

# Cabeamento Estruturado

## CAB6080721

Curso Técnico Integrado de Telecomunicações 7ª Fase

Professor: Cleber Jorge Amaral

2016-1

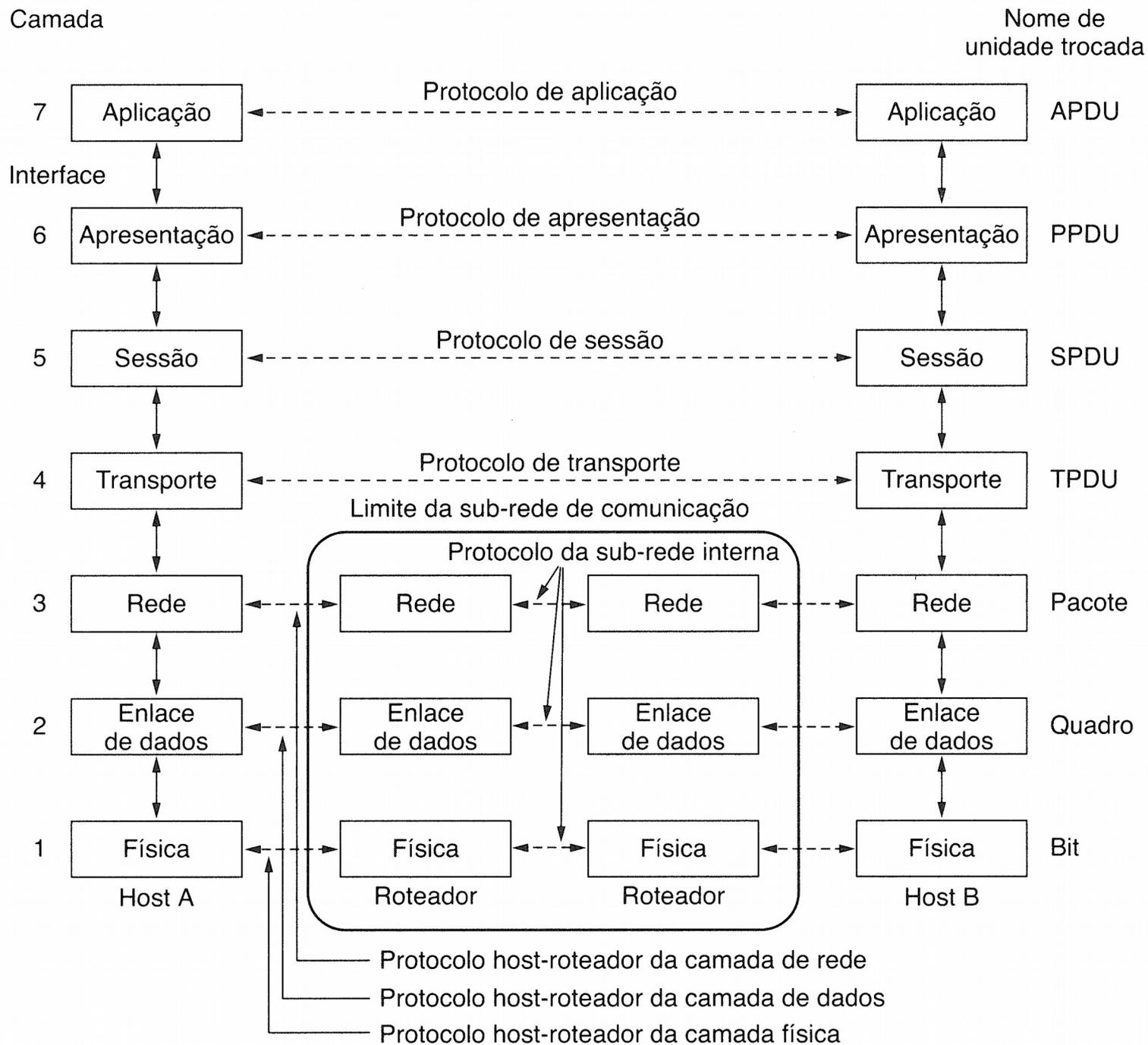
# Revisão da aula anterior...

- ▶ Conceito de cabeamento estruturado.
- ▶ Padrão x Norma
- ▶ Principais normas relacionadas ao cabeamento estruturado

# Informação e sinal

- ▶ A transmissão de informação através de sistemas de comunicação pressupõe a passagem de sinais através dos meios físicos de comunicação que compõem as redes;
- ▶ Este processo ocorre da seguinte forma:
  - Geração de uma ideia, padrão ou imagem na origem
  - Descrição desta ideia com certa precisão utilizando símbolos
  - Codificação dos símbolos de forma a ser transmitida pelo meio
  - Transmissão deste código ao destino
  - Decodificação e reprodução dos símbolos
  - Recriação da ideia transmitida
- ▶ Sinais são ondas que se propagam através de algum meio físico.

# Modelo OSI



# Cabeamento estruturado no modelo OSI

- ▶ Situação apenas na camada 1 (física)
  - Preocupa-se com a transmissão de bits no canal;
  - Especifica os padrões elétricos e temporais para representações lógicas;
  - Se uma transmissão pode ou não ocorrer simultaneamente em ambos os sentidos;
  - Como se estabelece uma conexão inicial e como se finaliza;
  - Que tipos de cabos e conectores, qual a configuração da pinagem, etc...
  - O projeto então se refere a questões mecânicas, elétricas de temporização e sobre o meio físico de transmissão.

