

A parte física de redes de comunicação

1.Introdução

As redes modernas usam três tipos de mídia para interconectar dispositivos.

- **Fios de metal dentro de cabos:** Os dados são codificados em impulsos elétricos.
- **Fibras de vidro ou plástico (fibra óptica):** Os dados são codificados em pulsos de luz.
- **Transmissão sem fio:** Os dados são codificados através da modulação de frequências específicas de ondas eletromagnéticas.

Meios físicos diferentes aceitam a transferência de bits a taxas diferentes. A transferência de dados é dada em largura de banda, capacidade na qual um meio pode transportar dados. **A largura de banda digital mede a quantidade de dados que podem fluir de um lugar para outro** durante um determinado tempo e depende das propriedades do meio físico e as tecnologias escolhidas para sinalização e detecção de sinais de rede.

Bits por segundo	bps	1 bps = unidade fundamental da largura de banda
Quilobits por segundo	Kbps	1 Kbps = 1.000 bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1.000.000 bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1.000.000.000 bps
Terabits por segundo	Tbps	1 Tbps = 1.000.000.000.000 bps

Os termos usados para medir a qualidade da largura de banda incluem:

- **Latência:** O termo *latência* refere-se ao tempo necessário para os dados viajarem de um ponto a outro, incluindo atrasos. Mesmo que todos ou a maioria dos segmentos tenham alta largura de banda, será necessário apenas um segmento no caminho com baixa taxa de transferência para criar um gargalo na taxa de transferência de toda a rede.
- **Rendimento:** **A taxa de transferência** é a medida de bits através da mídia durante determinado período. Ela é geralmente menor do que a largura de banda e existem muitos fatores que influenciam a taxa de transferência como a quantidade de tráfego, o tipo de tráfego e a latência criada pelo número de dispositivos de rede encontrados entre a origem e o destino.
- **Dados úteis: Goodput** é a medida de dados usáveis transferidos em um determinado período. Seu cálculo é a taxa de transferência menos a sobrecarga de tráfego para estabelecer sessões, reconhecimento, encapsulamento e bits retransmitidos. O goodput é sempre menor que a taxa de transferência, que geralmente é menor do que a largura de banda.

2.Cabeamento de cobre

O cabeamento de cobre é o tipo mais comum usado nas redes. Apesar de baratos e fáceis de instalar, é limitada pela distância e interferência de sinal. Os dados são transmitidos como pulsos elétricos. Um detector na interface de rede de um dispositivo de destino recebe esse sinal e decodifica-o com êxito para corresponder ao sinal enviado. Quanto mais o sinal viaja, mais ele se deteriora e por isso as mídias de cobre devem seguir limitações de distância rigorosas.

A temporização e a voltagem dos pulsos elétricos também são suscetíveis à interferência de duas fontes, descritas abaixo.

2.1 Interferência eletromagnética (EMI)/Interferência de radiofrequência (RFI)

Os sinais *EMI* e *RFI* podem distorcer e corromper os sinais de dados que estão sendo transportados pela mídia de cobre. Possíveis fontes são dispositivos de ondas de rádio e eletromagnéticos, como luzes fluorescentes ou motores elétricos. Para contrabalancear os efeitos negativos da EMI e RFI, alguns tipos de cabeamento de cobre têm proteção metálica e exigem conexão devidamente aterradas.

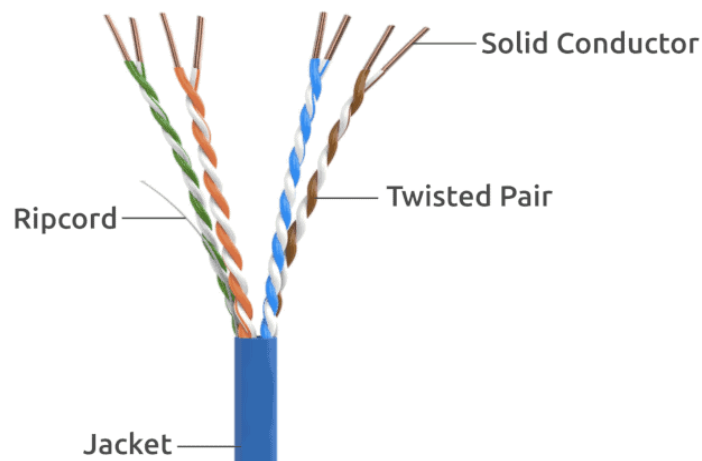
2.2 Diafonia

Diafonia é uma perturbação causada por campos elétricos ou magnéticos de um sinal em um fio para o sinal em um fio adjacente, especificamente quando uma corrente elétrica flui através de um cabo, ela cria um pequeno campo magnético circular ao redor do cabo, que pode ser captado por um cabo adjacente.

