

A transmissão da informação através de sistemas de comunicação pressupõe a passagem de sinais através dos meios físicos de comunicação que compõem as redes. As propriedades físicas de meios de transmissão e as características dos sinais transmitidos apresentam uma série de questões tecnológicas que influenciam na construção e no projeto de redes de computadores.

Informação e Sinal

O processo de comunicação envolve a transmissão de informação de um ponto a outro através de uma sucessão de processos, a saber:

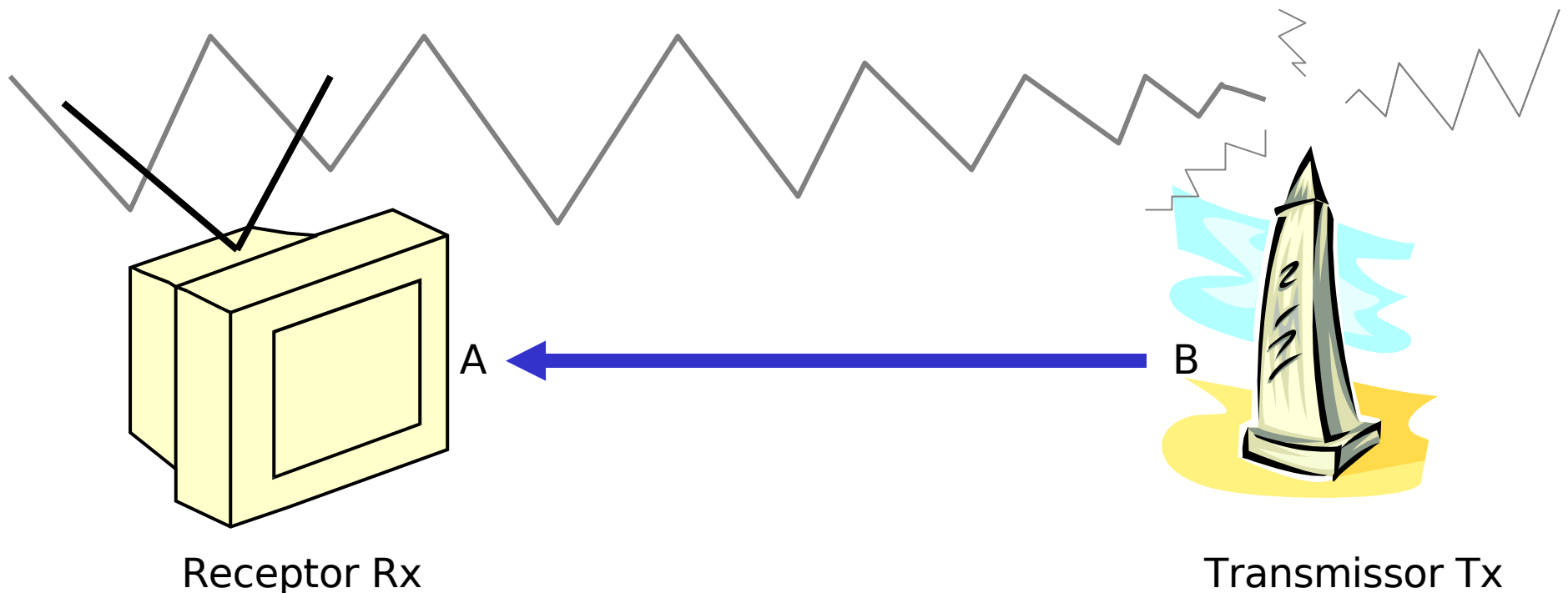
1. Geração de uma idéia, padrão ou imagem na origem;
2. Descrição dessa idéia, padrão ou imagem na origem;
3. A codificação desses símbolos em uma forma propícia à transmissão em um meio físico disponível;
4. A transmissão desses símbolos codificados ao destino;
5. A decodificação e reprodução dos símbolos;
6. A recriação da idéia transmitida – com uma possível degradação de qualidade – pelo destinatário.

Transmissão de dados

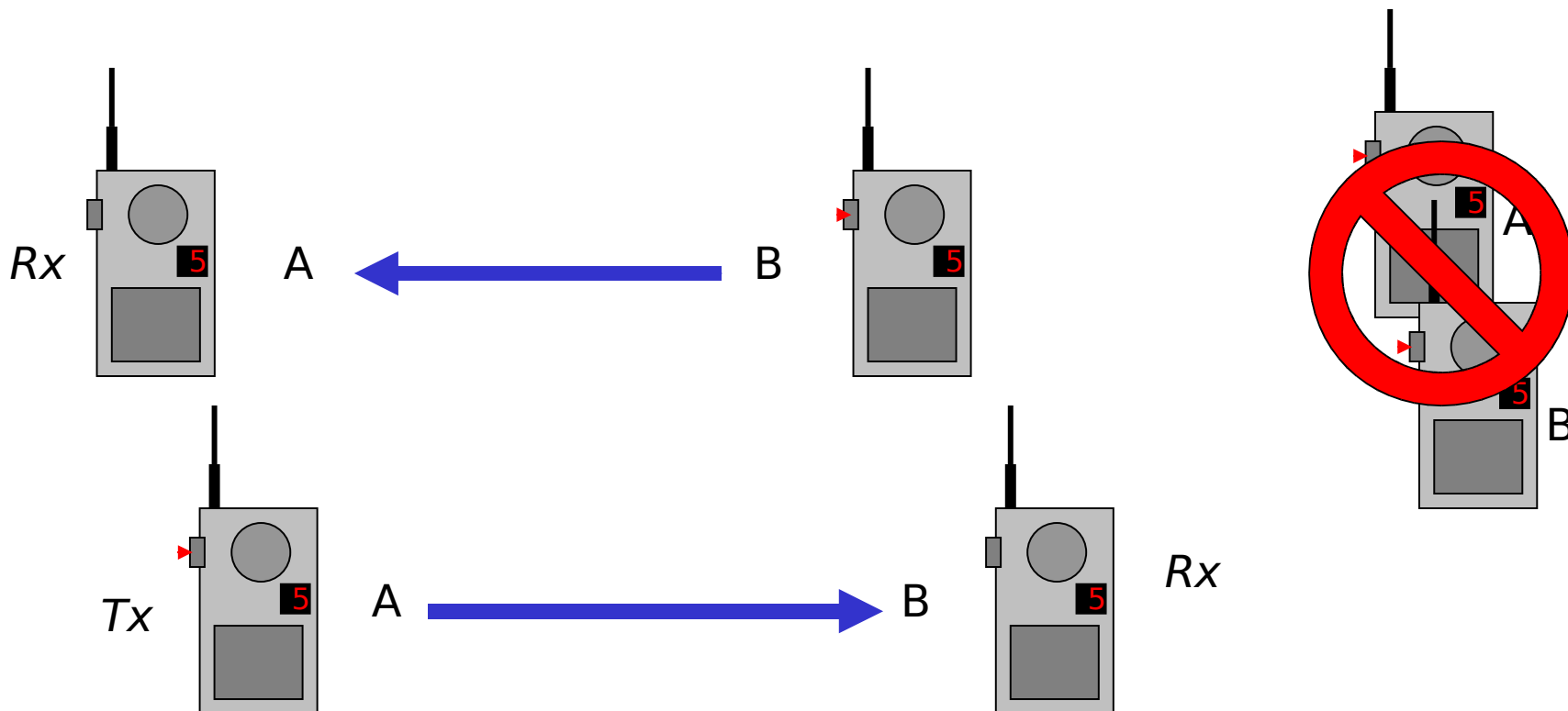
As redes foram criadas basicamente para a transmissão de dados.

