



UEA

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS



Escola Superior de Tecnologia – EST
Curso de Engenharia Elétrica
Redes de Comunicações de Dados I

M.Sc. Bruno da Gama Monteiro

Manaus - AM
2021

Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

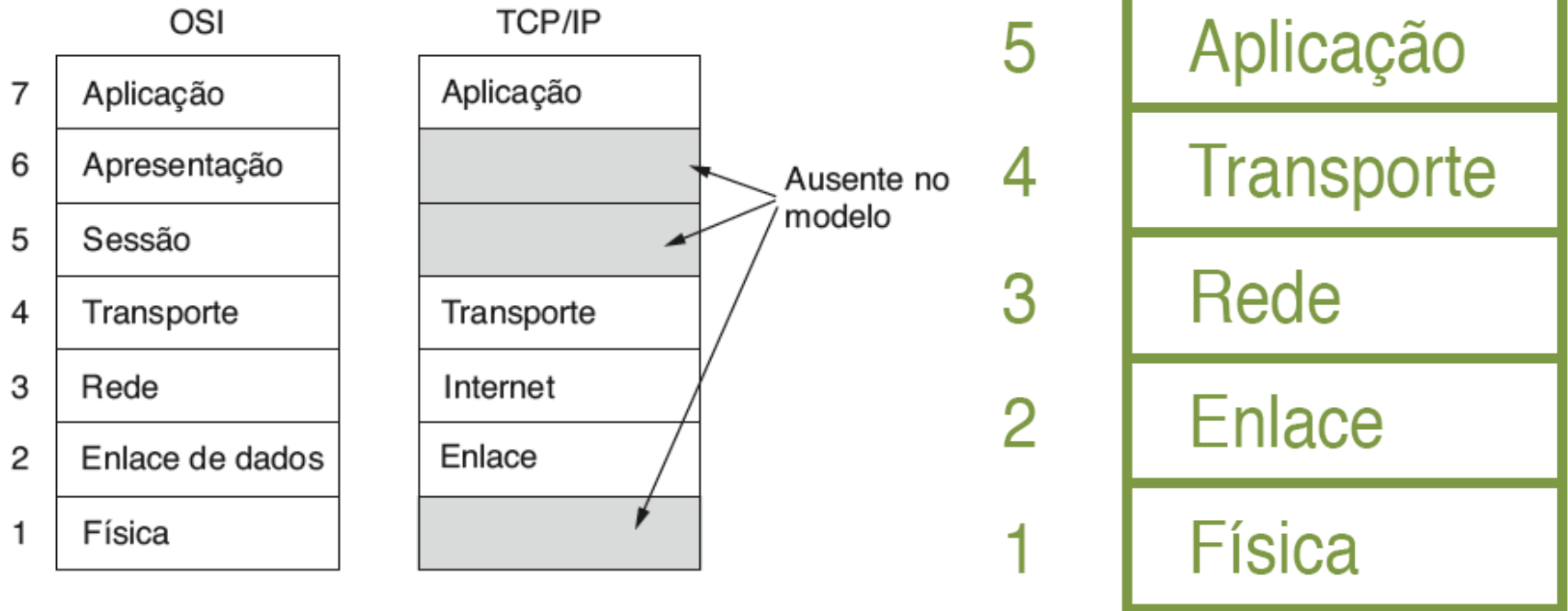
1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

1.4 Linhas de Energia Elétrica

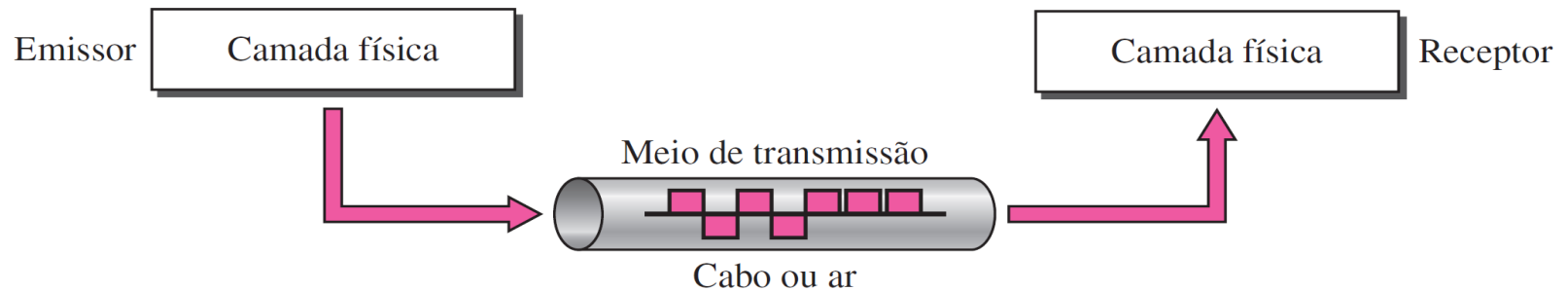
1.5 Fibra Óptica

CAMADA FÍSICA



CAMADA FÍSICA

Meios de transmissão estão, na verdade, localizados abaixo da camada física e são diretamente controlados por ela. Poderíamos dizer que os meios de transmissão pertencem à camada zero. A Figura mostra a posição dos meios de transmissão em relação à camada física.



CAMADA FÍSICA

- ❖ Um meio de transmissão, em termos gerais, pode ser definido como qualquer coisa capaz de transportar informações de uma origem a um destino.
- ❖ Exemplo: o meio de transmissão para duas pessoas conversando durante um jantar é o ar que também pode ser usado para transmitir uma mensagem por meio de sinais de fumaça ou um código de sinais.
- ❖ Para uma mensagem escrita, o meio de transmissão poderia ser um carteiro, um caminhão ou um avião.

CAMADA FÍSICA

Em comunicação de dados, a definição de informações e meios de transmissão é mais específica.

O meio de transmissão geralmente pode ser o **espaço livre**, um **cabo metálico** ou um **cabo de fibra óptica**. A informação normalmente é um sinal, resultado da conversão de dados.



<https://melhorescolha.com/blog/tv-a-cabo-ou-via-satelite/>

CAMADA FÍSICA

O uso das comunicações em longa distância usando sinais elétricos começou com a invenção do telégrafo, por **Morse**, no século XIX. A comunicação era lenta e dependente de um meio metálico.



A --	J .---	S ...	2 ..---
B	K ---	T -	3
C	L	U ...	4
D ...	M --	V	5
E .	N --	W ---	6
F	O ---	X	7
G ---	P	Y ----	8
H	Q ----	Z ----	9
I ..	R ...	1 .----	0



CAMADA FÍSICA

A **comunicação sem fio** começou em 1895, quando Hertz foi capaz de transmitir sinais de alta frequência. Mais tarde, **Marconi** concebeu um método para enviar mensagens pelo telégrafo atravessando o oceano Atlântico.



Guglielmo Marconi



Padre Roberto Landell de Moura



Mídias metálicas foram inventadas (cabos coaxiais e de par trançado, por exemplo). O advento das fibras ópticas possibilitou aumento incrível na taxa de dados.

O espaço livre (ar, vácuo e água) está sendo usado mais eficientemente em parte por causa das tecnologias (como modulação e multiplexação).

Os computadores e os outros dispositivos de telecomunicações usam sinais para representar dados. Esses sinais são transmitidos de um dispositivo a outro na forma de **energia eletromagnética**, que é propagada pelos meios de transmissão.

Energia **eletromagnética** significa uma combinação de campos **magnético** e **elétrico** vibrando uns em relação aos outros.

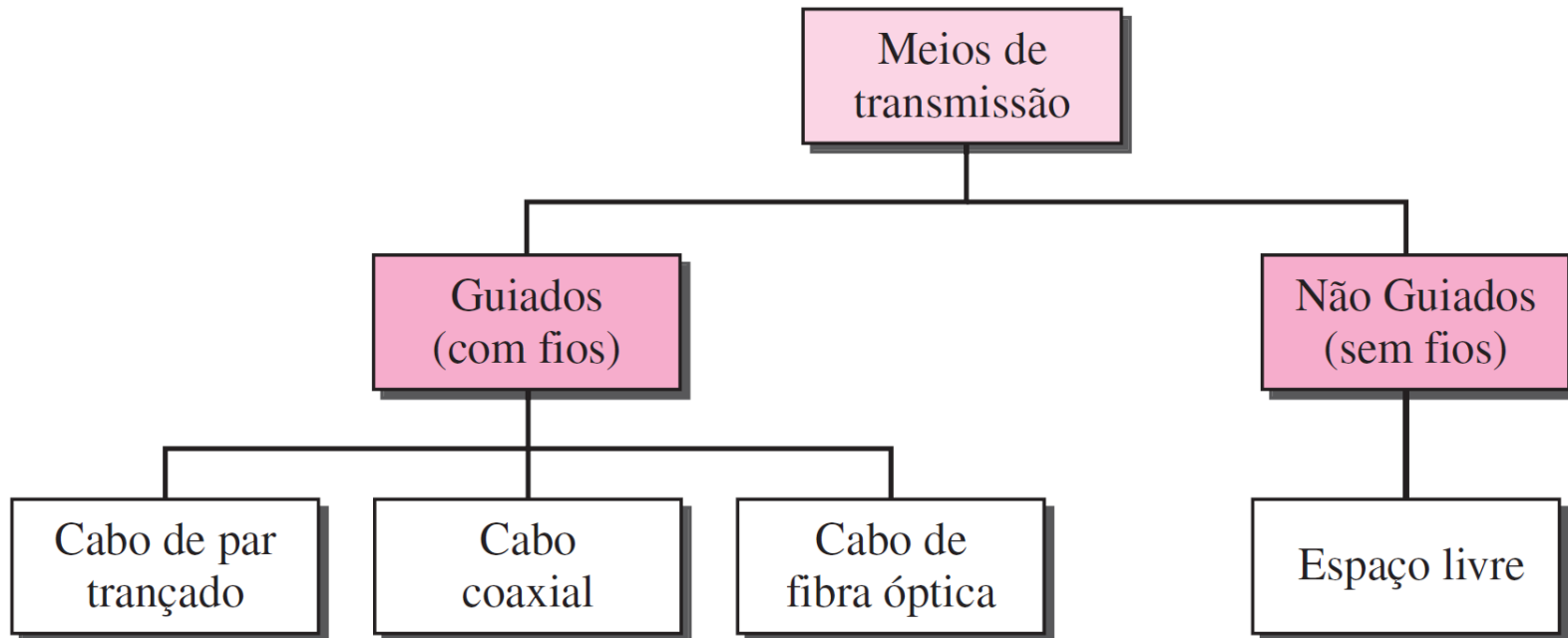
Exemplo: energia elétrica, ondas de rádio, luz infravermelha, luz visível, luz ultravioleta e raios X, gama e cósmicos.