# Transmissão de dados e voz - parâmetros relevantes

- ▶ Para que tenhamos uma via de dados segura que atenda os requisitos mínimos para transmissão do volume de dados e velocidade pretendidos, é necessário atentar para alguns parâmetros, os mais importantes são:
  - Banda passante e largura de banda (BW);
  - Velocidade de transmissão ou taxa de bits (bit rate);
  - Banda base x Modulação;
  - Códigos de linha.

# Banda passante e largura de banda (BW)

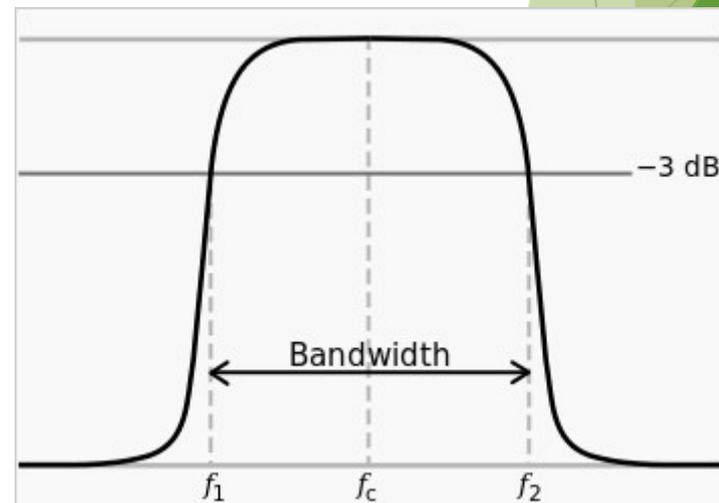
- ▶ Na transmissão de um sinal por um meio físico os componentes das diversas frequências sofrem perdas de energia distintas atenuando seu sinal.
- ▶ Há ainda necessidade de se transmitir várias informações distintas numa mesma linha (canais) o que é feito através de filtros que também atenuam o sinal.
- ▶ O intervalo de frequências que compõem o sinal transmitido é a banda passante;
- ▶ O tamanho da banda passante é a largura de banda (bandwidth).
- ▶ Portanto utilizamos estes termos para o espectro de frequência em que se está transmitindo/recebendo informação.

# Banda passante e largura de banda (BW)

- ▶ É portanto o conjunto de frequências que não estão sendo atenuados (dentro de um limite em dB) por filtros e pelo meio.
- ▶ A banda de um canal é definida por duas frequências de corte  $f_1$  e  $f_2$  (Exemplos: 1 e 100MHz, 300 e 3400Hz, 16 e 20 kHz).
- ▶ A atenuação é dada pela equação:

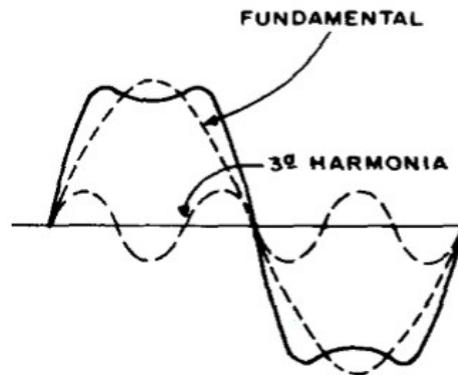
$$A \text{ (em dB)} = 10 \cdot \log(\text{Potência Recebida} / \text{Potência Transmitida})$$

Ex.: -3dB significa que a relação de potência é 2:1, de 10dB significa 10:1, 13dB de 20:1, etc.

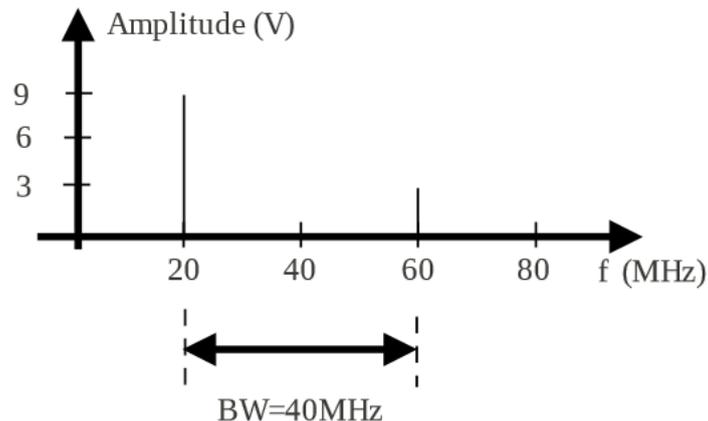


# Largura de banda (BW) - Exemplo 1

- ▶ Banda passante de um sinal formado por duas senoides
- ▶ Formado pelo sinal fundamental (20 MHz) e seu terceiro harmônico (60 MHz)

