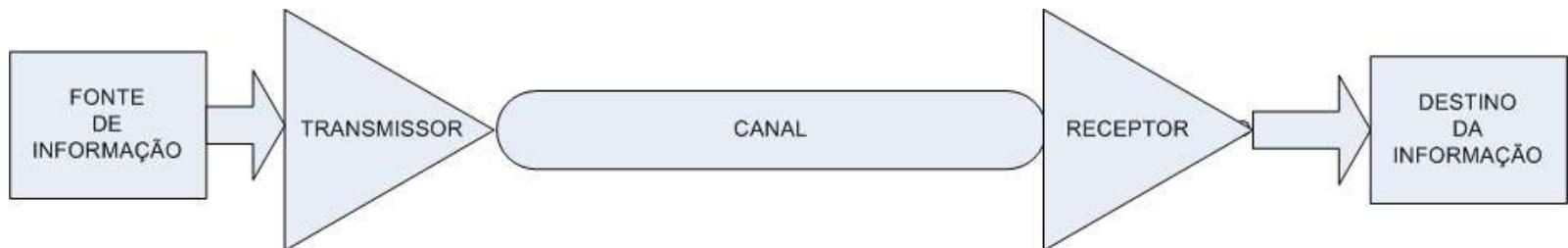


01

Sistemas de Comunicação

- Um sistema de comunicação genérico envolve três componentes principais:
 - **Transmissor:** responsável pela adequação do sinal original às características do canal escolhido
 - **Canal:** meio físico utilizado para transmissão
 - **Receptor:** deve detectar o sinal recebido e adequá-lo a um formato reconhecido pelo destino.



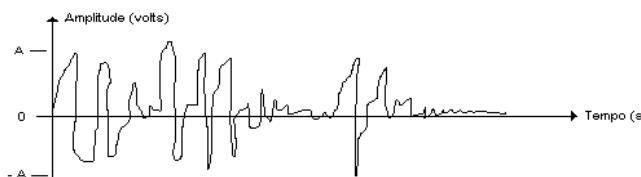
Ruído

- O ruído é uma das interferências que afeta o canal:
 - Limita o desempenho do sistema de comunicação
 - Altera as características do sinal transmitido a ponto dele não ser reconhecido no receptor de destino.
- Para reduzi-lo pode-se utilizar:
 - Sistemas de cabeamento blindado, onde uma cobertura metálica (folha ou malha) é sobreposta ao cabo e aterrada, drenando o ruído que atingiria os cabos
 - Fibras ópticas que são imunes as radiações eletromagnéticas.

TIPO DE SINAIS

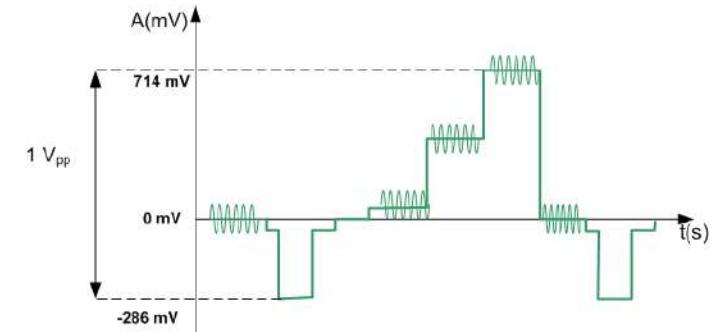
SINAIS ANALÓGICOS

- O sinal analógico é aquele que varia de forma contínua ao longo do tempo
- Como sinais de áudio, vídeo e provenientes de sensores são analógicos



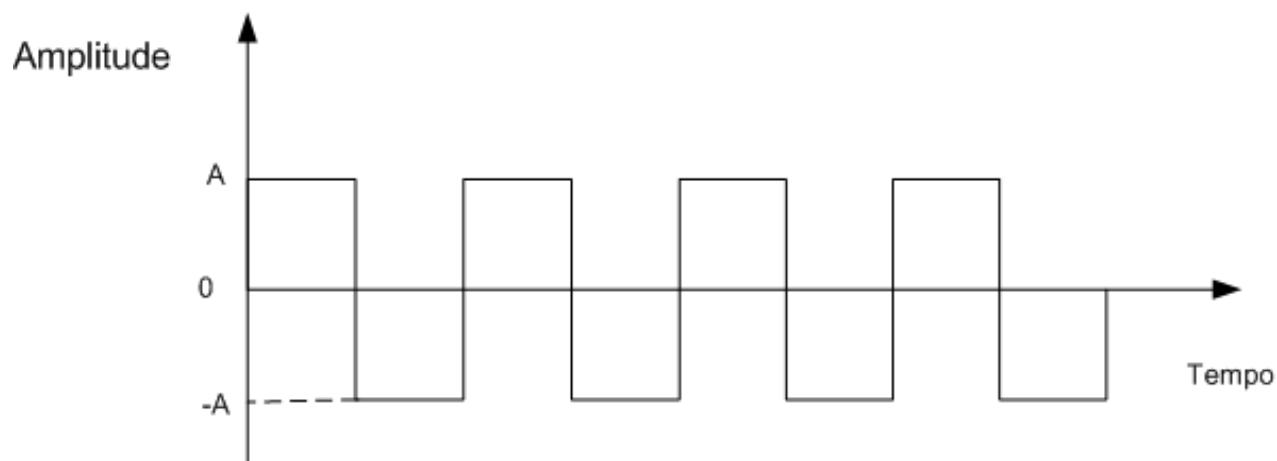
Sinal analógico
(voz) captado por
um microfone

Sinal analógico
(vídeo composto)



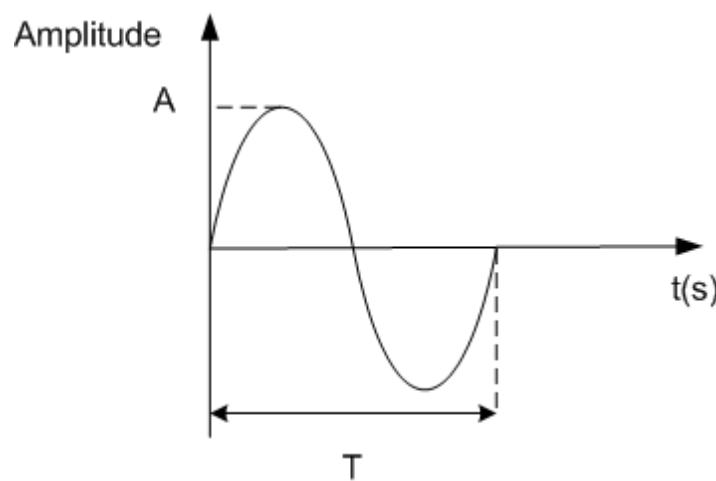
SINAIS DIGITAIS

- Um sinal digital é definido como uma função do tempo que tem um conjunto discreto de valores
- Se o sinal digital é do tipo binário, apenas dois valores são permitidos (bit – binary digit).



LARGURA DE BANDA

- O sinal analógico fundamental é uma onda senoidal
- Uma senóide é descrita por 3 parâmetros:
 - **A amplitude:** relacionada ao maior valor absoluto que o sinal pode atingir
 - **A freqüência:** representa o número de repetições da onda em 1 segundo e está relacionada com o tempo de duração da onda, que é chamado de período (T)
 - **A fase:** representa a posição do sinal no instante $t = 0\text{s}$.



LARGURA DE BANDA

A largura de banda é um valor em hertz que define o número mínimo de freqüências necessárias para representar o sinal.

Banda passante dos meios de transmissão

Meio de transmissão	Banda passante (Hz)
Rede telefônica (antiga)	4.000
Áudio em radiodifusão (AM)	5.000
Áudio em radiodifusão (FM)	15.000
Cabo de par trançado categoria 3	16.000.000
Cabo de par trançado categoria 5	100.000.000
Cabo de par trançado categoria 6	250.000.000
Cabo de par trançado de categoria 6A	500.000.000
Cabo coaxial	1.000.000.000

LARGURA DE BANDA

- Os sinais digitais também necessitam de largura de banda mínima para representá-lo. Esta deverá ser respeitada pelo sistema de transmissão.

Sinal Digital (um bit para transmissão no padrão)	Banda passante (Hz)
Ethernet de 10Mbps	7.500.000
Ethernet de 100Mbps	31.250.000
Ethernet de 1000Mbps	62.500.000
Ethernet de 10Gbps	450.000.000
ATM de 155Mbps	77.000.000
Token Ring de 16Mbps	12.000.000

POTÊNCIA DO SINAL

- Atenuação: diminuição da potência do sistema ao longo do canal;
- Ganho: aumento da potência do sistema;
- **BEL**: unidade de medida que relaciona duas grandezas através de logaritmo;

$$dB = 10 \log (POT_{SAIDA} / POT_{ENT})$$

- dB = relação de potência
- POT_{SAIDA} = potência de saída do circuito
- POT_{ENT} = potência de entrada ou de referência do circuito

Unidade de Potência

- A potência dos equipamentos é medida em unidades logarítmicas;
- **dBm:** relação da potência de saída dos equipamentos, que é medida em mW.

$$POT = 10 \log(POT_{EQUIPAMENTO} / 1mW) \text{ (dBm)}$$

- POT = potência em dBm
- $POT_{EQUIPAMENTO}$ = potência de saída do equipamento em mW

TRANSMISSÃO DE SINAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS

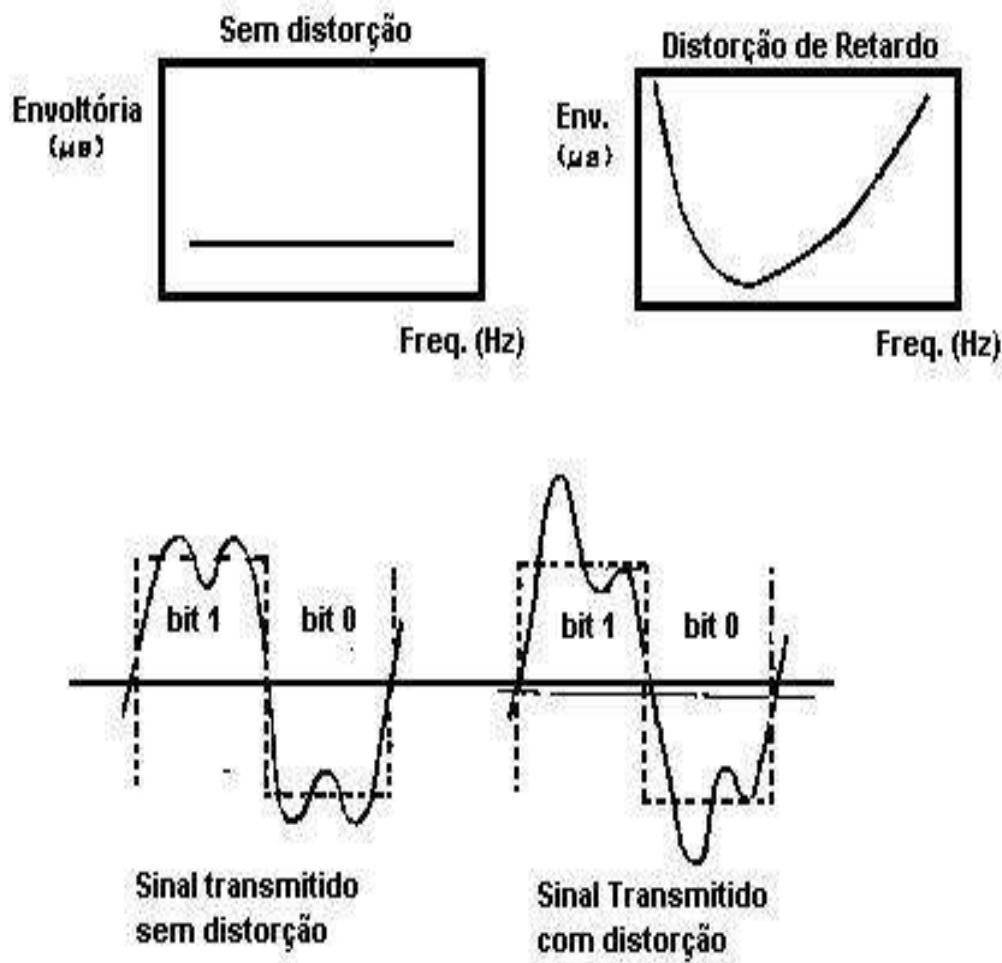
PERTURBAÇÕES QUE AFETAM O CANAL DE COMUNICAÇÕES

- O canal de comunicações está sujeito a diversos fenômenos que podem levar a algum tipo de degradação do sinal transmitido.
- Estas distorções são classificadas em dois tipos:
 - **Distorções sistemáticas** são as que ocorrem quando determinadas condições aparecem no canal
 - **Distorções aleatórias** ocorrem sem previsão devendo ser tratadas por métodos estatísticos.

Distorções Sistemáticas

Distorção de Retardo (delay distortion)

- normalmente a fase do sinal não varia de forma linear com a freqüência;
- as diversas componentes de freqüência podem chegar em tempos diferentes;
- retardos são compensados através de dispositivos chamados de equalizadores.



Distorção de Atenuação

- Ocorre devido a atenuação seletiva das componentes de freqüência do sinal;
- Pode ocorrer uma atenuação demasiada de altas ou baixas freqüências, causando deformações no sinal;
- Podemos utilizar equalizadores de atenuação, ou adequamos as características de transmissão para utilizar as regiões de menor distorção.

Distorção Harmônica

- Ocorre quando o sinal passa por estágios de amplificação, onde o ponto de operação foi mal projetado;
- Ou a intensidade de entrada foi excessiva;
- Provocando uma excursão pelas regiões não-lineares da curva de transferência e filtragem.

Distorção característica

- É o alongamento dos pulsos causado pelas limitações de largura de banda do canal
- Se a banda do canal for próxima ou menor que a do sinal, as componentes de alta freqüência serão afetadas
- Assim o pulso sofrerá um espalhamento no tempo, que excederá a duração do símbolo, afetando os símbolos adjacentes
- Ocorrerá o que denominamos de interferência entre símbolos (ISI–Inter Symbol Interference).

Distorções Aleatórias

Ruídos

- São perturbações elétricas aleatórias que ocorrem ao longo da transmissão.
- Dois tipos de ruídos são considerados
 - **Ruído térmico** é devido ao movimento térmico dos elétrons e está sempre presente nos meios de comunicações, sendo proporcional à temperatura e a banda passante
 - **Ruído impulsivo** representa as perturbações esporádicas que ocorrem num canal de comunicações. São repentinhas podem ter causas diversas como:
 - descargas atmosféricas
 - explosões solares
 - ignições de automóveis
 - linhas de transmissão elétrica
 - proximidade a motores elétricos
 - reatores de lâmpadas fluorescentes (convencionais), etc.

Diafonia (crosstalk)

- Ocorre quando dois ou mais sinais distintos, em meios de transmissão próximos, começam a interferir entre si.
- Isto pode ocorrer por:
 - Baixo isolamento
 - Acoplamento dos circuitos
 - Não linearidades dos meios
 - Problemas no projeto de multiplexadores.

Eco

- É a reflexão de parte do sinal transmitido devido as variações de impedância das linhas de transmissão.
- Para evitá-lo utilizamos dispositivos chamados de supressores de eco.
- Quando realizamos transmissões digitais estes dispositivos devem ser desligados, pois provocam retardos nos sinais.

Agitação de fase (phase jitter)

- Consiste na variação instantânea da fase do sinal transmitido;
- Ocorre nos momentos onde este sinal passa pelo valor zero;
- É bastante crítica nos sistemas que operam com modulação em fase.

Drop-out

- Representa a perda por um curto intervalo de tempo da portadora de um sinal de dados
- Normalmente é causada por
 - Fading em link de microondas
 - Comutação num sistema de microondas
 - Soldas frias
 - Conexões mal apertadas
 - Condições atmosféricas adversas

Modos de Transmissão de Sinais Digitais

Transmissão paralela

- É aquela onde todos os bits, que compõem o byte, são transmitidos simultaneamente
- Existe de um canal para cada bit
- É o modo mais rápido de transmissão e também o mais caro, porque envolve sistemas de transmissão mais complexos
- Normalmente é utilizado para pequenas distâncias como:
 - Ligações internas do PC (CPU com HD, unidades de disco flexível, CD-ROOM)
 - Ligação com a impressora local.

Transmissão serial

- É aquela onde cada bit é transmitido de cada vez através de um mesmo canal de comunicações
- A transmissão é mais lenta que a anterior, porém a velocidade é satisfatória para a maioria dos fins, e também bem mais econômica
- Pode ser realizada de maneira síncrona ou assíncrona
- Normalmente utilizada para periféricos mais lentos e para longas distâncias :
 - Modems
 - Ligações de terminais de digitação
 - Ligações de redes de computadores).

Transmissão serial

Transmissão serial assíncrona

- Utiliza-se marcações de início e de fim para cada bloco informação;
- O termo assíncrono relaciona-se à irregularidade com que ocorrem as transmissões.

Transmissão serial síncrona

- O transmissor antes de enviar a mensagem, manda um sinal de sincronismo que ajusta o clock entre transmissor e receptor;
- Este processo é mais rápido do que o assíncrono, porém em caso de erro toda a mensagem deverá ser transmitida novamente.

MODOS DE OPERAÇÃO

- **Modo simplex:** a comunicação entre os pontos só pode ocorrer em uma direção.
 - Por exemplo a ligação do PC com a sua impressora, a transmissão de uma emissora de televisão.
- **Modo half-duplex:** a comunicação é possível em ambas as direções, mas não simultaneamente.
 - Por exemplo a comutação entre radioamadores e a transmissão de telegramas.
- **Modo full-duplex:** a comunicação ocorre em ambas as direções e simultaneamente.
 - Necessitamos de dois canais disponíveis simultaneamente (dois pares de fios telefônicos, um par de freqüências de rádio).
 - Por exemplo: a conversa telefônica entre duas pessoas

Transmissão na Presença de Ruído

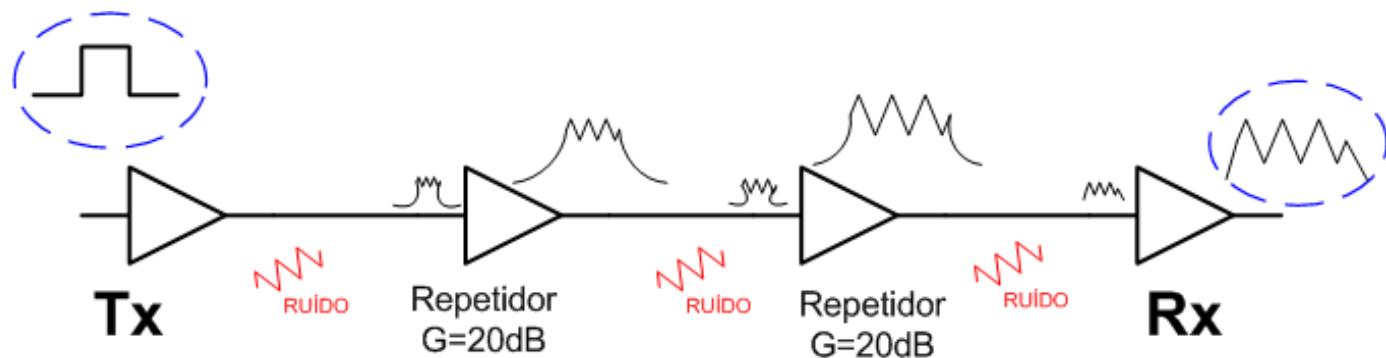
SNR

- A potência do sinal que chega ao receptor deve ter um valor mínimo para garantir a correta detecção.
- Ao longo do canal, o ruído presente, será adicionado ao sinal, provocando uma variação na sua forma.
- A relação entre a intensidade do sinal, medida em um determinado ponto do sistema, e o ruído absorvido até esta posição, constitui um parâmetro de projeto de sistema chamado relação sinal ruído (Signal Noise Rate SNR)
- É uma grandeza adimensional medida em dB determinada experimentalmente para cada tipo de aplicação.

