



Meios Físicos para
Telecomunicações e Redes

Prof. Marco Câmara

Principais Meios Físicos utilizados

Cabos de Par Trançado

Cabos construídos com capa abrigando pares de fios isolados e trançados;

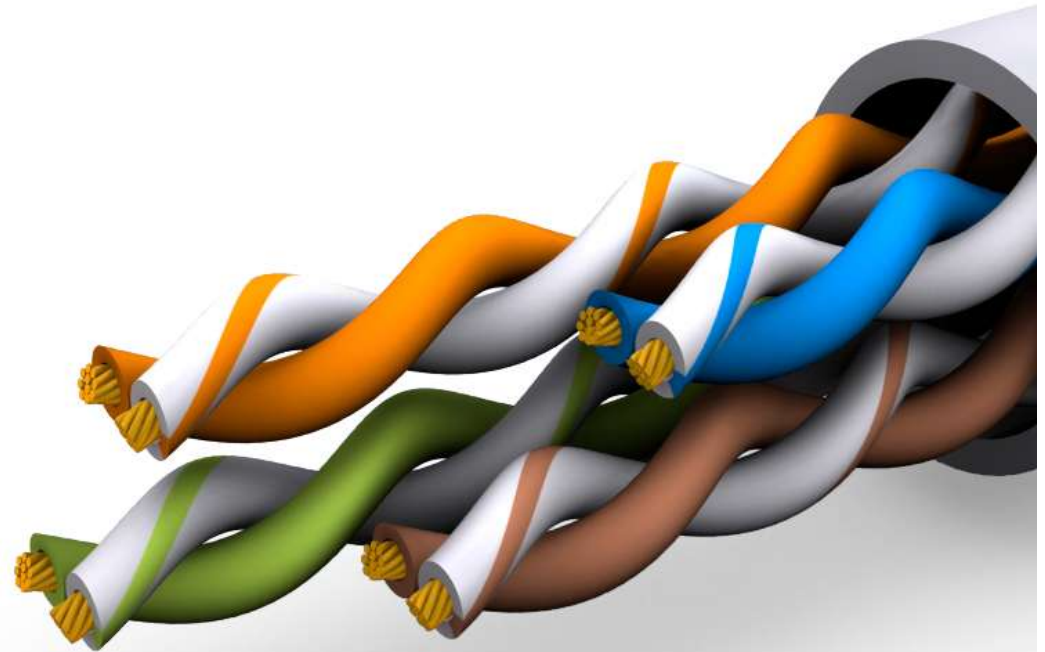
STP (*Shielded Twisted Pair*)

X

UTP (*Unshielded Twisted Pair*)

Cabos Coaxiais

Cabos de Fibra Ótica



Principais Meios Físicos utilizados

Cabos de Par Trançado

Cabos Coaxiais

Cabos construídos com capa abrigando condutor isolado e envolvido com malha metálica;

Foi o primeiro meio físico nas redes (depois das comunicações *wireless*), mas foi abandonado nas redes locais - complexo para o início?