Existem três tipos principais de mídias de cobre usadas em redes, explicadas abaixo. O meio de transmissão mais antigo e ainda mais comum é o par trançado. Um par trançado consiste em dois fios de cobre encapados, que em geral têm cerca de 1mm de espessura. Os fios são enrolados de forma helicoidal. A largura de banda depende da espessura do fio e da distância percorrida.

3.Par trançado não blindado (UTP)

O cabeamento de par trançado é o meio físico de rede mais comum. Terminado com conectores RJ-45, é usado para interconectar hosts de rede com dispositivos de rede intermediários, como computadores e roteadores. O processo de trançar cabos ajuda na proteção contra interferência de sinais de outros cabos.



O cabo UTP não usa blindagem para contrabalancear os efeitos EMI e RFI, ao invés disso, eles emparelham os fios em um circuito, onde seus campos magnéticos se cancelam por serem opostos, cancelando EMI e RFI. Para aumentar ainda mais o efeito de cancelamento, o número de torções de cada par de fios em um cabo é variado. Ele deve seguir especificações precisas que orientam quantas tranças são permitidas por metro do cabo. O cabo UTP depende exclusivamente do efeito de cancelamento produzido pelos pares de fios trançados para limitar a degradação do sinal e fornecer efetivamente a autoblindagem para cabos trançados na mídia de rede.

O cabeamento UTP está em conformidade com os padrões estabelecidos conjuntamente pela TIA/EIA e são classificados de acordo com o desempenho. Os cabos são colocados nas categorias, com base na capacidade de transportar taxas de largura de banda mais altas.

A categoria 5 e 5e são utilizadas para a transmissão de dados, suportando 100 Mbps e 1000 Mbps respectivamente. A categoria 6 tem um separador adicional entre cada par de fios para suportar velocidades mais altas, suportando até 10 Gbps. A categoria 7 também suporta a mesma largura de banda da categoria 6 e a categoria 8 suporta até 40 Gbps.

O cabo UTP geralmente é terminado com um **conector RJ-45**, que contém um componente macho e um componente fêmea. O conector macho é prensado na extremidade do cabo, já o *socket*, o componente fêmea de um dispositivo de rede serve como receptor da conexão.

Situações diversas podem exigir que os cabos UTP sejam conectados de acordo com diferentes convenções de fiação. Isso significa que os fios individualmente do cabo precisam ser conectados em ordem diferente para conjuntos diferentes de pinos nos conectores RJ-45.

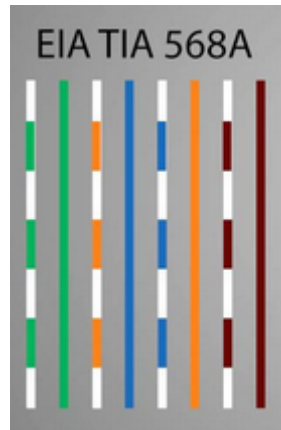
Os principais tipos de cabos obtidos com o uso de convenções de cabeamento específicas são:

- **Ethernet direta:** O mais comum e geralmente usado para interconectar um host a um switch e um switch a um roteador.
- **Ethernet crossover:** Um cabo usado para interconectar dispositivos semelhantes, como por exemplo, para conectar um switch a um switch, um host a um host ou um

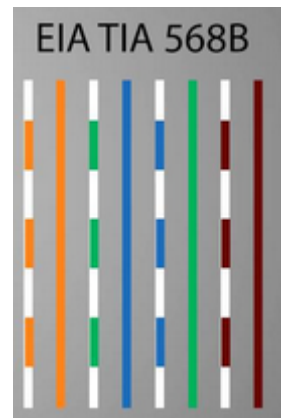
roteador a um roteador. Cabos cruzados agora são considerados legados, pois as NICs usam o cruzamento de interface dependente médio para detectar automaticamente o tipo de cabo e fazer a conexão interna.