Transmissão com ruído

Em uma transmissão com a presença de ruído é necessário:

- Utilizar repetidores para preservar a SNR;
- Analisar a atenuação do sinal;

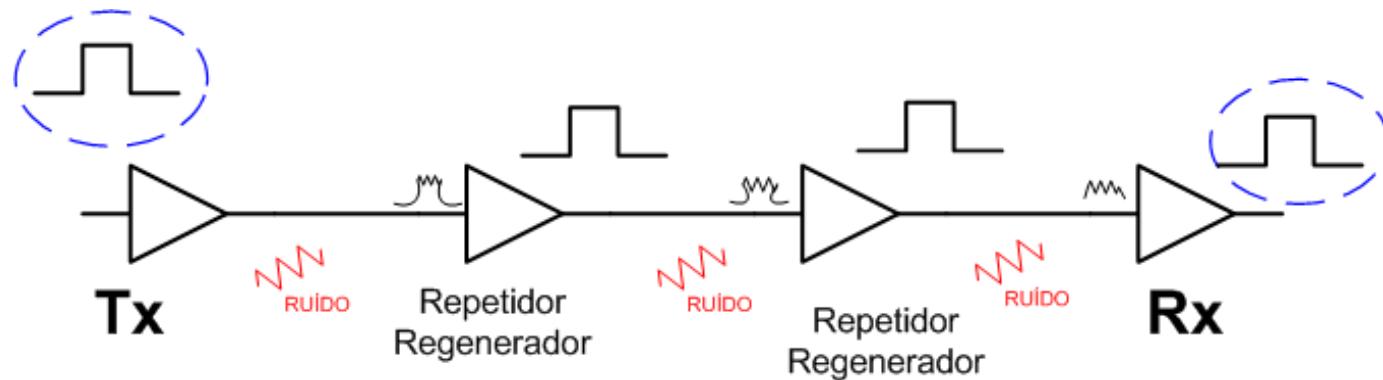


Exemplo de transmissão com presença de ruídos em repetidores convencionais

Transmissão com ruído

O repetidor regenerativo aproveita as características de símbolos definidos para realizar a detecção e regenerar a informação original.

- Em um transmissor utilizando uma codificação com pulsos, em dois níveis (+5V e -5V), ao chegar no repetidor regenerador, ele irá apenas reconhecer estes níveis e será gerado na porta de saída um sinal igual ao que saiu do transmissor, sem ruído.



Exemplo de transmissão com presença de ruídos em repetidores regenerativos

BER (Taxa de erro de bit)

- A qualidade de um circuito de comunicação digital é avaliada em função da quantidade de erros que ocorrem durante as transmissões;
- A probabilidade de erro é medida em BER (Bit Error Rate) sobre os bits transmitidos:

$$\text{BER} = (N_{\text{BE}} / N_{\text{TX}})$$

N_{BE} = número de bits errados

N_{TX} = número de bits transmitidos

- Sinais com maiores valores de SNR, possuem melhor probabilidade de detecção correta.

Modulação

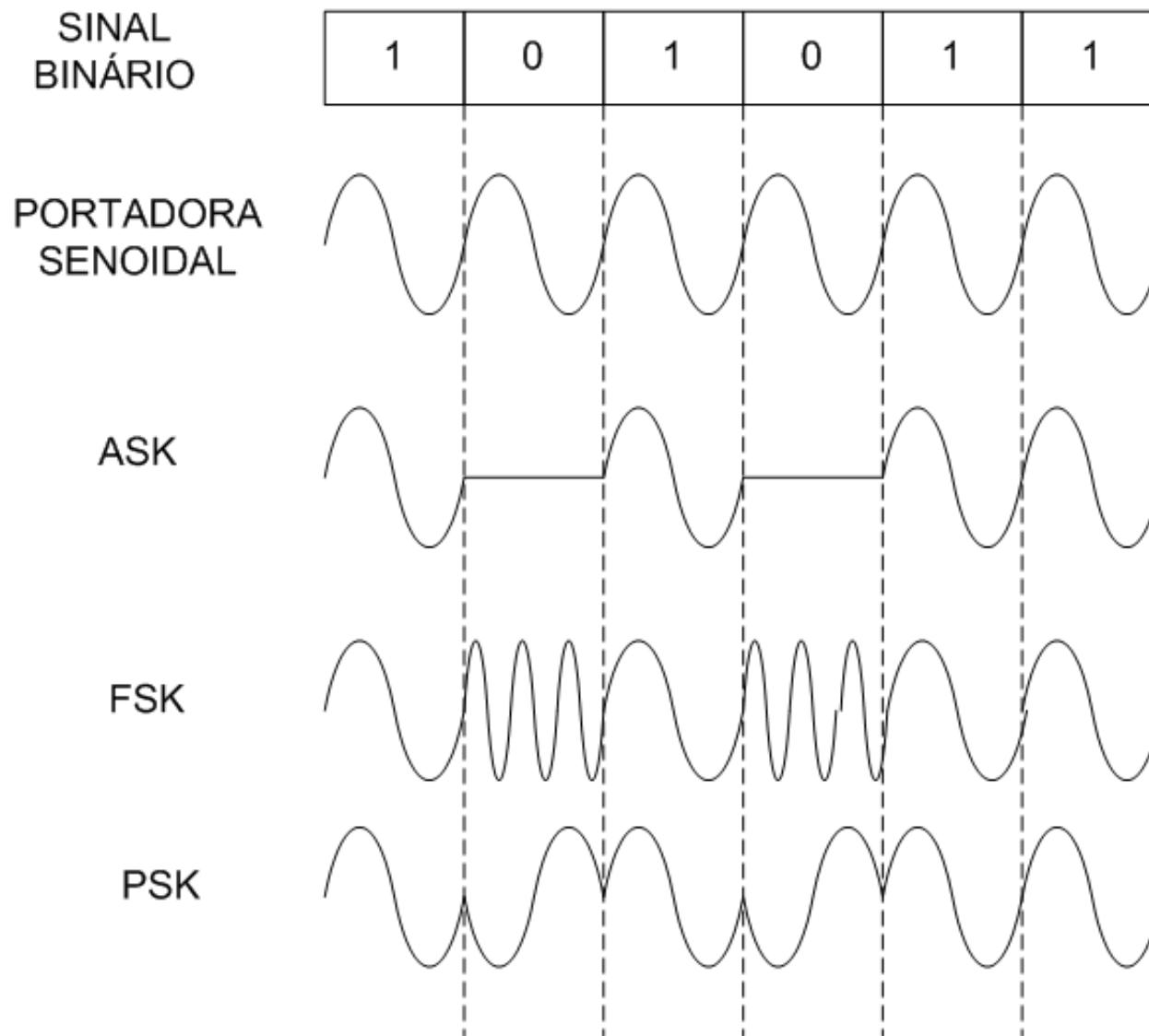
MODULAÇÃO

- É um processo no qual um sinal, contendo uma informação, altera de maneira sistemática, um segundo sinal chamado portadora, possui a função de transportar a informação.
- As técnicas de modulação possibilitam a utilização de símbolos com características adaptadas ao meio físico escolhido para transportar a informação
- A portadora pode ser do tipo senoidal ou trem-de-pulso, e transportam informações digitais ou analógicas.

Principais técnicas de modulação

Portadora	Modulador	Modulação
Senoidal	Sinal Analógico	AM (Amplitude Modulation)
		FM (Frequency Modulation)
		PM (Phase Modulation)
	Sinal Digital	ASK (Amplitude Shift Keying)
		FSK (Frequency Shift Keying)
		PSK (Phase Shift Keying)
		QAM (Quadrature Amplitude Modulation)
		OOK (On Off Shift Keying)
Trem-de-Pulso	Sinal Analógico	PAM (Pulse Amplitude Modulation)
		PPM (Pulse Position Modulation)
		PWM (Pulse Width Modulation)
	Sinal Digital	PCM (Pulse Code Modulation)
		DPCM (Differential Pulse Code Modulation)
		ADPCM (Adaptative DPC,

Modulação de sinais digitais em portadora senoidal



Modulação de Pulso

Modulação de Pulso

- No campo das telecomunicações, os dois tipos de modulação de pulso mais utilizados são:
 - **PCM (Pulse Code Modulation)**
 - **PAM (Pulse Amplitude Modulation).**

PCM

- O PCM é o resultado final da digitalização, onde tem-se um fluxo de bits, em uma determinada taxa de transmissão que representa o sinal original.
- Deve-se assegurar que a quantidade de símbolos transmitida deva ser recebida e entendida no destino.
- Equipamentos e softwares chamados de CODEC (Codificador/Decodificador) são utilizados para otimizar estes fluxos de dados para não haver um colapso na rede de transmissão.

Transmissão de Sinais Banda Base

Transmissão em Banda Base

- Para a transmissão de sinais em banda base, a informação é formatada e representada por símbolos, em formas de onda do tipo pulso;
- Esse processo é designado como codificação de linha.

Codificação

- A **taxa de transmissão** ou velocidade de transmissão de dados é a quantidade de bits transmitidos (bps);
- A **taxa de sinalização** ou taxa de modulação é a quantidade de símbolos que são transmitidos por segundo, e a sua unidade é medida em “baud” ou em hertz (Hz);
- A modulação por código de pulso (PCM) apresenta o sinal digital, codificado de acordo com tipo de canal.

Técnicas de Codificação

- As técnicas de codificação têm como objetivo:
 - Melhorar o desempenho da transmissão num determinado meio físico;
 - Aumentar as taxas de transmissão;
 - Reduzir o BER;
 - Melhorar a imunidade a ruído.

Megahertz e Megabits

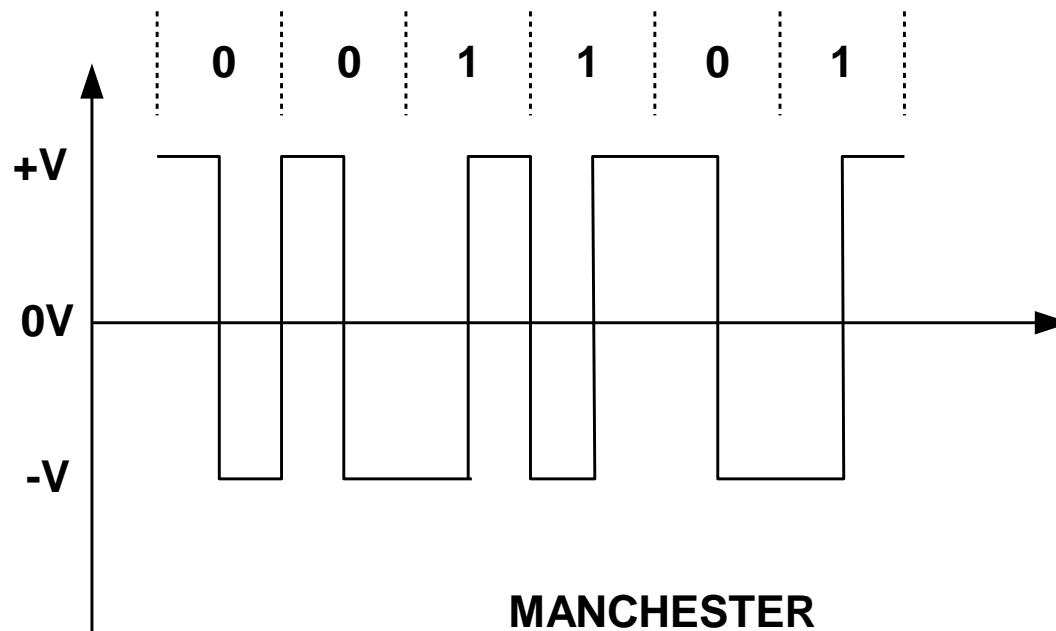
- Quanto maior o valor das freqüências mais complexa torna-se a transmissão
- As codificações de linha reduz a banda passante necessária para representar determinada informação
- Por isto um cabo categoria 5e, por exemplo, possui largura de banda de 100MHz e transmite um sinal ethernet de 1.000Mbps.

Metodologias de codificação X aplicações

Aplicação	Velocidade	Codificação	Banda requerida
ISDN – BRI	160 Kbps	2B1Q	40 KHz
ISDN – PRI	1,544 Mbps	Bipolar	772 KHz
ADSL	Até 7 MHz	DMT ou CAP	1.04 MHz
Ethernet	10 Mbps	Manchester	7.5 MHz
Fast Ethernet	100 Mbps	4B5B/MLT-3	31,25 MHz
Gigabit Ethernet	1000 Mbps	PAM-5	62,5 MHz
10 Gigabit Ethernet	10.000 Mbps	9D-PAM10	450 MHz
ATM	25 Mbps	4B5B	32 MHz
ATM (STS-1)	51.8 Mbps	CAP-16	29 MHz
ATM (STS-3)	155 Mbps	NRZ	77.5 MHz
ATM (STS-12)	622 Mbps	NRZ	33 MHz
TP-PMD	125 Mbps	MLT-3	31.25 MHz

CODIFICAÇÃO MANCHESTER

- É utilizada para **Ethernet 10 Mbps**;
- Um binário “1” é caracterizado pela transição de um nível baixo para um nível alto, enquanto o “0” binário tem transição oposta, ou seja, de um nível alto para nível baixo;
- As transições mostram que a portadora está presente.

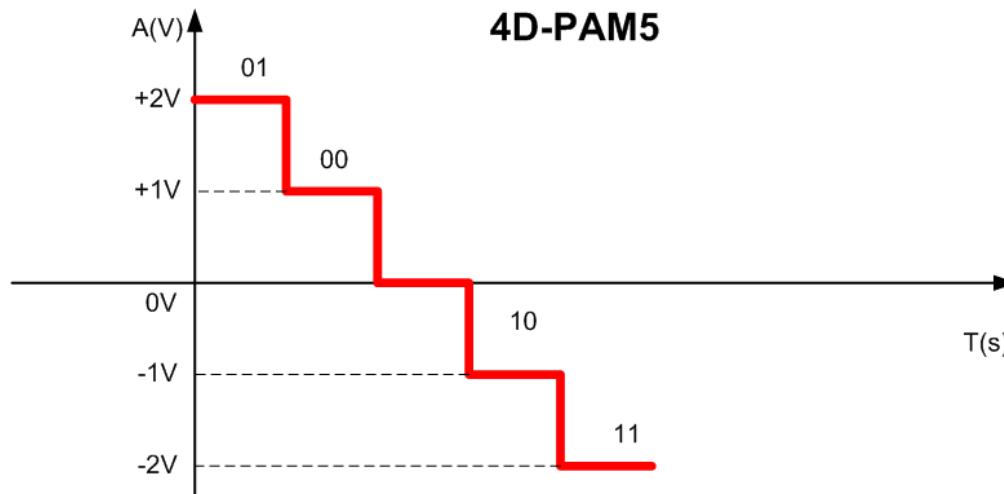


CODIFICAÇÃO 4B/5B

- A codificação **4B/5B**, reúne conjuntos de **4 bits de dados** e gera um caractere de transmissão com 5 bits;
- A seqüência de 5 bits é definida para facilitar a sincronização dos bits, melhorar a detecção de erros e possibilitar a utilização de caracteres especiais para controle;
- O conjunto de 4 bits possibilita a criação de 16 combinações diferentes, e o conjunto de 5 bits permite 32 combinações;
- A codificação 4B/5B possuirá 16 bits extras, para ser utilizado, por exemplo, para controles de início e fim de quadros de transmissão;
- Sua principal desvantagem é o overhead de 25% devido ao bit extra.

CODIFICAÇÃO PAM5

- A codificação **PAM5** utiliza 5 níveis de amplitude (+ 2 V, + 1 V, 0 V, - 1 V e – 2 V), sendo que 4 deles representam dados;
- Cada nível de dados, representa dois bits;
- Desta maneira utilizando-se uma taxa de sinalização de 125 Mbauds teremos uma taxa de transmissão de 250 Mbps;



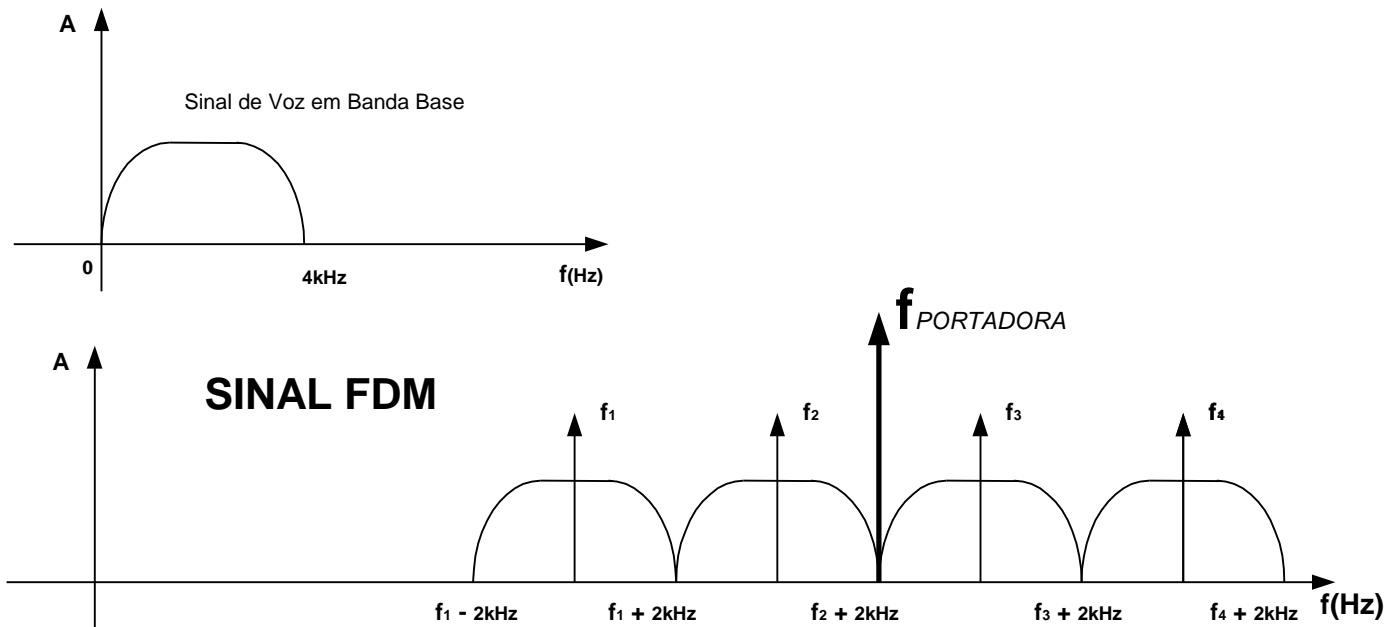
Multiplexação

Multiplexação

- Quando o canal de comunicações possui uma largura de banda superior a do sinal, utiliza-se os recursos de multiplexação para agrupar sinais de informação de acordo com a largura de banda do canal;
- Existem três métodos de multiplexação:
 - Pela divisão do tempo de transmissão
 - Pela modulação em portadoras analógicas
 - Pela modulação em comprimento de onda de feixes laser.