Cada um desses constitui uma parte do espectro eletromagnético. Nem todas as faixas de frequência do espectro são atualmente utilizáveis em telecomunicações.

Para melhor aproveitamento dos meios de transmissão, o número e o tipo desses meios são limitados.

CAMADA FÍSICA

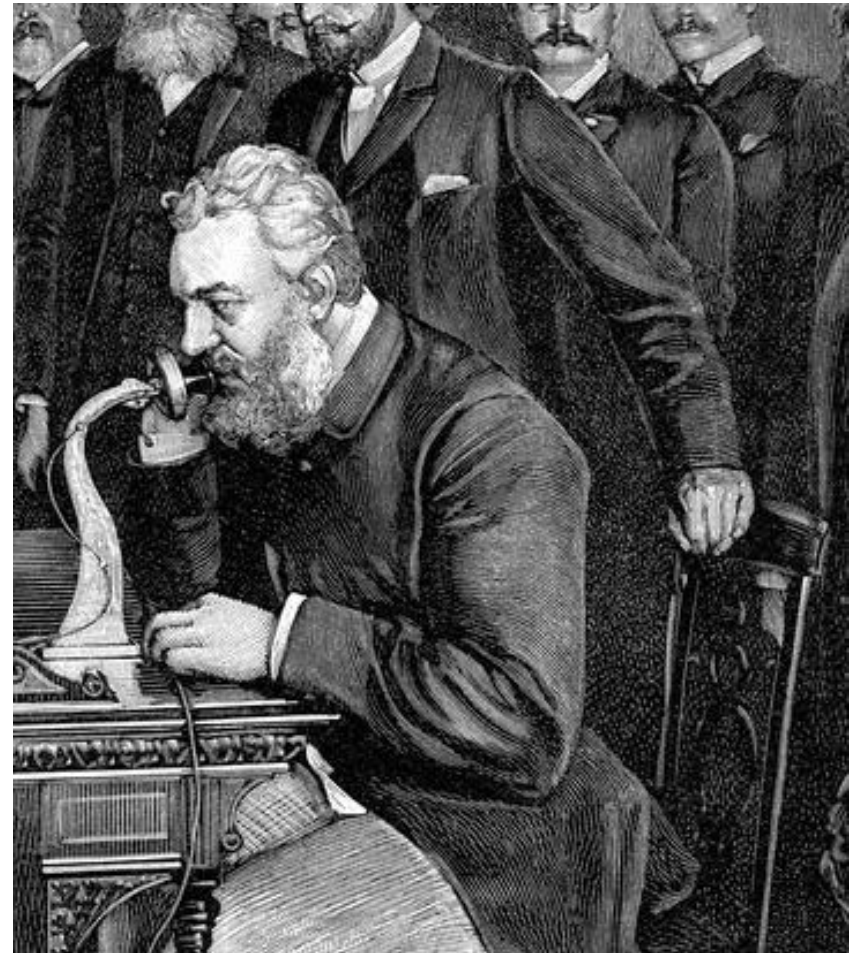
Em telecomunicações, meios de transmissão são divididos em duas amplas categorias: **guiados** e **não guiados**.



CAMADA FÍSICA

Ampliar o alcance da voz humana tornou-se possível quando foi inventado o telefone, em 1869. A comunicação telefônica na época também precisava de um meio metálico para transportar sinais elétricos resultantes da conversão da voz humana.

Entretanto, a comunicação não era confiável em razão da baixa qualidade dos fios. As linhas eram ruidosas e a tecnologia era rudimentar.



Alexander Graham Bell

Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

1.4 Linhas de Energia Elétrica

1.5 Fibra Óptica

Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

1.4 Linhas de Energia Elétrica

1.5 Fibra Óptica

1.1 Meio Magnético

Uma das formas mais comuns de transportar dados de um computador para outro é gravá-los em fita magnética ou em mídia removível (por exemplo, DVDs graváveis), transportar fisicamente a fita ou os discos para a máquina de destino, onde eles finalmente serão lidos.



DLT (acrônimo para Digital Line Tape) é um tipo de fita magnética desenvolvido pela Digital Equipment Corporation em dezembro de 1984 (atualmente Hewlett-Packard).

1.1 Meio Magnético

Um variante com alta capacidade de armazenamento é chamada de Super DLT (SDLT). Uma versão mais barata foi inicialmente fabricada pela Benchmark Storage Innovations. A Quantum adquiriu a Benchmark em 2002.



1.1 Meio Magnético

Os fabricantes atuais dos cartuchos de DLT/SDLT no mercado são a Fujifilm, a Hitachi/Maxell e a Imation. VStape é fabricada pela Sony. Todas as outras empresas (mesmo a Quantum) são parceiras ou revendedoras destas empresas.

Media

Nome	Tipo	Cor	Desenvolvido por
CompacTape I	0.1	Gray	TK50/70
CompacTape II	0.3	Gray	TK70
DLTape III	2.6, 6, 10	Light brown	DLT260/600, DLT2000/2000XT/4000/7000
DLTape IIIXT	15	White	DLT2000XT/4000/7000/8000
DLTape IV	20, 35, 40	Dark brown	DLT4000/7000/8000, SDLT220/320 (ro)
Cleaning Tape III	20 cleans	Bege	DLT2000/2000XT/4000/7000/8000
SDLTape I	110, 160	Dark green	SDLT220/320, SDLT600 (ro), DLT-S4 (ro)
SDLTape II	300	Dark blue	SDLT600, DLT-S4 (ro)
DLTape S4	800	Dark purple	DLT-S4
SDLT Cleaning Tape	20 cleans	Light gray	SDLT220/320/600, DLT-S4
DLTape VS1	80, 160	Ivory/Black	VS160, DLT-V4, SDLT600 (ro)
DLT VS Cleaning Tape	20 cleans	Brown	DLT1, DLT-VS80
DLT VS160 Cleaning Tape	20 cleans	Light gray	DLT-VS160, DLT-V4

1.1 Meio Magnético



OCN511 | Fita de dados DELL Ultrium LTO-4 **800GB/1.6TB**
Por: R\$570,89



46X1290 | Fita de dados IBM Ultrium LTO-5 **1.5/3TB**
Por: R\$395,90



C7975A | Fita dados HP Ultrium LTO-5 **1.5/3TB**
Por: R\$367,53

1.1 Meio Magnético

Exemplo: Fita de padrão industrial armazena 800 GB (gigabytes). Uma caixa pode conter cerca de 1000 fitas deste tipo, nos dando um total de 800 terabytes (6400 terabits).

Se utilizarmos um serviço Sedex, por exemplo, que leva em alguns locais 24h para ser entregue, a largura de banda efetiva dessa transmissão é de $6.400 \text{ terabits} / 86.400 \text{ s}$, revelando um valor próximo de 70 Gbps.

Se o destino estiver a apenas 1 hora de distância, a largura de banda aumentaria para próximo de 1700 Gbps ($6.400.000 \text{ Gbps} / 3600 \text{ s}$).

1.1 Meio Magnético

Nenhuma rede de computadores consegue se aproximar desse desempenho (1700 Gbps). As redes estão ficando mais rápidas, porém a densidade das fitas também está aumentando.

Custo: Uma fita custa aproximadamente US\$ 40 no atacado e pode ser reutilizada pelo menos 10 vezes. Cada caixa custará US\$ 4000 por cada utilização.

Considerando mais US\$ 1000 pelo frete o custo final será de US\$ 5000 para transportar 800 TB (pouco mais de US\$ 0,5 por 1 GB). Nenhuma rede pode competir com esses valores.

Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

1.4 Linhas de Energia Elétrica

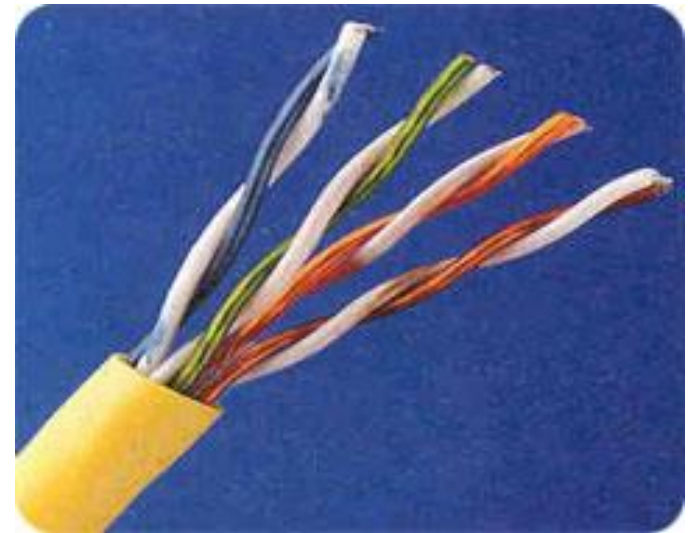
1.5 Fibra Óptica

1.2 Pares Trançados

As características de largura de banda da fita magnética são excelentes, porém muitas aplicações precisam de uma conexão **on-line**.