O uso incorreto não danifica os dispositivos, mas sim a conectividade e comunicação entre os dispositivos não será realizada.

Padrão T568A é: verde/branco | verde | laranja/branco | azul | azul/branco | laranja | marrom/branco | marrom



Padrão T568B é: laranja/branco | laranja | verde/branco | azul | azul/branco | verde | marrom/branco | marrom.



Ethernet direto	Ambas as extremidades T568A ou T568B	Conectar um host de rede a um dispositivo de rede como um switch ou hub
Ethernet cruzado	Uma extremidade é T568A e a outra é T568B	Conecta dois hosts de rede e dois dispositivos intermediários de rede
Rollover	Proprietário da Cisco	Conecta uma porta serial da estação de trabalho a uma porta do console do roteador, usando um adaptador

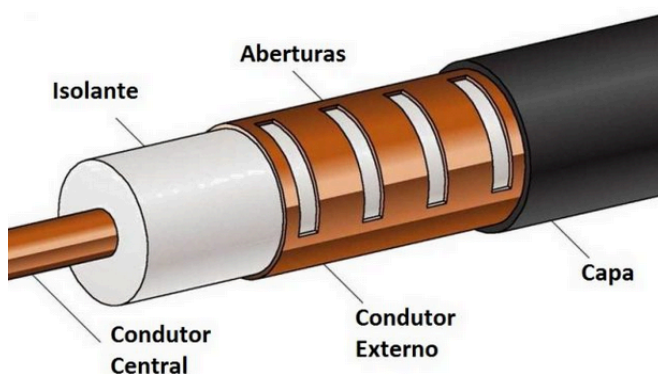
3.1 Par trançado blindado (STP)

Este oferece maior proteção contra ruído do que o cabeamento UTP, porém, em comparação com o cabo STP, ele é significativamente mais caro e mais difícil de instalar. Também utiliza conector RJ-45. Ele combina as técnicas de blindagem para contrabalancear a EMI e a RFI, além de serem trançados para evitar o crosstalk. Se o cabo não estiver devidamente aterrado, a blindagem poderá atuar como uma antena e captar sinais indesejados.



3.2 Cabo coaxial

O cabo coaxial tem dois condutores que compartilham o mesmo eixo e consiste de um condutor de cobre, usado para transmitir sinais elétricos, uma camada de isolamento feita de plástico flexível envolvido por um condutor de cobre, o material de isolamento é envolvido em uma malha de cobre com tecido, ou uma folha metálica que atua como o segundo cabo no circuito e uma proteção para o condutor interno e todo o cabo é coberto com um revestimento para evitar danos físicos menores.



4.Fibra Óptica

A fibra óptica é um fio flexível, extremamente fino e transparente feito de vidro muito puro, não muito maior do que um fio de cabelo humano. **Os bits são codificados na fibra como pulsos de luz** e atua como um guia de ondas para transmitir luz entre duas extremidades com o mínimo de perda de sinal. Fibra óptica transmite dados por longas distâncias e larguras de banda mais altas do que qualquer outra mídia de rede. Diferentemente dos fios de cobre, ele transmite sinais com menos atenuação e não sofre com interferência EMI e RFI.

Um sistema de transmissão óptico tem três componentes fundamentais: a fonte de luz, o meio de transmissão e o detector. Por convenção, um pulso de luz indica um bit 1, e a sua

ausência indica um bit 0. O meio de transmissão é uma fibra de vidro ultrafina. O detector gera um pulso elétrico quando entra em contato com a luz.

Quando instalamos uma fonte de luz em uma extremidade de uma fibra óptica e um detector na outra, temos um sistema de transmissão de dados unidirecional que aceita um sinal elétrico, converte o sinal e o transmite por pulsos de luz. Na extremidade da recepção, a saída é convertida em um sinal elétrico. Esse sistema se baseia em um princípio físico que quando um raio de luz passa de um meio para outro, ele é refratado na fronteira. A intensidade da refração depende das propriedades dos meios físicos.