FDM

- A Multiplexação por Divisão de Freqüência (FDM – Frequency Division Multiplex), foi a primeira técnica a ser desenvolvida.
- Os sinais analógicos da fonte de informação (telefonia com 4 kHz) eram modulados numa sub-portadora senoidal



WDM

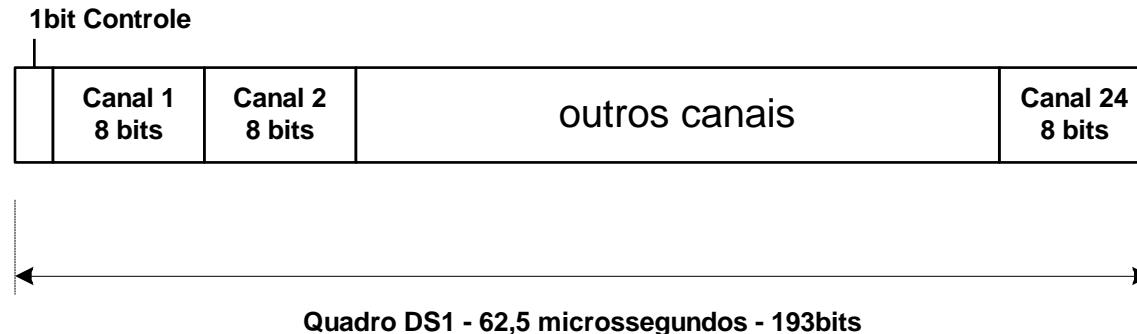
- A **Multiplexação por Comprimento de Onda (WDM – Waveleght Division Multiplex)** é utilizada em sistemas de comunicação óptica.
- A luz é uma onda eletromagnética de alta freqüência e identificada pelo seu comprimento de onda.
- A velocidade da onda é o produto da freqüência pelo comprimento de onda. Estas duas grandezas são equivalentes, mas inversamente proporcionais.
- Chama-se de CWDM (Coarse WDM) o sistema que utiliza até 16 comprimentos de onda numa mesma fibra, sendo aplicado em transmissões a 10Gbps para redes locais
- **O WDM será mais detalhado na apostila MF-104 Cabeamento Óptico.**

TDM

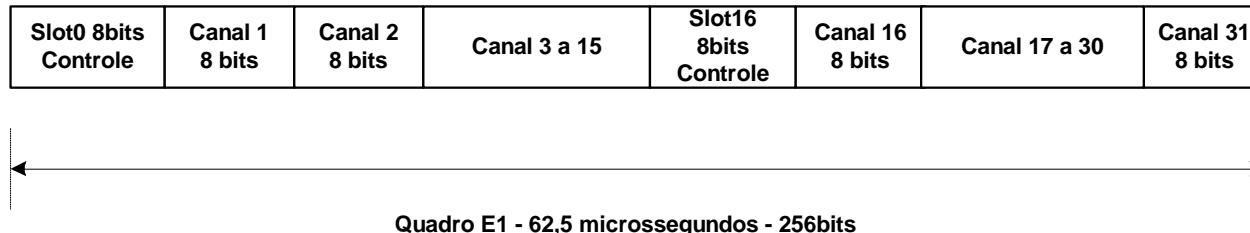
- A **Multiplexação por Divisão do Tempo (TDM)** foi uma evolução natural do PCM, onde vários canais são multiplexados num único canal, pela associação de cada canal em intervalos de tempo diferentes.
 - Apenas utilizado com sinais digitais (PCM);
 - Necessita de menor potência de transmissão;
 - Melhor repetição (menor ruído, maior largura de Banda);
 - Maior aplicabilidade entre fabricantes (Sistemas PDH, SDH, SONET, etc).

TDM

- O intervalo de tempo é chamado de **quadro**, onde, um quadro é dividido em **slots**, sendo que cada sinal transmitido ocupa um **slot**;
- Cada **slot** representa um canal de informação com 8 bits;
- Duração do quadro = $1 / 8000\text{Hz} = 62,5 \text{ ms}$;



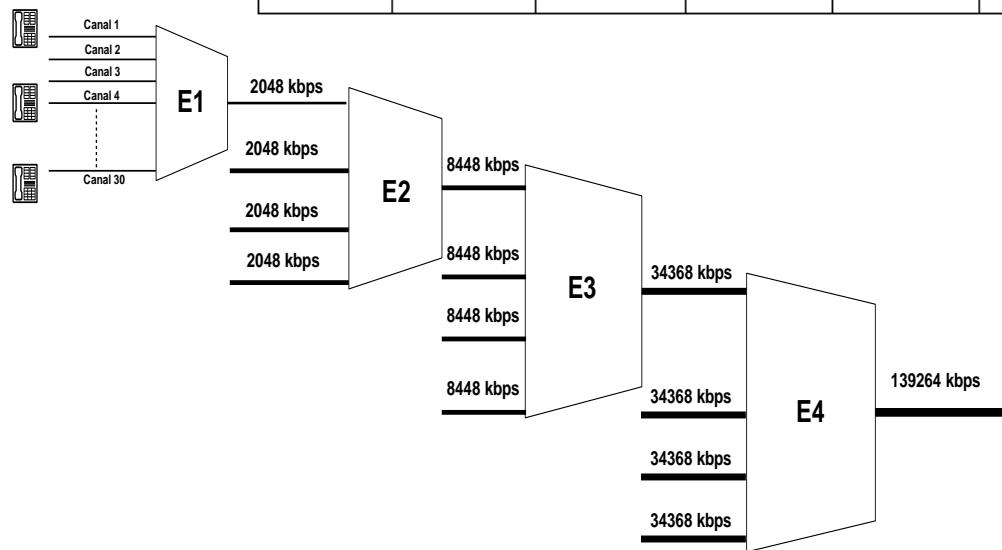
- O padrão PCM-30 transporta 30 canais, com dois canais para controle e sinalização. A velocidade de transmissão no canal E1, é de 2048 kbps.



Hierarquia Digital

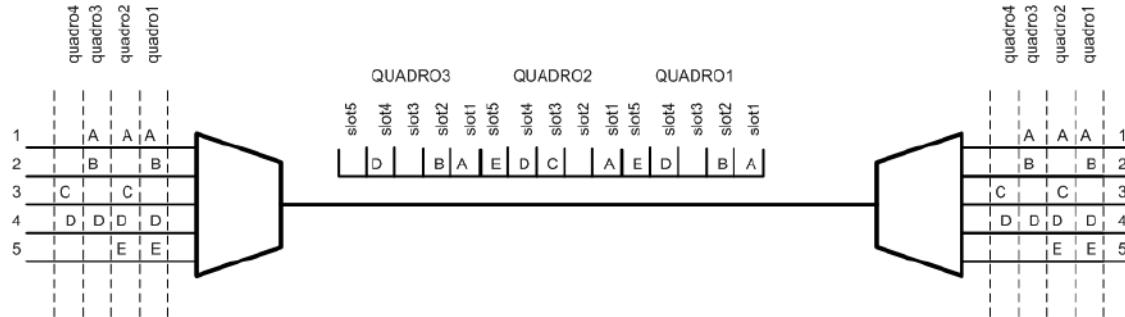
- Os quadros DS1 e E1, são agrupados em níveis chamados Hierarquia Digital.

Padrão Americano			ITU-T			Padrão Japones		
Níveis	Canais de Voz	Taxa de Bits (kbps)	Níveis (E)	Canais de Voz	Taxa de Bits (kbps)	Níveis (J)	Canais de Voz	Taxa de Bits (kbps)
DS1	24	1544	1	30	2048	1	24	1544
DS2	96	6312	2	120	8448	2	96	6312
DS3	672	44736	3	480	34368	3	480	32064
DS4	2016	139264	4	1920	139864	4	1440	97728
DS5	8064	564992	5	7680	564992			



Multiplexador TDM

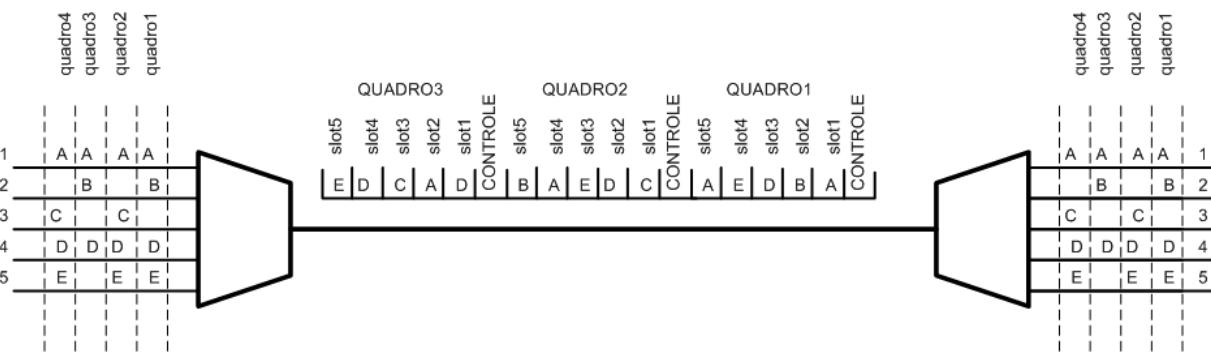
TDM



O multiplexador TDM é síncrono e preenche os slots com os dados seqüencialmente.

No multiplexador estatístico ou TDM Assíncrono, os slots, que não tem tráfego, serão preenchidos com dados de outras portas. Esta é a base do padrão ATM.

ATDM



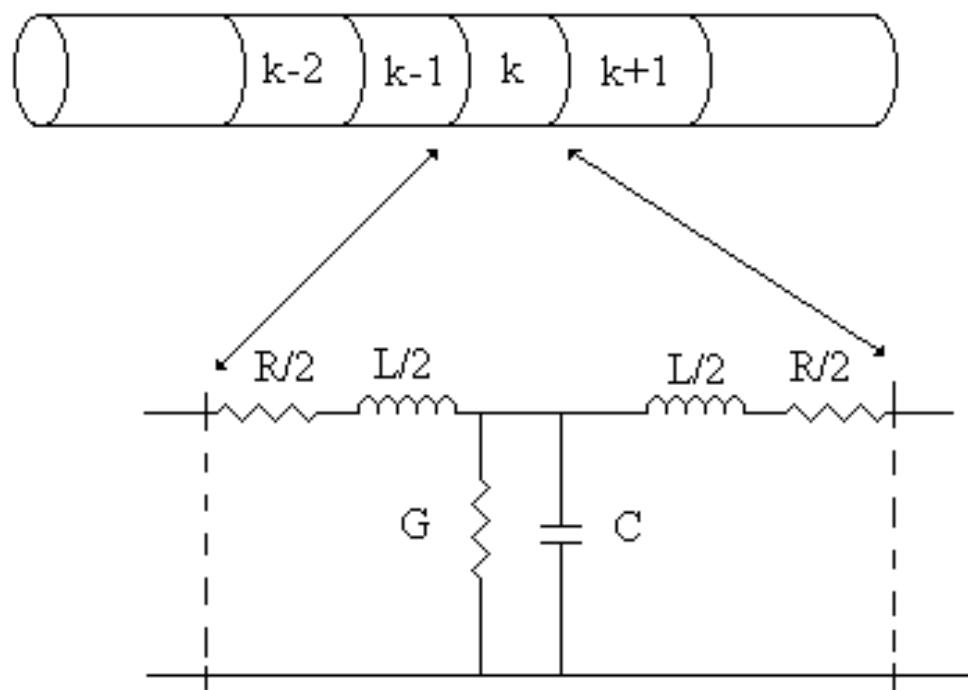
CANAIS DE COMUNICAÇÃO

Características dos Cabos Metálicos

CABOS METÁLICOS

- As linhas ou canais de transmissão metálicos são descritos por parâmetros de rede distribuídos por unidade de comprimento :

- Resistência (R)
- Indutância (L)
- Capacitância (C)
- Condutoância (G)



RESISTÊNCIA

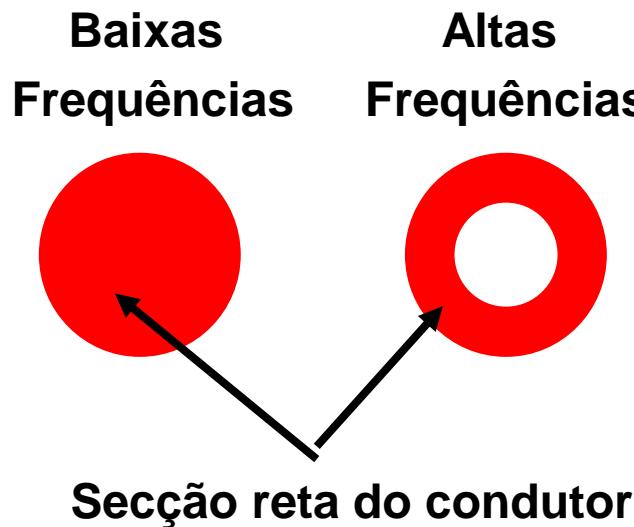
- A resistência de um condutor em corrente contínua limita a corrente elétrica que pode percorrê-lo;
- A resistência varia de acordo com:
 - Área da seção transversal
 - Comprimento
 - Resistividade do material
- A resistência em corrente alternada aumenta de acordo com a freqüência.

Resistência em Corrente Alternada

- A resistência em corrente alternada aumenta com a elevação da freqüência, devido ao:
 - Efeito pelicular dos condutores
 - Efeito de proximidade de outro condutor
- As perdas de corrente da blindagem do cabo, quando utilizados cabos de pares trançados blindados também contribuem.

Efeito pelicular

- Um sinal elétrico, é composto por diversas freqüências diferentes
- Num condutor metálico , o campo elétrico não consegue penetrar todo o diâmetro do mesmo, trafegando mais próximo da superfície



- Devido ao efeito pelicular, tem-se uma redução na área utilizada da seção reta do condutor, provocando aumento da resistência.

INDUTÂNCIA

- A indutância é quase independente da freqüência para linhas abertas;
- Tende a diminuir com o aumento da freqüência pelo efeito peculiar e pelo efeito de proximidade.

CONDUTÂNCIA

- Em cabos de pares trançados isolados com polietileno ou compostos de polietileno, a condutância (também referida como condutância mútua) é extremamente baixa e, na prática, pode ser desprezada.

CAPACITÂNCIA MÚTUA

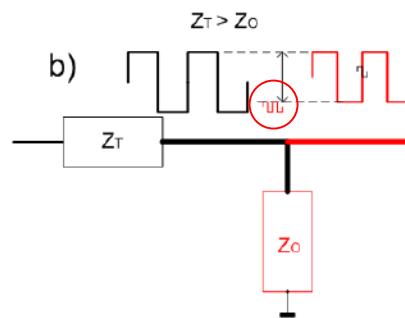
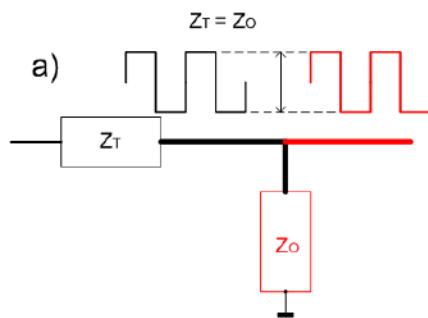
- Este parâmetro tende a atenuar sinais de alta freqüência transmitidos pelo cabo de pares trançados;
- A capacidade mútua, em campo, depois do lançamento dos cabos, sofre a influência de muitos fatores externos e de instalação como:
 - Umidade presente na tubulação
 - Temperatura
 - Dobras nos cabos
 - Estrangulamento dos condutores
- O pigmento utilizado na coloração do isolante de cada condutor deve ser escolhido de modo que a variação do polietileno não seja considerável e, consequentemente, a capacidade mútua não seja afetada por esse fator.

IMPEDÂNCIA CARACTERÍSTICA

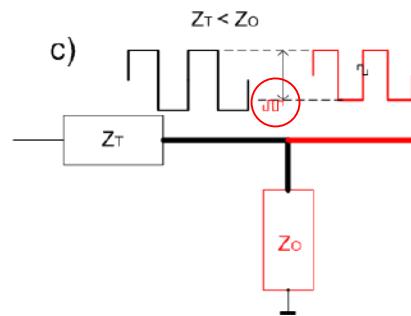
- A impedância representa a influência total da resistência, indutância e capacidade de um determinado condutor medida em ohms (Ω) e simbolizada pela letra Z;
- Ao acoplar dispositivos elétricos aos meios de transmissão, deve-se observar o casamento de impedância;
- A impedância dos dois devem possuir o mesmo valor, caso contrário, ocorrerá a perda por reflexão.

Reflexão

- A reflexão é expressa através do coeficiente de reflexão, que relaciona o casamento de impedância entre dois dispositivos.
- Considerando a impedância da saída de uma placa de rede Z_T e a impedância do cabeamento Z_O este coeficiente ρ será:



$$\rho = (Z_T - Z_O) / (Z_T + Z_O)$$



Tipos de Cabos Metálicos

Cabos de Par Trançado

- O par trançado consiste em dois fios de cobre isolados, que são trançados (binados) entre si.



- Este trançamento tem a função de:
 - Reduzir o acoplamento entre os pares devido a indutância mútua e ao desbalanceamento capacitivo;
 - Minimizar os efeitos da diafonia e do ruído;
 - Aumentar o balanceamento entre os condutores;
 - Maximizar o efeito de cancelamento de correntes, protegendo o par de interferências externas.

Sistema de medida

- Nas especificações dos condutores, o seu diâmetro é identificado conforme o Sistema AWG (American Wire Gauge);
- O AWG representa quantas vezes o fio deve ser processado para atingir o seu tamanho (bitola ou diâmetro) final.

AWG	Diâmetro (mm)
19	0.91
22	0.64
23	0.57
24	0.51
26	0.41

Comunicação de dados

- **Os cabos para aplicações em comunicação de dados são classificados como:**
 - U/UTP- Unshielded Twisted Pair
 - F/UTP - Foiled Twisted Pair,
 - SF/UTP - Screnned Twisted Pair
 - S/UTP - Shielded Twisted Pair.

Cabo U/UTP

- Os cabos U/UTP para comunicação de dados, possuem 4 ou 25 pares, com impedância de 100 ohms e condutores com bitola de 24 a 22 AWG;
- Para os cabos U/UTP, o passo de trancamento dos condutores são diferentes, afim de reduzir o acoplamento entre eles.