Tecnicamente falando, existem três tipos de transmissão de dados:

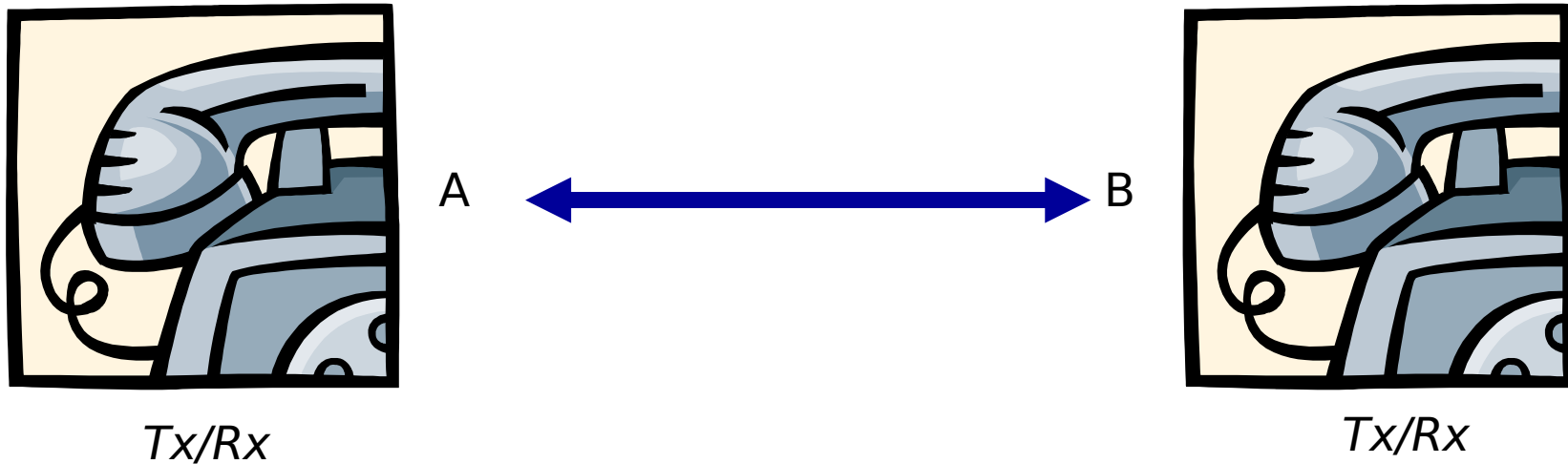
Simplex: Nesse tipo de transmissão de dados, um dos dispositivos é o transmissor (também denominado de *Tx*) e o outro dispositivo é o receptor (também chamado de *Rx*), sendo que esse papel não se inverte, isto é, o dispositivo A é sempre transmissor e o B é sempre o receptor. A transmissão de dados simplex é, portanto **unidirecional**.



Half-duplex: Esse tipo de transmissão de dados é **bidirecional**, mas, por compartilharem um mesmo canal de comunicação, não é possível transmitir e receber dados ao mesmo tempo. Ou seja, um dispositivo A transmite, ou então o B transmite; não há como os dois transmitirem dados simultaneamente. Tradicionalmente a comunicação de redes é do tipo half-duplex.



Full-duplex: É a **verdadeira** comunicação **bidirecional**. A e B podem transmitir e receber dados ao mesmo tempo. Tradicionalmente em redes a comunicação *full-duplex* não é tão usual, sendo recomendada para dispositivos que necessitem de alto desempenho.



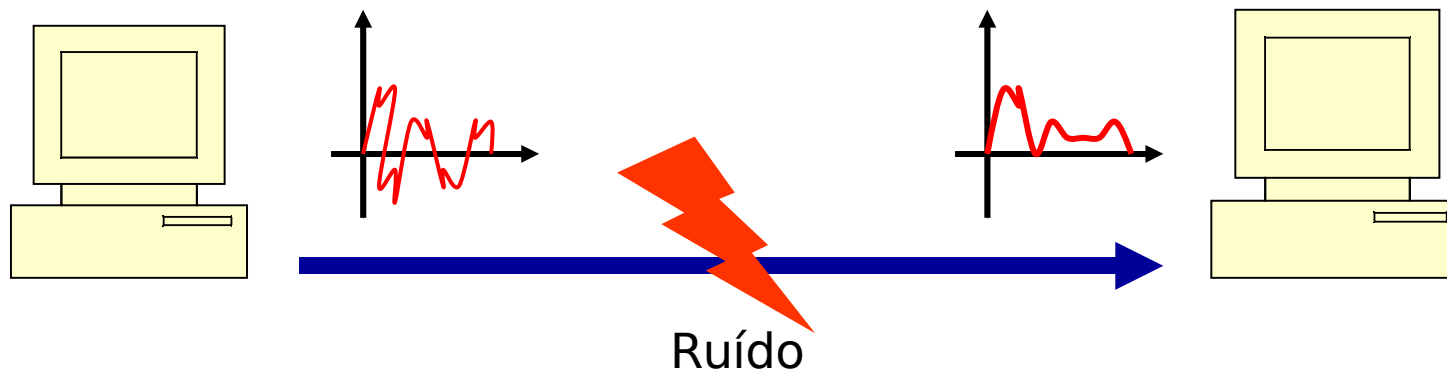
Informação Analógica versus Digital

No mundo real, as informações são analógicas, isto é, podem assumir qualquer valor ao longo do tempo dentro do intervalo $-\infty$ a $+\infty$. (ex. som, luz, etc).

A grande vantagem da **informação analógica** – que é poder representar qualquer valor – mas é também a sua grande desvantagem.

Como o receptor é também analógico e o sinal analógico pode assumir qualquer valor ao longo do tempo, o receptor não tem como verificar se o sinal recebido está correto ou não.

Como existem inúmeras fontes de interferência eletromagnética – incluindo outros fios que estejam ao lado do fio que esteja transmitido à informação -, o uso de informações analógicas é inviável em sistemas de computadores.



Informação Digital

Os computadores usam sistema de informação digital, onde somente são possíveis dois valores: 0 e 1. Assim receptor pode simplesmente descartar qualquer valor diferente de 0 e 1 que receba.

Os computadores só entendem números e, portanto toda e qualquer informação é transmitida pela rede em forma de números.

Então o computador receptor trata de pegar esses números (uma seqüência de 0s e 1s) e transforma-os novamente em dados compreensíveis por nós (essa conversão é feita pelo protocolo de rede).

Como os dados transmitidos são na verdade números, o dispositivo receptor pode usar mecanismos de correção de erro para verificar se o dado está ou não correto.



Modulação

Os números digitais são transmitidos em forma de pulsos elétricos, ópticos ou ondas de rádio, dependendo do meio usado na conexão dos computadores.

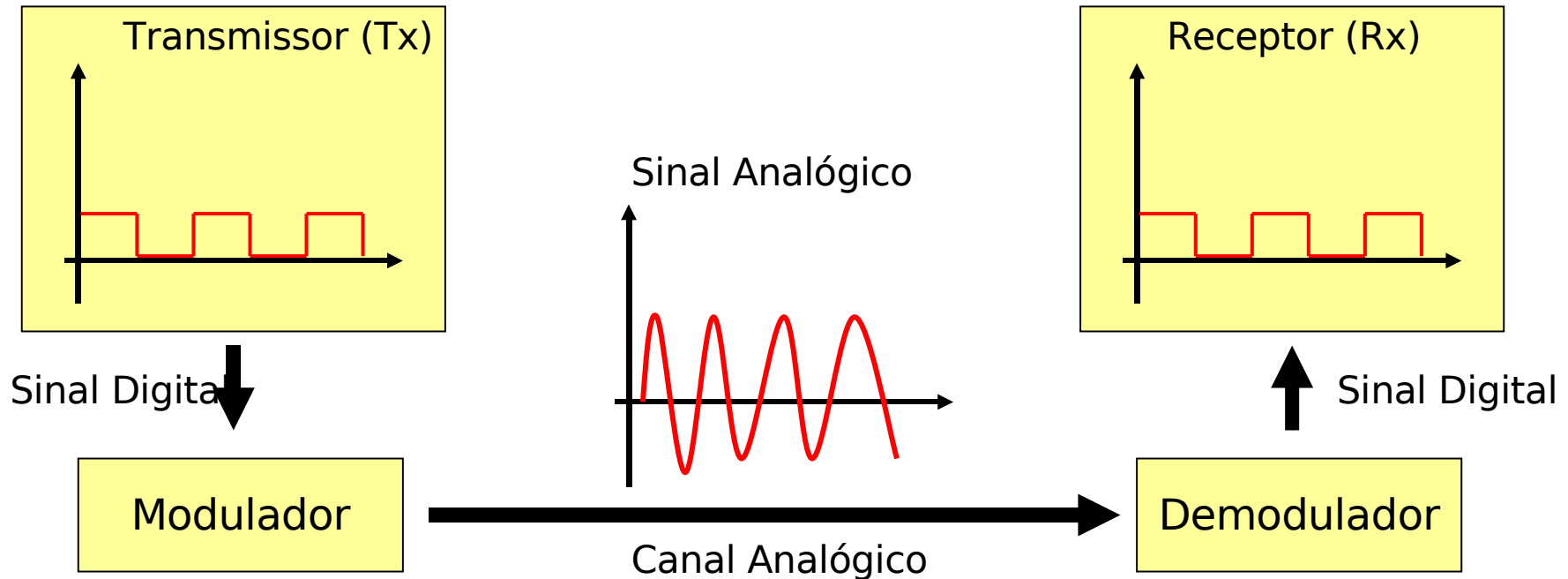
Eventualmente os sinais digitais manipulados pelo computador necessitam ser transformados em sinais analógicos para serem transmitidos pelo meio de transmissão. Esse método é conhecido como modulação de dados.