Para ângulos de incidência que ultrapassam um certo valor crítico, a luz é refletida de volta para o meio. Nada escapa para o ar. Dessa forma, um raio de luz incidente no ângulo crítico ou acima dele é interpretado no interior da fibra, e pode se propagar por muitos quilômetros sem sofrer praticamente nenhuma perda.

4.1 Redes de fibra óptica

Elas podem ser usadas em LANs e nas transmissões de longa distância, apesar de sua conexão ser mais complexa que a conexão a uma rede Ethernet. Uma forma de contornar esse problema é perceber que uma rede em anel é na verdade, apenas um conjunto de enlaces ponto a ponto. A interface de cada computador percorre um fluxo de pulsos de luz até o próximo enlace e também serve como junção em forma de T para permitir que o computador envie e aceite mensagens.

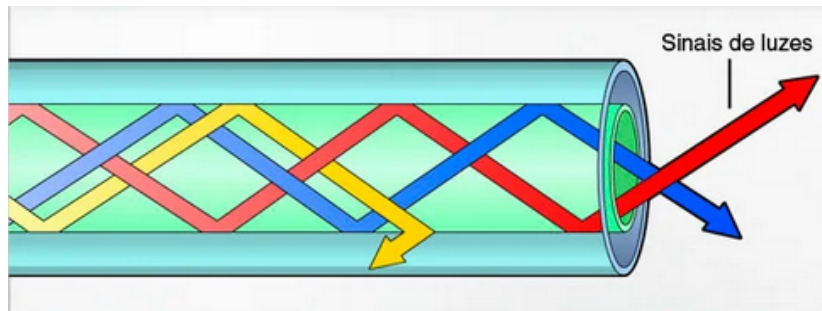
Os cabos de fibra óptica são semelhantes aos de cabos coaxiais, exceto por não terem a malha metálica. O núcleo é envolvido por um revestimento de vidro com um índice de refração inferior ao do núcleo, para manter toda a luz no núcleo. Em seguida, há uma cobertura de plástico fino para proteger o revestimento interno. Geralmente, as fibras são agrupadas em feixes, protegidas por um revestimento exterior.

Os cabos de fibra se dividem em dois tipos.

- **Fibra monomodo (SMF):** O SMF consiste em um núcleo muito pequeno e usa tecnologia laser cara para enviar um único raio de luz. É popular em situações de longa distância que se estendem por centenas de quilômetros.



- **Fibra multimodo (MMF):** Consiste em um núcleo maior e usa emissores de LED para enviar pulsos de luz, especificamente, a luz de um LED entra na fibra multimodo em diferentes ângulos. São populares nas LANs pelo seu baixo custo, fornecendo banda de até 10 Gbps com distâncias de 550 metros.



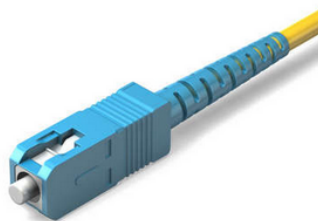
O cabeamento de fibra óptica é usado em quatros setores: Redes corporativas, FTTH, redes de longo curso e redes de cabos submarinos.

Uma variedade de conectores de fibra óptica estão disponíveis. As principais diferenças entre eles são as dimensões e os métodos de acoplamento. As empresas decidem os tipos de conectores que serão usados, com base no seu equipamento.

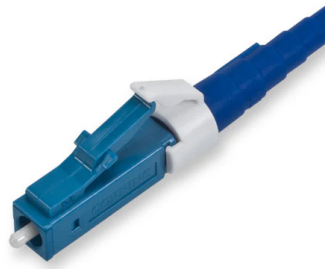
- **Conectores de ponta reta (Straight-tip-ST):** Os *conectores ST* foram um dos primeiros tipos de conectores usados. Ele trava firmemente com um mecanismo do tipo baioneta.