Categoria 6A



Categoria 6

Cabos Blindados

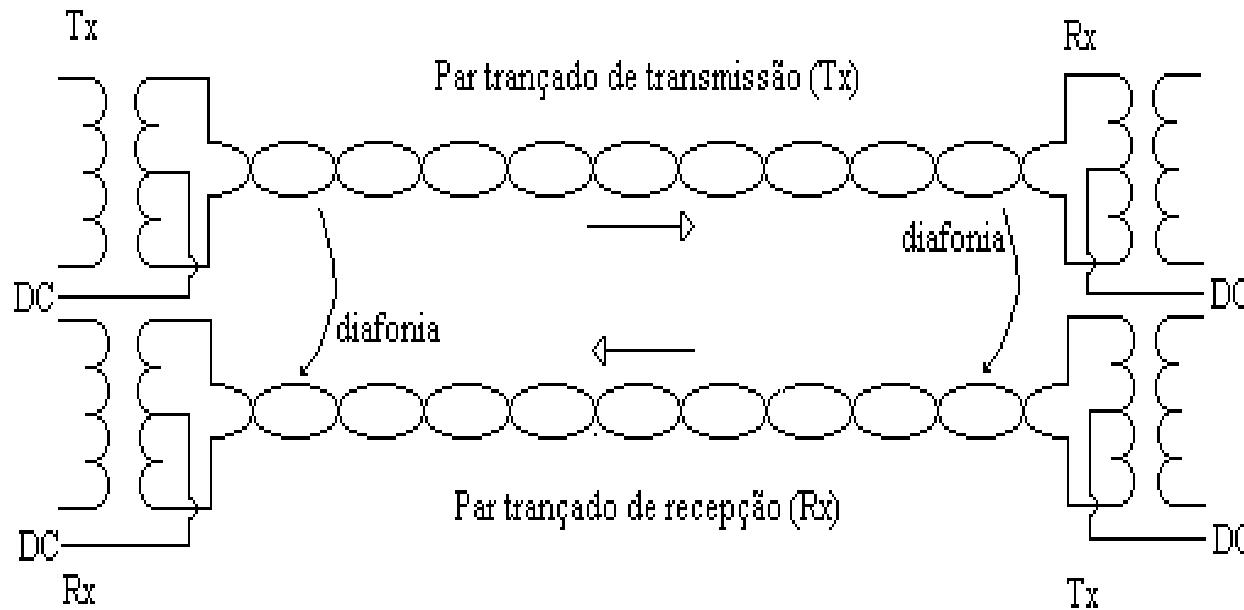
- Os cabos **F/UTP** e **SF/UTP** são cabos de 4 pares que possuem uma camada de blindagem metálica que pode ser uma folha (foilled) recobrindo o conjunto dos pares ou uma malha (screened);
- A utilização da blindagem:
 - Proporciona uma proteção contra as interferências de ondas eletromagnéticas;
 - Reduz a irradiação gerada pelo próprio cabo;
- Seguem os mesmos parâmetros de testes dos cabos U/UTP, com impedância de 100 ohms e condutores com bitola de 24 AWG;
- Aplicado em ambientes ruidosos, como por exemplo, em fábricas e centros de radiocomunicação.



Sistemas de Transmissão com Cabos de Par Trançado

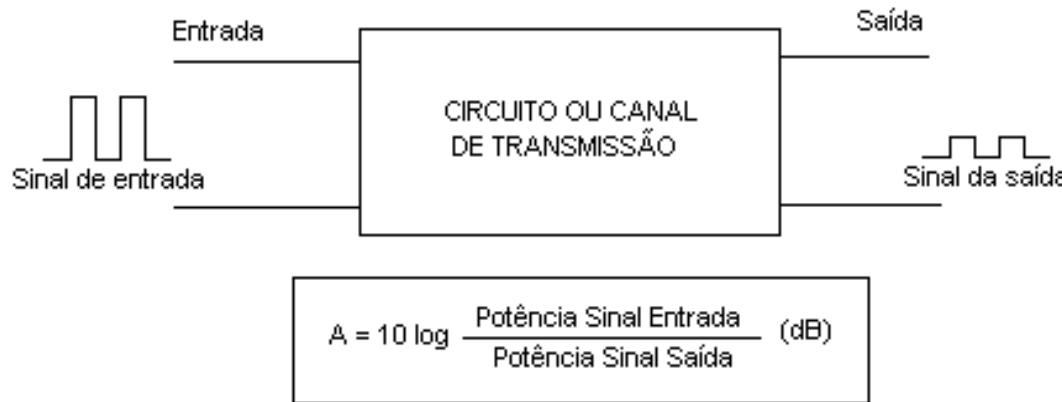
Transmissão Balanceada

- A transmissão balanceada é utilizada para minimizar a interferência de ruídos externos no sistema de comunicação;
- As interferências externas são acopladas igualmente nos dois fios e são praticamente canceladas quando a diferença de tensão é retirada no receptor;



Atenuação

- É a perda de potência de um sinal transmitido por um segmento de cabo, expressa em dB (decibel).
- Em cabos metálicos é causada por:
 - Perdas resistivas dos condutores ao longo da linha;
 - Efeito da capacidade mútua entre os condutores em um par e pela capacidade entre condutores e o terra.



Velocidade de propagação

- A velocidade de propagação nominal (NVP) é expressa como uma porcentagem da velocidade da luz.
- A NVP pode ser medida em campo ou fornecida pelo fabricante, variando de 68% a 72% conforme a norma EIA/TIA 568-B.

Atraso de propagação (Propagation Delay)

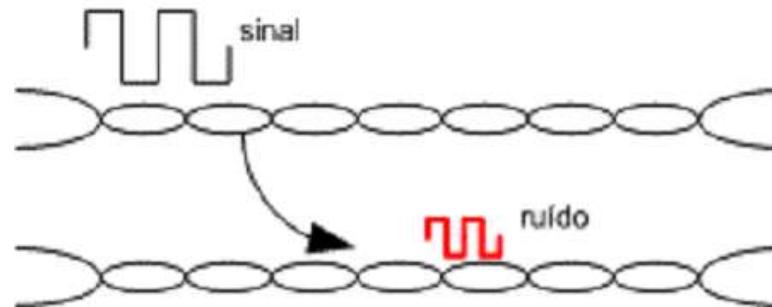
- O atraso de propagação é medido em ns, e representa o tempo gasto para um sinal transmitido, percorrer um par de um cabo, e alcançar o receptor na outra extremidade.

Atraso de Propagação Relativo (Skew Delay)

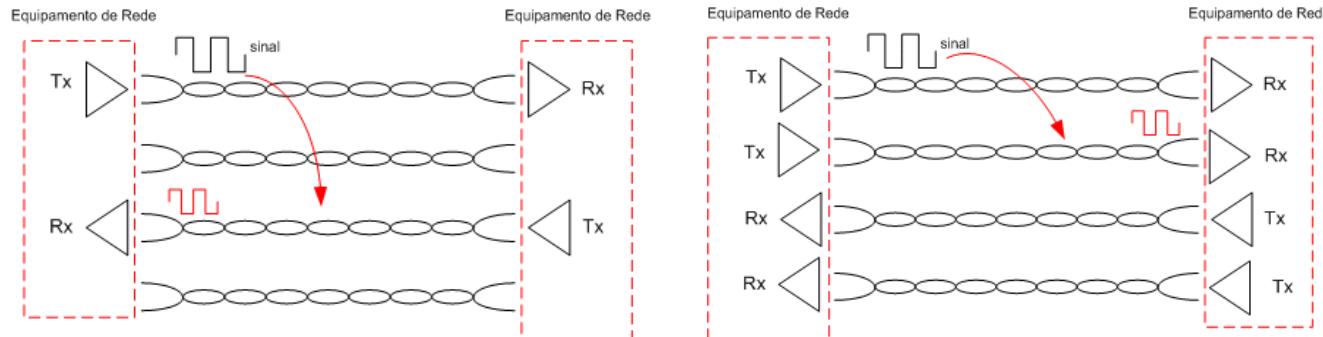
- O Skew Delay mede a relação do atraso de propagação entre todos os pares do cabo UTP.

DIAFONIA (CROSSTALK)

- A diafonia (Crosstalk), medida em dB, ocorre quando um par em transmissão irradia sinal para o ambiente e este interfere nos pares de condutores adjacentes.
- A diafonia é mais crítica para as freqüências mais altas.

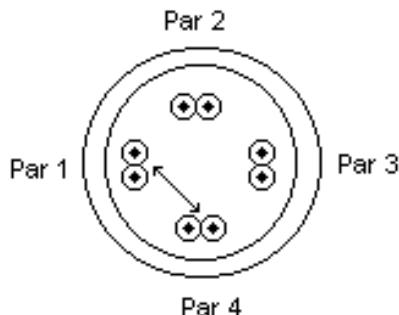


- O efeito da diafonia (crosstalk) entre os pares do canal é um fator limitante do desempenho do sistema de comunicação.
- A diafonia (crosstalk) pode ser NEXT ou FEXT.



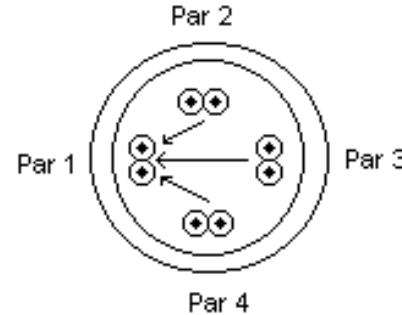
Power Sum (PS)

- Num cabo com vários pares, onde ocorram transmissões e recepções simultâneas, haverá uma sobreposição das interferências produzidas por todos os pares transmissores, sobre os demais. O teste de **Power Sum (PS)** leva em consideração a influência de crosstalk de todos os pares de um cabo em relação a um par.
- Neste método, o ruído é medido em um par enquanto serão injetados sinais de igual potência nos demais pares, desta forma é possível avaliar o PS-NEXT e o PS-FEXT.



Método par a par

Crosstalk Pares 1 - 2
Crosstalk Pares 1 - 3
Crosstalk Pares 1 - 4
Crosstalk Pares 2 - 3
Crosstalk Pares 2 - 4
Crosstalk Pares 3 - 4

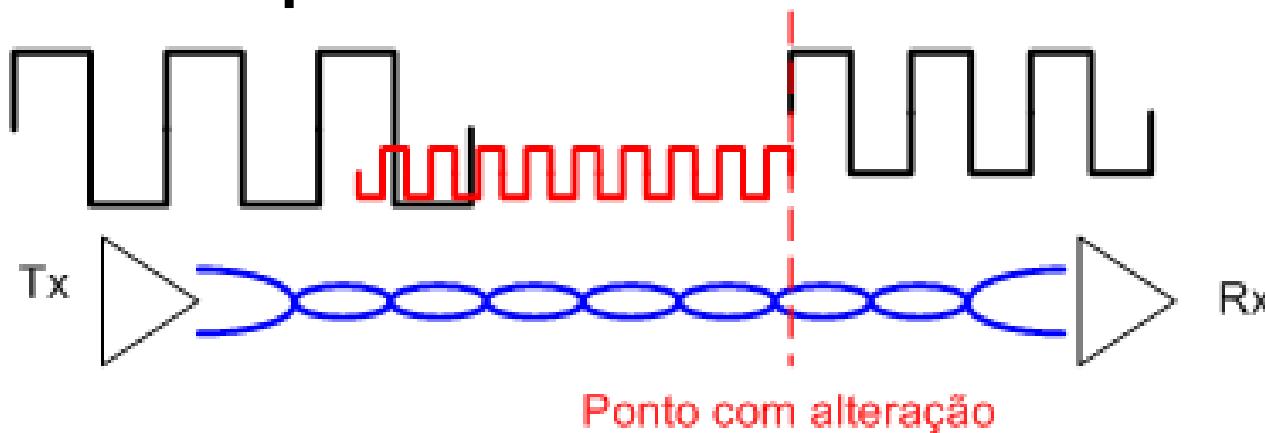


Método powersum

Crosstalk P1 = Soma P2, P3, P4
Crosstalk P2 = Soma P1, Pe, P4
Crosstalk P3 = Soma P1, P2, P4
Crosstalk P4 = Soma P1, P2, P3

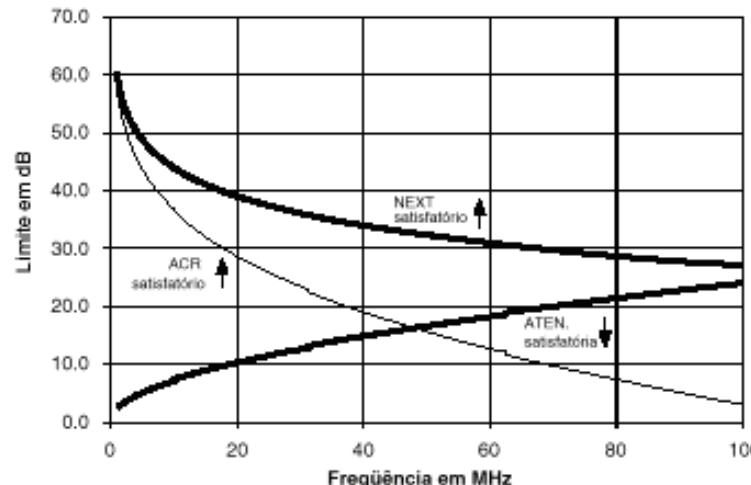
PERDA DE RETORNO (RETURN LOSS)

- Reflexões causadas por anomalias na impedância característica ao longo de um segmento de cabo.
- As conectorizações mal feitas nas extremidades (machos), podem gerar o “jitter” ou atrasos não uniformes.
- O teste de perda de retorno mede a diferença entre amplitude do sinal de teste e a amplitude das reflexões deste sinal pelo cabo.



Relação Atenuação-Diafonia (ACR)

- Por definição o ACR é dado pela fórmula:
 - $ACR = NEXT - Atenuação$
- Quando se subtrai a atenuação do valor de NEXT, obtém-se o valor correto do sinal que chega até a outra extremidade do canal;
- O valor do NEXT é medido para um conjunto de freqüências e representa a relação entre o sinal transmitido e o ruído gerado.

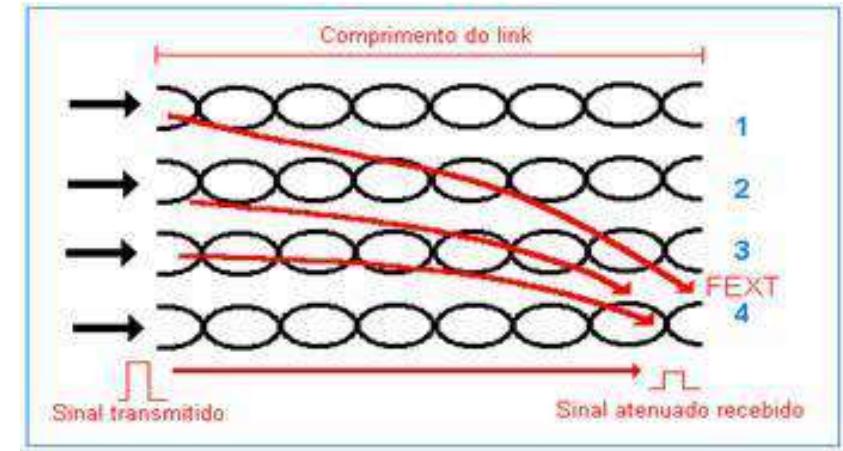
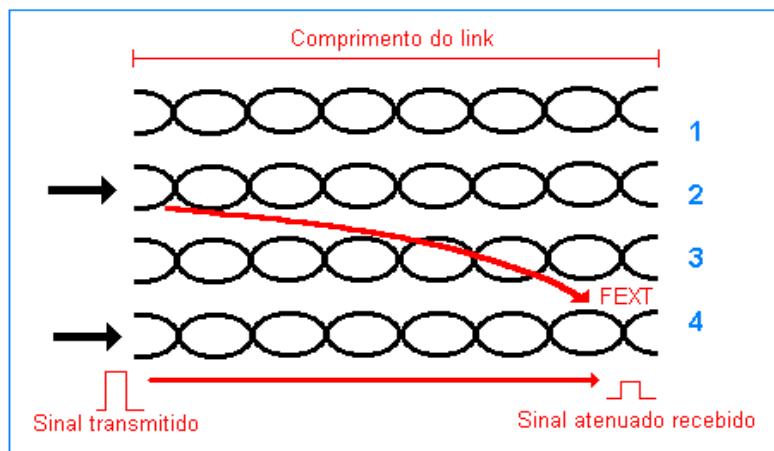


PSACR (Power Sum ACR)

- Com o surgimento das transmissões simultâneas e bidirecionais, foi acrescentada outra medida o PSACR - Relação Atenuação/Diafonia Power Sum, que englobaria o ruído produzido pelos outros pares.
 - $\text{PSACR} = \text{PSNEXT}_{\text{PIOR VALOR}} - \text{Atenuação}$
- A banda passante de um cabo de par trançado é o conjunto de freqüências onde PSACR é positivo ($\text{PSACR}>0$)

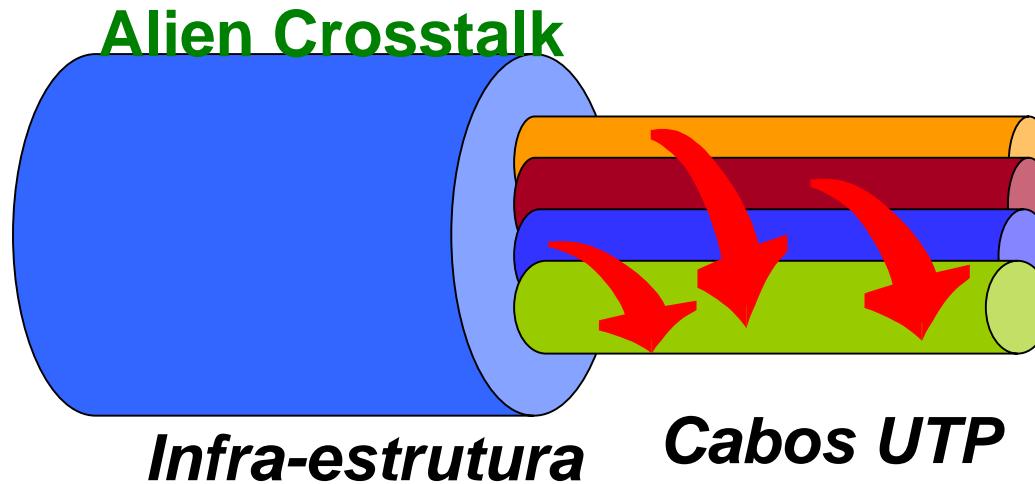
ELFEXT (EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK)

- O ELFEXT é equivalente ao ACR, porém sobre a diafonia FEXT:
 - $\text{ELFEXT} = \text{FEXT} - \text{Atenuação}$
- Devidos as transmissões simultâneas e bidirecionais, foi acrescentada outra medida o **PS-ELFEXT**, que considera o ruído produzido pelos outros pares.



ALIEN CROSSTALK

- Está relacionado com a interferência entre os cabos que estão agrupados dentro de dutos, eletrocalhas ou racks.
- A transmissões de dados em 10 Gbps, é bi-direcional, em todos os pares de um cabo, nesta implementação a irradiação de sinais (ruídos) ultrapassou os limites da capa do cabo, podendo interferir nos pares internos dos cabos adjacentes.



Categorias e Normas para Cabeamento Metálico

CATEGORIAS E NORMAS DE CABEAMENTO

- São reconhecidas como normas internacionais de cabeamento estruturado:
 - a **norma EIA/TIA 568** (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard) criada em 1991 pela TIA (Telecommunications Industry Association) e a EIA (Electronic Industries Alliance), juntamente com diversas empresas como IBM e AT&T;
 - a **norma ISO/IEC 11801** de 1995 criada pela ISO/IEC (International Standards Organization / International Electrotechnical Commission).

CATEGORIAS E NORMAS DE CABEAMENTO

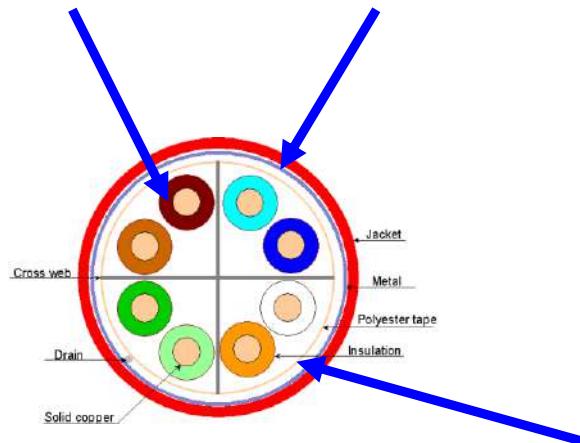
- A norma **EIA/TIA-568B** classificou os cabos de par trançado em **categorias de 1 à 7** e a norma **ISO/IEC 11801** classificou em **classes de A à F**.