Ao contrário de uma transmissão analógica “pura”, essa transmissão analógica estará enviando, através de sinais analógicos, dados que originalmente são digitais.

Isso possibilita que o receptor, após receber os dados e esses terem sido demodulados, possa se verificar se os dados que acabou de receber estão ou não corrompidos, pedindo uma retransmissão caso os dados estejam errados.

Um dispositivo chamado *modem* (**MO**dulador/**DE**Modulador), por exemplo, é responsável pela transmissão de dados digitais através da linha telefônica, onde a linha telefônica é um canal analógico, originalmente projetado para transmitir VOZ.

Nas redes locais, a modulação e a demodulação dos dados é feita através da placa de rede.



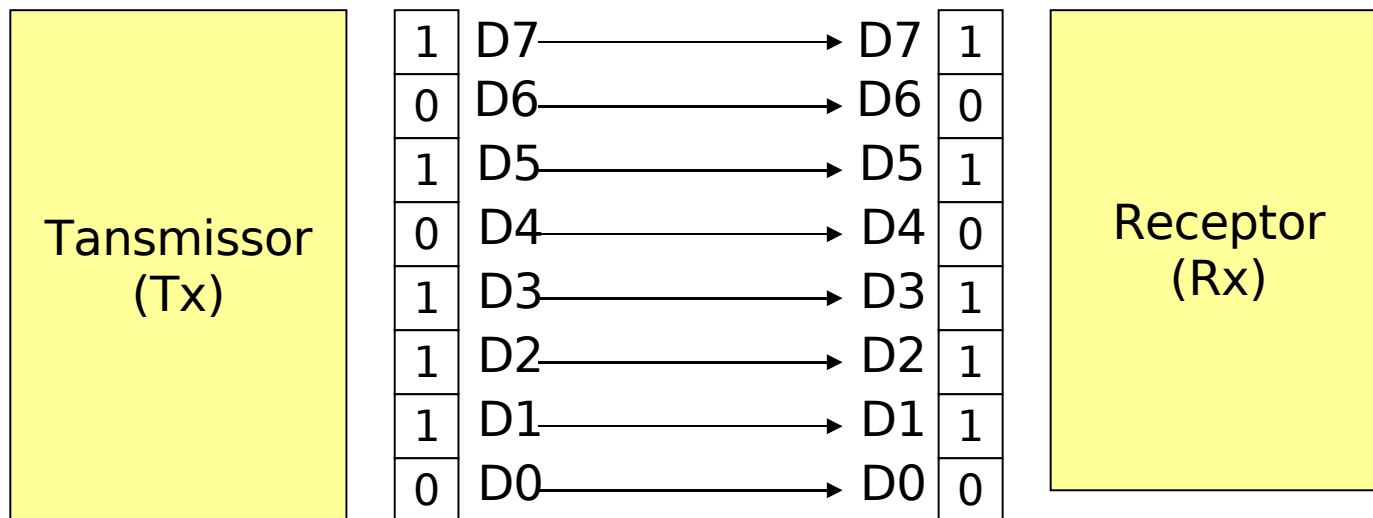
Transmissão em Série vs. Paralela

Dentro do computador, o tipo de transmissão mais usual é a paralela. Neste tipo de transmissão, o transmissor envia todos os bits de dados que ele é capaz de transmitir de uma só vez para o receptor.

Desvantagens da transmissão paralela:

- Interferência eletromagnética (fios ficam em paralelo, isso causa interferência);
- Altamente dependente do meio (sistema de fios);
- Fisicamente é necessário um fio para transmitir cada bit de dado (8 bits necessitará 8 fios).

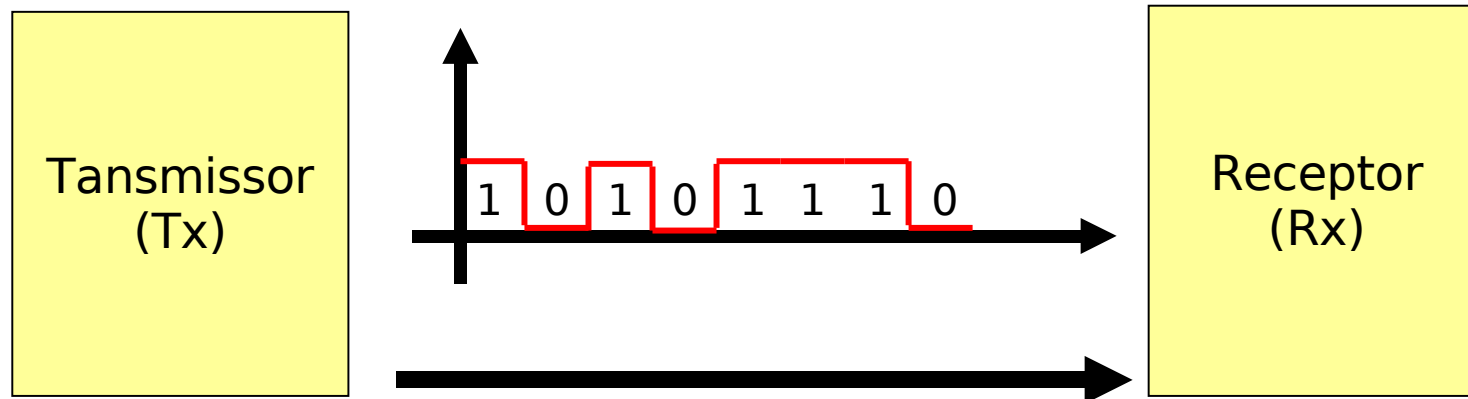
Os fios têm de serem curtos para evitar a degradação no sinal e também para diminuir a incidência de erros na transmissão.



Na **comunicação serial**, é necessário somente um fio para transmitir os dados. E os bits são transmitidos um a um.

Apesar de lenta, a comunicação em série tem como vantagem o limite de comprimento do cabo ser maior, imagine duas cidades ligadas por comunicação paralela seriam necessário oitos fios, é por esse motivo que as redes locais usam comunicação do tipo em série.

A unidade de medida de velocidade em transmissões seriais é dada em **bps** (bits por segundo), ou seja, o número de bits por segundo que o transmissor consegue enviar para o receptor.



Meio de Transmissão

O objetivo da camada física é transmitir um fluxo bruto de bits de uma máquina para outra.

Vários meios físicos podem ser usados pela transmissão real. Os meios físicos são agrupados em:

- › **Meios guiados**, como fio de cobre e fibras óticas;
- › **Meios não-guiados**, como onda de rádios e raios laser transmitidos pelo ar.

Meio Magnético

Uma das formas mais comuns de transportar dados de um computador para outro é grava-los em uma fita magnética ou em discos flexíveis, transportar fisicamente a fita ou os discos para o computador de destino onde eles serão finalmente lidos (é o famoso protocolo DPC/DPL – Disquete Para Cá/Disquete Para Lá).

Método muito eficaz no ponto de vista financeiro

Exemplo:

Uma fita de vídeo 8mm pode armazenar 7 gigabytes;

Uma caixa de fita com 1.000 pode ser entregue em 24 horas, em quase todo o Brasil, então a taxa de transferência é de aproximadamente 648 Mbps;

Cada fita custa ~5,00 R\$, uma fita pode ser utilizada 10 vezes, então podemos dizer que a caixa custa 500,00 R\$ mais frete 200,00 R\$, para entregar 7 mil gigabyte;

Conseqüentemente, gastaremos 10 centavos por gigabyte.