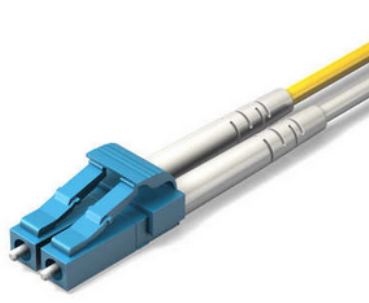
- **Conectores SC:** São chamados de quadrado ou *conector padrão*. São conectores de LAN e WAN, amplamente adotados e usando um mecanismo push-pull para garantir uma inserção positiva. Esse tipo de conector é usado com fibra multimodo e monomodo.



- **Conectores Lucent (LC) simplex:** Os *conectores LC* simples são uma versão menor do conector SC e são chamados de conectores pequenos ou locais e estão crescendo rapidamente em popularidade devido ao seu tamanho menor.

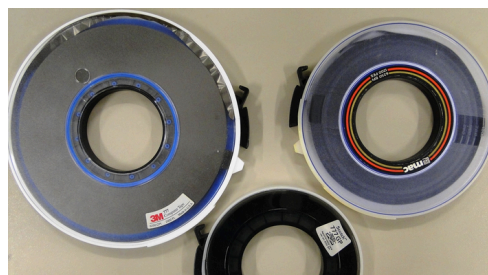


- **Conectores LC duplex, multimodo:** Um conector LC multimodo duplex é semelhante a um conector LC simples, mas usa um conector duplex.



5.Meios magnéticos de transmissão

Uma das formas mais comuns de transportar dados de um computador para outro é gravá-los em uma fita magnética ou em mídia removível, transportar fisicamente a fita ou os discos para a máquina de destino. Esse método costuma ser muito mais eficaz sob o ponto de vista financeiro, em especial nas aplicações em que a alta largura de banda ou o custo por bit tem importância fundamental. Se considerarmos o custo, uma fita utilizada nestes discos custa em torno de \$40 no atacado. Uma fita pode ser reutilizada pelo menos 10 vezes. Portanto, o custo das fitas passa a ser de \$4000 para cada utilização. Adicione a esse montante mais \$1000 pelo frete e teremos \$5000 para transportar 200TB. Consequentemente, gastamos menos de 3 centavos de dólar para transportar 1 gigabyte. Nenhuma rede pode competir com esses valores de transporte.



6.Cable Modem

É um dispositivo de hardware periférico que permite que seu computador se comunique com um provedor de serviços de Internet por meio de uma conexão de linha fixa. Ele converte um sinal analógico em um sinal digital com a finalidade de conceder acesso à Internet de banda larga. Um modem a cabo funciona conectando um cabo coaxial e, em seguida, um cabo Cat Ethernet do modem a um computador ou roteador de rede.

Quando uma empresa de cabo oferece acesso à Internet pelo cabo, as informações da Internet podem usar os mesmos cabos porque o sistema de modem a cabo coloca os dados downstream. Dados upstream requerem ainda menos largura de banda do cabo, já que a suposição é que a maioria das pessoas baixa muito mais informações do que carrega.

Um **modem a cabo** fornece Internet de alta velocidade para seus dispositivos usando cabos coaxiais que se conectam à parte traseira do modem a à tomada em forma de parafuso na parede.



6.1 Modems DSL e dial-up

Eles usam um cabo que se conecta à sua linha telefônica. Ao contrário dos modems dial-up, o DSL permite que você use seu telefone fixo enquanto estiver conectado à Internet.

Os modems a cabo podem ser internos ou externos ao computador. Em alguns casos, o modem a cabo pode fazer parte de um decodificador de TV a cabo, exigindo que apenas um teclado e um mouse sejam adicionados para acesso à Internet. Todos os modems a cabo contêm determinados componentes principais.



7.Sintonizador

Ele se conecta à saída do cabo, às vezes com a adição de um divisor que separa o canal de dados da Internet da programação normal de CATV. Como os dados da Internet chegam através de um canal a cabo não utilizado, o sintonizador simplesmente recebe o sinal digital modulado e o passa para o demodulador.

8.Demodulador

Os demoduladores mais comuns têm quatro funções. Um demodulador de modulação de amplitude em quadratura (***QAM***) pega um sinal de radiofrequência que teve informações codificadas nele variando a amplitude e a fase da onda e o transforma em um sinal simples que pode ser processado pelo conversor analógico-digital (***A/D***). O conversor pega o sinal, que varia em tensão, e o transforma em uma série de 1s e 0s digitais. Um módulo de correção de erros então verifica as informações recebidas em relação a um padrão conhecido, para que os problemas na transmissão possam ser encontrados e corrigidos.