EIA\TIA-568B	LARGURA DE BANDA
Categoria 1	1MHz
Categoria 2	4MHz
Categoria 3	16MHz
Categoria 4	20MHz
Categoria 5	100MHz
Categoria 5e	100MHz
Categoria 6	250MHz
Categoria 6a	500MHz
Categoria 7	600MHz

ISO/IEC 11801	LARGURA DE BANDA
Classe A	100 KHz
Classe B	1 MHz
Classe C	16 MHz
Classe D	100 MHz
Classe E	250 MHz
Classe Ea	500 MHz
Classe F	600 MHz

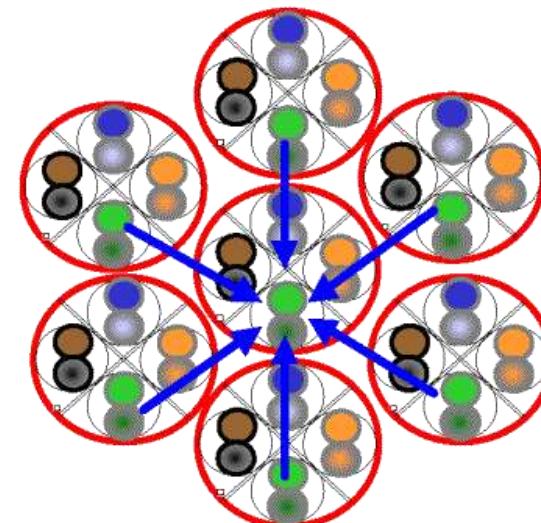
CATEGORIA 6A

Nas categorias 5 e 6, a 1Gbps os principais problemas eram de NEXT e FEXT entre os pares do cabo.



**Ruído
Par sobre Par**

Na CAT.6A, a 10Gbps, existe também problemas de alien crosstalk entre cabos.



CATEGORIA 6A

TIA-TSB-155: 10G BASE-T SOBRE CAT.6 (aprovada p/ publicação):

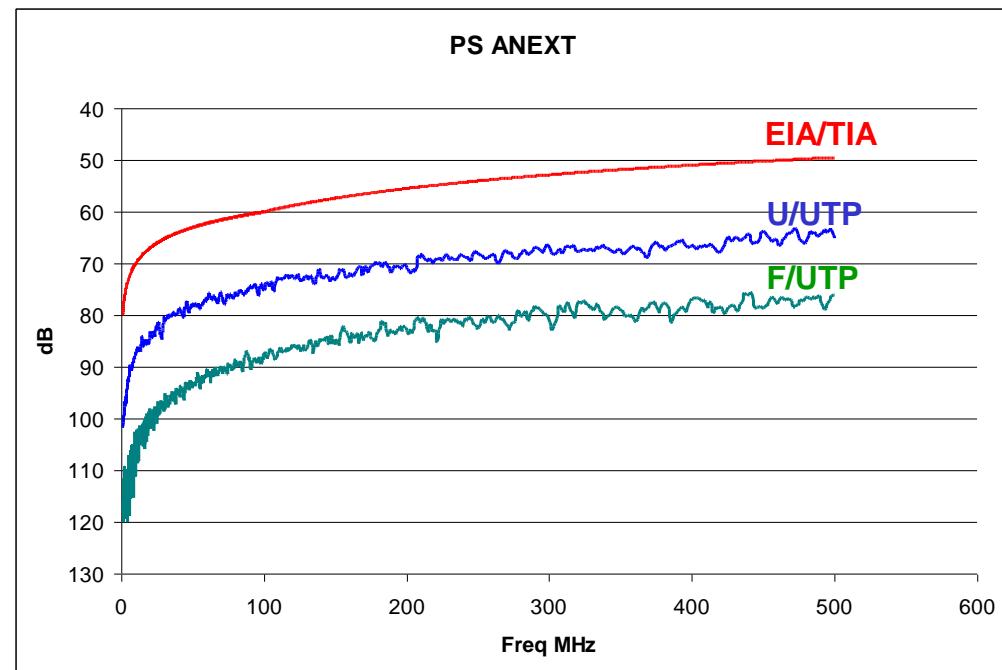
- Para canal com até **37 metros** em qualquer condição de instalação;
- Para canal entre **37 e 55 metros**, dependendo das condições de instalação que afetam o “Alien Crosstalk”;
- Para canal **acima de 55 metros** é necessária a utilização de Cat. 6A.



U/UTP cat.6

F/UTP cat.6A

U/UTP cat.6A

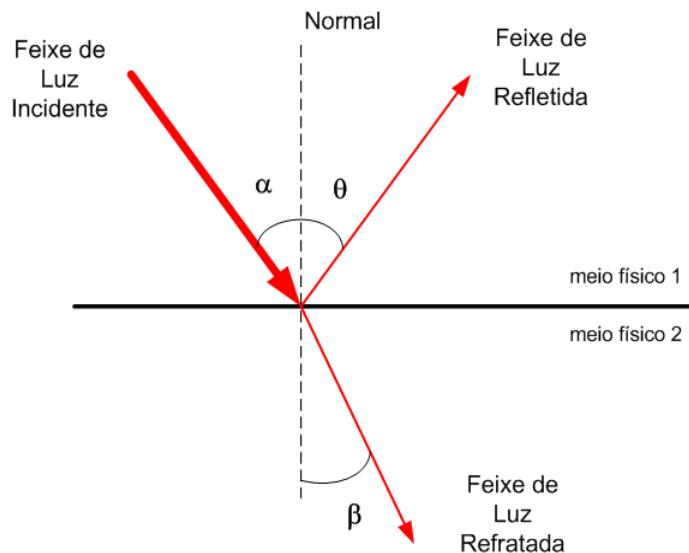


- O cabo cat.6A F/UTP, possui 10 dB de margem em relação a solução U/UTP.

Características dos Cabos Ópticos

NOÇÕES BÁSICAS DE ÓPTICA

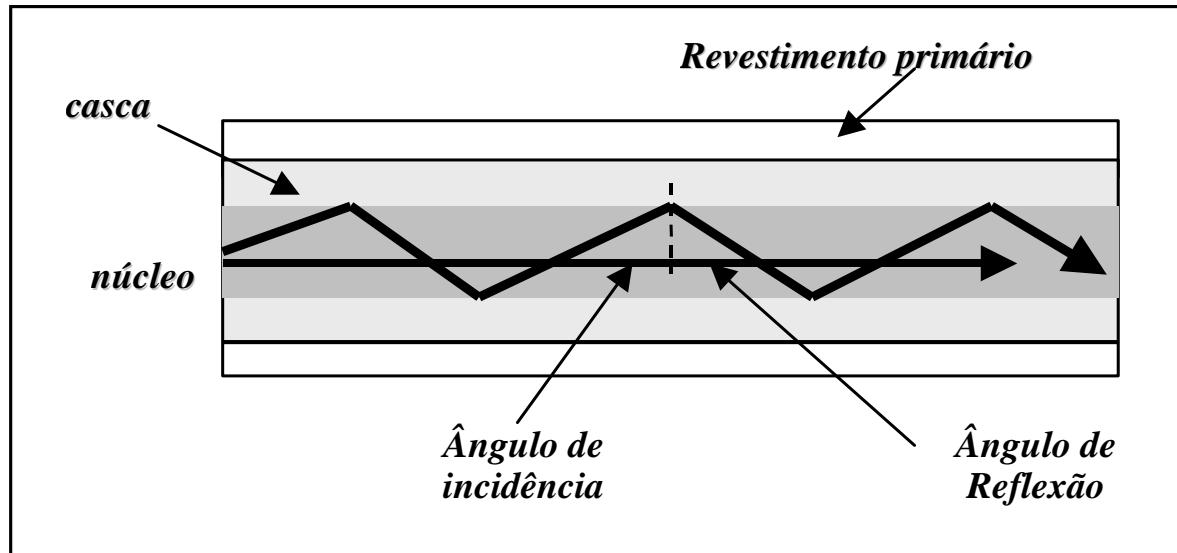
- Quando um feixe de luz atinge uma superfície de vidro parte da luz **incidente** é **refletida**, e parte é **refratada**



- O raio refratado muda de direção devido à mudança de velocidade em função da densidade do meio.
- Quanto mais denso o novo meio, menor a velocidade do raio refratado.
- O índice de refração (n), é a relação entre a velocidade da luz (c) e a velocidade do raio no meio (v)

Princípio de Funcionamento das Fibras Ópticas

- O princípio pelo qual a luz se propaga no interior de uma fibra óptica é fundamentado na reflexão total da luz;
- As fibras ópticas são constituídas, de Materiais dielétricos com uma estrutura cilíndrica composta por uma região central, denominada **núcleo**, por onde trafega a luz e uma região periférica, denominada **casca**, que envolve o núcleo;

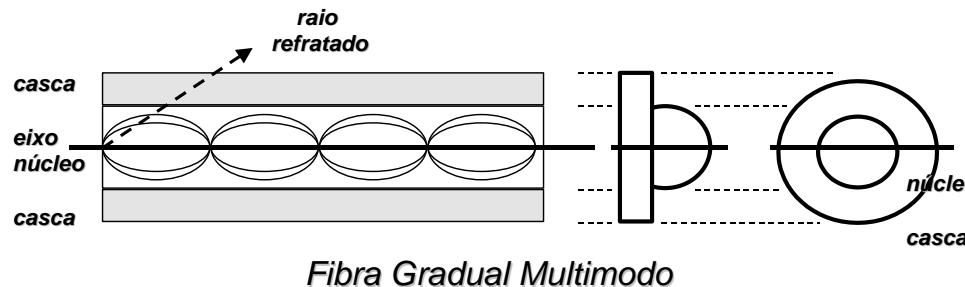
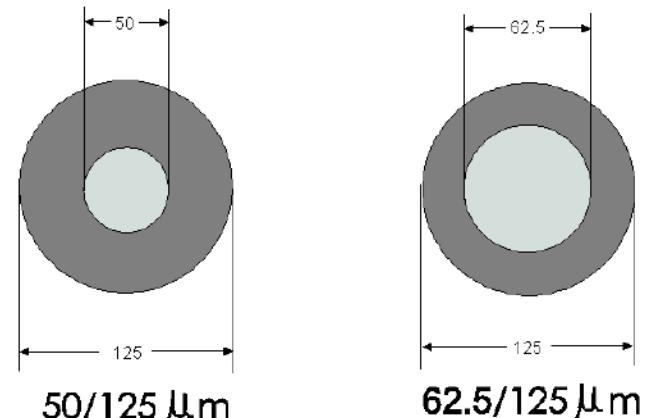
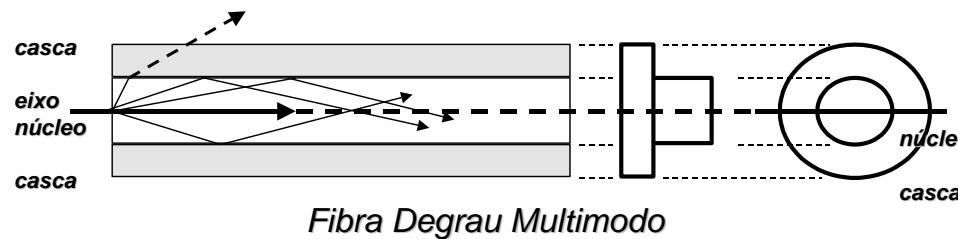


CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS ÓPTICAS

- Existe uma variedade de fibras ópticas, cada qual voltada a uma aplicação específica;
- As fibras ópticas podem variar, de acordo com os materiais, dimensões e os processos de fabricação;
- A classificação mais utilizada é quanto às características de transmissão, onde são utilizadas as seguintes fibras:
 - As fibras **multimodo (MM - Multi Mode)**;
 - As fibras **monomodo (SM - Single Mode)**.

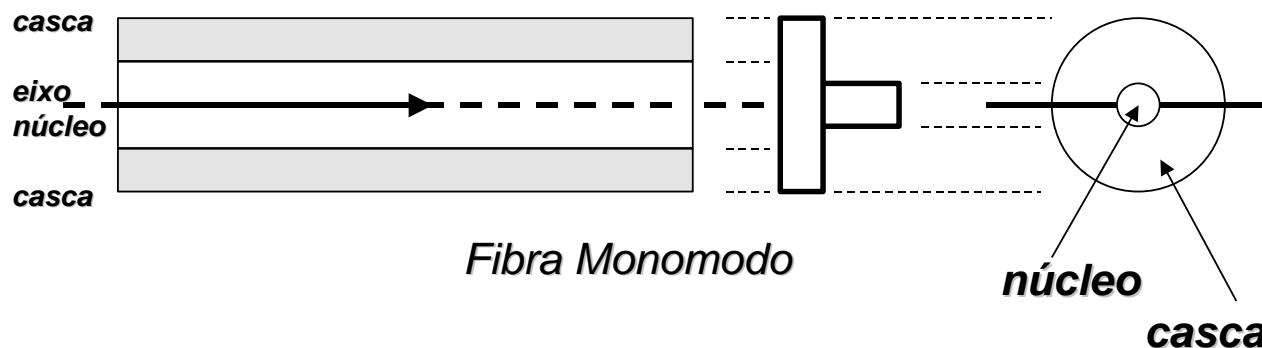
FIBRAS MULTIMODO (MMF)

- O núcleo da fibra multimodo oferece diversos modos de propagação para o feixe de luz percorrer o núcleo;
- As aplicações com as fibras multimodo são restritas com relação à distância e à capacidade de transmissão;
- As dimensões padronizadas no mercado são núcleos de 50 ou 62,5 μm e casca de 125 μm .



FIBRAS MONOMODO (SMF)

- As fibras monomodo possuem **um único modo de propagação** e a dimensão do **núcleo** **pode variar de 8 µm à 10 µm** com a casca em torno de 125 µm;
- As fibras monomodo também se diferenciam pela variação do índice de refração do núcleo em relação à casca:
 - Índice degrau standard
 - Dispersão deslocada (dispersion shifted)
 - Non-zero dispersion (nzd).
- As características de transmissão das fibras monomodo são superiores às características das fibras multimodo;
- As fibras monomodo, apresentam **atenuações menores** que as fibras multimodo, **aumentando a distância** das transmissões sem o uso de repetidores;



Sistemas de Transmissão com Cabos de Fibra Óptica

REQUISITOS PARA DESEMPENHO

- Nas fibras ópticas são considerados dois parâmetros principais como características de transmissão:
 - **Atenuação:** limita a distância total do canal, e é afetada pelo raio de curvatura da fibra durante o percurso e na acomodação final do cabo de fibra, e afetada pelos diversos processos de emenda e conectorização;
 - **Dispersão:** está relacionada a largura de banda disponível, pois provoca o alargamento dos pulsos luminosos gerando a interferência intersimbólica.

ATENUAÇÃO (dB/km)

- A atenuação é provocada pela:
 - Perda de potência pela absorção de luz na casca;
 - Imperfeições da sílica dentro da fibra (guia de onda);
 - Influência dos radicais OH inseridos durante a fabricação.
- Três regiões de baixa atenuação foram observadas recebendo o nome de janelas ópticas:
 - A **primeira janela** na região de **850 nm**, com valores em torno de **3,75 dB/km**;
 - A **segunda janela** na região de **1.300 nm**, com valores em torno de **0,4 dB/km**;
 - A **terceira janela** na região de **1550 nm**, de menor atenuação, com valores em torno de **0,2 dB/km**;

Dispersão

- A dispersão limita a largura de banda do sinal transmitido, e representa o alargamento temporal do pulso óptico, resultando na superposição de pulsos;
- Existem **diversos fenômenos** que **provocam dispersão**, sendo relacionados com a distância percorrida, o comprimento de onda do sinal luminoso, taxa de transmissão, geometria, etc.;
- Nas **fibras multimodo** o valor da dispersão é expresso em **MHz.km**;
- Para sistemas com transmissão a **10 Gbps**, existe a necessidade de **otimizar as fibras MM** para um tipo especial de dispersão chamada de **DMD (Differential Mode Delay)**.

Fontes Luminosas

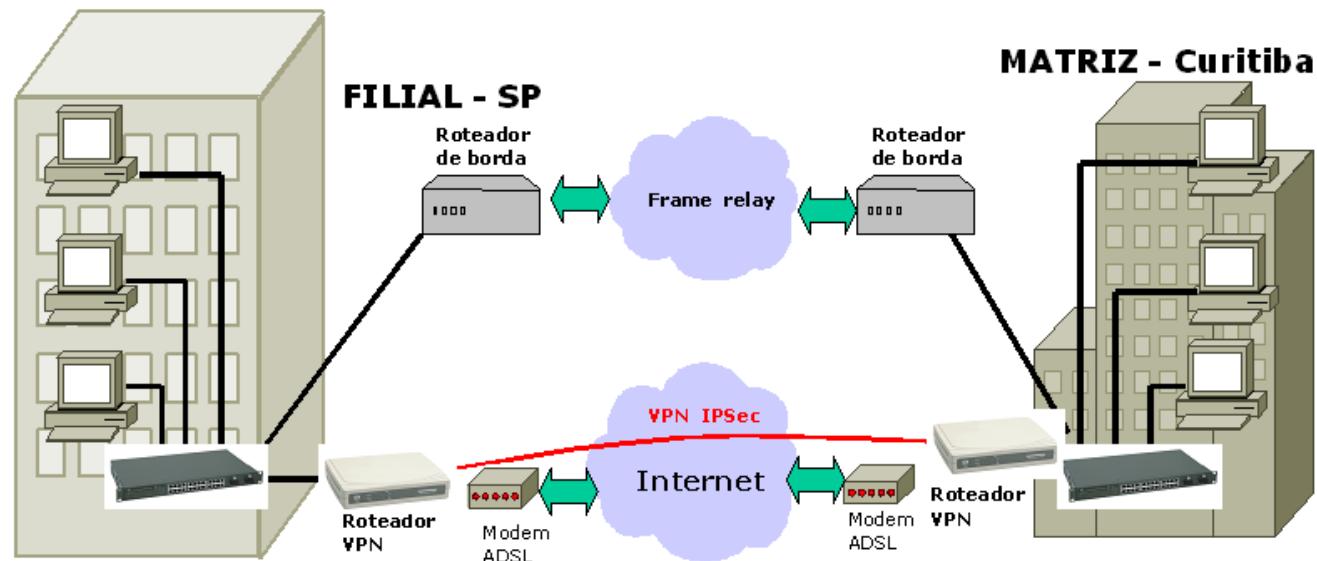
- As fontes luminosas utilizadas para transmissão de dados em fibras ópticas são:
 - LED (Light Emitting Diode);
 - ILD (Diodo laser);
 - VCSEL (Vertical-Cavity Surface Emitting Laser).

	LED	LASER (ILD)	VCSEL
Comprimento de onda	850 nm ou 1300 nm	1310 nm ou 1550 nm	852 nm ou 1300 nm
Velocidade	<= 622 Mbps	10 Gbps	10 Gbps
Distância	<= 2Km	> 40km	<= 550 m

REDES DE COMPUTADORES

O que é uma rede de Computadores?

- A rede de computadores permite que 2 ou mais computadores possam ser interconectados entre si, por um ou mais meios físicos de transmissão, e oferece ferramentas de comunicação para compartilharem informações e recursos.



VPN – Virtual Private Network

IPSec – Internet Protocol Security

ADSL – Asynchronous Digital Subscriber Line

Vantagens

- Entre as diversas vantagens da utilização da rede, destacam-se:
 - Computadores distribuídos geograficamente;
 - Compartilhamento de recursos de armazenamento, back up, e impressão;
 - Duplicação e segurança dos dados;
 - Ambiente de trabalho flexível.