Cabos de Fibra Ótica



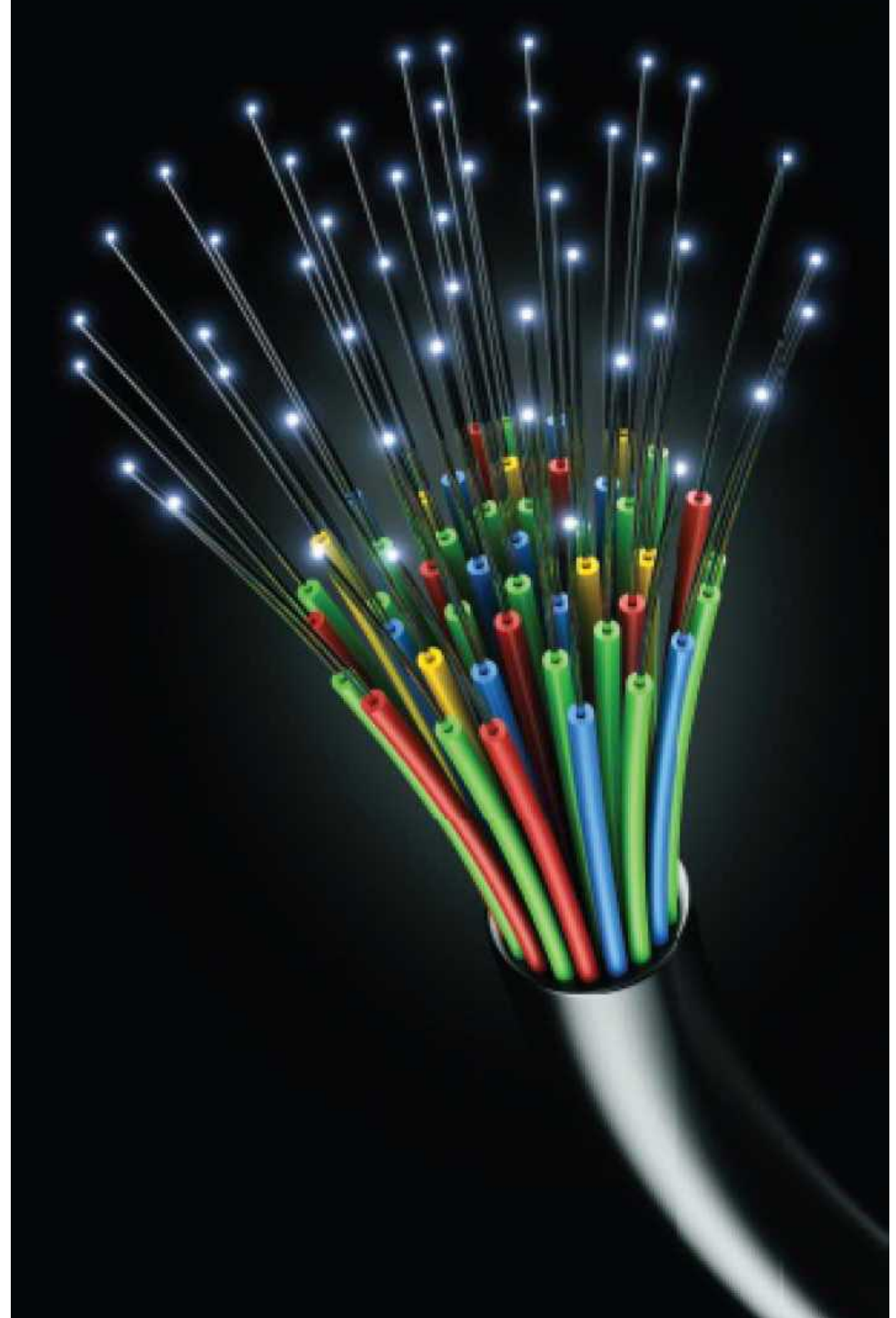
Principais Meios Físicos utilizados

Cabos de Par Trançado

Cabos Coaxiais

Cabos de Fibra Ótica

Cabos construídos com capa abrigando fibras de vidro extremamente transparentes que conduzem luz;



Argumentos a favor da Fibra Ótica

Alcance;