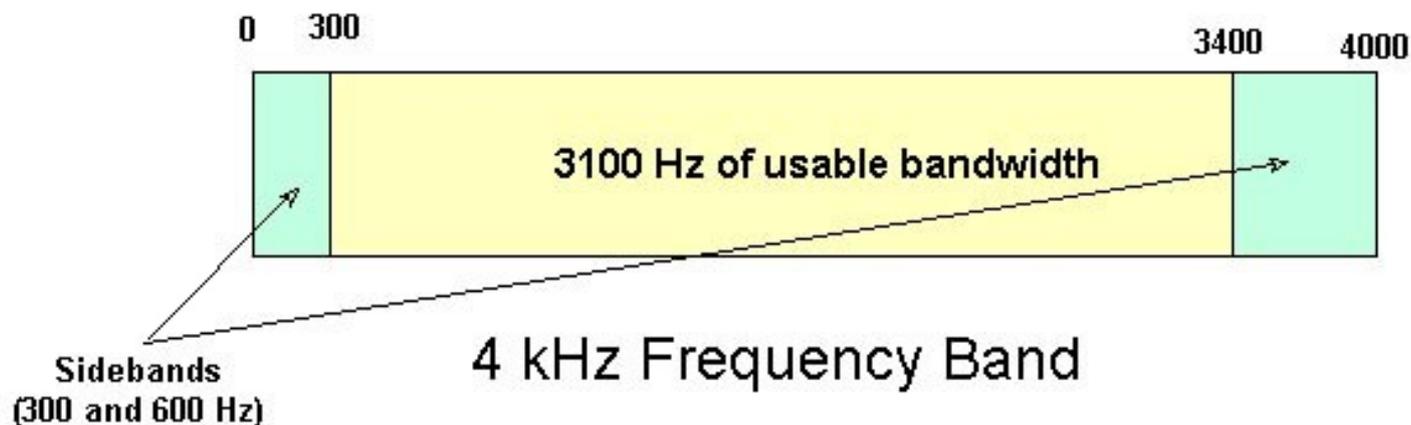


- ▶ A banda passante deste sinal será de  $BW = 60 - 20 = 40\text{MHz}$ , conforme indica o gráfico abaixo.



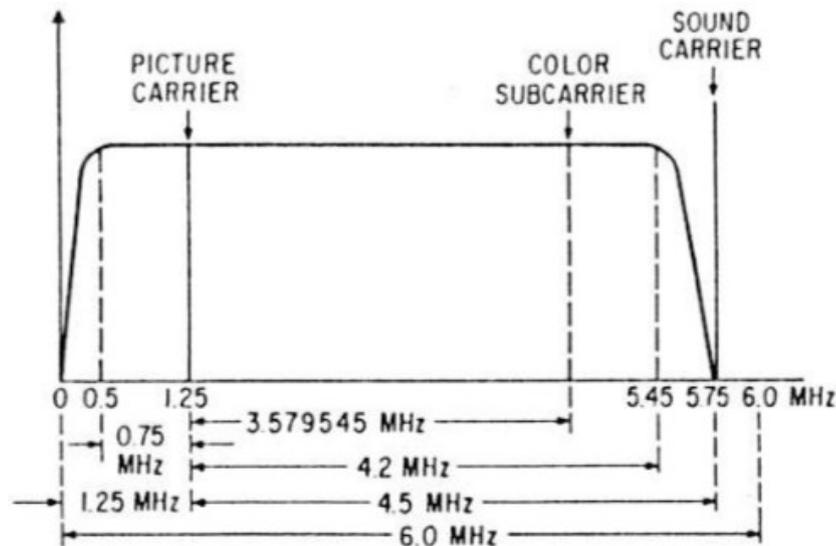
# Largura de banda (BW) - Exemplo 2

- ▶ A voz humana apresenta componentes frequências entre 100 e 8000 Hz
- ▶ O ouvido humano distingue frequências entre 20 Hz e 20KHz aproximadamente.
- ▶ Em telefonia são transmitidos as componentes frequências entre 300 e 3400 Hz, normalmente multiplexados em canais de 4kHz;
- ▶  $BW = 3400 - 300 = 3100 \text{ Hz}$  ou 3,1kHz.



