Exemplo:

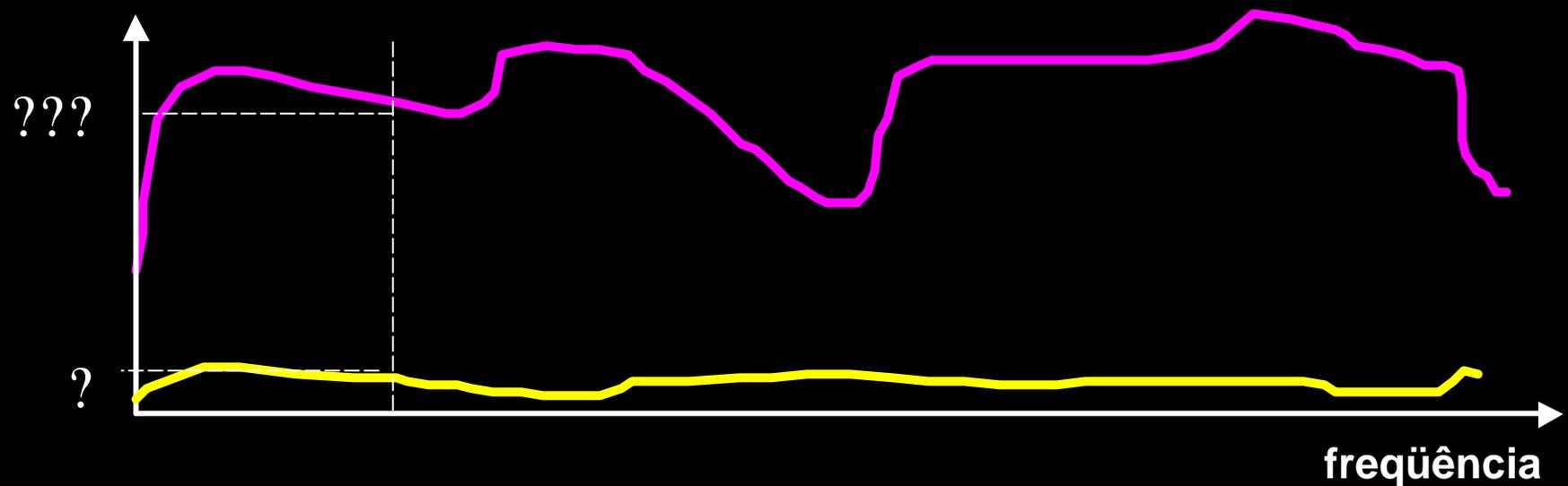
- Valor 10 equivale a 10 decibéis
- Valor 100 equivale a 20 decibéis
- Valor 1000 equivale a 30 decibéis

# Taxa de transmissão máxima de um canal

## ✍ Ruídos

### ✍ Exercício

✍ Qual a medida de ruído no ponto do gráfico citado abaixo (em decibéis)



# Taxa de transmissão máxima de um canal

---

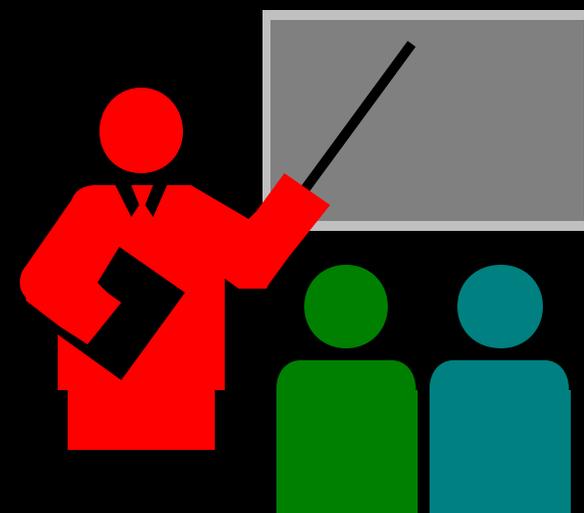
## ✍ Atenuação

✍ A potência de um sinal cai com a distância em qualquer meio físico

## ✍ Eco

✍ Em linhas de transmissão causam efeitos similares ao ruído

# Bibliografía deste módulo



# Bibliografia deste módulo

---

## ✍ Livros

### ✍ SOARES, LUIZ F. G.

✍ Redes de computadores: das LANs MANs e WANs às redes ATM.

✍ Editora Campus. 1995

### ✍ TANENBAUM, ANDREW S.

✍ Computer Networks. 3rd edition.

✍ Prentice Hall 1996.