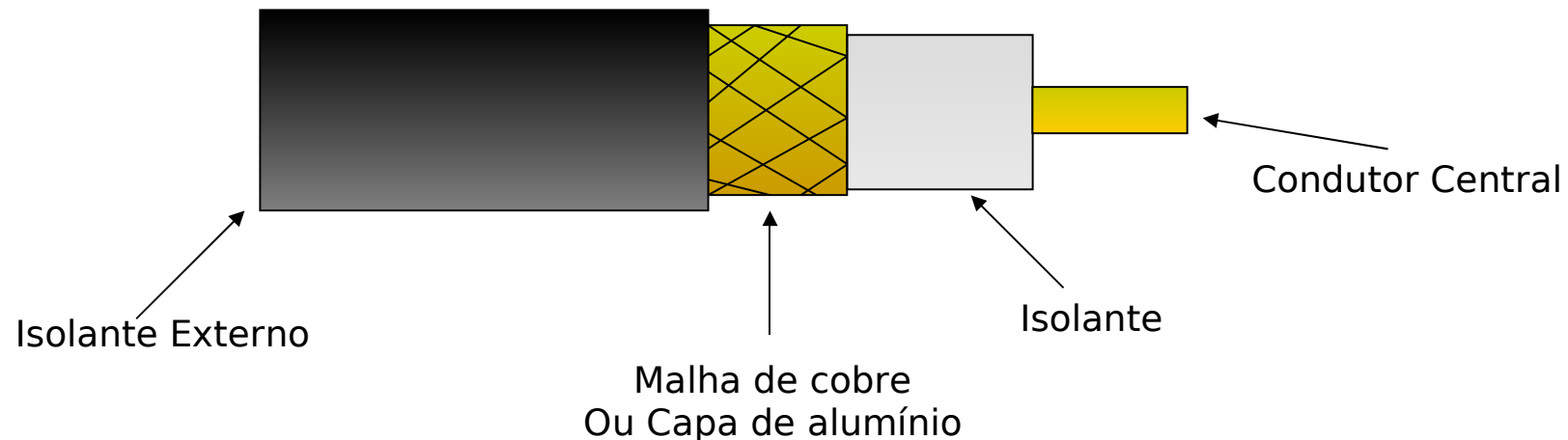
“Nunca subestime a largura de banda de uma caminhonete cheia de fitas cruzando a estrada”.

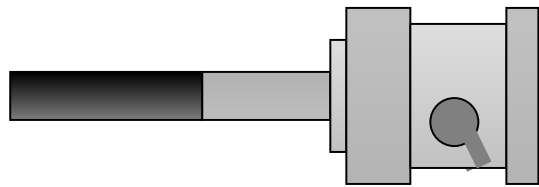
Mas o retardo de transmissão é ruim, muitas aplicações precisam estar online.

Cabo Coaxial

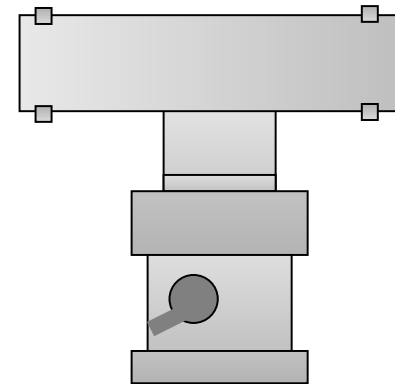
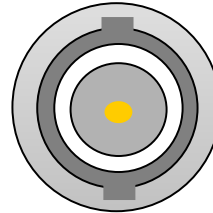
Um cabo coaxial consiste em um fio de cobre esticado na parte central, envolvido por um material isolante. O isolante é protegido por um condutor cilíndrico, geralmente uma malha sólida entrelaçada. O condutor externo é coberto por uma camada plástica protetora.

O cabo coaxial possui uma impedância, que é medida em ohms (Ω). As redes Ethernet, utilizam cabos coaxial de 50 ohms, tome cuidado, pois apesar de muito parecido com o cabo coaxial usada por antenas de televisão, esses dois tipos de cabo possuem impedâncias diferentes (75 Ω).





Vista lateral



Conector BNC em "T"

Vantagens do cabo coaxial:

- Sua blindagem permite que cabo seja longo;
- Permite o uso de redes multi-canal (*Broadband*);
- Mais barato que o par trançado blindado;
- Melhor imunidade contra ruídos e contra atenuação (perda de força do sinal) do sinal que o par trançado sem blindagem;
- Possui limite de distância de 185 metros.

As desvantagens do cabo coaxial são:

- o Não são muito flexíveis, quebra e apresenta mau contato com facilidade;
- o Pelo mesmo motivo é difícil de ser passado em conduítes, dificultando a instalação da rede no ambiente de trabalho.
- o Normalmente utilizado em topologia linear, onde caso o cabo quebre ou apresente mau contato, o segmento inteiro da rede deixa de funcionar;
- o Mais caro que o par trançado sem blindagem;
- o Taxa média de transferência de 10 Mbps;

O cabo coaxial pode ter dois tipos de transmissão:

Baseband (uni-canal), o meio é usado para transmitir apenas um canal de dados e a transmissão de dados é feita de forma digital. Esse é o mais usado em redes locais, e é unidirecional, logo a transmissão de dados em uma rede usando cabo coaxial utiliza transmissão half-duplex;

Broadband (Multi-canal), o meio é usado para transmitir vários canais de dados, e a transmissão é feita de forma analógica, é unidirecional (pode ser feito com dois canais, ou dividindo o canal em dois, sendo um para transmissão é outra para recepção).

Tipos de Cabos Coaxial

Existem dois tipos de cabos coaxial: Fino e Grosso. A diferença física entre esses dois cabos é a espessura do cabo. Onde essa ocasiona algumas diferenças.

Cabo Coaxial Fino (10Base2)

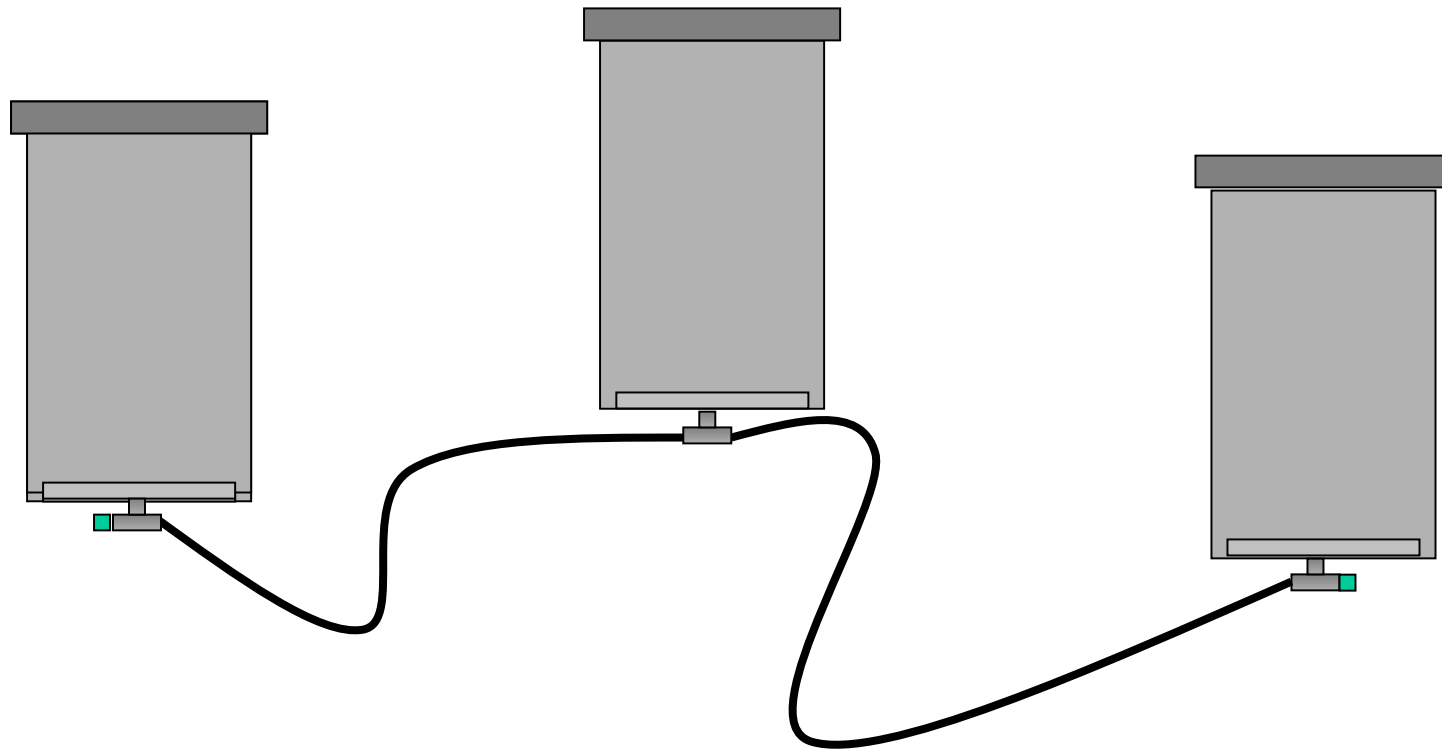
- ❖ Também denominado de RG-58;
- ❖ Taxa de transferência de 10 Mbps;
- ❖ Transmissão tipos *Baseband* ;
- ❖ comprimento máximo é de 185 metros (é possível aumentar a distância através de repetidores);
- ❖ Distância mínima é de 0,5 metros;