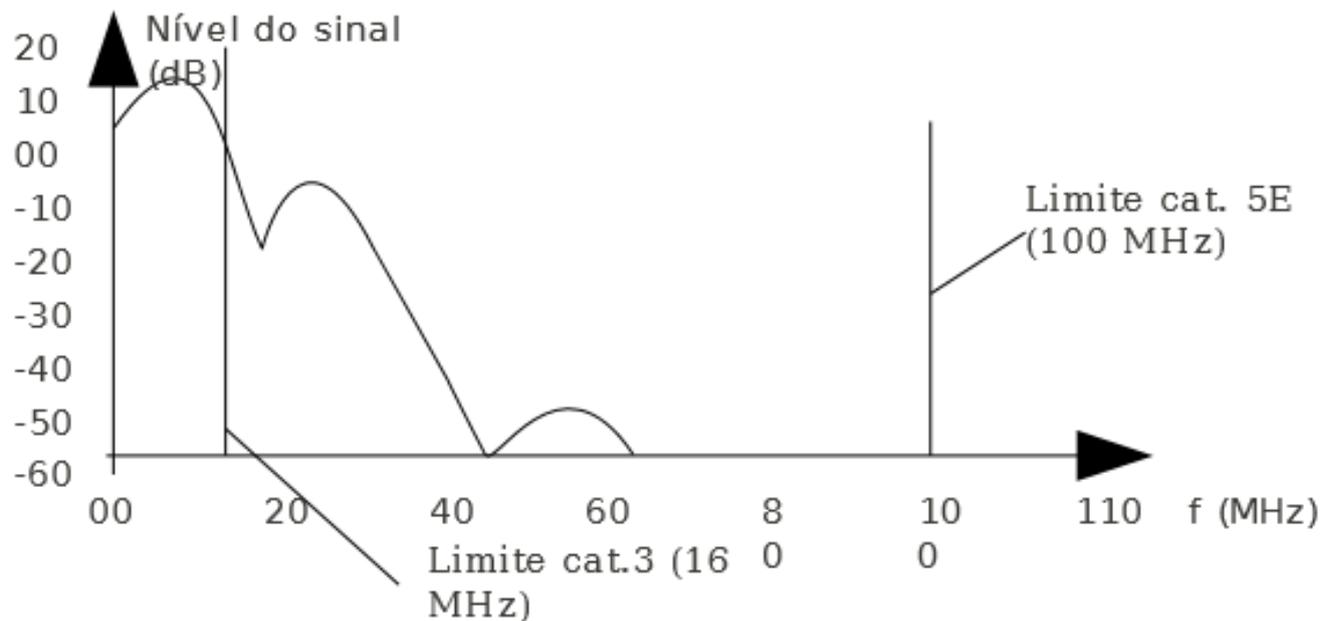
# Largura de banda (BW) - Exemplo 3

- ▶ Banda passante do sinal de um canal de TV analógico
- ▶ São transmitidos sinais de áudio e sinal de vídeo.
- ▶ O sinal de vídeo ocupa uma banda de 5,25MHz, o sinal de áudio ocupa 0,05 MHz.
- ▶ Considerando a necessidade de bandas de guarda, espaçamento das frequências entre canais e entre sinais de vídeo e áudio, um canal de TV apresenta uma banda de 6MHz (5,25 do vídeo, 0,05 MHz do áudio e 0,70 MHz distribuído entre as bandas de guarda)



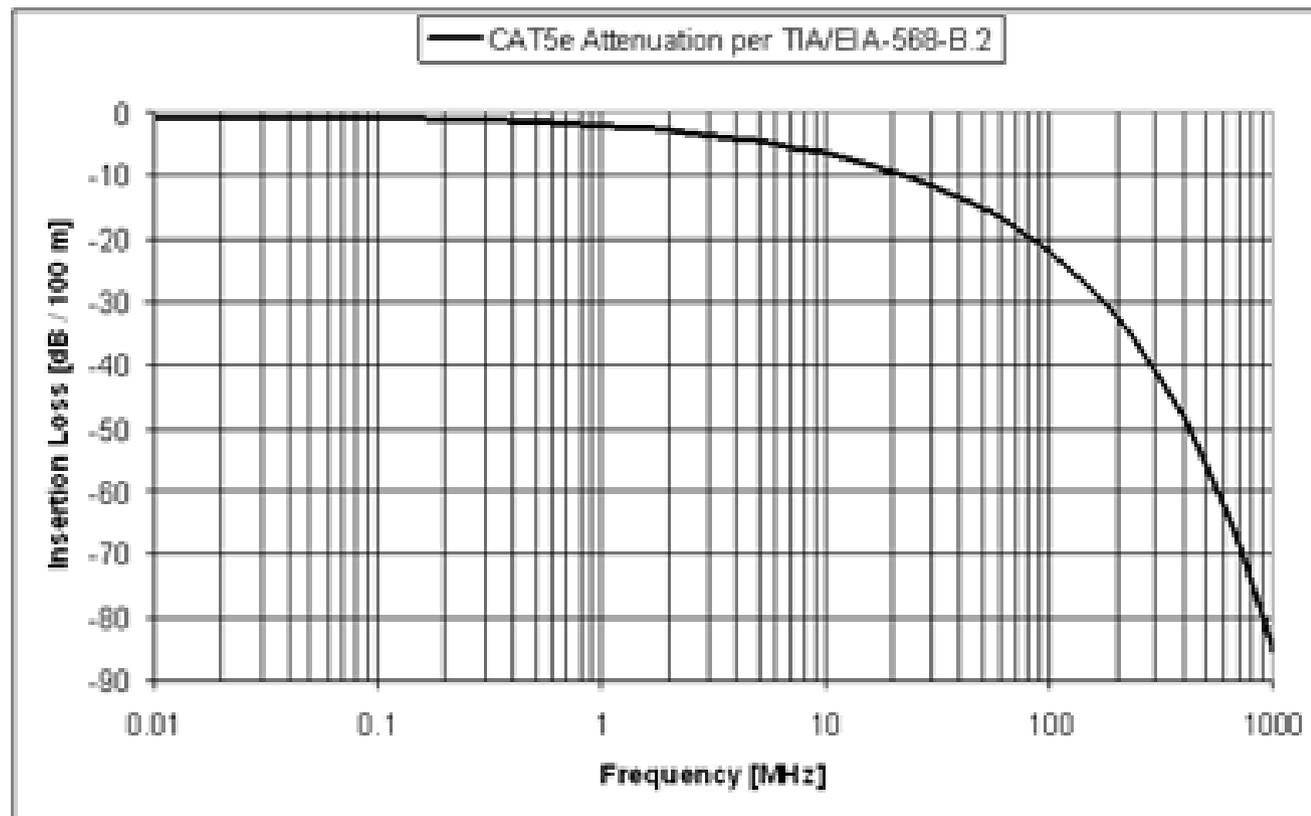
# Largura de banda (BW) - Exemplo 4

- ▶ Banda passante de uma rede local ethernet 10 Mbps.
- ▶ A rede local IEEE 802.3 (ethernet) com velocidade de 10 Mbps utiliza código de linha Manchester, que apresenta uma banda passante igual a 1,6 vezes a velocidade de transmissão para recepção sem distorções da forma de onda.
- ▶ Nas redes IEEE 802.3 as especificações determinam meios de transmissão com no mínimo 16 MHz de banda.