Imunidade a Ruídos
Eletromagnéticos

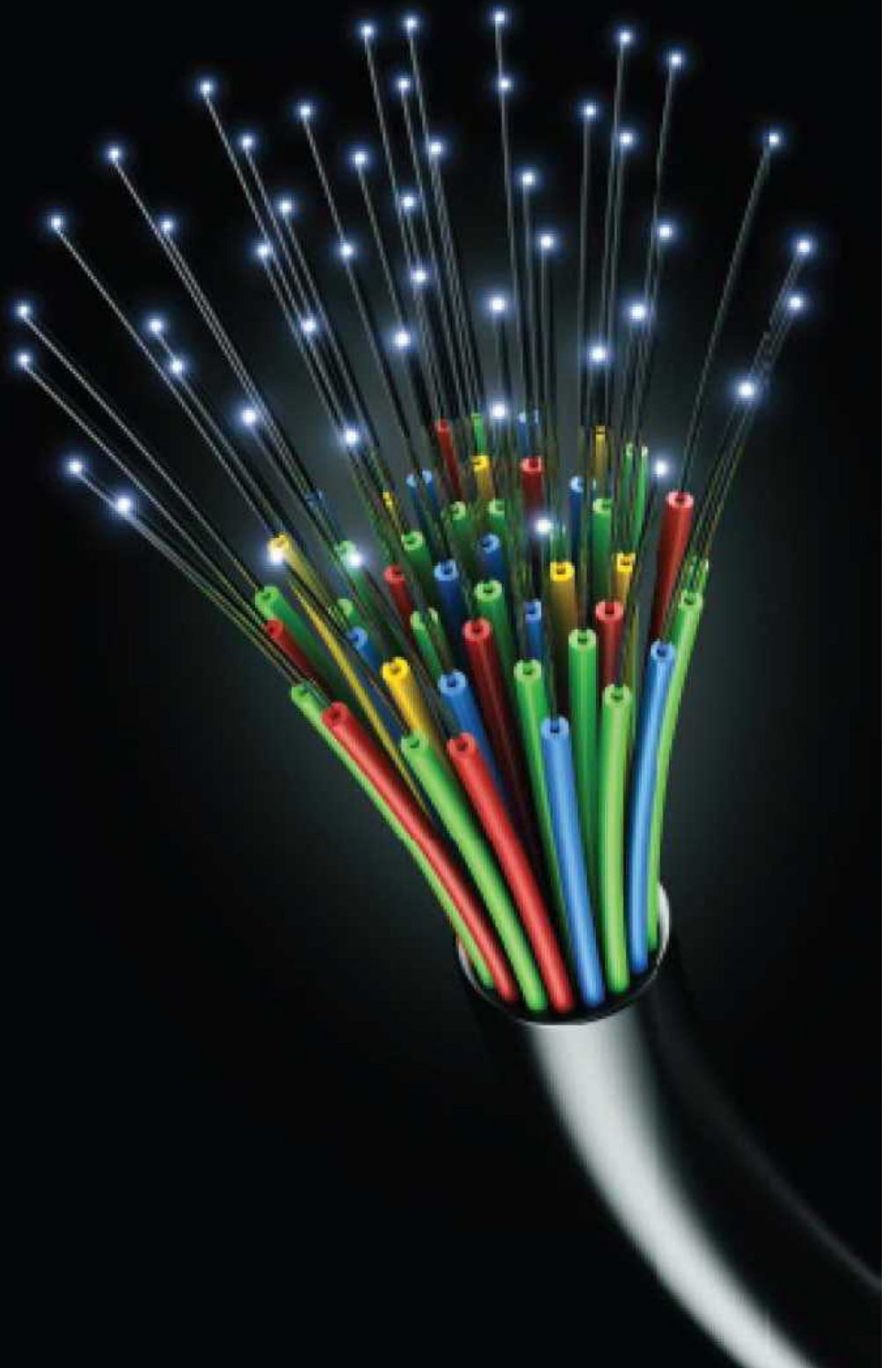
Implica na redução da BER;

Imunidade a problemas de
aterramento;

Menor ocupação de espaço;

Longevidade;

Custo (?).