O meio de transmissão mais antigo é o par trançado, que consiste em dois fios de cobre encapados, que em geral tem cerca de 1 mm de espessura.

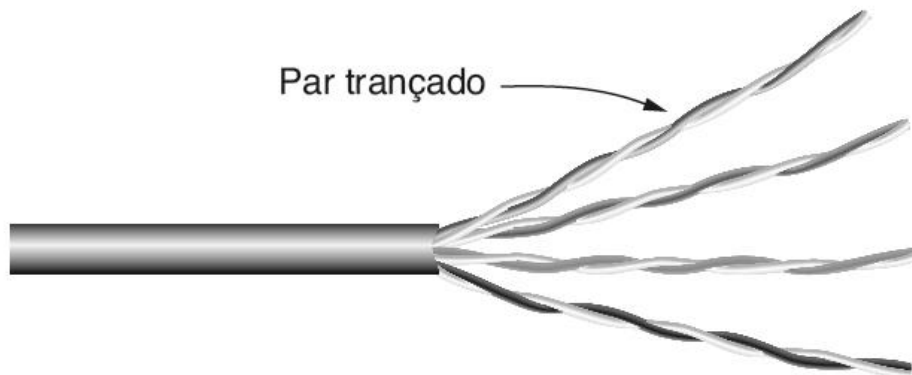
Os fios são enrolados de forma helicoidal, assim como uma molécula de DNA.



1.2 Pares Trançados

O trançado dos fios é feito porque dois fios paralelos formam uma antena simples. Quando os fios são trançados, as ondas de diferentes partes dos fios se cancelam, o que significa menor interferência.

A aplicação mais comum do par trançado é o sistema telefônico. Quase todos os telefones estão conectados a estação central da companhia telefônica por um par trançado. Os pares trançados podem se estender por diversos quilômetros sem amplificação mas, quando se trata de distâncias mais longas, existe a necessidade de repetidores.



1.2 Pares Trançados

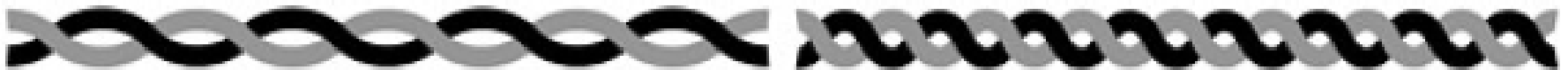
Os pares trançados da categoria 3 (CAT 3) consistem em dois fios encapados cuidadosamente trançados.

Em geral, quatro pares desse tipo são agrupados dentro de uma capa plástica protetora, onde os fios são mantidos juntos



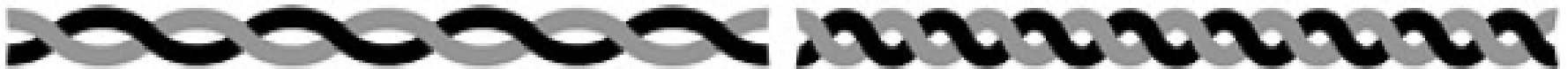
1.2 Pares Trançados

- ❖ Em 1988: lançados os pares trançados da **categoria 5**, mais avançados. Parecidos com os pares da categoria 3, mas tinham mais voltas por centímetro, o que resultou em menor incidência de linhas cruzadas e em um sinal de melhor qualidade nas transmissões de longa distancia;
- ❖ Ideais para a comunicação de computadores de alta velocidade.
- ❖ Esses tipos de fiação costumam ser chamados UTP (*Unshielded Twisted Pair* – Par Trançado sem Blindagem).



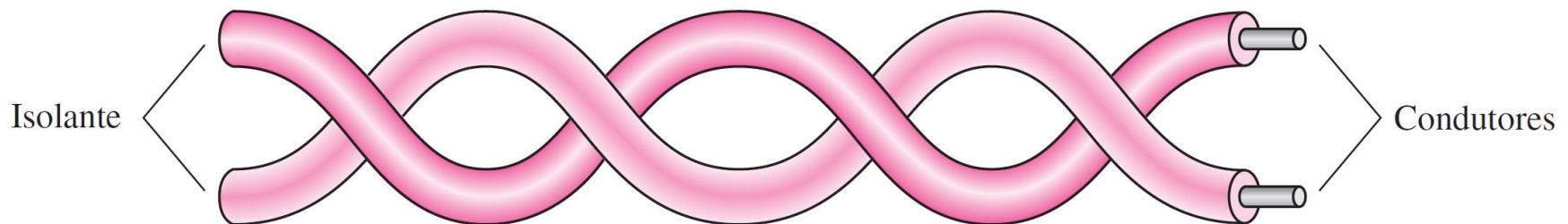
1.2 Pares Trançados

- ❖ Atualmente, existem os cabos CAT 6 e 7.
- ❖ Até a categoria 6 são UTP, pois consistem simplesmente em fios e isolamento.
- ❖ Contudo, os cabos da categoria CAT 7 possuem uma blindagem nos pares de fios individuais e também dentro da capa plástica protetora.



1.2 Pares Trançados

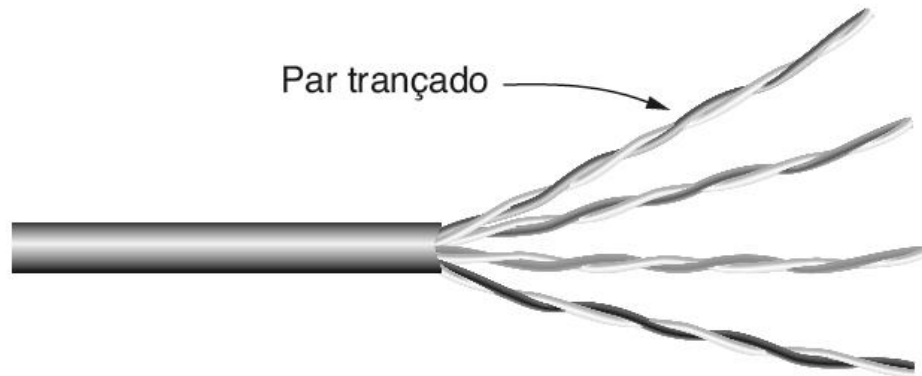
Um cabo de par trançado é formado por dois condutores (normalmente, cobre), cada qual revestido por um material isolante plástico, trançados juntos, conforme exposto na Figura.



1.2 Pares Trançados

Um dos fios é usado para transportar sinais elétricos para o receptor e o outro, apenas como uma terra de referência. O receptor utiliza a diferença de potencial entre os dois fios para determinar a amplitude do sinal elétrico.

Além do sinal enviado pelo emissor por um dos fios, interferências (ruído) e linha cruzada podem afetar ambos os fios e gerar sinais indesejados.

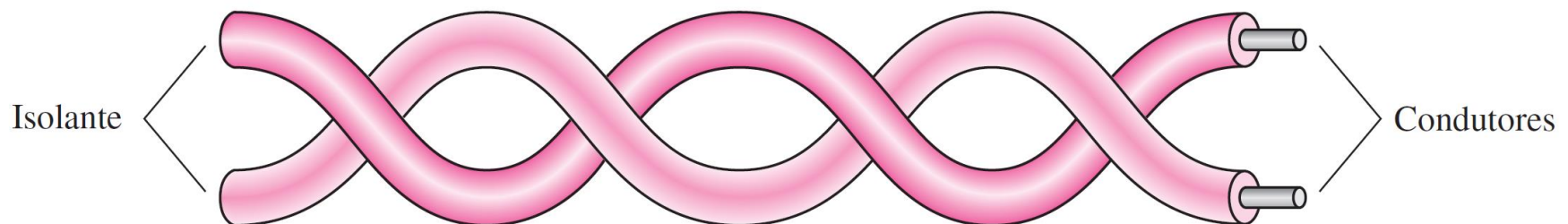


Cat 5 UTP: cabo com quatro pares trançados.

1.2 Pares Trançados

O efeito desses sinais indesejados não é o mesmo se dois fios forem paralelos ou se ambos se encontrarem em locais diferentes em relação às fontes de ruído e de linha cruzada (por exemplo, se um deles se encontrar mais próximo e o outro mais afastado). Isso resulta da diferença de potencial percebida pelo receptor.

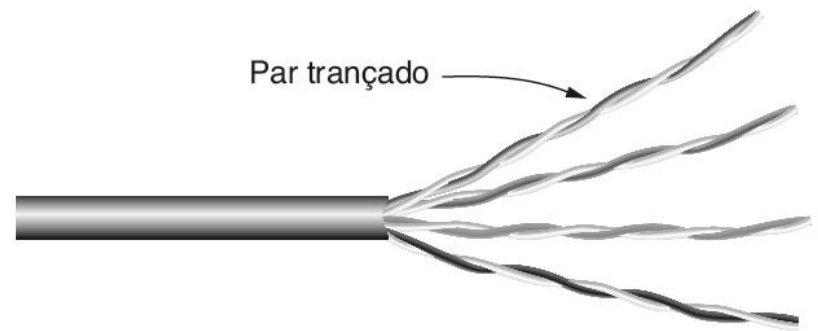
Ao trançar-se pares de cabos, mantém-se um equilíbrio. Suponha, por exemplo, em uma trança, que um fio esteja mais próximo da fonte de ruído e o outro se encontre mais afastado; na próxima trança, ocorre o inverso.