# Largura de banda (BW) - Exemplo 5

- ▶ Perda de inserção é a atenuação que o sinal sofre ao longo dos canais, enlaces e componentes.
- ▶ Cabo Classe D/Cat 5e devem ter uma perda máxima de:  
 $1,05 \cdot (1,9108 \cdot \text{raiz}(f) + 0,0222 \cdot f + 0,2 / \text{raiz}(f)) + 4 \cdot 0,04 \cdot \text{raiz}(f)$ .
- ▶ Para frequências críticas:
  - 1MHz: 4,0dB
  - 10MHz: 9,1dB
  - 100MHz: 24,0 dB



# Outros exemplos

- ▶ Banda Estreita - Narrowband
  - Modem 56k (8000/8000 baud) (V.92): 56 kBit/s
  - ISDN Basic Rate Interface: 128 kBit/s
- ▶ Banda Larga - Broadband
  - ADSL2+: 24.5/3.5 MBit/s
  - Ethernet (10BASE-T): 10 Mbit/s
  - 100 Gigabit Ethernet (100GBASE-X): 100 Gbit/s
  - IEEE 802.11a: 54 Mbit/s
  - IEEE 802.11n: 600 Mbit/s

# Taxa de bits (bit rate)

- ▶ Quando nos referimos a dados digitais medimos em bps (bits por segundo), refere-se a taxa de transmissão de bits em um canal ou enlace (redes) por segundo;
- ▶ Em computação usam-se termos como network bandwidth, data bandwidth, digital bandwidth ou simplesmente bandwidth (largura de banda) referindo-se a taxa de bits (bps).
- ▶ O bit é a unidade de informação em computadores digitais que pode ser representado pela variação de um sinal em dois níveis como também pode-se ter mais variações por período com 4 níveis, por exemplo, pode-se transmitir 2 bits por período.
- ▶ Portanto:
  - 1 baud =  $\log_2(L)$  bps

# Exemplos de Taxas de bits

## ▶ WAN

- A largura de banda de comunicação pode variar de 56kbps a 155 Mbps, ou seja podemos transmitir de 56 mil a 155 milhões de bites de informação por segundo.

## ▶ LAN

- A largura de banda de 10Mbps a 10Gbps, pode-se transmitir de 10 milhões a 10 bilhões de bits de informação por segundo

# Banda base (Sem modulação)

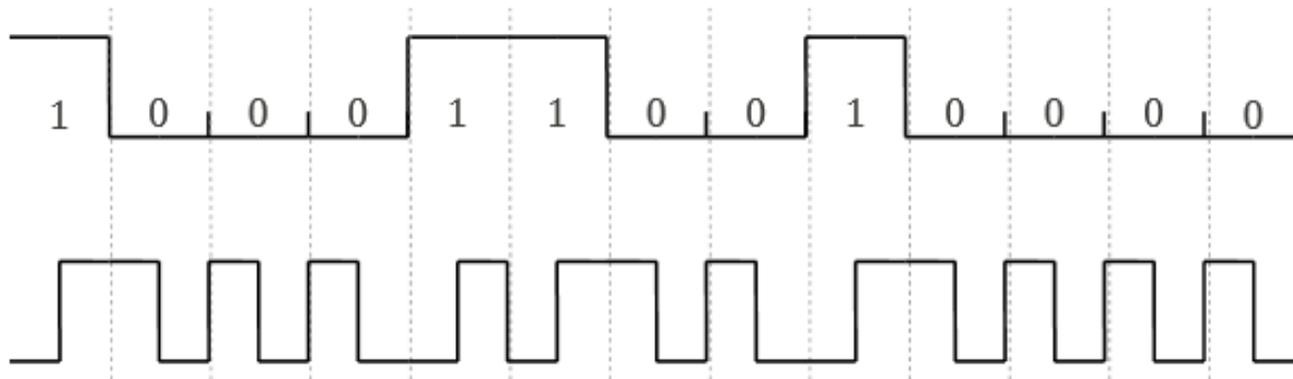
- ▶ Os sinais utilizados nas redes de telecomunicações podem ser analógicos (voz, vídeos) ou digitais (dados, voz, vídeo).
- ▶ Estes sinais podem ser transmitidos
  - Em banda base (sem modulação), mantendo a frequência original;
  - Através de sistemas de modulação onde a faixa de frequência depende da portadora e do tipo de modulação.
- ▶ Os sinais digitais nas redes locais de computadores são transmitidos em banda base, isto é, não são modulados, ocupando sua faixa de frequência “natural”.