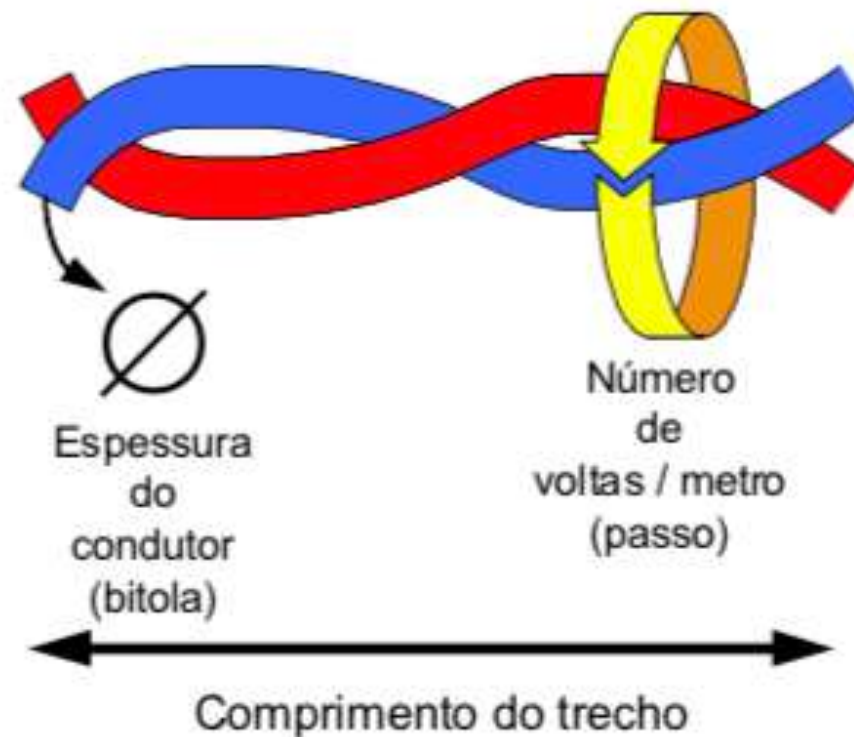


Cabo UTP - Características Construtivas

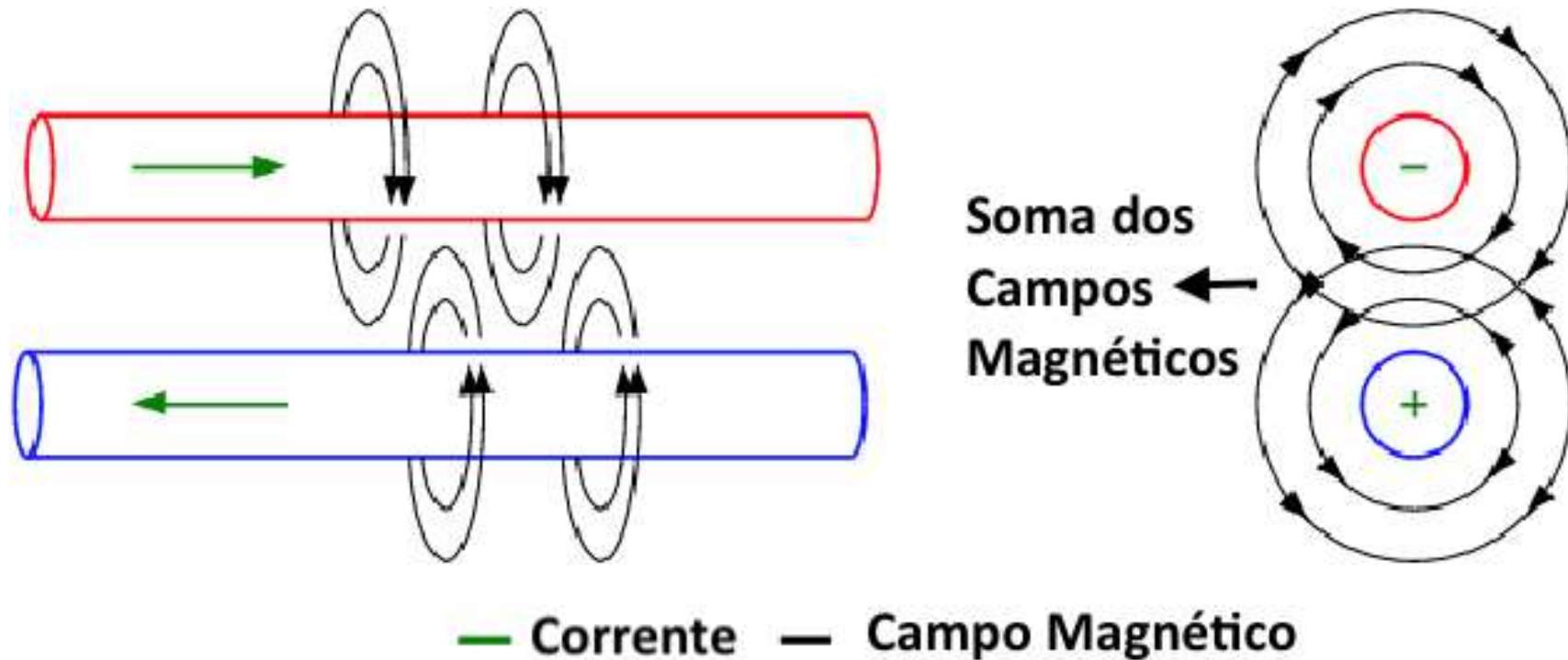
Construção simples (e barata), constituída de pares de fios trançados em torno de seu próprio eixo;

