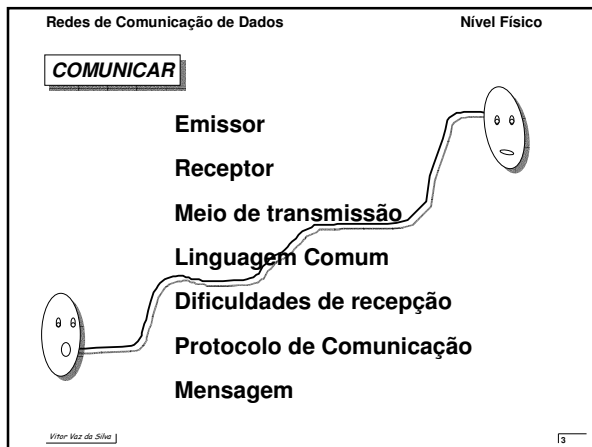
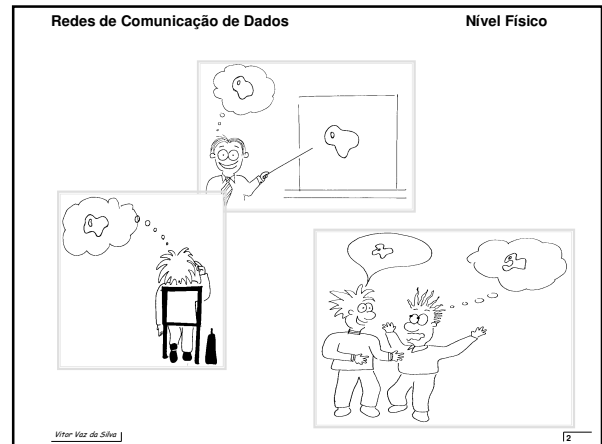


Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

- Introdução
- Meios de Transmissão
- Som - Voz
- Modulação
- Capacidade do Canal
- Codificação
- Sincronismo
- Erros

Vitor Vaz de Silva 1



- Redes de Comunicação de Dados Nível Físico
- MEIOS DE TRANSMISSÃO**
- Pares paralelos
  - Pares torcidos
  - Cabo coaxial
  - Fibra óptica
  - ...
  - Disquetes
  - CD's
  - Papel
  - Pombo
  - 😊😊😊
- Vitor Vaz de Silva 4

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**PARES TORCIDOS**

- Sem Malha - Unshielded Twisted Pair **UTP**
- Com Malha - Shielded Twisted Pair **STP**

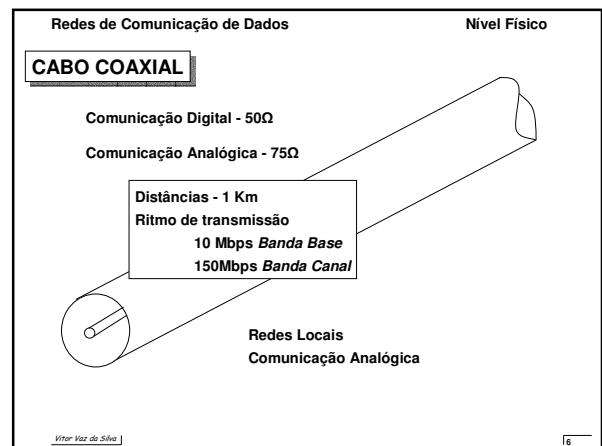
Distâncias - 100m a vários Kilómetros

Ritmo de transmissão - 10 Mbps

!

- Telefones
- Ligações Série
- Ligações Paralelo
- Redes Locais

Vitor Vaz de Silva 5



Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**FIBRA ÓPTICA**

- Monomodo
- Multimodo
  - step index
  - graded index

1Gbps - 1 Km

Physical Dimensions:

- Single-mode: 125 μm (cladding), 9-10 μm (core)
- Multimode step-index: 50-62.5 μm (cladding), 5-10 μm (core)
- Multimode graded-index: 50-62.5 μm (cladding), 25 μm (core)

Vitor Vaz de Silva 17

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**SUPERFÍCIE MAGNÉTICA**

- Disquete - 1,4 M Bytes
- Tape
  - 600M Bytes
- CD
  - WORM - Write Once Read Many
  - 1.2 G Bytes
  - Read Only
  - ... G Bytes
  - Read / Write
- DVD

Vitor Vaz de Silva 18

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**PERGUNTA ... !**

Quanto tempo leva a transmitir 1 DVD de 4,7 Gbytes de Lisboa ao Porto (300Km) por:

- Linha Telefónica - Analógica 9600bps
- Linha Digital 64Kbps
- ADSL 16Mbps
- Carro (sem infringir a lei ...)