Modelos de Computação

- Os modelos de computação são:
 - **Computação Centralizada** – Os computadores centralizados de grande porte, chamados **mainframes**, tem a função de **processar, armazenar e organizar** os dados e estes eram inseridos usando dispositivos “locais” chamados **terminais**. Todo o armazenamento de dados e os recursos de processamento estavam centralizados no mainframe;
 - **Rede Distribuída** – a rede distribuída utiliza vários **computadores** menores, trabalhando em um subconjunto de tarefas, **com processamento e armazenamento próprio**, para obter os mesmos resultados de processamento;
 - **Rede Colaborativa** – A rede colaborativa é um tipo sinérgico de rede distribuída, onde os **computadores** da rede **compartilham realmente os recursos de processamento**, em vez de simplesmente comunicar dados entre computadores.

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES

- Atualmente, as redes incluem computadores e sistemas operacionais associados a todos os modelos de computação. Uma rede típica inclui mainframes, computadores pessoais e dispositivos de comunicação e são classificadas pela área abrangida.

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES

- **PAN (Personal Area Network)** – cobre uma área **próxima ao usuário**, e costumam conectar PDAs (Personal Digital Assistants), telefones celulares, computadores, dispositivos de controle, geralmente conectados por sistemas Wireless, Bluetooth, Infra-vermelho, Ultra-wideband (UWB), USB (Universal Serial Bus), entre outros;
- **LAN (Local Area Network)** – é um ambiente de rede resultante de uma combinação de hardware, software e mídia de transmissão que conecta diversos pontos, **dentro de um prédio**;
- **CAN (Campus Area Network)** – possibilita a interligação de redes locais (LAN) **entre prédios próximos ou adjacentes**, semelhante a campus universitários, bases militares e parques industriais;
- **MAN (Metropolitan Area Network)** – são redes que interligam diversas LAN e CAN **dentro da região metropolitana de uma mesma cidade** e são administradas por concessionárias locais de telecomunicações que locam o serviço de acesso aos meios de transmissão;
- **WAN (Wide Area Network)** – é uma rede que conecta LANs, CANs e MANs de diferentes localidades em **longas distâncias**, provendo conectividade em âmbito nacional ou mundial utilizando uma **grande variedade de tecnologias de transmissão**;
- **GAN (Global Area Network)** – vem da iniciativa do Consórcio Inmarsat em criar o Broadband Global Area Network (BGAN). Trata-se de um sistema de comunicação **via satélite** que **proporcionaria a conectividade em qualquer local da superfície da terra** com velocidades de download de 216kbps a 432kbps e upload de 72kbps a 432kbps.

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES

Distância entre CPUs	Localização das CPUs	Nome das Redes
1m	Desktop	Personal Área Network(PAN)
10m	Sala	Personal Área Network(PAN) Alcance máximo
10m	Sala	Local Área Network(LAN) Interligação no mesmo ambiente ou próximo
100m	Prédio	Local Área Network(LAN) Interligação dentro dos andares
3km	Campus	Campus Área Network(LAN) Interligação de prédios da mesma planta
10km-50km	Cidade	Metropolitan Área Network(MAN) Interligação de sites na mesma cidade
100km	País	Wide Área Network(WAN) Interligação entre cidades
1.000km	Continente	Wide Área Network(WAN) Interligação entre países
10.000km	Planeta	Global Área Network(GAN) Internet com conectividade total (satélites e links terrestres)

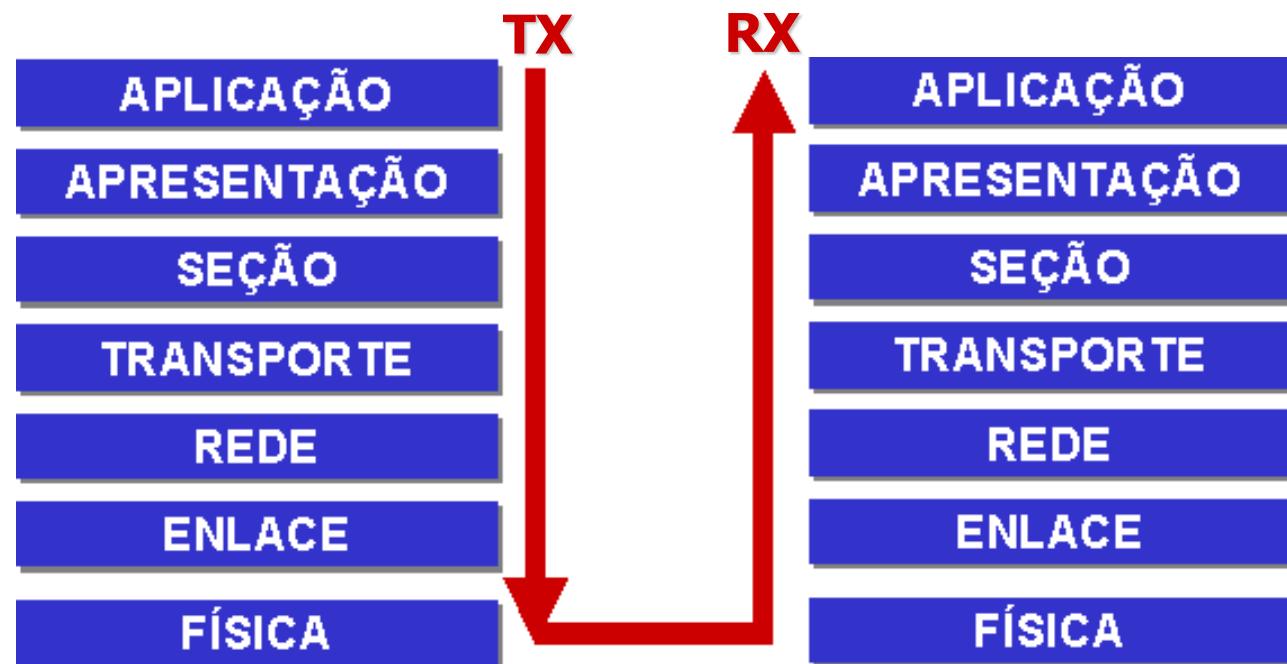
PADRONIZAÇÃO

PADRONIZAÇÃO

- A comunicação entre qualquer equipamento de telecomunicação só pode existir se eles possuírem uma linguagem em comum chamada de protocolos;
- Fisicamente as características elétricas e ópticas dos transmissores e receptores tem que ser compatíveis e o tratamento dado a estas informações deve ser comuns;
- As principais organizações e associações de padronização são:
 - International Telecommunication Union-Telecommunication (ITU-T);
 - International Organization for Standardization (ISO);
 - Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE);
 - Internet Engineering Task Force (IETF);
 - Electronic Industries Association (EIA);
 - Telecommunications Industry Association(TIA).

ISO/OSI

- Em 1978, a **ISO** (International Organization for Standardization) criou um modelo para especificar a seqüência de processos necessários para a transferência de mensagens entre aplicações rodando em sistemas diferentes. Este modelo foi chamado de Open Systems Interconnection Reference Model, comumente conhecido como **modelo OSI**;
- O **modelo OSI** é estruturado em **7 camadas**.



ISO/OSI

- **CAMADA FÍSICA (1)** – responsável pela **ativação e desativação de conexões físicas** conforme solicitação da camada de enlace. Esta camada especifica as características mecânicas, elétricas, funcionais e procedurais;
- **CAMADA DE ENLACE (2)** – realiza a transferência de dados sobre uma conexão física de maneira confiável. É responsável pelo estabelecimento e liberação da conexão de enlace, **montagem e delimitação de quadros**, **controle de seqüência**, **controle de fluxo** e **controle de erro**;
- **CAMADA DE REDE (3)** – oferece ao nível de transporte independência quanto a considerações de chaveamento e roteamento, definindo o **endereçamento lógico** e realizando o **roteamento dos pacotes**;
- **CAMADA DE TRANSPORTE (4)** – destina-se a ocultar a complexidade da estrutura da rede para a camada superior. Esta camada **organiza as mensagens de nível mais alto em segmentos** e entrega a camada de rede;
- **CAMADA DE SESSÃO (5)** – facilita a **comunicação entre fornecedores e solicitantes de serviços**. As sessões de comunicação são controladas através de mecanismos que estabelecem, mantêm, sincronizam e gerenciam o diálogo entre entidades de comunicação;
- **CAMADA DE APRESENTAÇÃO (6)** – Possui as funções de **conversão e criptografia** dos dados;
- **CAMADA DE APLICAÇÃO (7)** – Inclui todos os **tópicos e funções específicas para serviços de rede**, tais como, serviços de Banco de dados, Arquivos, Impressão, Mensagens, e Aplicações.

Padronizações para Redes Locais

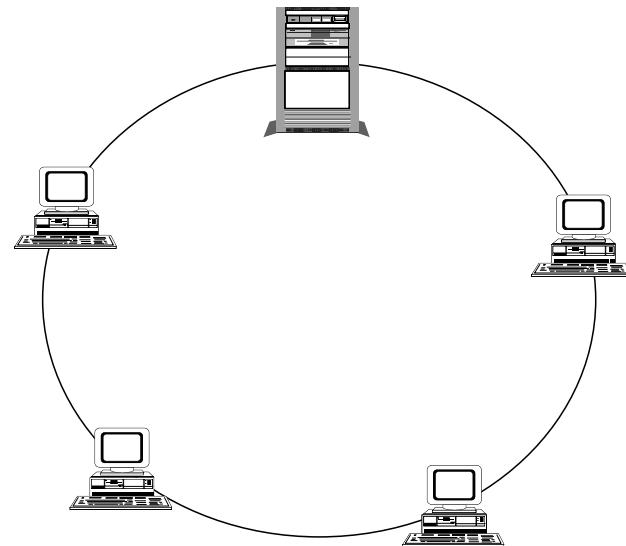
Um resumo da história

- **1963** – surge o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), uma associação de profissionais, que promove o desenvolvimento do conhecimento nas áreas das engenharias elétrica, eletrônica, de telecomunicações e da computação. Hoje todos os fabricantes de equipamentos para LAN seguem as normas do IEEE;
- **1972** – criado o conceito de rede LAN (Local Area Network) e surge o padrão Ethernet;
- **1980** – são desenvolvidos os padrões de LAN e MAN, no documento chamado IEEE 802.

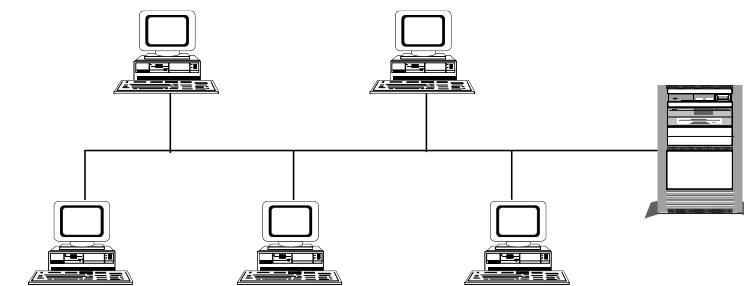
TOPOLOGIAS DE REDE

- A topologia da rede é a forma de interligação entre os sistemas de computadores, e pode ser lógica ou física.

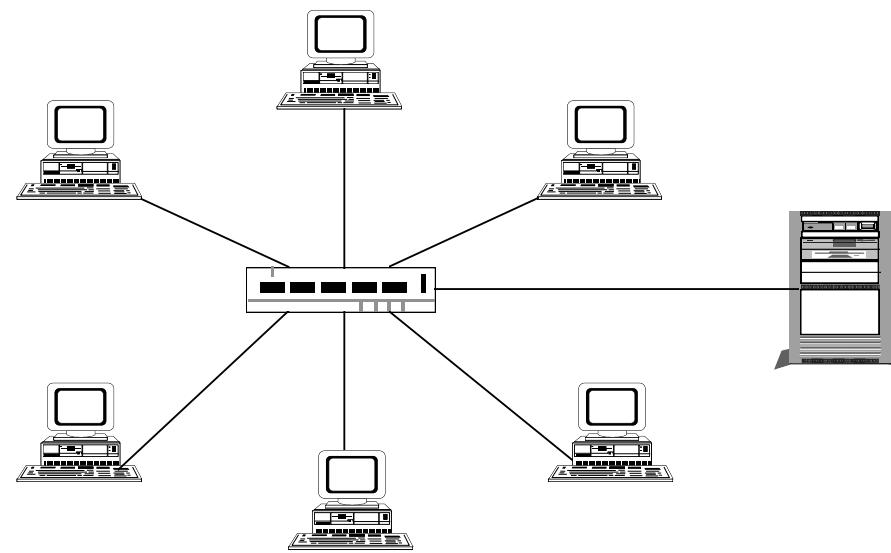
ANEL



BARRAMENTO



ESTRELA

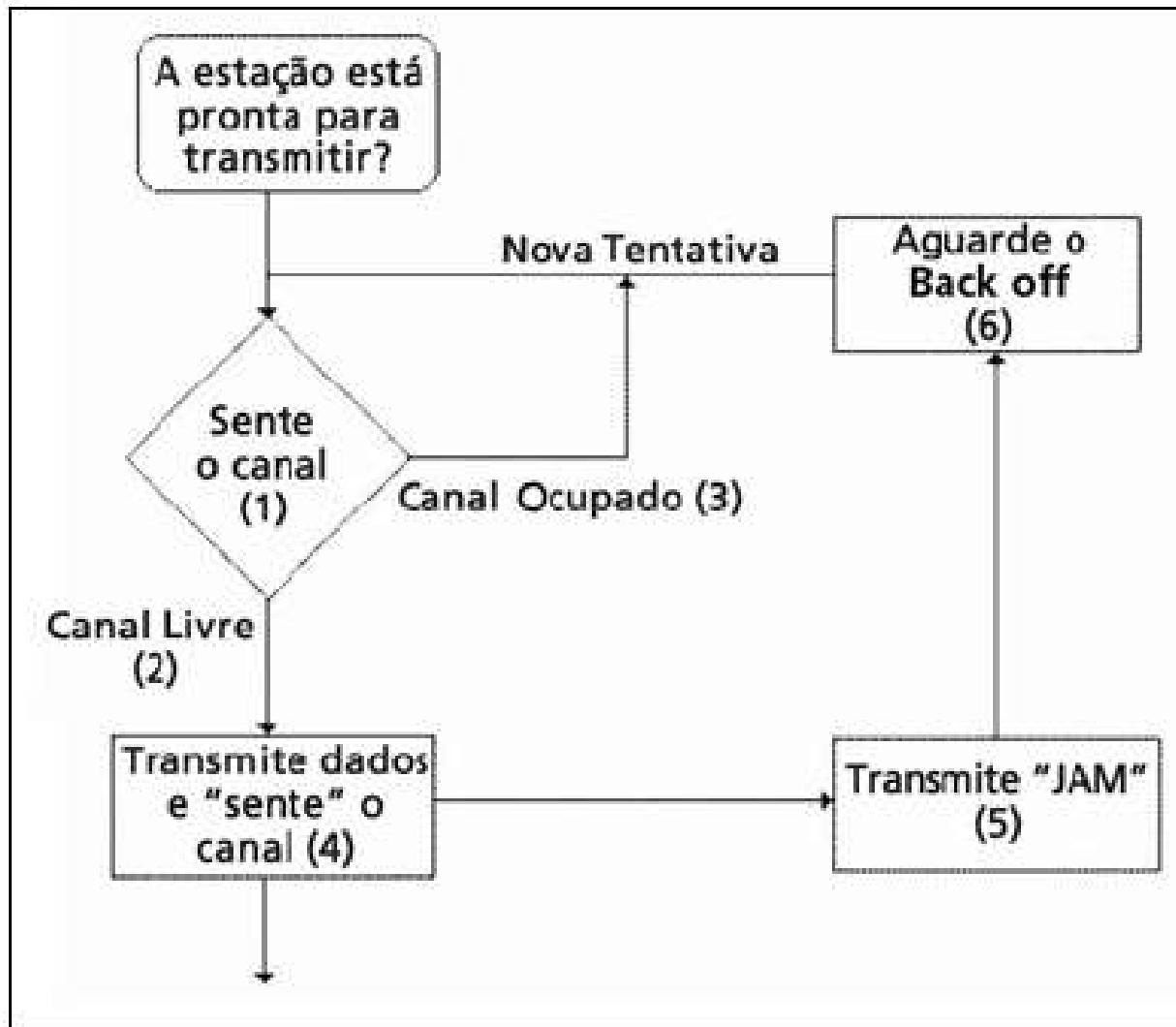


Nomenclatura de camada física

- **IEEE 802.3** – Neste documento, foi estabelecido uma nomenclatura específica para a definição da camada física, na qual são apresentados a velocidade de transmissão, o tipo de modulação e o meio físico.

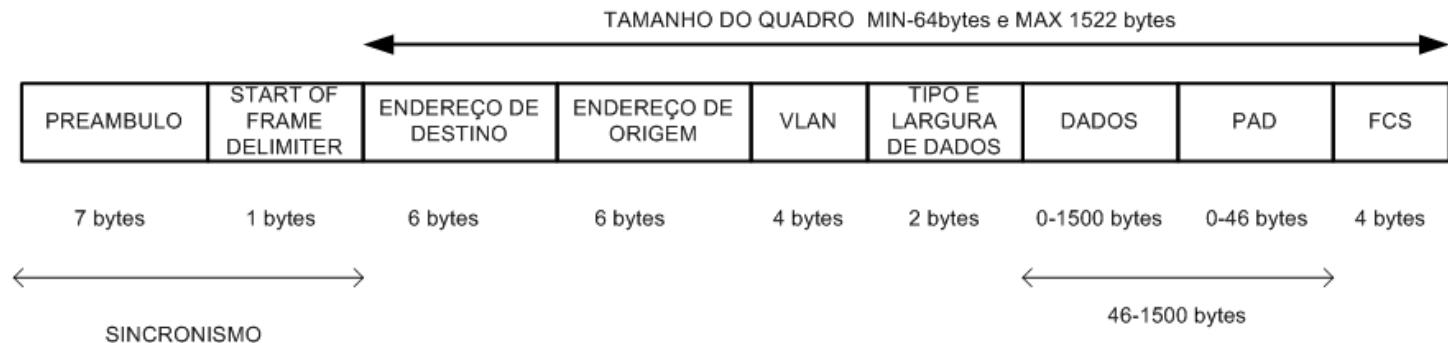
VELOCIDADE	MODULAÇÃO	MEIO FÍSICO
10 Mbps	Base transmissão em banda base	2 – cabo coaxial com até 185m
100 Mbps		5 – cabo coaxial com até 500m
1000 Mbps		T – par trançado
10000 Mbps ou 10 Gbps	Broad modulação com portadora senoidal	F – fibra óptica SX – fibra óptica com transmissão laser de 850 nm LX – fibra óptica transmissão laser fr 1310nm
Exemplos: 10Base5, 10BaseT, 100BaseF, 1000BaseSX, 10GBaseT		

CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS/COLISION DETECTION (CSMA/CD)

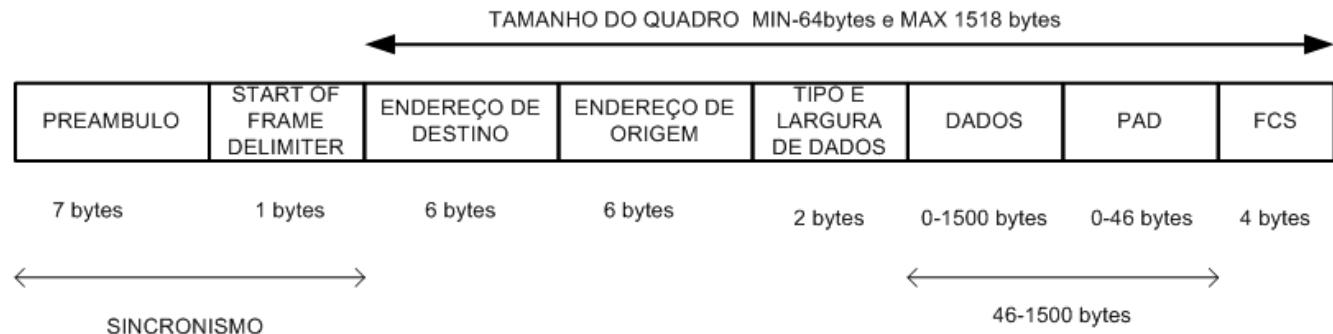


QUADRO (FRAME) ETHERNET

QUADRO PADRÃO IEEE802.3 EM REDE COM VLAN



QUADRO PADRÃO IEEE802.3 EM REDE SEM VLAN



Rede Ethernet 10 Mbps

- Utiliza o quadro de transmissão padrão IEEE802.3;
- Controle de acesso ao meio pelo método CSMA/CD;
- Transmissão em banda base com codificação Manchester;
- Meios de transmissão:
 - Cabos coaxiais
 - Cabos de par trançado
 - Cabos de fibra óptica

Rede Ethernet 10 Mbps

PARÂMETROS	10Base2	10Base5	10BaseT
TOPOLOGIA	BARRAMENTO	BARRAMENTO	ESTRELA
TAXA (Mbps)	10	10	10
Sinalização	BANDA BASE	BANDA BASE	BANDA BASE
Compr. Segmento	185	500	100
Cabo vampiro	N.U.	50	N.U.
Nós por segmento	30	100	(*)
Distância mínima	0,5	2,5	Não se aplica
Impedância (ohms)	50	50	100
Blindagem do cabo	Simples/dupla	Dupla	N.U.
Tipo de cabo	Coaxial fino	Coaxial grosso	UTP
Conektor	BNC	TIPO N	RJ45

Rede Ethernet 10 Mbps

10BaseF - IEEE803.2j

- Topologia física tipo estrela;
- O tipo de fibra utilizado por estes padrões é multímodo (MM) índice gradual das dimensões $50/125 \mu\text{m}$ ou $62,5/125\mu\text{m}$ sendo o segundo o mais utilizado.