O trançado dos fios aumenta o efeito "indutor" do cabo, que somado à resistência elétrica dos condutores, e à capacitância formada entre os condutores, determina as características elétricas principais do meio físico, como por exemplo a impedância.

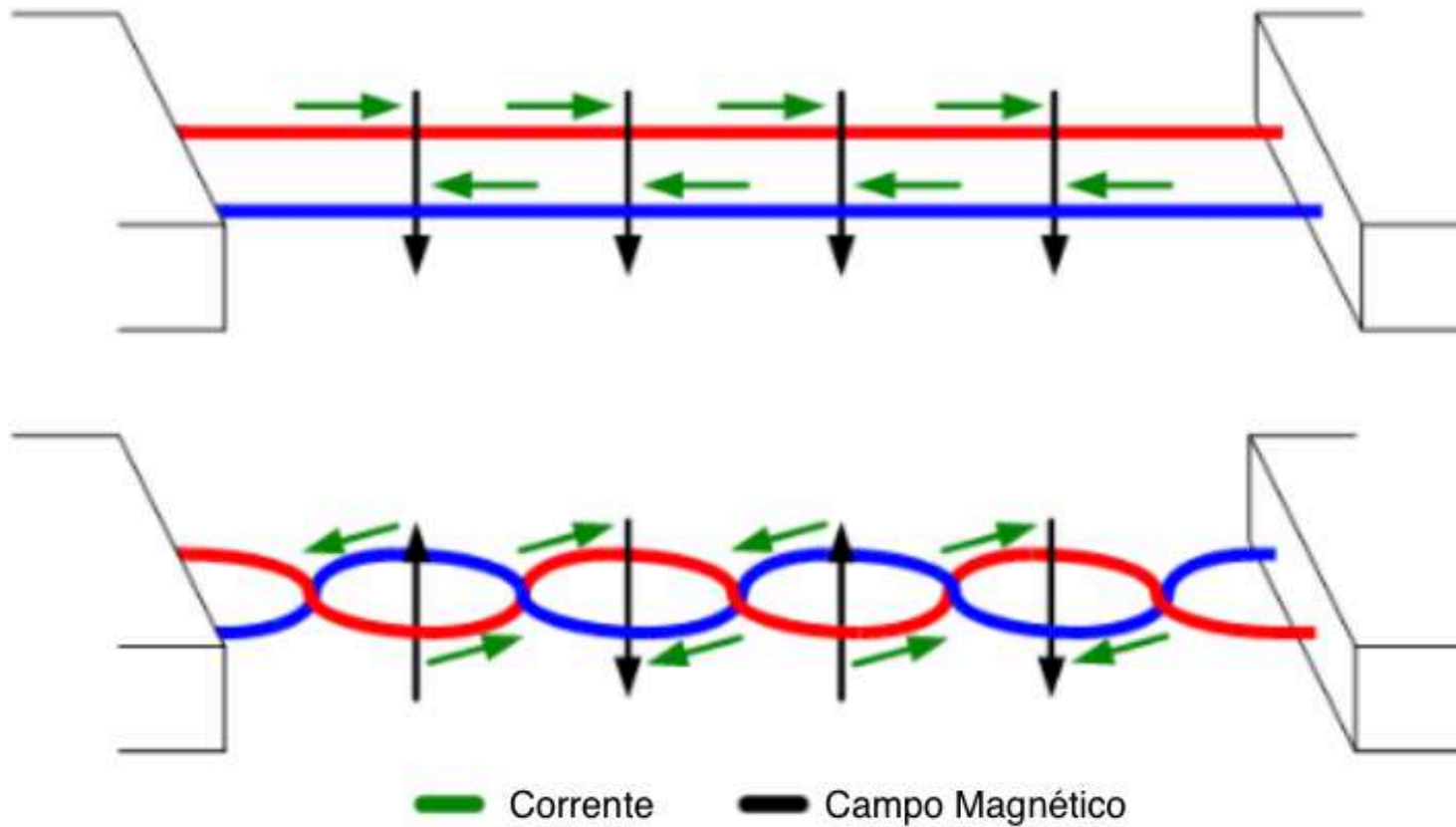
Além das características descritas na figura, outros fatores menores que podem influenciar no desempenho e operação do meio físico, como formato da seção do condutor, e até mesmo o pigmento (e a cor) do isolante dos condutores internos;