Vitor Vaz de Silva 19

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

Sinal = Sinusóides  $S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$

Vitor Vaz de Silva 110

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

The effects of bandwidth on square digital signals.

Bits: 0 1 0 0 0 1 0 0

Bit Rate: 2000bits per second

- Bandwidth: 800 Hz
- Bandwidth: 900 Hz
- Bandwidth: 1000 Hz
- Bandwidth: 1100 Hz
- Bandwidth: 1200 Hz
- Bandwidth: 2500 Hz
- Bandwidth: 4000 Hz

Vitor Vaz de Silva 111

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**LINHA TELEFÓNICA**

Audição

4KHz

100 Hz 400 Hz

30 Hz 300 Hz 3400 Hz 20 KHz

Vitor Vaz de Silva 112

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Resistência**

$$V = R \times I$$

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

Vitor Vaz de Silva 13

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Impedância**

$$V = Z \times I$$

$$Z = R + j\omega L - j \frac{1}{\omega C}$$

Vitor Vaz de Silva 14

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Sinal sinusoidal**

Vitor Vaz de Silva 15

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**MODULAÇÃO**

Vitor Vaz de Silva 16

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**CAPACIDADE DO CANAL**

Ritmo Máximo de Transmissão  $C = 2 B \log_2 M$

Shannon - Hartley Law  $C = B \log_2 (1 + S/N)$

B - largura de Banda  
M - Número de níveis diferentes por elemento de modulação  
S - Potência do sinal em Watt  
N - Potência do ruído em Watt  
C - Capacidade do canal

Vitor Vaz de Silva 17

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**CURIOSIDADES**

Comunicação por Linha Telefónica

Largura de Banda	3100Hz
Modulação	DPSK8
Relação Sinal Ruído	20 dB

$S/N \text{ dB} = 10 \log_{10} S/N$   
 $20 \text{ dB} \Leftrightarrow S/N = 100$

Ritmo Máximo de Transmissão	- 18 600 bps
Capacidade Máxima do Canal	- 20 640 bps

Vitor Vaz de Silva 18

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

M	8	Níveis de modulação
B	3.100 Hz	Largura de Banda
C = 2 B Log <sub>2</sub> M	18.600 bps	Capacidade do Canal - sem ruído
S/N	20 dB	100
C = B Log <sub>2</sub> ( 1 + S/N )	20.640 bps	Capacidade do Canal - com ruído
M = 2 <sup>(C / 2 B)</sup>	10,04988	10

Vitor Vaz de Silva 19

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**RUÍDO**

$N_o = k T$  Ruído Térmico numa largura de banda de 1Hz

k - Constante de Boltzman  $1,3803 \times 10^{-23}$  joule K<sup>-1</sup>  
T - Temperatura ambiente em °K

$E = S/R$  Energia de um bit em Joule (Watt x Seg)

P - Potência do sinal  
R - Ritmo de transmissão bps

$$\frac{E}{N_o} = \frac{S/R}{k T} \quad N_o = N/B \quad \frac{E}{N_o} = \frac{S B}{N R}$$

Vitor Vaz de Silva 20

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**RUÍDO**

S/N	31 dB	Relação sinal ruído
B	3.000 Hz	Largura de Banda
R	3.000 bps	Ritmo de transmissão
E/N	3,10E+01	15 dB Energia de cada bit

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = 10 \text{Log}_{10} \left( \frac{S}{N} \right) + 10 \text{Log}_{10} B - 10 \text{Log}_{10} R$$

Vitor Vaz de Silva 21

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**CODIFICAÇÃO**

- NRZ No Return to Zero
- Manchester
- Miller
- AMI Alternate Mark Inversion
- HDB3 High Density Bipolar

**TRANSMISSÃO**

- ASSÍNCRONA
- SÍNCRONA

**ORIENTADO**

- BIT
- CARACTER

**SINCRONISMO**

- BIT
- CARACTER
- FRAME

Vitor Vaz de Silva 22

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**CODIFICAÇÃO**

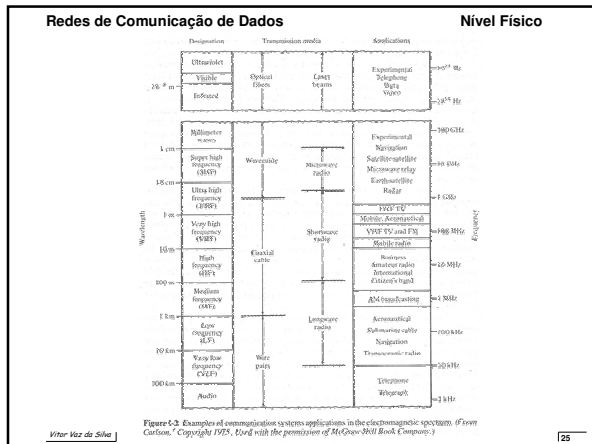
Exemplos de sinais em banda de base.