10BaseFL

- Interligar estações entre si, estações a repetidores ou hubs ou entre repetidores com distância máxima de 2000 m;
- Utilizava preferencialmente a fibra MM $62,5/125 \mu\text{m}$ com LED de 850nm, outros tipos de fibra podiam ser usados porém as distâncias deviam ser recalculadas.

Fast Ethernet - IEEE802.3u

- Tem como principais meios de comunicação o cabo de par trançado e a fibra óptica com taxa de transmissão de 100 Mbps;
- Utiliza o mesmo quadro de transmissão do padrão ethernet;
- Utiliza a tecnologia CSMA/CD.

Parâmetro	Ethernet (802.3)	Fast Ethernet (802.3u)
Slot Time	512 bit times	512 bit times
Interframe gap	9,6 ns (mínimo)	0,96 ns (mínimo)
Límite de tentativa	16	16
Límite de backoff	expoente 10	expoente 10
Tamanho do JAM	32 bits	32 bits
Tamanho máx. frame	12,144 bits	12,144 bits
Tamanho mín. frame	512 bits	512 bits
Tamanho do endereço	48 bits	48 bits

Fast Ethernet - IEEE802.3u

Tecnologia	Descrição
100BASE-X	<ul style="list-style-type: none">Denominação genérica para UTP e Fibra Óptica (FO) a 100Mbps.
100BASE-T4	<ul style="list-style-type: none">Transmissão em cabo UTP cat.3 de 4 pares.
100BASE-T2	<ul style="list-style-type: none">Transmissão em cabo UTP cat.3 de 2 pares.
100BASE-TX	<ul style="list-style-type: none">Transmissão em cabo UTP cat.5 de 4 pares. Transmite em 2 pares.
100BASE-FX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza FO MM de 50/125µm ou 62,5/125µm.A fonte de luz é o LED com comprimento de onda de 1.300 nm.
100BASE-SX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza FO MM com limite de 300m.A fonte de luz é o LED com comprimento de onda de 850 nm.Compatível com o padrão 10BASE-FL para auto-negociação.
100BASE-LX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza FO SM com alcance máximo de 20Km.A fonte de luz é o LASER com comprimento de onda de 1.310 nm.
100BASE-LH	<ul style="list-style-type: none">Utiliza FO SM.Fonte de luz – LASER com comprimento de onda de 1.310 nm – alcance máximo de 40Km.Fonte de luz – LASER com comprimento de onda de 1.550 nm – alcance máximo de 80Km.

Gigabit Ethernet - IEEE802.3z

- Utiliza o mesmo quadro do IEEE802.3;
- São reconhecidos cabos de par trançado e fibra óptica;
- Opera em full ou half-duplex e suporta auto-negociação (10/100/1000 Mbps);
- Utiliza GBIC (Gigabit Interface Converter), como conversor de mídia.

Gigabit Ethernet - IEEE802.3z

Tecnologia	Descrição
1000BASE-T	<ul style="list-style-type: none">Transmissão bidirecional em cabo UTP cat.5E de 4 pares com 250Mbps em cada par.Codificação 4D-PAM5 com distância máxima de 100m.
1000BASE-TX	<ul style="list-style-type: none">Transmissão unidirecional (TX/RX) em cabo UTP cat.6 de 4 pares.Codificação 4D-PAM5 com 500Mbps em cada par.Distância máxima de 100m.
1000BASE-SX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza duas FO MM de 50/125µm ou 62,5/125µm.A fonte de luz é o LASER VCSEL com comprimento de onda de 850 nm.Codificação 8B10B.
1000BASE-LX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza duas FO MM (50/125µm ou 62,5/125µm) ou SM.A fonte de luz é o LASER tradicional com comprimento de onda de 1300 nm.Codificação 8B10B.
1000BASE-CX	<ul style="list-style-type: none">Utiliza cabos STP de 150?Codificação 8B10B.Atinge a distância máxima de 25m.

10 Gigabit Ethernet (10GbE)

- O padrão 10GbE, está documentado no IEEE802.3ae, somente em full-duplex e utiliza o mesmo quadro do IEEE802.3;
- Aplicado na interligação com redes de alta velocidade, com conexões metropolitanas de telecomunicações, ou entre prédios da rede campus ou em backbones de LANs;

10 Gigabit Ethernet (10GbE)

- Para atender as diversas aplicações previstas pelo 10GbE, as interfaces de fibra óptica foram classificadas por:
 - **Comprimento de onda:**
 - S = short wave, laser 850nm;
 - L = long wave, laser 1310nm;
 - E = extra long wave, laser 1550 nm.
 - **Tecnologia:**
 - R = transmissão serial para LAN usando codificação 64B/66B;
 - X = transmissão em WDM com 4 comprimentos de onda, para LAN usando codificação 8B10B;
 - W = transmissão serial para WAN – o quadro é compatível com SONET OC-192c e STM-64.

10 Gigabit Ethernet (10GbE)

Padrão	Comprimento de Onda	Tipo de Fibra	Distância
PADRÕES PARA LAN			
10GBASE-SR	850 nm	MMF 62,5/125 µm – 160MHz.km	28 m
10GBASE-SR	850 nm	MMF 62,5/125 µm – 200MHz.km	35 m
10GBASE-SR	850 nm	MMF 50/125 µm – 400MHz.km	69 m
10GBASE-SR	850 nm	MMF 50/125 µm – 500MHz.km	86 m
10GBASE-SR	850 nm	MMF 50/125 µm – 2000MHz.km	300 m
10GBASE-LR	1310 nm	SMF	10 km
10GBASE-ER	1550 nm	SMF	40 km
10GBASE-LX4	1310 nm	MMF 62,5/125 µm – 500MHz.km	300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	MMF 50/125 µm – 400MHz.km	240 m
10GBASE-LX4	1310 nm	MMF 50/125 µm – 500MHz.km	300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	SMF	10 km
PADRÕES PARA WAN – QUADRO COMPATÍVEL COM SONET OC192c E STM-64			
10GBASE-SW	850 nm	MMF 62,5/125 µm – 160MHz.km	28 m
10GBASE-SW	850 nm	MMF 62,5/125 µm – 200MHz.km	35 m
10GBASE-SW	850 nm	MMF 50/125 µm – 400MHz.km	69 m
10GBASE-SW	850 nm	MMF 50/125 µm – 500MHz.km	86 m
10GBASE-SW	850 nm	MMF 50/125 µm – 2000MHz.km	300 m
10GBASE-LW	1310 nm	SMF	10 km
10GBASE-EW	1550 nm	SMF	40 km

10 Gigabit Ethernet (10GbE)

10GBASE-T

- Utiliza cabos UTP categoria 6A (500MHz) com transmissão em 4 pares bidirecionais;
- Utiliza codificação 9D-PAM10 (dez níveis de tensão, mas 9 com informação);
- Somente em full-duplex e permite auto-negociação.

POWER OVER ETHERNET (PoE)

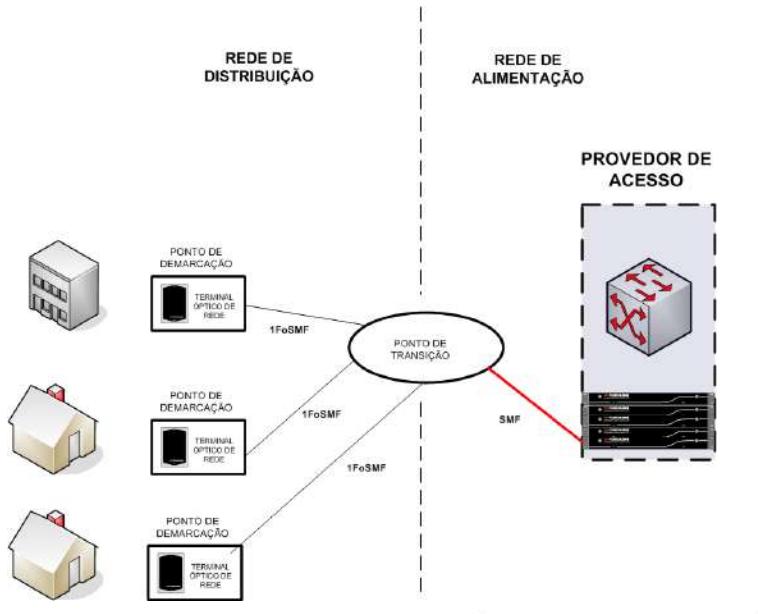
- Definido pelo **IEEE 802.3af** (2003), ***Data Terminal Equipment Power via Media Dependent Interface***, define o fornecimento de energia para equipamentos com interface Ethernet, pelo mesmo cabo de dados;
- Pode-se **alimentar dispositivos de baixo consumo**, que muitas vezes são instalados em locais onde não há ponto da rede elétrica, como telefones IP, Access Points, câmeras de CFTV, alarmes e sensores;
- A energia é **corrente contínua**:
 - potência máxima de 15,4 W
 - tensão entre 44 V e 57 V, nominalmente é referida como 48 V.

Ethernet in the First Mile (EFM)

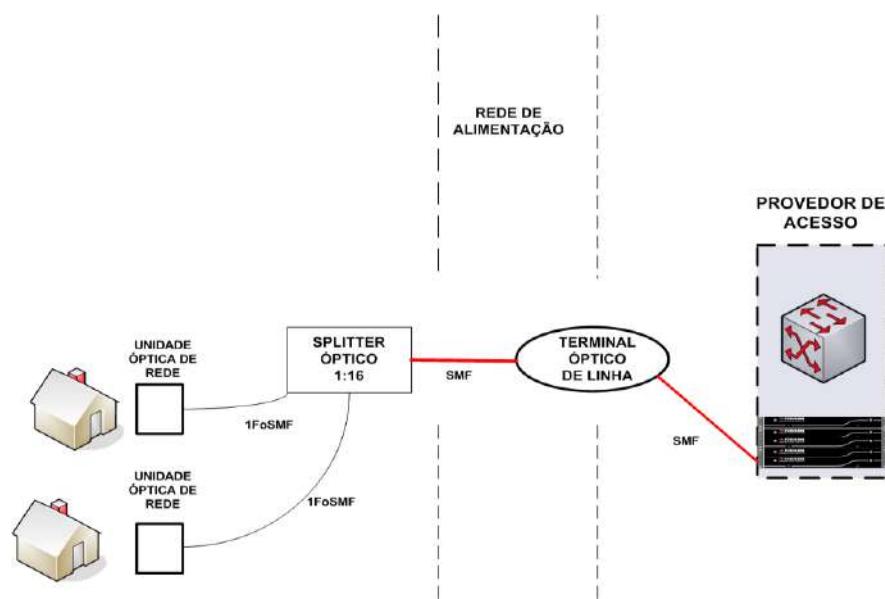
- O Ethernet in the First Mile (EFM) é reconhecido pelo IEEE 802.3ah, fornecendo o sinal Ethernet no acesso do assinante;
- O EFM pode ser atendido por linha discada, xDSL e/ou cable modem;
- Os tipos de acesso são baseados na tecnologia FTTx (Fiber To The x) que são redes de acesso de alto desempenho baseadas em fibra óptica:
 - FTTB – Fiber-To-The-Building;
 - FTTA – Fiber-To-The-Apartment;
 - FTTH – Fiber-To-The-Home;
- São reconhecidos 3 tipos de acesso:
 - Ponto-multiponto em fibra óptica;
 - Ponto-a-ponto (PTP) em fibra óptica;
 - Ponto-a-ponto em cabo de par trançado.

Ethernet in the First Mile (EFM)

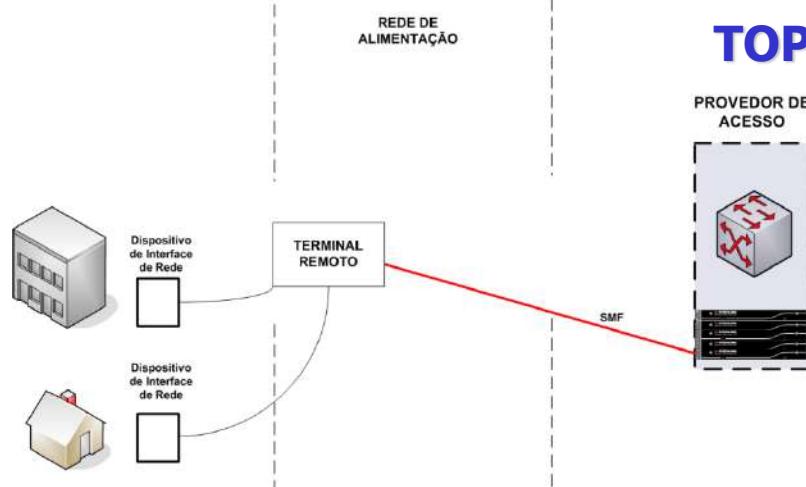
TOPOLOGIA PONTO-A-PONTO



TOPOLOGIA PONTO-MULTIPONTO



TOPOLOGIA PONTO-A-PONTO EM PAR TRANÇADO



Soluções Wireless

Wireless LAN

- O grupo de trabalho **IEEE 802.11**, padronizou os protocolos envolvidos com a camada de enlace e física para uma rede conectada através de **radio freqüências, Laser e infra-vermelho.**
- O IEEE 802.11 define o **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), com sinalização de **CTS/RTS** (Clear to Send / Request to Send) como **método de controle de acesso ao meio** em redes WLAN.
- Para as diversas implementações do padrão foram escolhidas faixas de freqüência **ISM e U-NII** que não necessitam de licenciamento:
 - ISM (Instrumentation, Scientific & Medical) – comprehende três segmentos do espectro (902 a 928 MHz, 2.400 a 2.483,5 MHz e 5.725 a 5.850 MHz);
 - U-NII (Unlicensed National Information Infrastructure) – varia entre 5.150 e 5.825 MHz.

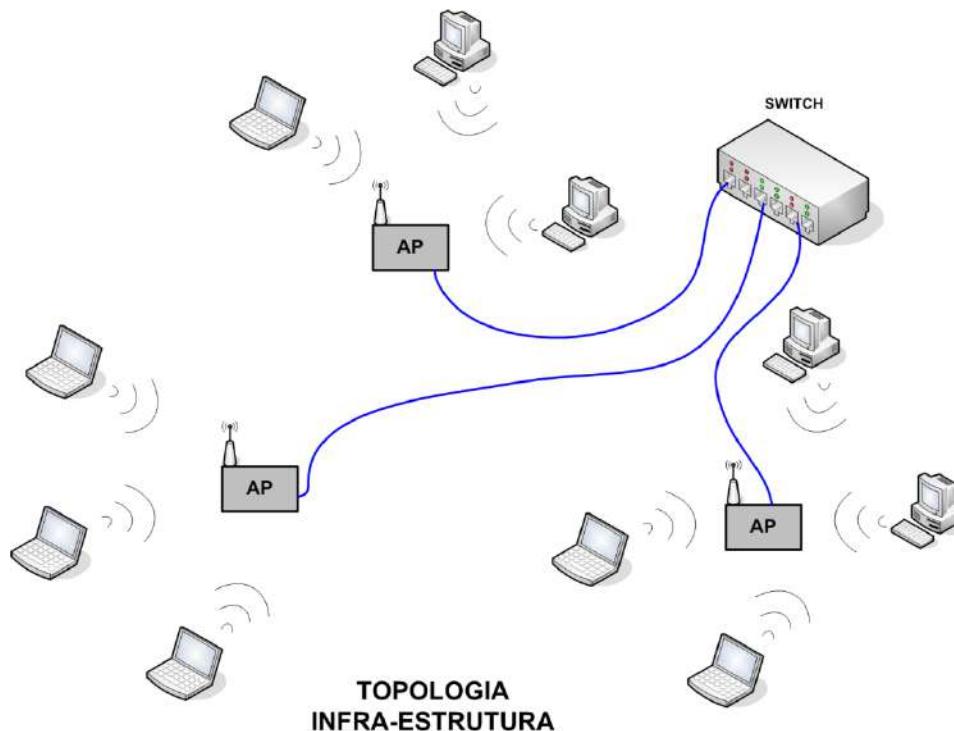
Modo Ad-hoc

- A comunicação entre as estações de trabalho é estabelecida diretamente, sem a necessidade de um dispositivo de distribuição.
- As placas de rede são configuradas no modo Ad-hoc e podem trocar informação entre si.



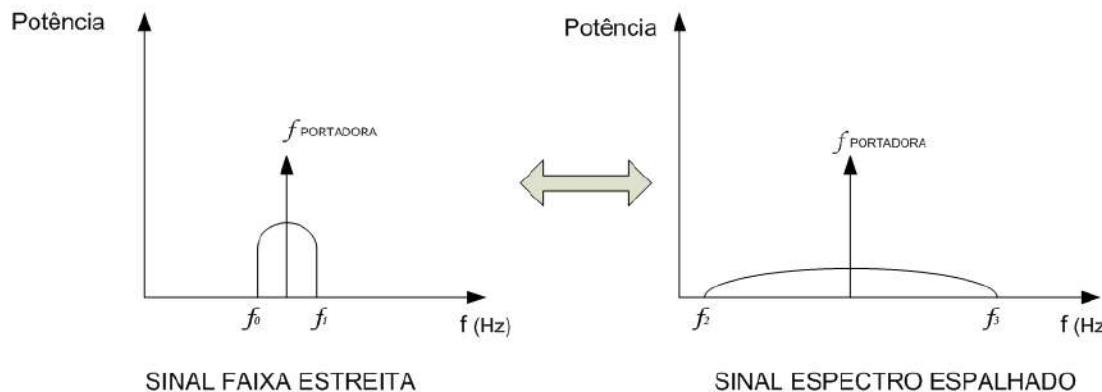
Modo Infra-estrutura

- As estações de trabalho são conectadas através de um equipamento concentrador AP (Access Point), que esta interligado a rede convencional;
- Cada AP possui uma região de alcance e entre os APs a comunicação é feita através de um switch.