# Códigos de linha e mapas de bits

- ▶ A forma de onda deve atender ao máximo os seguintes quesitos:
  - Ausência de componente contínua
  - Menor largura de banda possível
  - Transmissão adequada de relógio
  - Ter facilidade de detectar erros de transmissão
- ▶ Para atender ao máximo estes quesitos usam-se os códigos de linha e mapas de bits
- ▶ Esquemas de codificação digital são técnicas que conseguem compactar os bits de dados que estão sendo transmitidas em faixas de frequência.
- ▶ Em alguns padrões a relação é de um para um como o caso do Ethernet 10BASE-T onde 1 Mbps é compactado em uma faixa de 1 MHz.
- ▶ Códigos de linha eficientes transmitem muitos bits em cada hertz da banda de frequências utilizada.

# Código de linha: Manchester

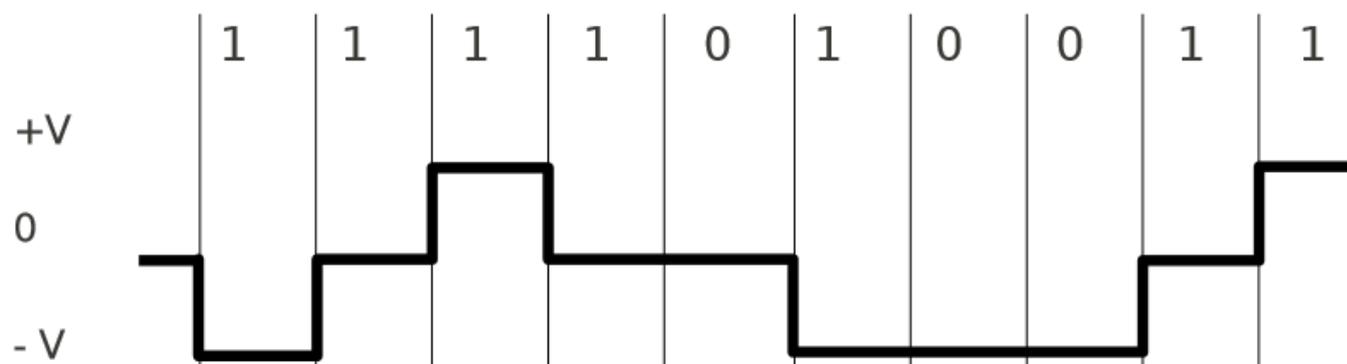
- ▶ A codificação Manchester, também conhecida como bifásica de nível, é a técnica especificada pelo IEEE 802.3 de 10Mbps para uma rede padrão Ethernet.
- ▶ Cada período do bit é dividido em metades complementares
- ▶ Assim, uma transição de tensão de negativa para positiva no meio do bit indica um número binário "1" enquanto uma transição de positiva para negativa representa um "0"



- ▶ Esse código é mais utilizado em enlaces curtos, quando o custo do codificador é mais significativo que o custo dos meios de transmissão com BW apropriada

# Código de linha: MLT3 - Multi-Level Transition 3

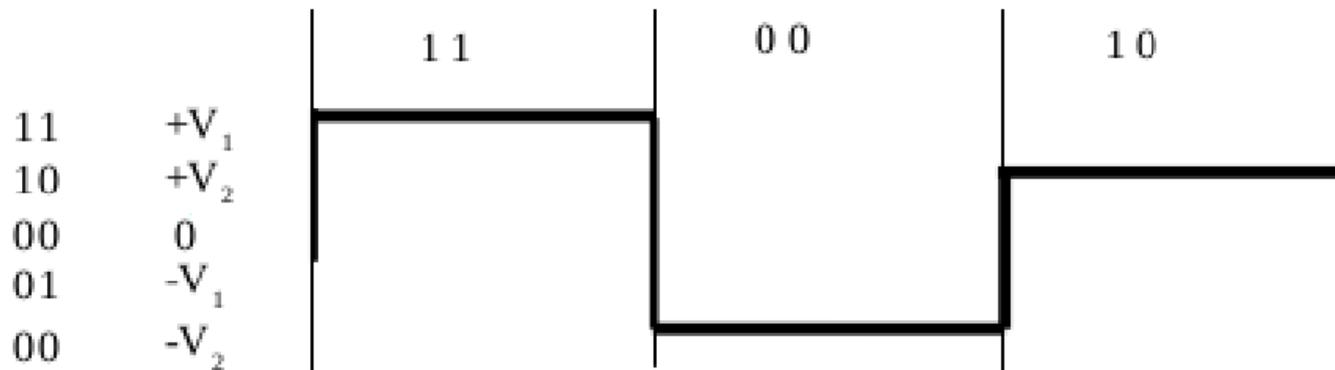
- ▶ Este código apresenta três níveis de tensão.
- ▶ Tem como principal objetivo diminuir a BW necessária para transmitir sinais digitais com altas taxas de transmissão.
- ▶ O nível do sinal é alterado a cada ocorrência de um bit alto (1), nos bits baixos não há transição de nível



- ▶ Este código é utilizado pela rede IEEE 802.3 de 100 Mbps.
- ▶ Para evitar a perda da informação de clock, devido a uma sequência grande de zeros, antes de iniciar a codificação MLT-3, o sinal é embaralhado através do mapeamento de 4 bits em 5 (4B5B).