Vitor Vaz de Silva 23

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

Espectros de densidade de potência em banda de base.

Vitor Vaz de Silva 24



**Redes de Comunicação de Dados** **Nível Físico**

**NRZ**

- 0 – 0V
- 1 – xV
- Valor médio DC – elevado,  $\frac{1}{2} xV$
- Largura de Banda – elevada  
0Hz – tudo a 1 ou tudo a 0  
máximo – 01010101 (metade do ritmo binário)
- Tipo de sinal – pode não ter qualquer variação
- Sinal com polaridade
- Usado no RS232

**Redes de Comunicação de Dados** **Nível Físico**

**RZ**

- 0 – 0V
- 1 – xV na 1ª parte do bit time, e 0 na segunda
- Valor médio DC – elevado,  $\frac{1}{4} xV$
- Largura de Banda – elevada  
0Hz – tudo a 0  
máximo – 111111 (ritmo binário)
- Tipo de sinal – pode não ter qualquer variação
- Sinal com polaridade

**Redes de Comunicação de Dados** **Nível Físico**

**NRZI**

- 0 – mantém o valor anterior
- 1 – altera o valor anterior
- Valor médio DC – elevado,  $\frac{1}{2} xV$
- Largura de Banda – elevada  
0Hz – tudo a 1 ou tudo a 0  
máximo – 11111111 (metade do ritmo binário)
- Tipo de sinal – pode não ter qualquer variação
- Sem polaridade

**Redes de Comunicação de Dados** **Nível Físico**

**AMI**

- 0 – 0V
- 1 – +x V e -x V alternadamente
- Valor médio DC – 0
- Largura de Banda – elevada  
0Hz – tudo a 0  
máximo – 111111 (ritmo binário)
- Tipo de sinal – pode não ter qualquer variação
- Sinal sem polaridade

**Redes de Comunicação de Dados** **Nível Físico**

**HDB3**

- 0 – 0V – só permite 3 zeros consecutivos
- 1 – +x V e -x V alternadamente
- B00V – B corrige nível DC e V viola regra do 1
- Largura de Banda – baixa  
mínimo – tudo a 11000010000100001  
máximo – 1111111 (ritmo binário)
- Sinal sem polaridade
- Usado nos serviços telefónicos

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Manchester**

- 0 – transição +xV para -xV
- 1 – transição -xV para +xV
- Largura de Banda – fixa
  - mínimo – 0101010 (1/2 do ritmo binário)
  - máximo – 1111111 ou 0000000 (ritmo binário)
- Sinal com polaridade
- Usado na ethernet

Vitor Vaz de Silva 131

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Manchester Diferencial**

- 0 – mantém o tipo de transição anterior
- 1 – inverte a transição anterior
- Largura de Banda – fixa
  - mínimo – 111111 (1/2 do ritmo binário)
  - máximo – 000000 (ritmo binário)
- Sinal sem polaridade

Vitor Vaz de Silva 132

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Deteção de Erros**

- Paridade – Par / Ímpar
- Check Sum
  - $A + B = C$        $A + B - C = 0$
- CRC
  - $A / C = Q$  e Resto     $(A - \text{Resto}) / C = Q$  e Resto 0

Vitor Vaz de Silva 133

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Paridade**

<pre>0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1</pre>	<pre>0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1</pre>
--	--

Vitor Vaz de Silva 134

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**Check Sum**

```
0 0 0 0 0 1 0
1 0 1 1 0 1 1
1 1 0 1 1 0 0
0 0 0 0 0 1 1
```

Vitor Vaz de Silva 135

Redes de Comunicação de Dados Nível Físico

**CRC**

$CRC = x^5 + x^4 + 1$

```
0 0 0 0 0 1 0
1 0 1 1 0 1 1
1 1 0 1 1 0 0
0 0 0 0 0 1 1
```

---

```
0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1
```

Vitor Vaz de Silva 136