1.2 Pares Trançados

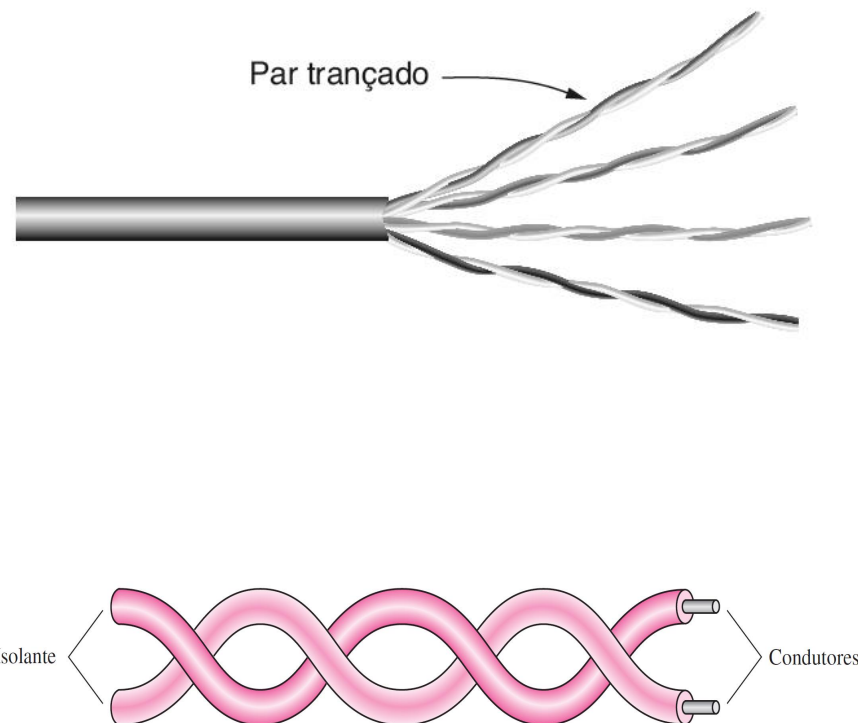
O trançado torna mais provável que ambos os fios sejam igualmente afetados por interferências externas (ruído ou linha cruzada).

Isso significa que o receptor, que calcula a diferença entre os dois sinais, não perceberá nenhum sinal indesejado.



1.2 Pares Trançados

Os sinais indesejados são, em sua maioria, cancelados. Fica claro que o número de tranças por unidade de comprimento (por exemplo, polegadas) tem grande efeito sobre a qualidade do cabo

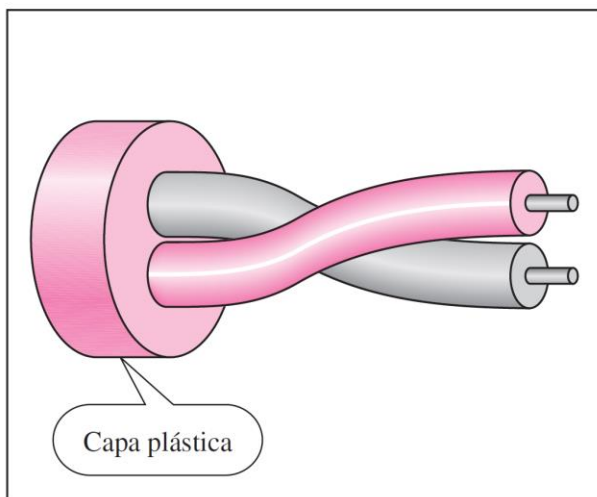


1.2 Pares Trançados

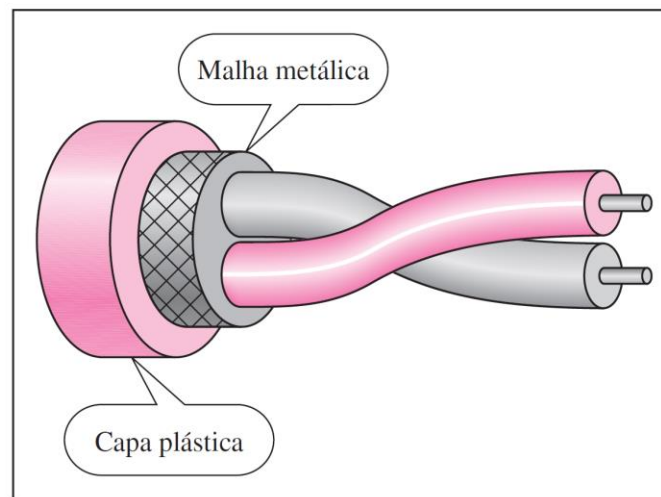
Cabo de Par Trançado Blindado versus Não Blindado

O cabo de par trançado mais comumente usado em comunicação é chamado **UTP** (cabo de par trançado não blindado, do inglês ***unshield twisted pair***).

A IBM também produziu uma versão de cabo de par trançado para seu uso denominado STP (cabo de par trançado blindado).



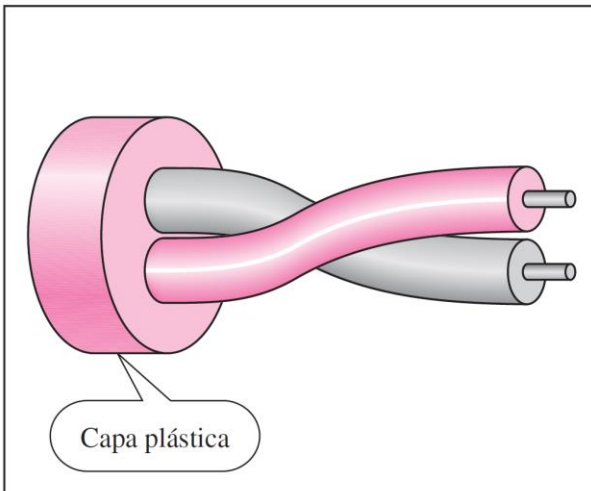
a. UTP



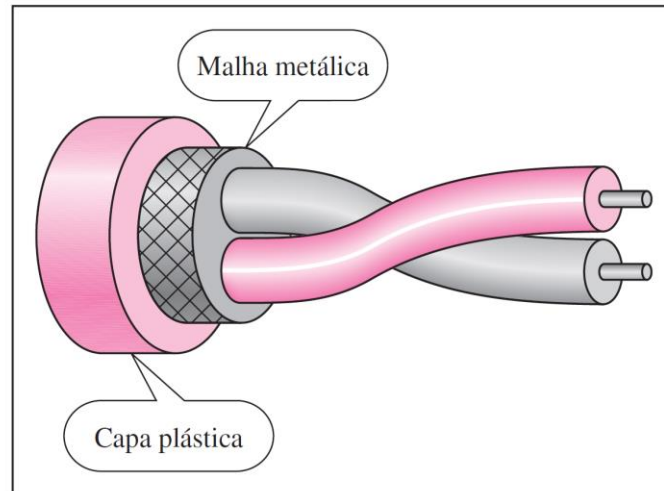
b. STP

1.2 Pares Trançados

O cabo STP tem uma folha de metal ou uma capa de malha trançada que reveste cada par de condutores isolados. Embora a cobertura metálica aumente a qualidade do cabo, impedindo a penetração de ruídos ou linha cruzada, ele se torna mais denso e mais caro (raramente usado fora de ambientes IBM).



a. UTP



b. STP

1.2 Pares Trançados

Categorias

A EIA (*Electronic Industries Association* — Associação das Indústrias Eletrônicas) desenvolveu diversos padrões que classificam os cabos de par trançado em sete categorias.

Essas categorias são determinadas pela qualidade do cabo, na qual 1 representa a qualidade mais baixa e 7 a mais alta.

Cada categoria EIA é adequada para usos específicos.

A Tabela a seguir mostra estas categorias.

1.2 Pares Trançados

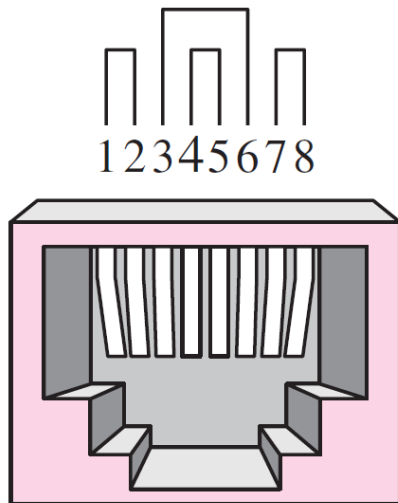
Categorias de Cabos

<i>Categoria</i>	<i>Especificação</i>	<i>Taxa de Dados (Mbps)</i>	<i>Uso</i>
1	Cabo de par trançado usado em telefonia	< 0,1	Telefonia
2	Cabo de par trançado não blindado usado originalmente em linhas T	2	Linhas T-1
3	CAT 2 aperfeiçoado para uso em redes locais LANs	10	LANs
4	CAT 3 aperfeiçoado para uso em redes Token Ring	20	LANs
5	O fio do cabo é, normalmente, AWG 24 com um invólucro e revestimento externo	100	LANs
5E	Extensão da categoria 5 que inclui recursos adicionais para reduzir interferências eletromagnéticas e linha cruzada	125	LANs
6	Uma nova categoria com componentes casados provenientes do mesmo fabricante. O cabo tem de ser testado à taxa de dados de 200 Mbps.	200	LANs
7	Algumas vezes, denominado SSTP (<i>shielded screen twisted-pair</i>). Cada par é envolto individualmente por uma folha metálica helicoidal e depois por uma blindagem de folha metálica, além da cobertura externa. A blindagem diminui o efeito de linha cruzada e aumenta a taxa de dados.	600	LANs

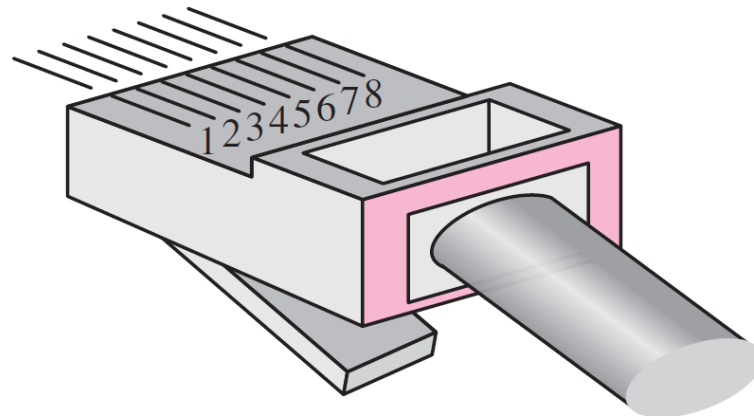
1.2 Pares Trançados

Conectores

O conector **UTP** mais comum é o RJ45 (em que RJ significa registered jack), conforme pode ser visto na Figura abaixo. O RJ45 é um conector chavetado, significando que ele só pode ser inserido de uma única forma.