- ❖ Possui impedância de 50 Ω ;
- ❖ Máximo de 30 máquinas por seguimento de rede (também pode ser usado repetidores);
- ❖ Topologia Linear;
- ❖ As conexões são feitas através de conectores BNC em “T”;

Cabo Coaxial Grosso (10Base5)

- Comprimento máximo de 500 metros;
- Possui blindagem dupla (por isso é grosso);
- Menos flexível;
- Menos utilizado que o 10Base2;
- Antigamente (antes da fibra ótica) era a espinha dorsal da rede (*Backbone*);
- Taxa de transferência de 10 Mbps;
- Usa um conector chamado *Vampiro*, que por sua vez é ligado a um transceptor (*tranceiver*), que então é ligado a placa de rede através de um cabo de no máximo 15 metros ligado a um conector de 15 pinos (Porta AUI – *Attachment Unit Interface* - ou também chamada DIX – *Digital Intel Xerox*);
- Não é necessário desativar a rede para fazer a instalação do conector;
- Distância mínima entre cada ponto é de 2,5 metros (identificado por faixa preta no cabo).
- A cor do cabo é laranja ou amarelo;

Os dois tipos de cabo necessitam de terminação resistiva de, porém o cabo fino utiliza um terminador de $50\ \Omega$, em cada uma das pontas do cabo. O cabo grosso é instalado um conector coaxial chamado N, ele é parecido com o BNC só que seu encaixe é em forma de N.



Par Trançado

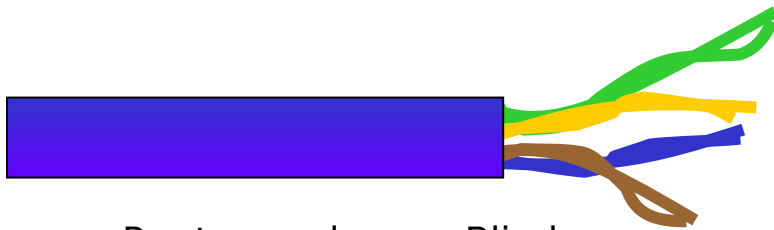
É o tipo de cabo mais usado em redes atualmente.

Existem basicamente dois tipos:

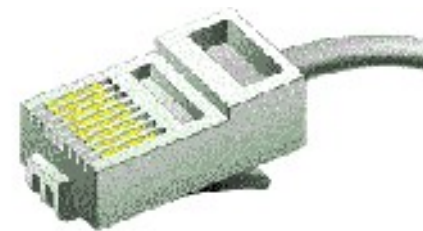
Sem blindagem também chamado de **UTP** (*Unshielded Twisted Pair*):

Com Blindagem, comumente chamado de **STP** (*Shielded Twisted Pair*);

O Par trançado sem blindagem é o mais utilizado hoje em dia, ele utiliza um conector chamado RJ-45. Ao contrário do que se pensa o par trançado sem blindagem uma ótima proteção contra ruídos, a técnica que utiliza é chamado de cancelamento e não utiliza blindagem;



Par trançado sem Blindagem



Conector RJ-45

Ao invés da blindagem, as informações circulam repetidas em dois fios, sendo que no segundo fio a informação possui a sua polaridade invertida.

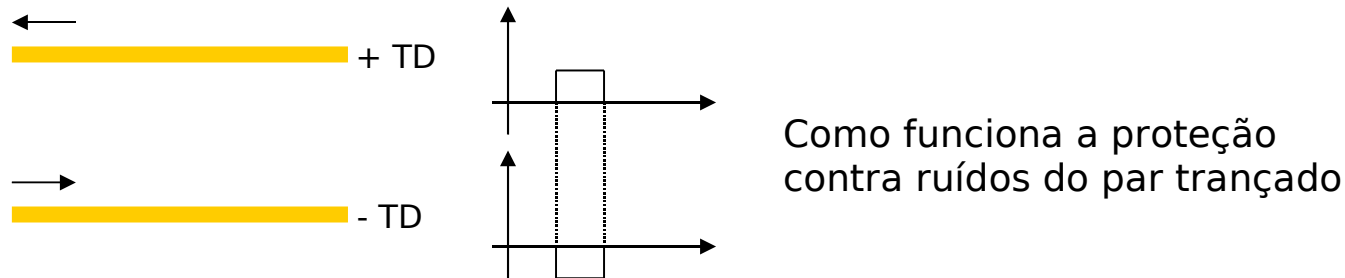
Todo fio produz um campo eletromagnético ao seu redor quando um dado é transmitido. Se esse campo for forte o suficiente, ele irá corromper os dados que estejam circulando no fio ao lado (isto é, gera ruído). Em inglês esse problema é conhecido como ***cross-talk***.

A direção desse campo eletromagnético depende do sentido da corrente que está circulando no fio, isto é, se é positiva ou então negativa.

No esquema usado pelo par trançado, como cada par transmite a mesma informação só que com a **polaridade invertida**, cada fio gera um campo eletromagnético de mesma intensidade, mas em sentido contrario. Com isso, o campo eletromagnético gerado por um dos fios é anulado pelo campo eletromagnético gerado pelo outro fio.

Além disso, como a informação é transmitida duplicada, o receptor pode facilmente verificar se ela chegou ou não corrompida. Tudo que circula em um fio deve existir no outro fio com intensidade igual, só que com a polaridade invertida. Com isso, aquilo que for diferente nos dois sinais é ruído e o receptor tem como facilmente identifica-lo e elimina-lo.

Esses dois fios enrolados um no outro, o que aumenta a força dessa proteção eletromagnética. Por isso esse tipo de cabo é chamado par trançado, pois os fios são agrupados de dois em dois enrolados.



O par trançado utiliza:

- Dois pares de fios, uma para transmissão de dados (TD) e outro para recepção de dados (RD);
- É possível utilizar transmissão *Full-duplex*;
- Tradicionalmente utiliza quatro pares de fio (dois deles não são utilizados);
- O cabo tem um custo relativamente baixo e é flexível;
- Utiliza um conceito de cabeamento estruturado;
- Possui uma distância máxima de 100 metros;
- Controle de interferência relativamente bom (exceto em ambientes industriais);
- A taxa de velocidade pode ser 10BaseT (10 Mbps, transmissão uni-canal), 100BaseT (100 Mbps) e ainda existe também o 1000BaseT ou Gigabit Ethernet (1.000 Mbps);
- Utiliza a topologia estrela (*hub* – esse dispositivo só melhora a flexibilidade da rede);
- Topologia Linear;
- Possui limite de dois dispositivos por cabo;

O T vem de *twisted pair*.

O par trançado foi padronizado pela EIA/TIA (Electronic Industries Alliance/Telecommunications Industry Association), e utiliza a norma 568.