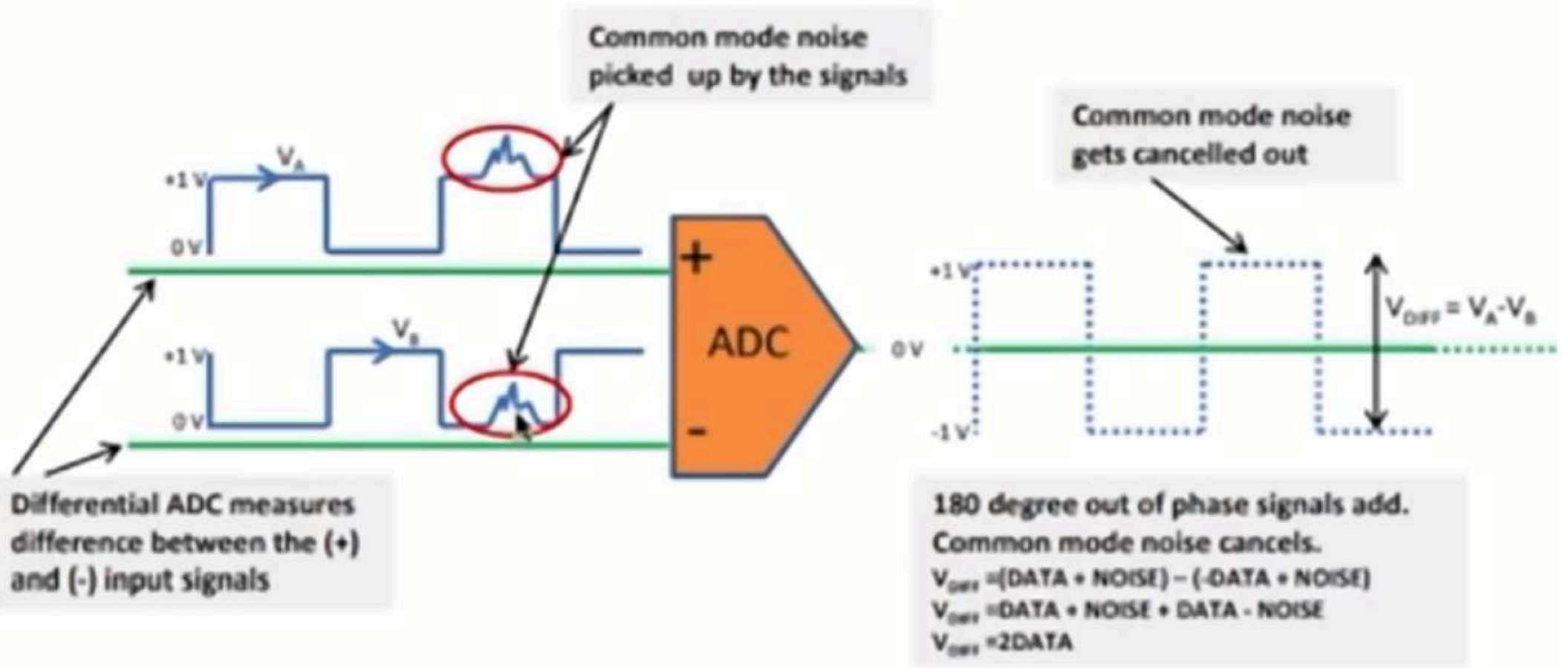
Cabo UTP - Por que ele é trançado (*Twisted*) ?