RJ-45 Fêmea



RJ-45 Macho

1.2 Pares Trançados

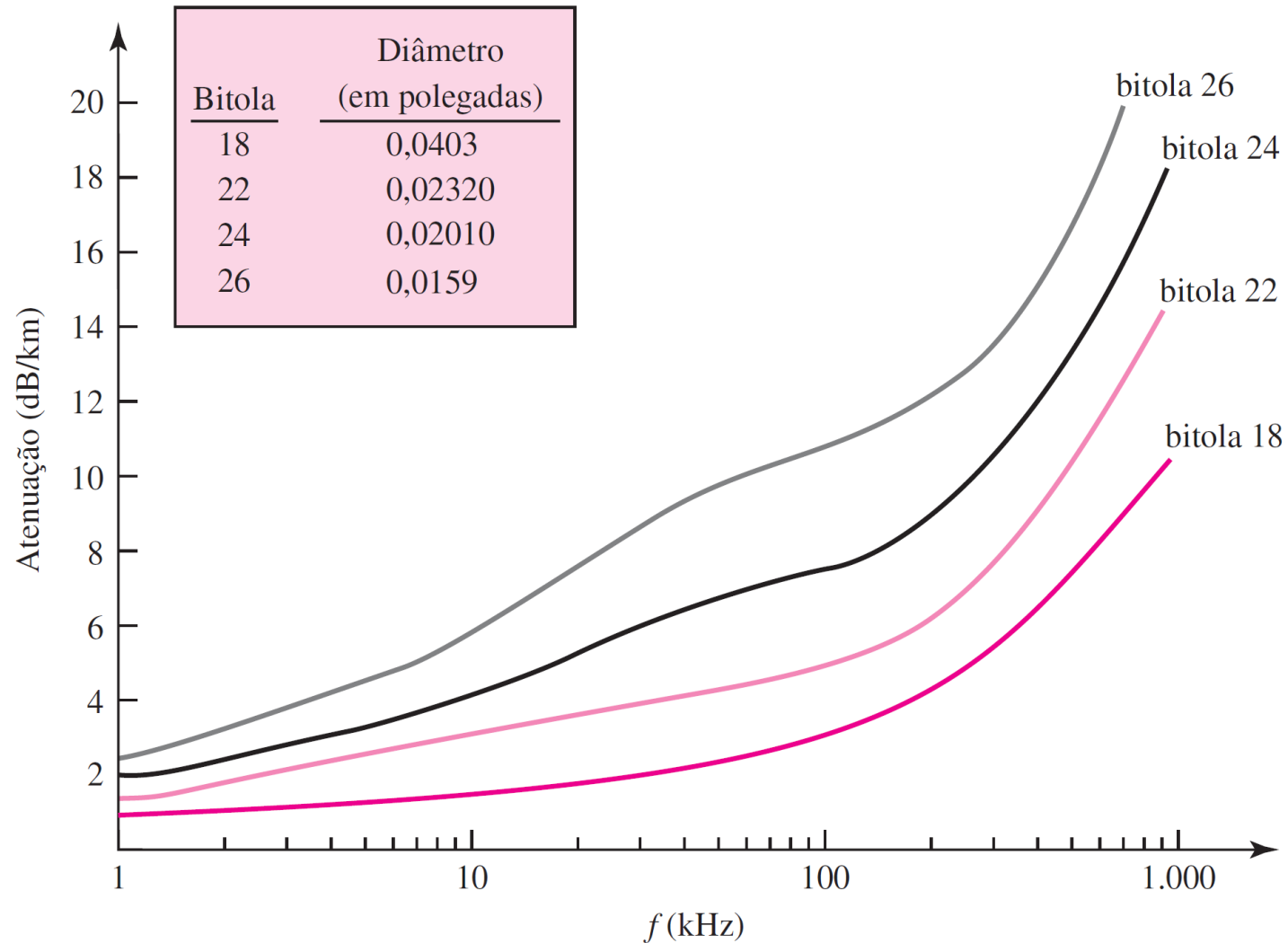
Desempenho

Uma maneira de medir o desempenho de cabos de par trançado é comparar sua atenuação versus frequência e distância. Um cabo de par trançado é capaz de transmitir em ampla faixa de frequências.

Conforme mostrado na próxima Figura, a atenuação, medida em decibéis por quilômetro (dB/km), aumenta de forma abrupta para frequências acima de 100 kHz.

Observe que bitola é uma medida da espessura do fio.

1.2 Pares Trançados



1.2 Pares Trançados

Aplicações

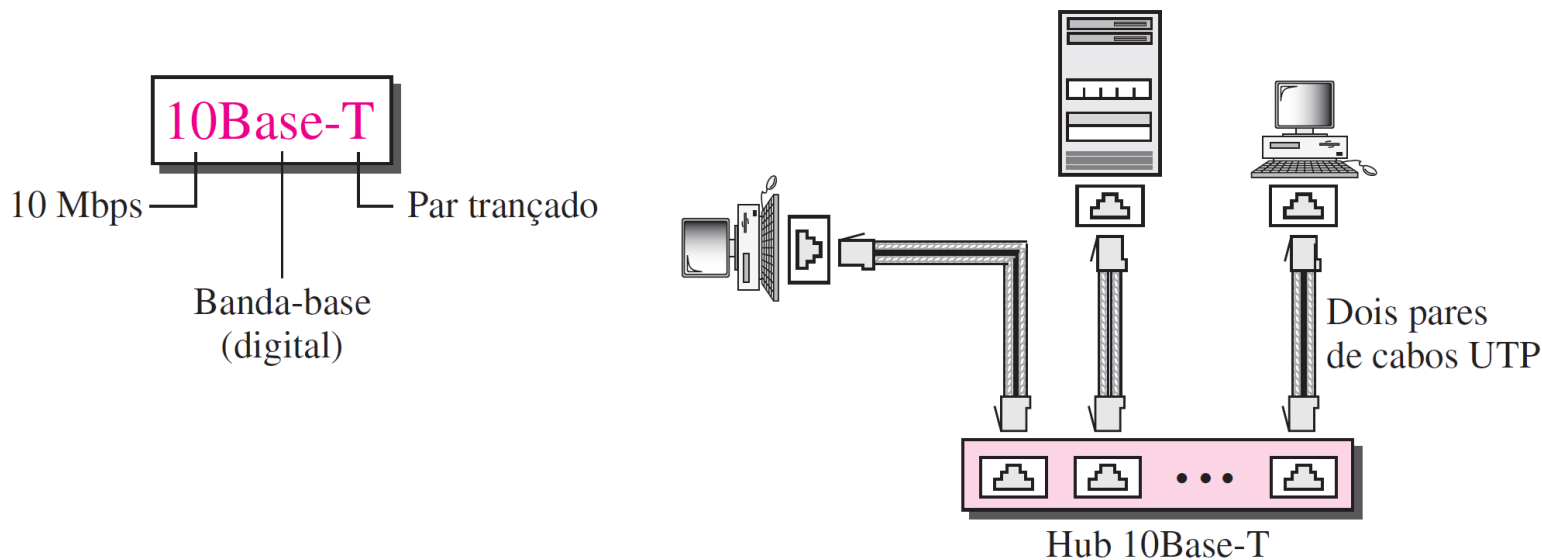
Linhas telefônicas para a transmissão de voz e de dados. A última milha que conecta os assinantes ao prédio da central telefônica (loop local) — consiste normalmente em cabos de **par trançado não blindados**.

Linhas DSL (*Digital Subscriber Line* — linha digital de assinante), usadas pelas companhias telefônicas para prover conexões de alta velocidade e alta taxa de dados, usam a capacidade de largura de banda elevada dos cabos de **par trançado não blindados**.

1.2 Pares Trançados

Aplicações

Redes locais, como 10Base-T e 100Base-T, também usam cabos de par trançado.



Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

1.4 Linhas de Energia Elétrica

1.5 Fibra Óptica

1.3 Cabo Coaxial

Outro meio de transmissão comum é o cabo coaxial. Tem melhor blindagem que os pares trançados, podendo se estender por distancias mais longas em velocidades mais altas.

Dois tipos de cabo coaxial são amplamente utilizados:
O cabo de 50 ohms, que é comumente empregado nas **transmissões digitais**.