Nessa norma os cabos são classificados em categorias, de 1 a 5:

- Categoria 1 e 2: utilizado por sistemas telefônicos;
- Categoria 3: Permite Comunicação de até 16 Mbps. É utilizado por redes 10BaseT;
- Categoria 4: Permite Comunicação de até 20 Mbps.
- Categoria 5: Permite Comunicação até 100 Mbps. Possui impedância de 100. Pode ser ainda utilizado por redes 1000BaseT (através de técnicas especiais);

Pinagem

Possui quatro paredes de fios, mas apenas dois pares de fio são utilizados, sendo um para transmissão e outro para recepção de dados. Portanto dois não são utilizados.

O par trançado sem blindagem utiliza o conector RJ-45, que possui oito contatos, já que o cabo possui oito fios.

Para melhor identificação dos pares dentro do cabo, os pares são coloridos:

Verde; Laranja; Marrom; Azul.

Sendo ainda que cada par terá um fio totalmente colorido e outro fio com a cor de seu par e uma listra branca (Exemplo: um fio do par é totalmente verde e o outro é verde com uma listra branca).

O cabos par trançado utilizam um esquema de ligação chamado pino-a-pino. Onde o pino 1 do primeiro plugue é ligado ao pino 1 do segundo plugue, o pino 2 é ligado ao pino 2 e assim sucessivamente até o oitavo pino.

Cada conector pode utilizar uma configuração diferente, mas isso pode causar muita confusão, e por isso existe uma padronização.

O sistema de cabeamento 10BaseT originalmente utiliza o seguinte padrão T568A:

Pino	Cor	Função
1	Branco com verde	+TD
2	Verde	-TD
3	Branco com laranja	+RD
4	Azul	Não Usado
5	Branco com azul	Não Usado
6	Laranja	-RD
7	Branco com Marrom	Não Usado
8	Marrom	Não Usado

Existem outros padrões de fiação, como o T568B e o USOC (Universal Service Order Code). Esses padrões devem ser evitados e não devem ser usados em redes de dados.

O cabo par trançado categoria 5 possui uma taxa de transferência 100 Mbps.

Para que a rede alcance uma taxa de 1000 Mbps, é necessário utilizar os quatro pares de fios simultaneamente. Trabalhando assim de forma *full-duplex*. O esquema de modulação utilizado é o 4D-PAM5, que permite que vários dados possam ser enviados por vez.

Cross-over

Para que haja comunicação entre os dispositivos é necessário que se conecte os sinais que estão saindo das máquinas (TD) às entradas de dados das demais máquinas (RD) e vice-versa, para que a comunicação possa ser estabelecida. A este esquema se dá o nome de *cross-over* (cruzamento).

Sem o cross-over a comunicação não é possível, já que os micros tentariam transmitir dados para a saída de dados dos demais micros, e não para a entrada de dados, como é o correto.

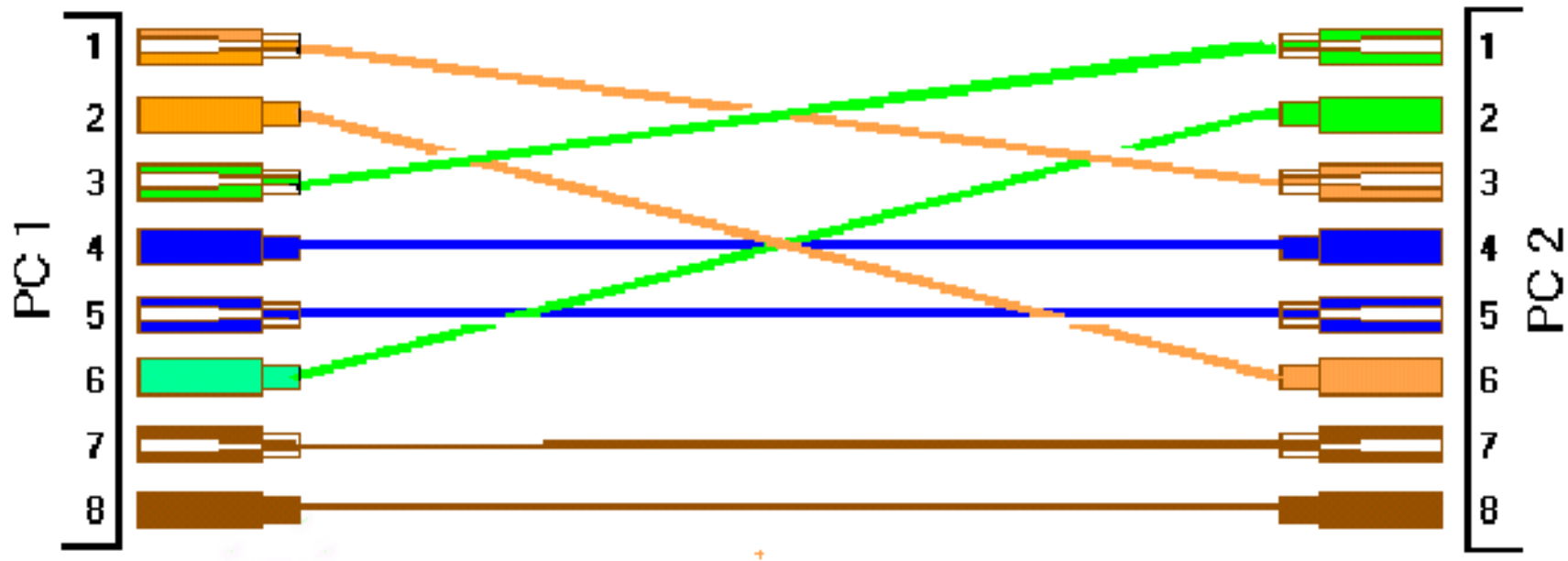
Essa importante tarefa é feita dentro do *hub*. Porém no caso de ligar dois dispositivos que não façam o *cross-over* internamente (ex. dois micros usando par trançado sem *hub*), é necessário fazer um cabo *cross-over*, que faz o cruzamento externamente.

Se o for necessário interligar dois *hubs* por portas convencionais, um cabo padrão ira cancelar o cruzamento, fazendo-se necessário o uso do cross-over, neste caso.

A pinagem desse do cabo cross-over para redes 10BaseT e 100BaseT é mostrada na tabela a seguir:

Pino (conector B)	Cor	Pino (conector B)
1 (+TD)	Branco com verde	3 (+ TD)
2 (-TD)	Verde	6 (- TD)
3 (+RD)	Branco com laranja	1 (+ RD)
4 -	Azul	4 -
5 -	Branco com azul	5 -
6 (-RD)	Laranja	2 (- RD)
7 -	Branco com Marrom	7
8 -	Marrom	8

Cross-Over



Par trançado com blindagem (STP – Shielded Twisted Pair)

Existem dois tipos de par trançado blindado:

O mais simples possui apenas uma malha, que protege os pares trançados, sua impedância é de 100 ohms, é apenas um cabo UTP com uma malha adicionada;

Apresenta uma malha individual para cada par trançado, além de uma malha externa protegendo todo o conjunto. Esse cabo possui uma impedância de 150 ohms e é tipicamente usado pelo sistema de cabos das rede Token Ring. Esse cabo não é usado e redes Ethernet.