Espalhamento de Espectro

- O espalhamento de espectro (spread spectrum) é uma técnica de codificação para a transmissão de sinais em torno da freqüência da portadora.
- A SNR é mais baixa, porém sem reduzir o desempenho do sistema.



- São reconhecidas as seguintes técnicas de espalhamento:
 - **FHSS** – A banda é dividida em canais associados a uma freqüência de portadora. O sinal de informação salta entre os canais até ocupar toda a banda
 - **DSSS** – O sinal de informação é multiplicado com um sinal codificador (**chip sequence**), e utiliza uma grande largura de banda, com canais totalmente separados de forma a não gerar interferência entre eles.
 - **OFDM** – Utiliza diversas portadoras, em freqüências diferentes, para transmitir o sinal em partes.

Padrão IEEE 802.11

Padrão	Faixa de operação	Modulação	Velocidade Máxima	Observações
IEEE 802.11a	5 GHz	OFDM	54 Mbps	
IEEE 802.11b	2,4 GHz	CCK, DQPSK e DBPSK, com DSSS	11Mbps	
IEEE 802.11g	2,4 GHz	OFDM	54 Mbps	
IEEE 802.16	5.150 a 5.825 MHz	-	54Mbps	
IEEE 802.15.1	-	-	-	Bluetooth
IEEE 802.16	-	-	-	WiMax

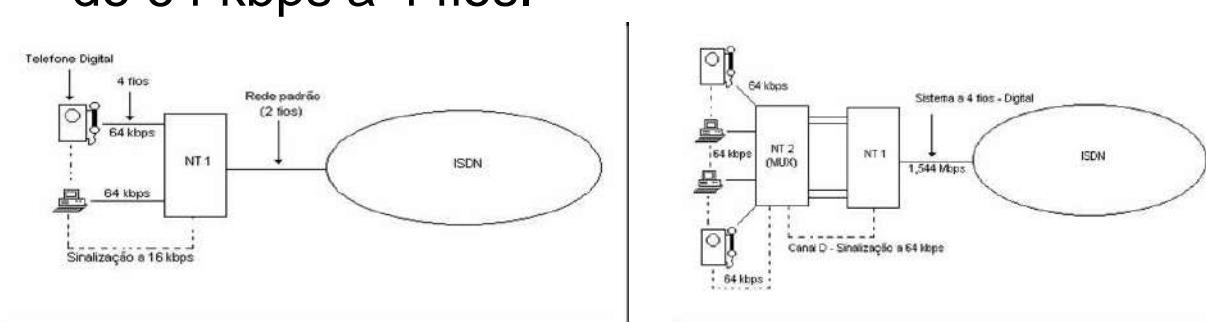
Freqüências (MHz)	Condições de uso no Brasil
2400 - 2483 5725 - 5850	<p>Destinadas no Brasil, em caráter secundário, a Equipamentos de Radiocomunicação Restrita como redes Wi-Fi e Rádio Spread Spectrum.</p> <p>A faixa de 2400 MHz é utilizada no Brasil em caráter primário pelo Serviço Auxiliar de Radiodifusão e Correlatos (SARC) e de Repetição de TV.</p> <p>A Anatel estabeleceu que sistemas (2400 MHz) em localidades com população superior a 500 mil habitantes e com potência (eirp) superior a 400 mW não podem operar sem autorização da Anatel.</p>
5150 - 5350 5470 - 5725	<p>Sistemas de Acesso sem Fio em Banda Larga para Redes Locais.</p> <p>A faixa de 5150-5350 MHz pode ser utilizada em ambientes internos (indoor) e a de 5470-5725 MHz em ambientes externos e internos.</p>

Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita (seções IX e X), reeditado pela resolução 365 de 10/05/04 da Anatel.

TECNOLOGIAS DE WAN

ISDN (Integrated Services Digital Network)

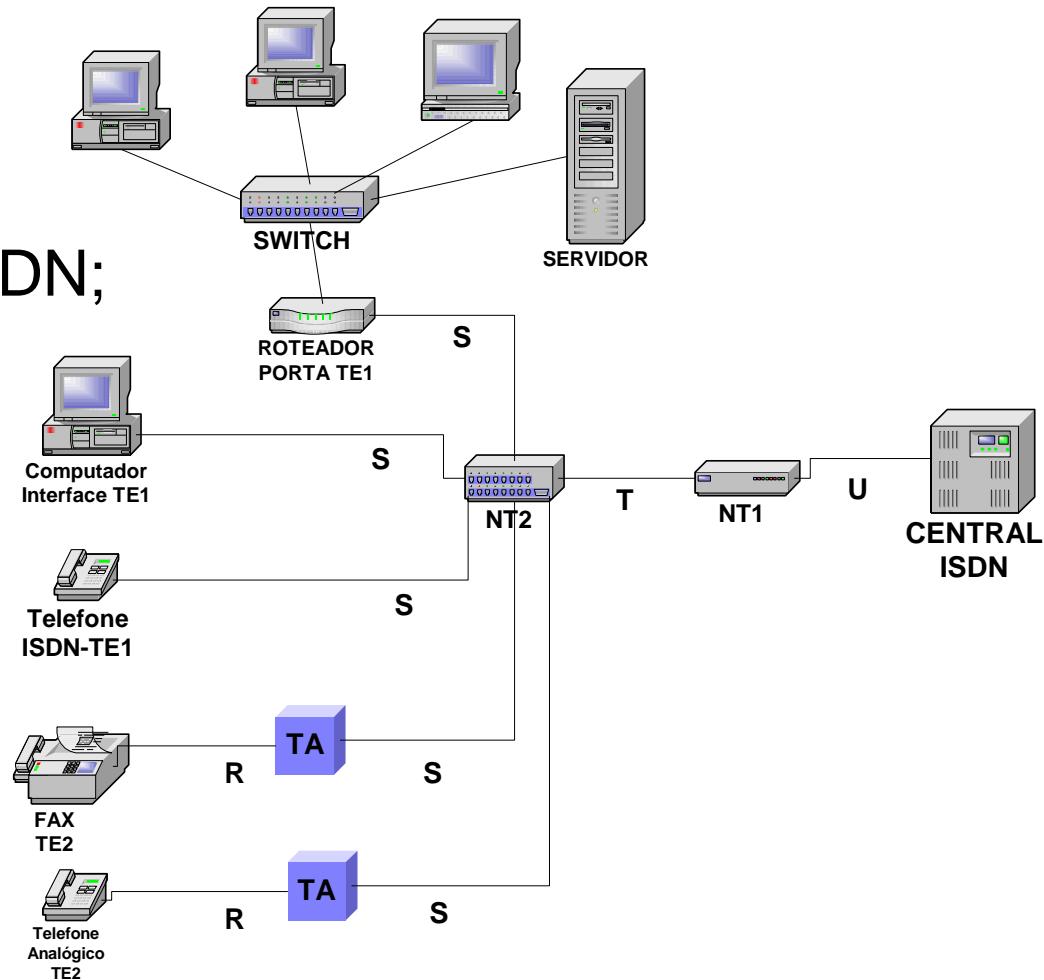
- O ISDN foi introduzido nos Estados Unidos no início dos anos 80, **baseado em transmissão digital** de serviços de dados, voz e imagem.
- O circuito possui **dois canais**:
 - Canal B - transporta os sinais de dados gerados pelos dispositivos, com velocidade de 64 kbps;
 - Canal D – transporta a sinalização e possibilita um gerenciamento out-of-band com velocidade variável (tipicamente 16 ou 64 kbps)
- O ISDN possui **dois tipos de serviços**:
 - **BRI 2B+D** (Basic Rate Interface), com dois canais, sendo um B (64 + 64 kbps) e um canal D (16 kbps) a 2 fios;
 - **PRI 23B+D** (Primary Rate Interface) ou **PRI 30B+D** com canais de 64 kbps a 4 fios.



ISDN (Integrated Services Digital Network)

- **GRUPOS FUNCIONAIS** – É formado pelo NTA (Network Terminal Adapter), TE (Terminal Equipment) e TA (Terminal Adapter);

- **NTA** – Conecta os equipamentos de usuário a central ISDN;
- **TE** – São equipamentos com interface ISDN;
- **TA** – Permite a conexão de outras interfaces para a interface ISDN.



Frame Relay

- O Frame Relay é um protocolo de WAN de alta performance que utiliza a comutação de pacotes associada a circuitos virtuais. O Frame Relay transmite a longas distância com baixa latência.
- Tipos de circuitos virtuais no Frame Relay:
 - **PVC** (Permanent Virtual Circuit) – oferece o ganho relativo ao uso estatístico de banda do Frame Relay;
 - **SVC** (Switched Virtual Circuit) – propicia a conectividade entre quaisquer pontos de origem e destino;
- **CIR**(*Committed information rate*) – é a taxa de transmissão contratada que a operadora deverá garantir obrigatoriamente.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- Tecnologia de comutação de pacotes com tamanho fixo, chamados de células;
- As células tem 53 bytes (tamanho fixo), 5 com função de header e 48 para as informações de voz, dados ou imagem digitalizadas;
- Trabalha com diversas taxas de transmissão, tais como 25 Mbps, 51 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps, 2.4 Gbps e 10 Gbps, sobre cabos de par trançado, fibras ópticas MM ou SM.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

ATM	51.8 Mbps	155 Mbps	622 Mbps	1 Gbps	2.4 Gbps	10 Gbps
UTP Cat 5e	100 m	100m				
UTP Cat 6	100 m	100m		100m		
MMF 62,5/125 µm 850nm@400MHz.km		1000m				
MMF 62,5/125 µm 850nm@500MHz.km			300 m			
MMF 62,5/125 µm 13000nm@500MHz.km	3000 m	2000 m	500 m			
MMF 50/125 µm 850nm@500MHz.km		1000 m	300 m			
MMF 50/125 µm 1300nm@500MHz.km	3000 m	2000 m	500 m			
SMF 1310 nm	15 km	15 km	15 km		2 km	2 km a 6,6km
SMF 1550 nm					15km	22 km

MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)

- Os grandes backbones WAN foram implementados originalmente pelas operadoras de telecomunicações com a tecnologia ATM;
- O ATM é uma tecnologia switching aplicada na camada de enlace;
- O tráfego IP entra nos backbones através de roteadores (camada de rede) e os pacotes são encapsulados pelo ATM;
- Esta implementação é bastante complexa, transformando-se numa barreira para a escalabilidade da rede.

MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)

- Para resolver este problema foi desenvolvida a tecnologia MPLS que fornece meios para mapear endereços IP em rótulos simples e de comprimento fixo, podendo ser utilizados por diferentes tecnologias de chaveamento e encaminhamento de pacotes;
- O mapeamento é realizado apenas uma vez na borda da rede MPLS;
- O encaminhamento dos pacotes pela rede utiliza a informação contida no rótulo (label) inserido no cabeçalho do pacote, preservando as funções de QoS.

xDSL (Digital Subscriber Line)

- **Digital Subscriber Line** (xDSL) é uma tecnologia de transmissão digital de dados, em alta velocidade sobre a rede de telefonia;
- A faixa de freqüências admissíveis em um circuito de par trançado, de um assinante até uma estação central de serviços, é de 1 MHz aproximadamente;
- As velocidades típicas de download variam de 128 kbps a 24 Mbps;
- As velocidades de upload são menores que as de download para o ADSL e são iguais para o caso do SDSL.

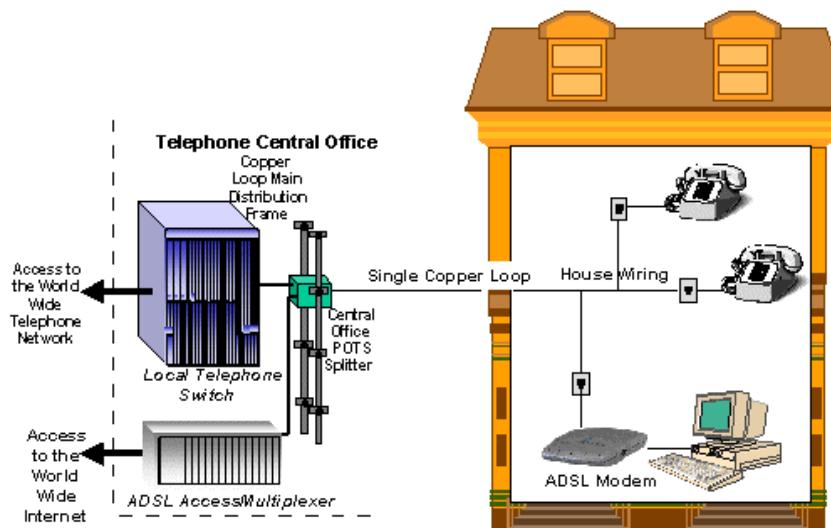
xDSL (Digital Subscriber Line)

Categoria	Descrição	Taxa máxima de dados	
		Upstream	Downstream
ADSL	<ul style="list-style-type: none">Faz a alocação da largura de banda de forma assimétrica no espectro de freqüência;Taxa de dados maior no <u>downstream</u> (rede para usuário) que o canal <u>upstream</u> (usuário para rede).	1 Mbps	8 Mbps
HDSL	<ul style="list-style-type: none">Faz a alocação da largura de banda de forma simétrica em ambos os sentidos;Funciona como uma substituta para circuitos metálicos de dois pares T1 e E1.	1,544/2,048 Mbps	1,544/2,048 Mbps
RDSL	<ul style="list-style-type: none">Se adapta à taxa de velocidade mais alta ou pode ser definida com uma taxa operacional fixa.	784 Kbps	4 Mbps
SDSL	<ul style="list-style-type: none">Faz a alocação de largura de banda de forma simétrica, de maneira muito semelhante ao HDSL, porém, é implementada em um único par.	2 Mbps	2 Mbps
VDSL	<ul style="list-style-type: none">Proporciona a mais alta taxa de dados <u>downstream</u>;A distância de transmissão é limitada a pouco mais de 300 metros;A utilização de cabos telefônicos de par trançados especiais, permite alcançar os 52 Mbps em distâncias de até 1000m.	1,5 Mbps	52 Mbps

xDSL (Digital Subscriber Line)

Cabos Especiais

- **NBR 15142** – Define o cabo telefônico isolado com termoplástico, aplicado para transmissão de sinais em tecnologia DSL;
- **Cabo CTP-APL-xDSL 40** garante desempenho de até 8,5MHz em aplicações DSL.



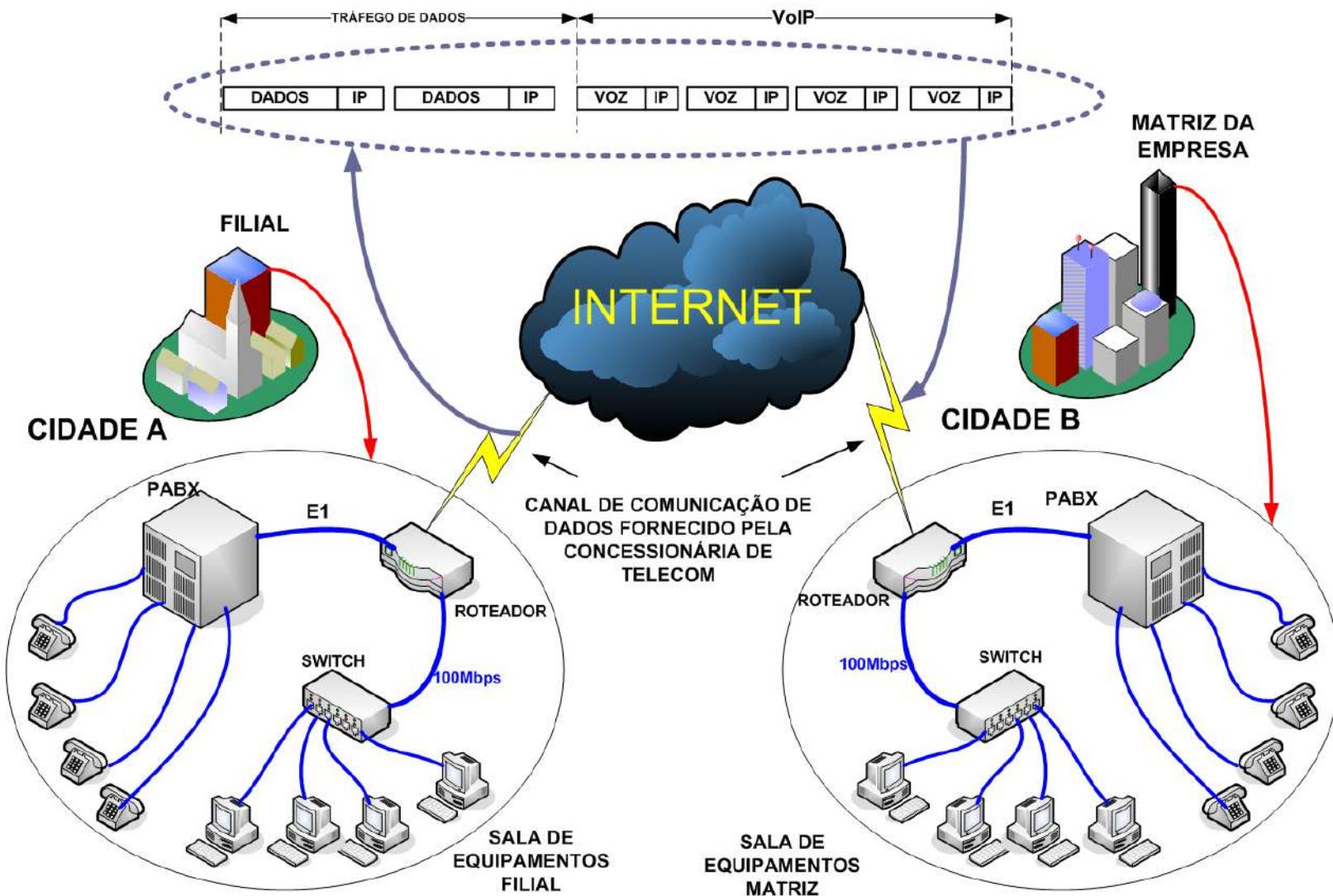
CABLE MODEM

- Os sistemas tradicionais baseados em cabos coaxiais operam com banda de **330 MHz** a **540 MHz**, utilizando **6 MHz** por canal de TV.
- Para facilitar a sintonização os sistemas de CATV iniciam suas transmissões acima de 50 MHz (referente ao canal 2).
- A faixa de 5 MHz a 42 MHz do espectro de freqüência foi reservada para futuras transmissões de telefonia, serviços de dados e para canais de controle.
- Sob a arquitetura HFC (sistema híbrido com cabos de fibras e coaxiais), a largura de banda downstream se expandiu até 750 MHz ou mais, em geral oferecendo suporte para até 110 canais, cada um ocupando a largura de banda de 6 MHz.
- Na transmissão de dados já são oferecidas velocidades de 8Mbps em downstream e 600kbps a 1Mbps em upstream.

VOIP (VOICE OVER IP) - VOZ SOBRE IP

- **VOIP** – consiste na comunicação de voz/fax sobre a rede de dados, utilizando a mesma estrutura dos meios de comunicação e de roteadores para transporte.
- Existem aplicativos que utilizam sistemas VOIP através do PC, como o “cooltalk”, “Skype”, “Netmeeting”, etc.
- Um dos principais fatores em um projeto de red VOIP é o **QOS** (Quality Of Service) da rede de dados.
- Com voz convivemos com problemas de latência, que afetam a qualidade da transmissão.

VOIP (VOICE OVER IP) - VOZ SOBRE IP



Fim