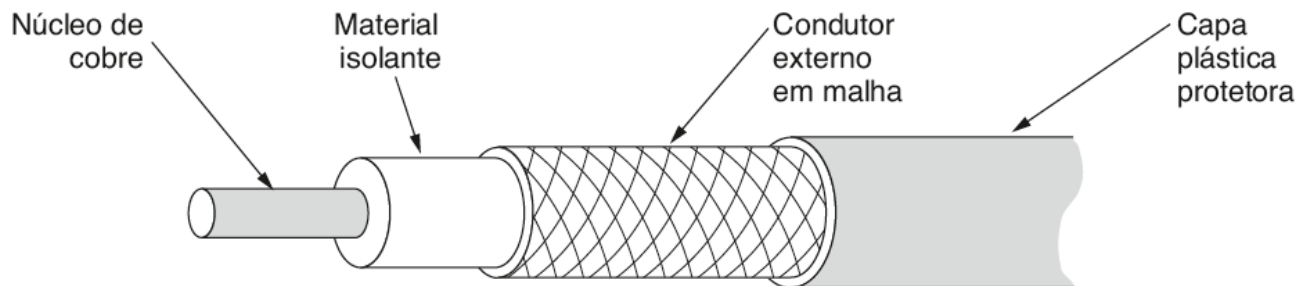
O cabo de 75 ohms que é mais usado nas **transmissões analógicas e de televisão a cabo**, tornou-se mais importante com o advento da **Internet por cabo**.

1.3 Cabo Coaxial

A construção e a blindagem do cabo coaxial proporcionam a ele uma boa combinação de alta largura de banda e excelente imunidade a ruído.

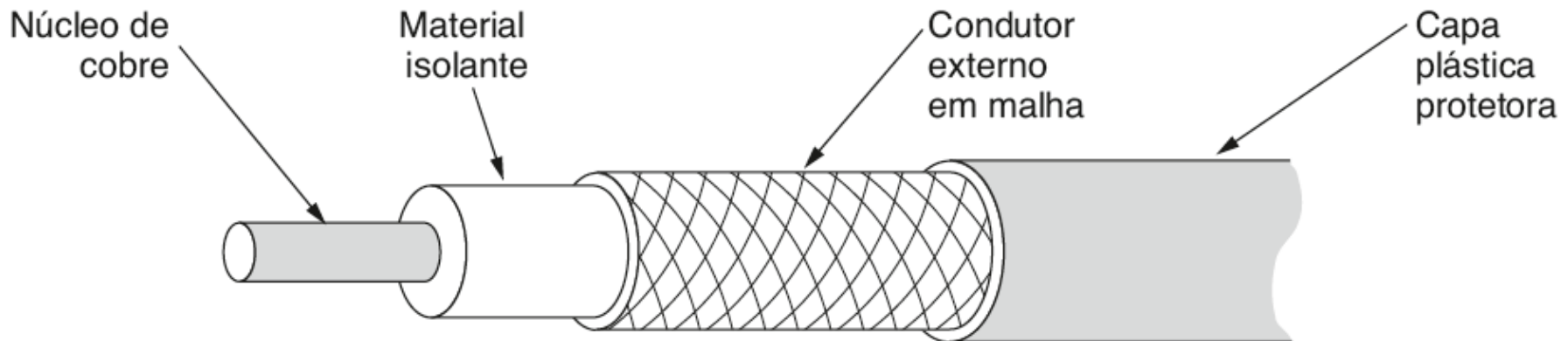
A largura de banda possível depende da qualidade do cabo, do tamanho e da relação sinal/ruído do sinal de dados.

Os cabos modernos tem uma largura de banda de até alguns GHz.



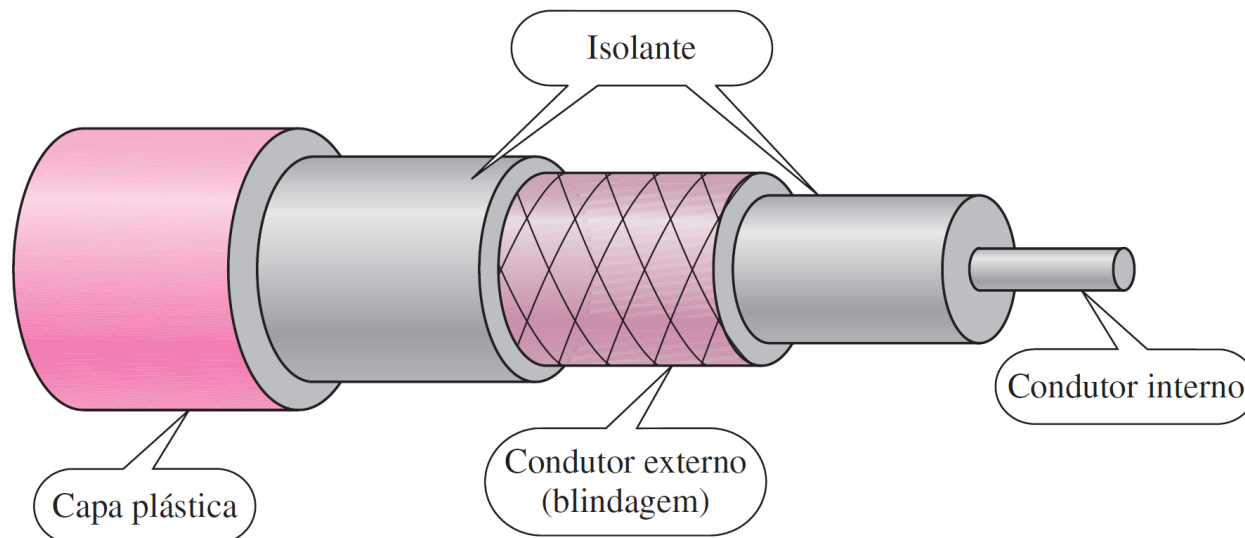
1.3 Cabo Coaxial

Cabo coaxial (coax) transporta sinais de faixas de frequência mais altas que as do cabo de par trançado, em parte pelo fato de que os dois meios de transmissão são construídos de forma bem diferente



1.3 Cabo Coaxial

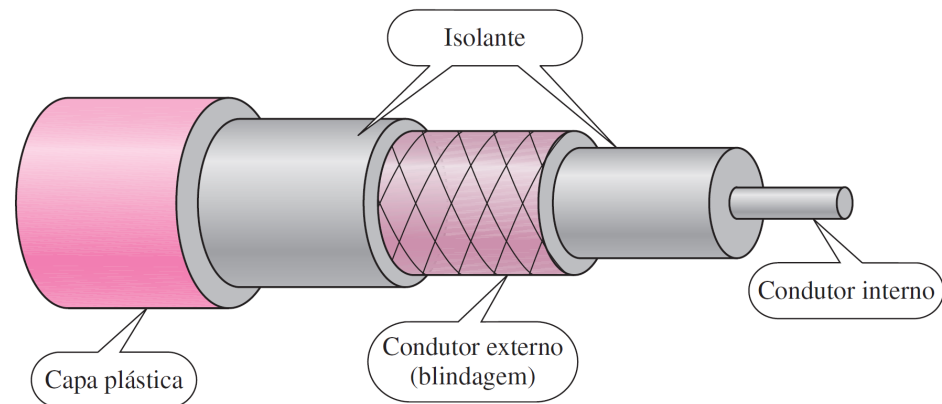
Em vez de dois fios, apresenta um núcleo condutor central de fio torcido ou sólido (normalmente, cobre) envolto em um revestimento isolante que, por sua vez, é revestido por um condutor externo de folha de metal, uma capa ou uma combinação de ambos.



1.3 Cabo Coaxial

O invólucro metálico externo serve tanto como uma blindagem contra ruídos como um segundo condutor que completa o circuito.

Esse condutor externo também é revestido por uma cobertura isolante e o cabo todo é protegido por uma cobertura plástica.



1.3 Cabo Coaxial



RA3RN/SHUTTERSTOCK

1.3 Cabo Coaxial

Padrões de Cabos Coaxiais

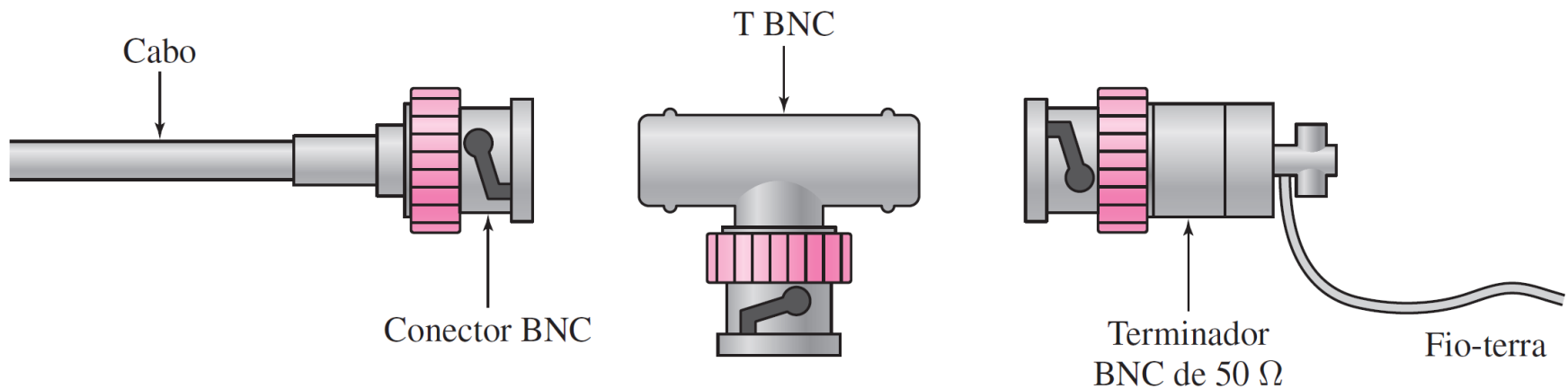
Os cabos coaxiais são classificados em categorias de acordo com seus índices **RG** (*radio government*).