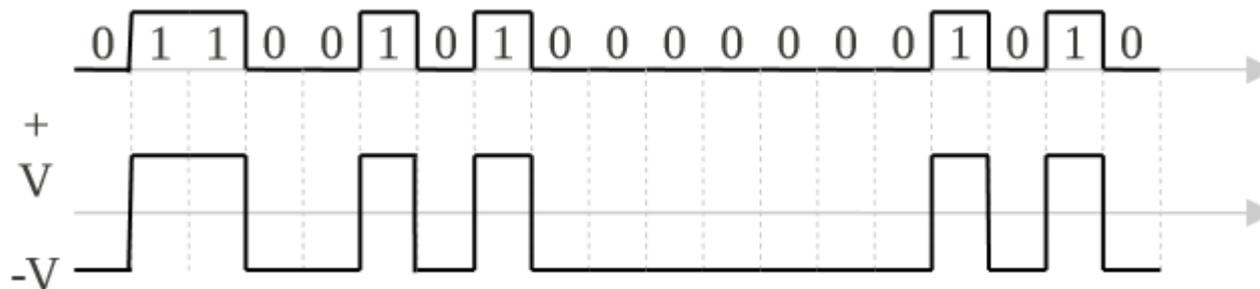
# Código de linha: PAM 5 - Pulse Amplitude Modulation - Level 5

- ▶ Neste código os bits são pareados e cada par é representado por um nível de tensão diferente
- ▶ O padrão ethernet gigabit (IEEE 1.000BaseT) utiliza o código de linha PAM5.
- ▶ Codigos multiníveis são utilizados para transmitir altas taxas de transmissão



# Código de linha: NRZ (Não Retorno a Zero)

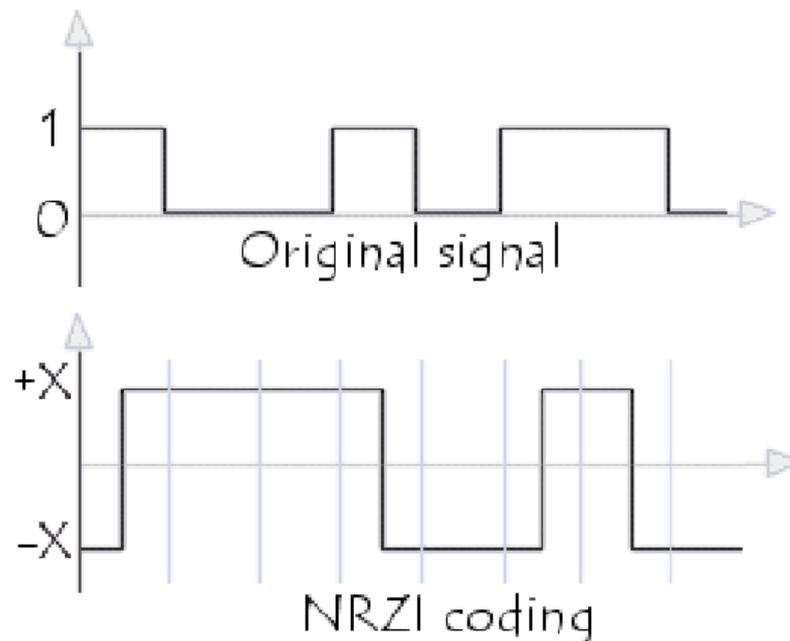
- ▶ A codificação polar NRZ (que significa No Return to Zero, ou seja, não Regresso a Zero) é o mais simples, permite eliminar acentuadamente a componente DC do sinal.
- ▶ Consiste muito simplesmente em transformar o “0” lógico em  $-V$  e o “1” lógico em  $+V$ , desta maneira tem-se uma codificação bipolar na qual o sinal nunca é nulo.
- ▶ Por conseguinte, o receptor pode determinar a presença ou não de um sinal.



Código NRZ. A forma de onda superior é a sequência de bits a ser transmitida. A forma inferior é o código NRZ.

# Código de linha: NRZI - Non Return Zero Inverted

- ▶ A codificação NRZI é sensivelmente diferente da codificação NRZ.
- ▶ Com esta codificação, quando a bit é “1”, o sinal muda de estado após o toque do relógio. Quando a bit é “0”, o sinal não sofre nenhuma mudança de estado.



# Mapa de bits: 4B/5B

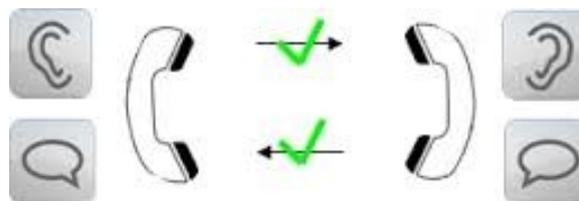
- ▶ Substitui as 16 combinações de 4 bits por outras de 5 bits sem a possibilidade de termos mais de 3 zeros consecutivos.
- ▶ Porém, há o envio de um bit adicional, reduzindo a efetiva taxa de transferência de dados.

Data (Hex)	Data (Binary)	4B5B Code
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
3	0011	10101
4	0100	01010
5	0101	01011
6	0110	01110
7	0111	01111
8	1000	10010
9	1001	10011
A	1010	10110
B	1011	10111
C	1100	11010
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

# Modos de operação

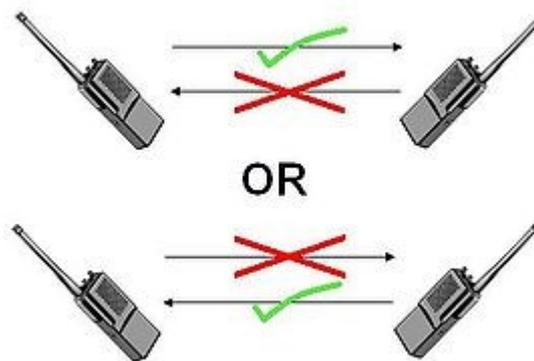
- ▶ Comunicações ponto-a-ponto que podem operar em ambos os sentidos
- ▶ Full-Duplex: As pontas podem transmitir e receber informações simultaneamente

- Exemplo: Telefone



- ▶ Half-Duplex: Uma ponta assume o papel de transmissor (e neste momento apenas tem capacidade de transmitir) e a outra de receptor (tendo capacidade apenas de receber) neste dado momento.