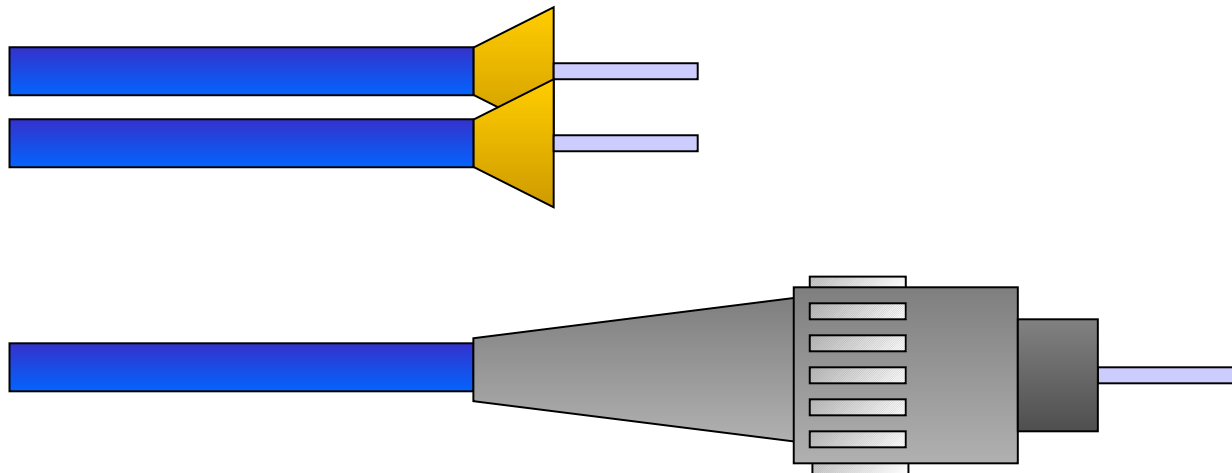
A blindagem tem de ser aterrada nos dois pontos de conexão do cabo, ao contrario a blindagem ira funcionar como uma antena.

Fibra Óptica

A fibra óptica transmite informações através de sinais luminosos, em vez de sinais elétricos. A idéia é simples: luz transmitida indica um valor “1” e luz não transmitida, um valor “0”. Na pratica não é bem assim que funciona (ex. uma seqüência de aceso e apagado significa 0, e outra seqüência significa 1).

Vantagens:

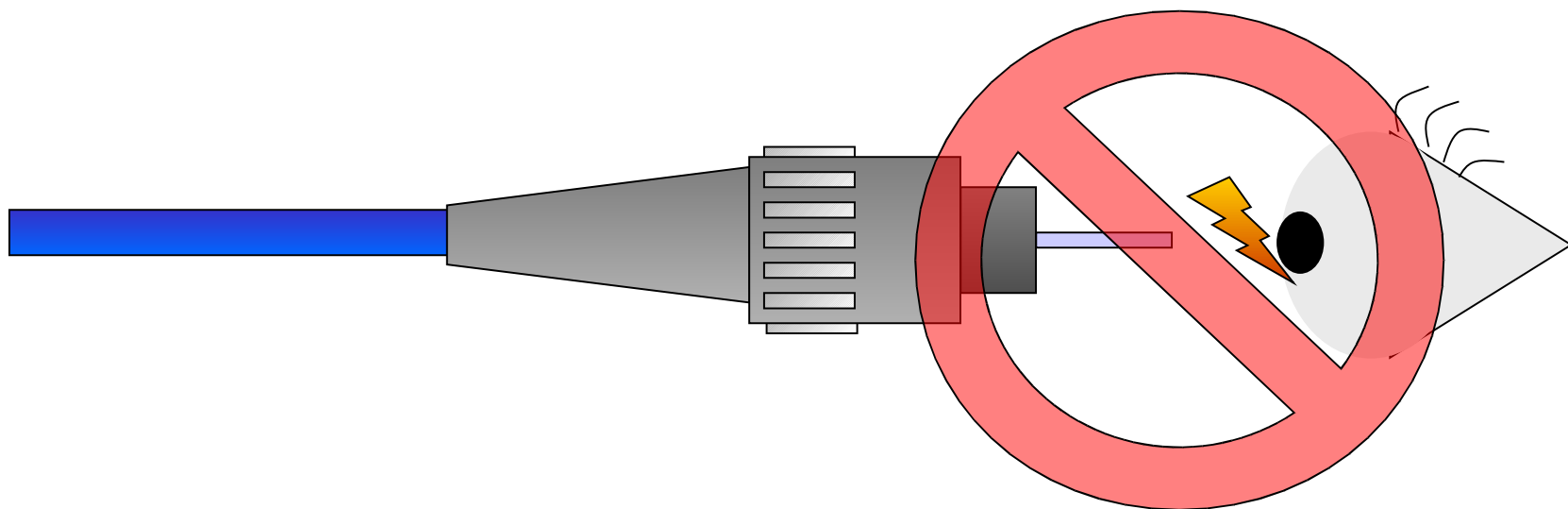
- Não ocorre interferência eletromagnética, logo é totalmente imune a ruídos;
- Comunicação é mais rápida, já que quase não ocorre, então não será necessário retransmissão;
- O sinal sofre menos do efeito de atenuação, isso possibilita cabos mais longos (2 km sem repetidores);
- Não conduz corrente elétrica, com isso nunca terá problemas eletricidade (ex. Raios);
- A fibra é bastante fina e flexível;



Como a luz só pode ser transmitida em uma direção por vez, o cabo de fibra óptica possui duas fibras, uma para transmissão de dados e outra para recepção. Permitindo assim transmissão *full-duplex*;

O conector mais usado por redes de fibra óptica chama-se ST (Straight Tip, ponta reta).

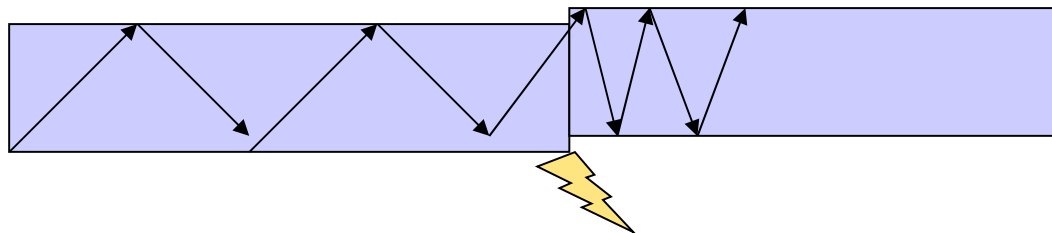
* **Atenção** * Nunca olhe diretamente para uma fibra óptica. Como ela transmite luz concentrada, olhar para uma fibra óptica irá queimar a sua retina, deixando-o cego (literalmente). Note que a luz transmitida na fibra óptica possui um comprimento de onda invisível ao olho humano; logo, você não verá a fibra óptica se “acender” e poderá pensar que a luz não está sendo transmitida.



Se a fibra óptica é tão melhor, porque os cabos de cobre ainda existem? O preço é o fator determinante, a fibra óptica ainda é muito cara, sendo então preferível utilizá-la para ligar redes de alto desempenho, que são geralmente *backbone* ou espinha dorsal.

Outra desvantagem é que a fibra óptica é muito difícil fazer o acoplamento da placa de rede com a fibra, isto é, alinhar o feixe de luz produzido pela placa de rede com a fibra de transmissão, de modo que a luz possa ser transmitida e alinhar a fibra de recepção com o receptor de luz, de modo que a placa possa receber informações corretamente. Note que uma fibra tem em média 65 mm de espessura, e lembre-se que um fio de cabelo possui cerca de 100 μ m.

A largura de banda é chamada de MHz-Km (ex. 200 MHz.Km). E a atenuação é dada em uma unidade chamada dB/Km (3,5 dB – geralmente é omitido o Km).



Um tipo de mídia que está na moda é o sistema de transmissão de dados através de ondas de rádio, onde em vez de os micros da rede estarem conectados através de um cabo, eles estão conectados a um transmissor e receptor de rádio.

Em geral o emprego de comunicação sem fio, se deu a fatores geográficos, onde é difícil de colocar cabos, usa-se ondas de rádio. Mas a utilização desta técnica não veio para substituir em 100% os cabos, mais sim para ajudar onde esses não conseguem chegar. Acredita-se que no futuro todos os aparelhos moveis estarão ligados via rádio, e os outros aparelhos (fixos) estejam ligados fia fibra óptica.