Cada índice **RG** representa um conjunto exclusivo de especificações físicas, incluindo a bitola do fio condutor interno, a espessura e o tipo do isolante interno, a construção da blindagem e o tamanho e tipo do revestimento externo.

1.3 Cabo Coaxial

Conectores de Cabos Coaxiais

Para conectar cabos coaxiais a dispositivos, precisamos de conectores coaxiais. O tipo mais comum de conector usado atualmente é o conector BNC (**Bayone-Neil-Concelman**). Observe os três tipos populares: BNC, T BNC e o terminador BNC.



1.3 Cabo Coaxial

Recebeu o nome BNC por sua trava tipo baioneta (*bayonet*), um pequeno pino transversal que se encaixa numa guia e o nome de seus inventores, Paul **Neill**, dos Laboratórios Bell, que foi também o inventor do conector N, e de Carl **Concelman**, da empresa Amphenol.



1.3 Cabo Coaxial

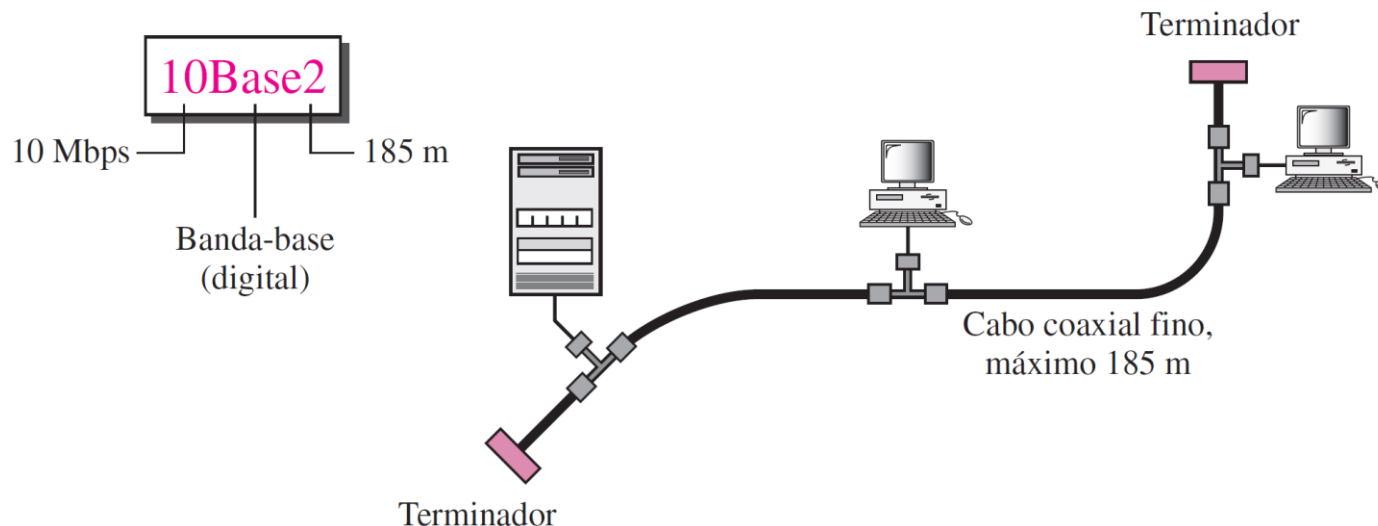
O conector BNC é usado para conectar a extremidade de um cabo coaxial a um dispositivo, por exemplo, um aparelho de TV.



1.3 Cabo Coaxial

O **conector T BNC** é empregado em redes Ethernet para ramificar uma conexão a um computador ou outro dispositivo.

O **terminador BNC** é utilizado no final do cabo para impedir a reflexão do sinal.



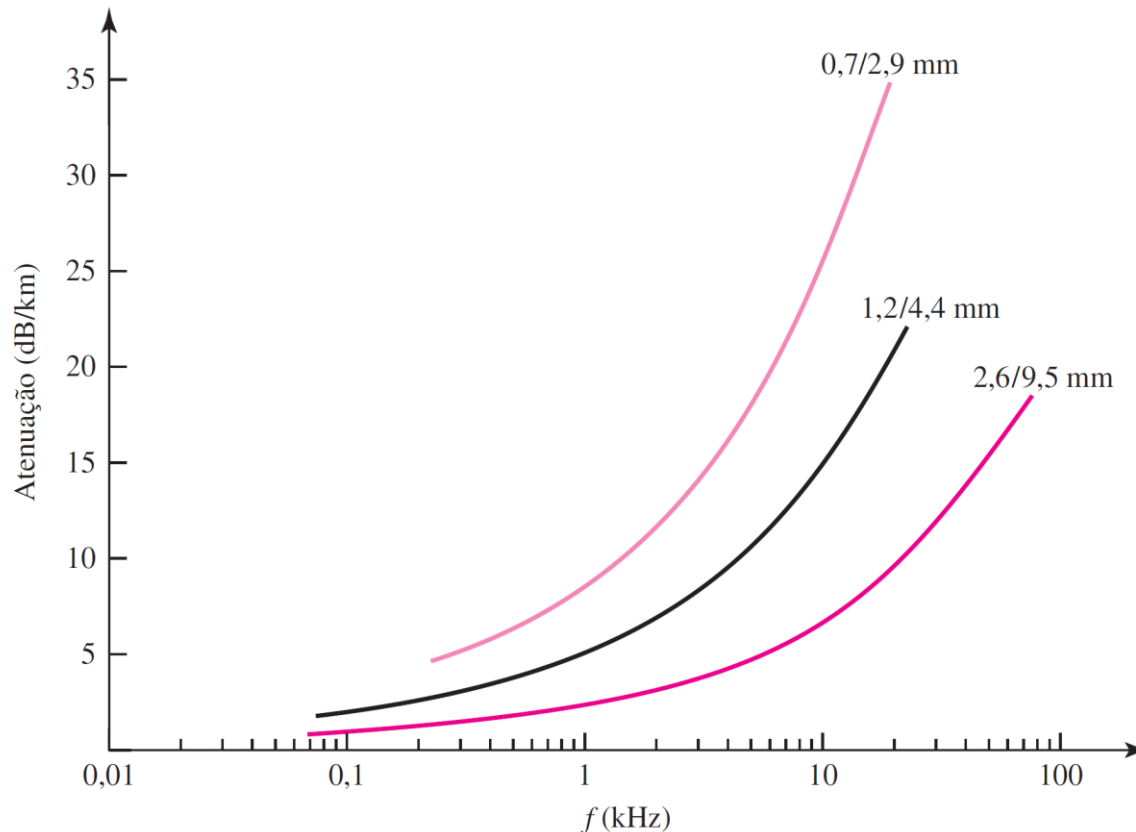
1.3 Cabo Coaxial

Cada cabo definido por um índice RG é adaptado para uma função especializada, conforme mostrado na Tabela abaixo.

<i>Categoria</i>	<i>Impedância</i>	<i>Uso</i>
RG-59	75 Ω	TV a cabo
RG-58	50 Ω	Ethernet fina
RG-11	50 Ω	Ethernet grossa

1.3 Cabo Coaxial

Desempenho: A atenuação é muito maior nos cabos coaxiais que em cabos de par trançado. Embora o cabo coaxial tenha uma largura de banda muito maior, o sinal enfraquece rapidamente e requer o uso frequente de repetidores.



1.3 Cabo Coaxial

Aplicações

Foi bastante usado em redes de **telefonia analógica** nas quais uma única rede coaxial era capaz de transportar **10.000 sinais de voz**.

Mais tarde, ele foi usado em redes de **telefonia digital** em que um único cabo coaxial era capaz de transportar dados digitais à velocidade de até **600 Mbps**.

Os **cabos coaxiais** em redes de telefonia foram amplamente substituídos por cabos de **fibra ótica**.

1.3 Cabo Coaxial

Aplicações

As redes de TV a cabo também utilizam cabos coaxiais. Em uma rede de TV a cabo tradicional, toda a rede é implantada com cabo coaxial.

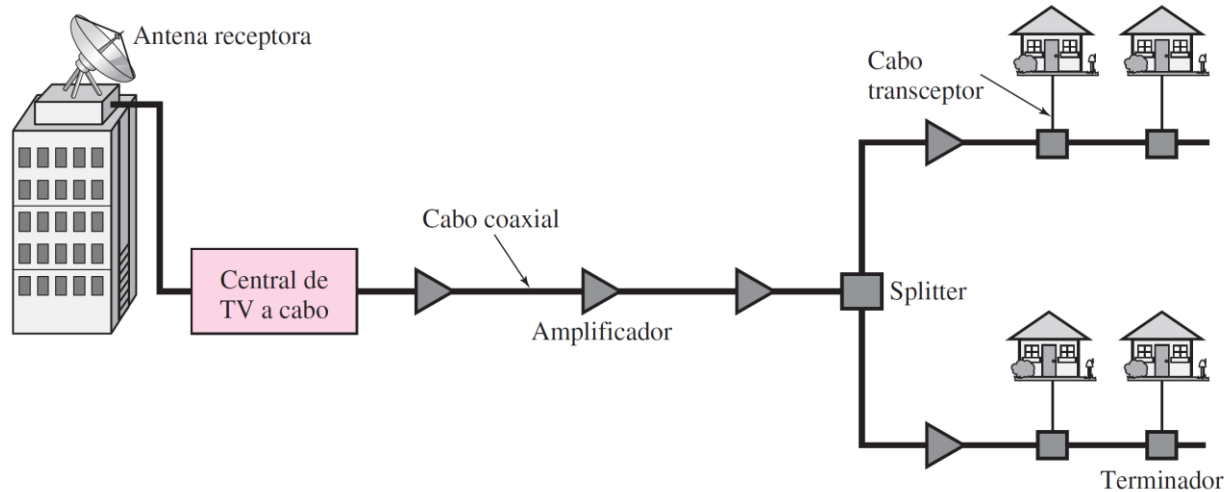
Posteriormente, os provedores de TV a cabo substituíram boa parte da mídia por cabos de fibra óptica;

Redes híbridas usam cabo coaxial apenas nas extremidades da rede, próximo às residências dos consumidores.