- Exemplo: Rádios PX, Nextel



# Codificações utilizadas nos padrões da família IEEE 803.2 (Parte 1/2)

Padrão	Interface	Tipo de meio	Codificação			Distância
			FDX	"Mapeamento" dos Dados	Código de linha	
IEEE 802.3a-t  Ethernet	10BASE-2	Cabo coaxial "thin" 50 $\Omega$	H	4B/5B	Manchester	< 185 m
	10BASE-5	Cabo coaxial "thick" 50 $\Omega$	H	4B/5B	Manchester	< 500 m
	10BASE36	Cabo coaxial 75 $\Omega$ (CATV)	H	4B/5B	Manchester	< 3600 m
	10BASE-T	Dois pares UTP categoria 3 ou superior	H/F	4B/5B	Manchester	<100 m
	10BASE-FP	Duas fibras ópticas multimodo 62,5 $\mu\text{m}$	H	4B/5B	Manchester	<1000 m
	10BASE-FL	Duas fibras ópticas multimodo 62,5 $\mu\text{m}$	F	4B/5B	Manchester	< 2000 m
	10BASE-FB	Duas fibras ópticas multimodo 62,5 $\mu\text{m}$	H	4B/5B	Manchester	< 2000 m
IEEE 802.3u  Fast Ethernet	100 BASE – T4	Quatro pares UTP categoria 3 ou superior	H	8B/6T	MLT3	< 100 m
	100 BASE – T2	Dois pares UTP categoria 3 ou superior	H/F	PAM5x5	PAM5	< 100 m
	100 BASE – TX	Dois pares UTP categoria 5 ou superior	H/F	4B/5B	MLT3	< 100 m
	100 BASE – TX	Dois pares STP	F	4B/5B	MLT3	< 200 m
	100 BASE – FX	Duas fibras ópticas multimodo 62,5 $\mu\text{m}$	F	4B/5B	NRZI	< 2km
	100 BASE – FX	Duas fibras ópticas mono modo 50 $\mu\text{m}$	F	4B/5B	NRZI	< 40 Km

# Codificações utilizadas nos padrões da família IEEE 803.2 (Parte 2/2)

Padrão	Interface	Tipo de meio	Codificação			Distância
			FDX	“Mapeamento” dos Dados	Código de linha	
IEEE 802.3z/ab Gigabit Ethernet	1000 BASE - CX	Dois pares STP	F	8B/10B	NRZ	< 25m
	1000 BASE - T	Quatro pares UTP categoria 5e ou superior	H/F	4D-PAM5	PAM5	<100m
	1000 BASE - SX	Duas fibras multimodo 50 µm, 850 nm	F	8B/10B	NRZ	500/750 m
	1000 BASE - SX	Duas fibras multimodo 62,5 µm, 850 nm	F	8B/10B	NRZ	220/400 m
	1000 BASE - LX	Duas fibras multimodo 50 µm, 1310 nm	F	8B/10B	NRZ	550/ 2000m
	1000 BASE - LX	Duas fibras multimodo 62,5 µm, 1310 nm	F	8B/10B	NRZ	550/100 m
	1000 BASE - LX	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1310 nm	F	8B/10B	NRZ	5 Km
	1000 BASE - ZX	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1310 nm	F	8B/10B	NRZ	80 Km
IEEE 802.3ae 10G Ethernet	10 GBASE-SR	Duas fibras multimodo 50 µm, 850 nm	F	64B/66B	NRZ	2 – 300 m
	10 GBASE-SW	Duas fibras multimodo 62,5 µm, 850 nm	F	64B/66B	NRZ	2 – 33 m
	10 GBASE-LX4	Duas fibras multimodo 50 µm, WDM 4 sinais	F	8B/10B	NRZ	300 m
	10 GBASE-LX4	Duas fibras multimodo 50 µm, WDM 4 sinais	F	8B/10B	NRZ	300 m
	10 GBASE-LX4	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1310 nm, WDM 4 sinais	F	8B/10B	NRZ	10 Km
	10 GBASE-LR	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1310 nm	F	64B/66B	NRZ	10 Km
	10 GBASE-LW	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1310 nm	F	64B/66B	NRZ	10 Km
	10 GBASE-ER	Duas fibras monomodo 8-10 µm, 1550 nm	F	64B/66B	NRZ	2 – 40 Km

Tabela 1: Padrões IEEE 802.3

# Obrigado pela atenção e participação!

Cleber Jorge Amaral ([cleber.amaral@ifsc.edu.br](mailto:cleber.amaral@ifsc.edu.br))

Horários de atendimento (2016-1):  
Quintas-feiras as 17:30 no laboratório de Programação

Sextas-feiras as 17:30 no Laboratório de Meios de  
Transmissão