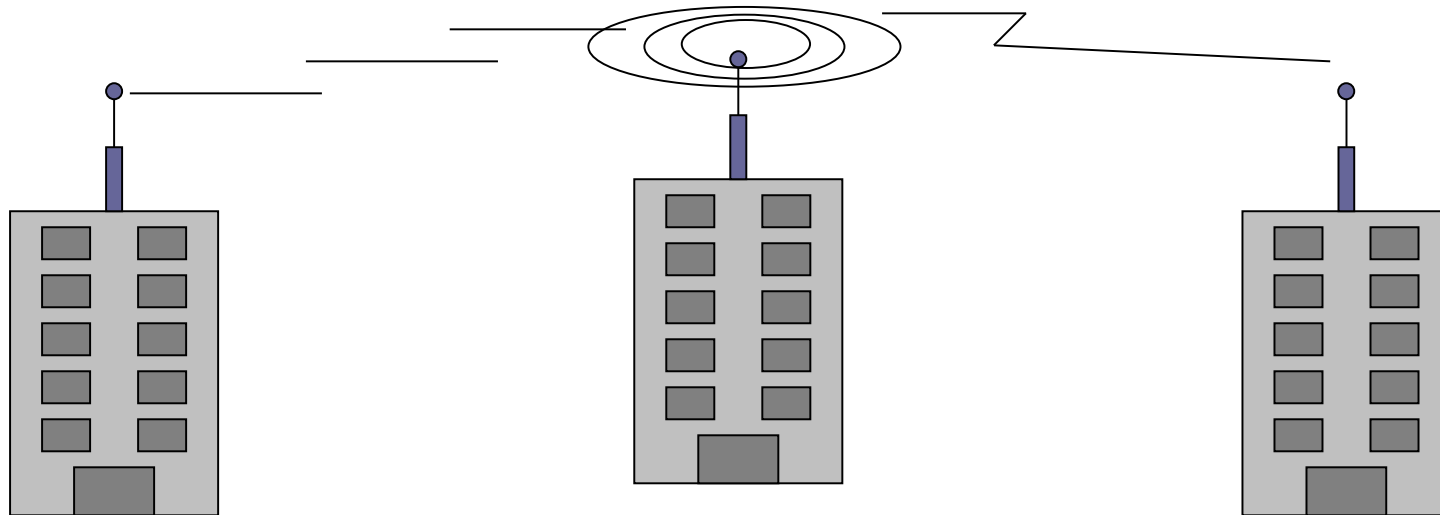
Os sistemas mais conhecidos para transmissão de dados sem fio são:

- Rádio;
- Infravermelho;
- Laser.

Rádio

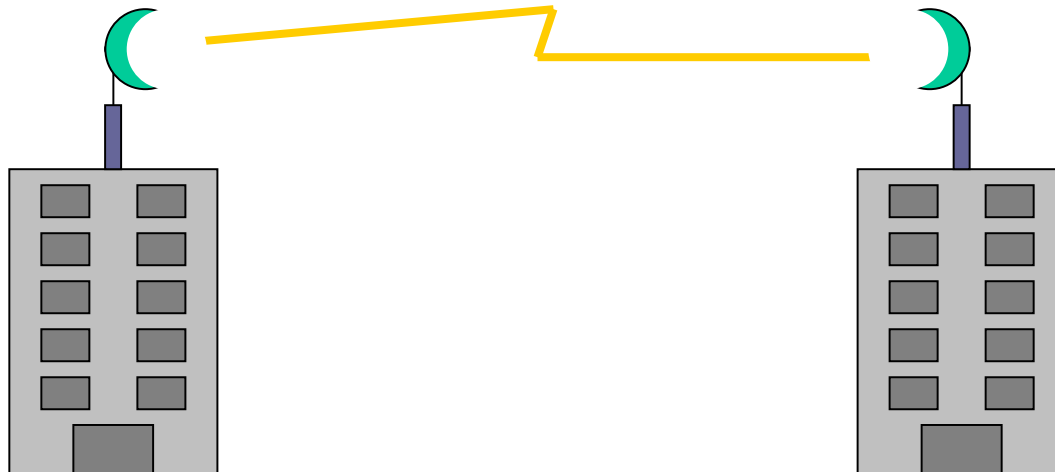
Sua maior característica é usar uma frequência de transmissão fixa (qualquer antenna na região pode captar as informações da rede). Em alguns casos isso pode ser considerado como um ponto positivo ou negativo.

Exemplos: Uma bolsa de valores que queira deixar todos os seus acionistas freqüentemente atualizados (on-line) dos valores das ações, em vez de passar um cabo para todos, apenas instalaria uma antena e quem quisesse obter essas informações compraria uma antena receptora e estaria recebendo todos os dados da rede.



O ponto negativo seria que se você quiser restringir a informação com essa tecnologia você teria dificuldades já que teoricamente qualquer pessoa que tiver uma antena e estiver no raio de alcance da transmissão poderá capturar as informações, é possível empregar criptografia para tentar evitar, mas isso é outro caso.

Geralmente essa técnica é utilizada apenas em ambientes fechados com baixas frequências.



Infravermelho

Existem dois métodos de transmissão de dados usando luz infravermelha:

Direto: Transmissor e receptor possuem ângulo de abertura pequeno, e com isso, precisam estar alinhados para a transmissão possa ser efetuada;

Difuso: Os sinais infravermelhos são enviados em todas as direções;

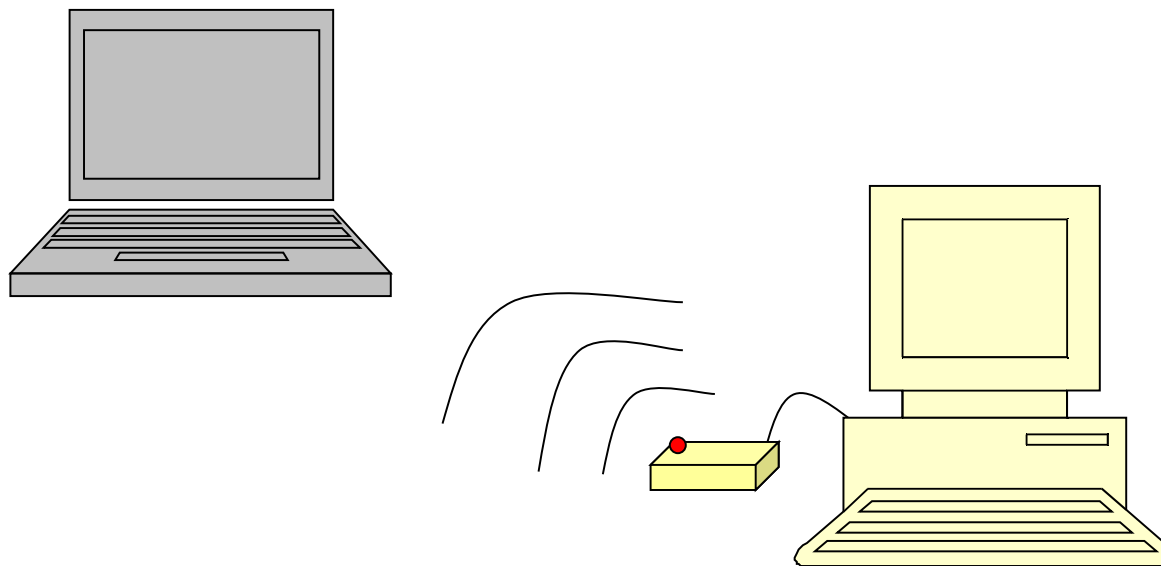
Independente da técnica de transmissão, a luz infravermelha possui como desvantagem o fato de não atravessar objetos sólidos e nem de “fazer curva”. Além disso o alcance é muito menor, praticamente restrito a transmissão dentro de um mesmo ambiente.

O IEEE 802.11 especifica a transmissão infravermelha usando técnicas de transmissão difusa. A taxa de transferência é de 1 Mbps. O alcance máximo desse sistema é de 30 metros.

IrDA (Infrared Developers Association)

O IrDA é um barramento que permite que PC's se comuniquem usando luz infravermelha.

Possui taxa de transferência máxima de 4 Mbps, e o alcance é de apenas 1 metro e a luz transmite em um ângulo de 30 graus.



Laser

Tecnologia similar a infravermelho, só que usando um outro comprimento de onda (isto é, um outro tipo de luz) para as transmissões.

A maior diferença é que o laser é extremamente direcional, isto é os dispositivos de transmissão e recepções necessitam estar perfeitamente alinhados.

A grande vantagem é o alcance, que é muito maior, em compensação, qualquer obstáculo por menor que seja, impede a transmissão. Isso inclui inclusive fumaça e pingos de chuva.

“A luz laser danifica a retina do olho humano, por isso não se deve olhar diretamente para um laser. Pois você corre o risco de ficar cego.”



fim