9.Modulador

Em modems a cabo que usam o sistema de cabo para tráfego upstream, um modulador é usado para converter os dados da rede digital de computadores em sinais de radiofrequência para transmissão. Devido à natureza irregular da maior parte do tráfego entre um usuário e a Internet, consiste em três partes: Uma seção para inserir informações usadas para correção de erros na extremidade receptora, um modulador QAM e um conversor digital-analógico (D/A).

10.Microprocessador

O trabalho do microprocessador depende de um pouco se o modem a cabo foi projetado para fazer parte de um sistema de computador maior ou para fornecer acesso à Internet sem suporte adicional de computador. Em situações que exigem um computador conectado, o microprocessador interno ainda capta grande parte da função MAC do módulo MAC dedicado.

11.DSL (Digital Subscriber Line)

Este é uma tecnologia de rede que fornece conexões de Internet de banda larga sobre linhas telefônicas convencionais e é uma das formas mais populares de ISP. Ele usa as linhas telefônicas de par trançado padrão que entram em todas as residências para o serviço telefônico normal. Essas linhas, por terem sido desenvolvidas apenas para sinais de voz, são restritas em largura de banda e taxa de dados. A fim de aceder à Internet através de DSL, deve-se conectar a um ISP DSL.

12.DLS

Esta tecnologia se aproveita da parte não utilizada do espectro para realizar suas comunicações. Isso é feito com uma técnica chamada FDM (***Frequency Division Multiplexing***) ou com Echo Cancellation. Com o FDM, parte do espectro livre é destinada ao envio de dados upstream e outra ao recebimento de dados downstream, sendo esta última

maior e dividida em canais menores e menos rápidos para melhor desempenho. Já o ***Echo Cancellation***, usa as partes para upstream e downstream se sobrepõem no espectro, mas o uso de cancelamento de eco, procedimento que remove a “distorção” do sinal durante a transmissão.

Embora o DSL tenha sido um tipo comum de serviço de Internet, a experiência de clientes individuais pode variar muito dependendo da localização, provedor, qualidade da fiação telefônica em sua residência e outros fatores técnicos. Como as linhas DSL usam o mesmo fio de cobre que o serviço de telefone com fio, todos os telefones com fio em casa/empresa devem usar filtros especiais que se conectam entre o telefone e a tomada. Outra desvantagem do uso do DSL é a velocidade.

Em um acesso à Internet via ***ADSL***, a linha telefônica é, na verdade, apenas um meio de comunicação formado por um par de fios metálicos. A conexão em si acaba ocorrendo graças aos equipamentos utilizados tanto do lado do cliente, quanto do lado do provedor. No lado do cliente, um aparelho conhecido é o modem ADSL.

12.1 RADSL

RADSL é uma versão não muito conhecida do ADSL. Sua principal característica é o fato de o modem ser capaz de ajustar as taxas de download e upload automaticamente, tendo como base critérios como distância da central e a qualidade da transmissão em determinados momentos.

12.2 HDSL

HDSL trata-se de uma especificação que surgiu como opção na transmissão de dados em linhas telefônicas digitais do tipo T1 e T2, sendo este último padrão europeu também utilizado no Brasil. Modo de operação full duplex e distância máxima considerada é 5 quilômetros.

12.3 SDSL

SDSL transmite dados de maneira simétrica e não permite o uso de voz e dados ao mesmo tempo. Por outro lado, exige apenas um par de fios, facilitando consideravelmente sua implementação. Além disso, a distância máxima de conexões do tipo tende a ser um pouco menor que no HDSL.

12.4 VDSL e VDSL2

VDSL e ***VDSL2*** é uma tecnologia reconhecida em 2004 que se assemelha ao ADSL, trabalhando, assim como este, de maneira assimétrica, utilizando mais frequentemente a técnica DMT e permitindo uso de voz e dados simultaneamente. Falando em metros, a principal desvantagem das conexões VDSL e VDSL2 está justamente no aspecto da distância entre a central e a localização do usuário.