A **TV a cabo** usa o cabo coaxial **RG-59**.

1.3 Cabo Coaxial

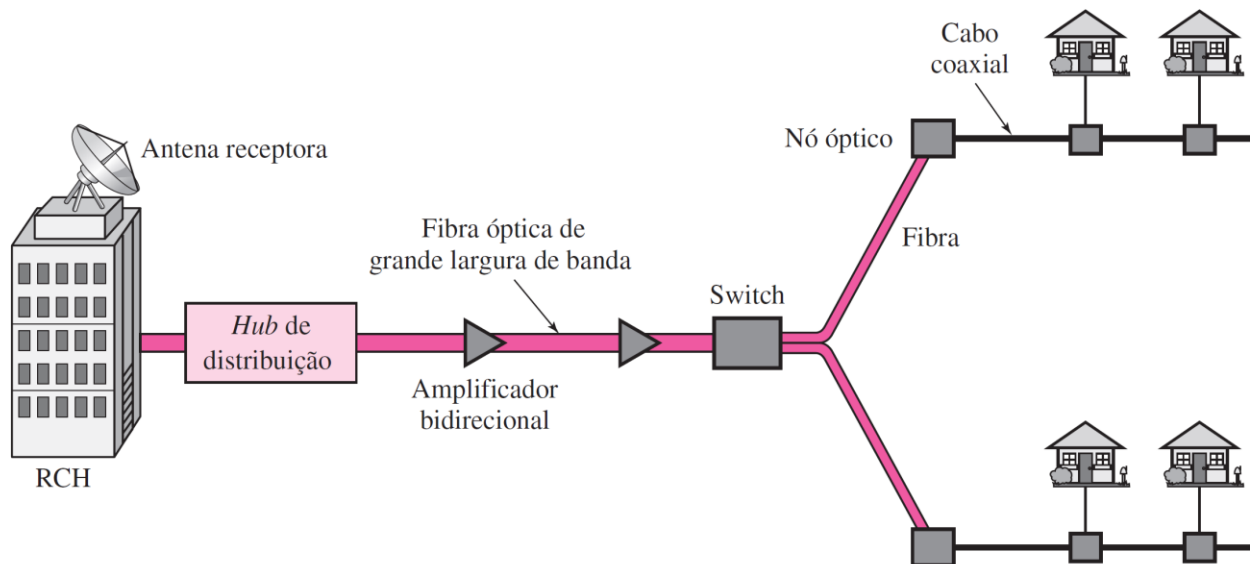
A TV a cabo começou a retransmitir sinais de vídeo no final dos anos 1940, para locais onde a recepção era difícil ou inexistente. Ela era denominada **CATV** (Community Antenna TV — antena de TV comunitária), pois uma antena no topo de uma montanha ou edifício alto recebia os sinais das estações de TV e os retransmitia, via cabos coaxiais, para a comunidade.



Rede de TV a cabo tradicional

1.3 Cabo Coaxial

Segunda geração: redes **HFC (Hybrid Fiber-Coaxial)**, combinação de fibra óptica e cabo coaxial. O meio de transmissão usado na comunicação entre a central de TV a cabo e o receptor, denominado nó óptico, é a fibra óptica. Do nó óptico para a vizinhança e dentro da casa do assinante ainda é utilizado o cabo coaxial



Rede HFC (Hybrid fiber-coaxial)

1.3 Cabo Coaxial

Aplicações

Outra aplicação comum do cabo coaxial é nas redes LANs Ethernet tradicionais.

Devido a sua largura de banda elevada (taxa de dados elevada) o cabo coaxial foi escolhido para a transmissão digital de sinais nas primeiras **LANs Ethernet**.

A Ethernet **10Base-2** (cabo fino), usa o cabo coaxial RG-58 com conectores BNC para transmitir dados a 10 Mbps com um alcance de 185 m.

A Ethernet **10Base5** (cabo grosso), utiliza o cabo RG-11 (cabo coaxial grosso) para transmitir a 10 Mbps com alcance de 5.000 m.

Sumário

1 Meios de Transmissão Guiados

1.1 Meios Magnéticos

1.2 Pares Trançados

1.3 Cabo Coaxial

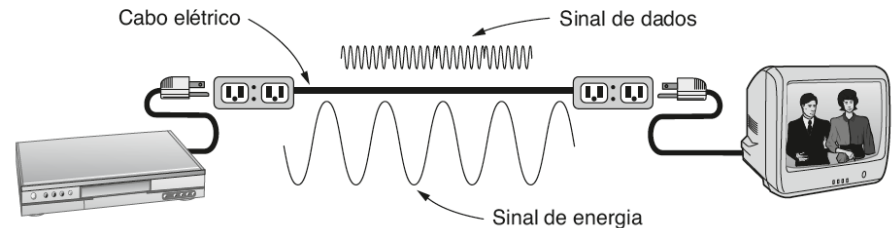
1.4 Linhas de Energia Elétrica

1.5 Fibra Óptica

1.4 Linhas de Energia Elétrica

O uso para comunicações de dados é uma ideia antiga e tem sido usadas pelas companhias de eletricidade para a comunicação de baixo nível, como a medição remota.

Nos últimos anos, há um interesse renovado de comunicações de alto nível por essas linhas.

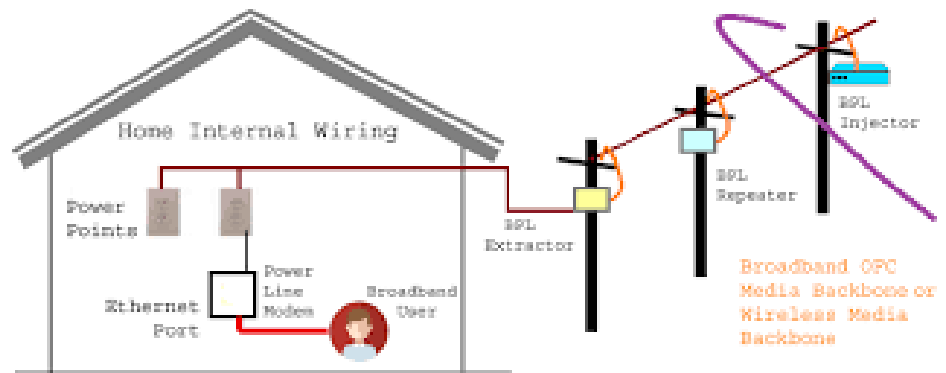


1.4 Linhas de Energia Elétrica

PLC (*Power Line Communication*, "comunicação via rede elétrica") é a tecnologia que utiliza a rede de energia elétrica.

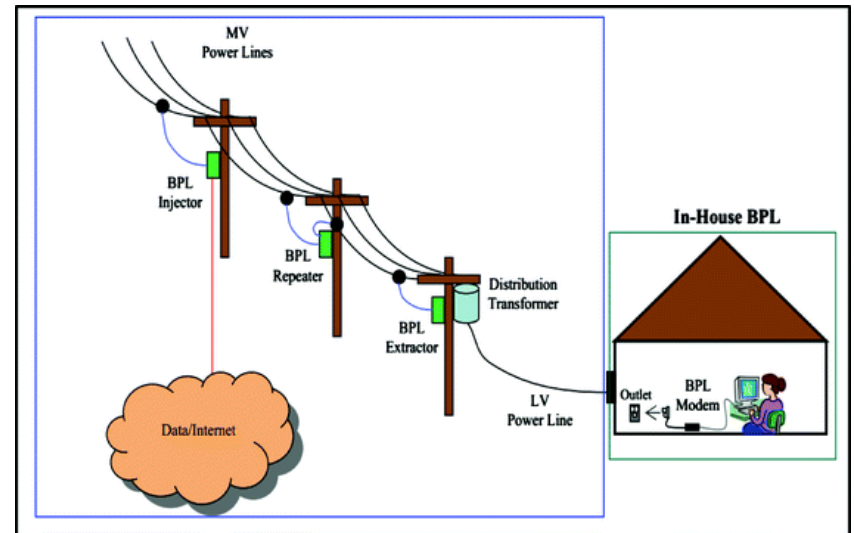
A ideia desta tecnologia não é nova. Consiste em transmitir dados e voz em banda larga pela rede de energia elétrica.

Como utiliza uma infraestrutura já disponível, não necessita de obras numa edificação para ser implantada.



1.4 Linhas de Energia Elétrica

A PLC trabalha na camada 2 do modelo ISO/OSI, ou seja, na camada de enlace. Sendo assim, pode ser agregada a uma rede TCP/IP (camada 3) já existente, além de poder trabalhar em conjunto com outras tecnologias de camada 2.



Referências

FOUROZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

TANENBAUM, Andrew. S; Wetherall, David. **Redes de Computadores**. 5.ed. Traduzido por Daniel Vieira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. Tradução de: Computer networks.

FIM