Cabo UTP - Por que ele é trançado (*Twisted*) ?



Cabo UTP - Transmissão Balanceada



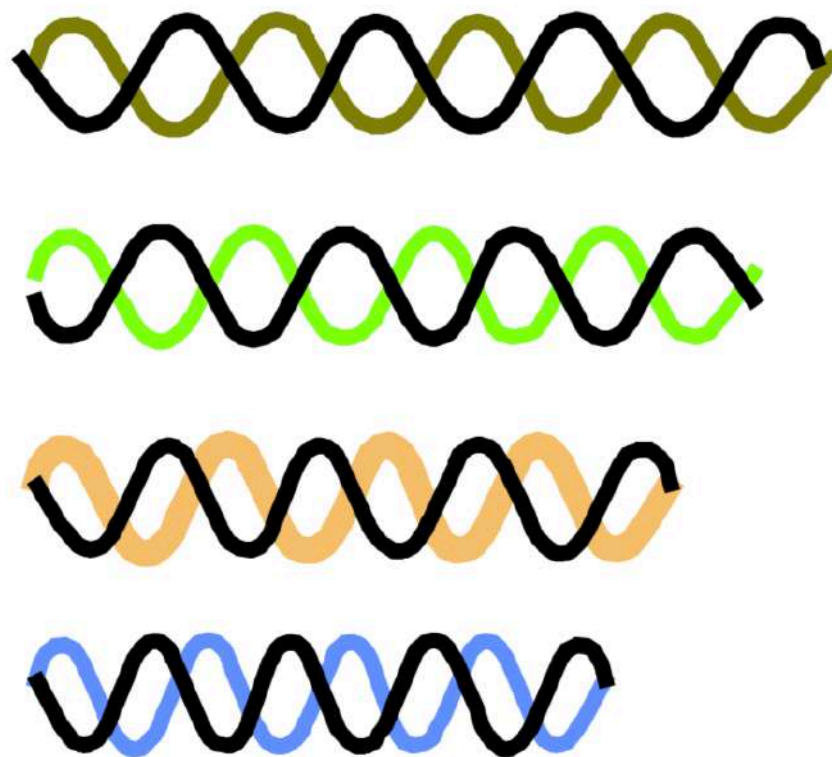
Cabo UTP - Diferença entre os trançados

Trançados iguais poderiam provocar um paralelismo indesejável;

A solução - trançar cada par com um passo diferente - reduz a interferência;

No entanto, com trançados diferentes, teríamos diferentes comprimentos para os diferentes pares do mesmo cabo;

A solução é contornar as diferenças de comprimento incluindo atrasos diferentes para cada par na transmissão. Para identificar os pares corretos, evitando erros, foi criado um padrão internacional de cores.



Cabo UTP - Categorias

Categoria	f(MHz)	Aplicações
3	16	Telefonia; Ethernet (10Mbps)
4	20	Token-Ring (4 ou 16Mbps)
5	100	Fast Ethernet (100Mbps) *1
5E	155	Fast Ethernet (100Mbps), Gigabit *1
6	200	Gigabit Ethernet (1Gbps), 10Gigabit *1
6A	350	10Gigabit Ethernet (10Gbps)
7 >	>350	Suportadas em STP

Cabo UTP - Classificação Flamabilidade e Fumaça

CMX - Instalações residenciais, ou de pequenos escritórios

CM - Instalações com poucos, ou nenhum trecho vertical

CMR - Instalações com trechos verticais (R= *riser*)

CMP - Instalações em ambiente crítico (P= Plenum)

LSZH - Low Smoke Zero Halogen

Cabo UTP - Classificação Flamabilidade e Fumaça

CARACTERÍSTICA	CMX	CM / COG	CMR / COR	CMP / COP	LSZH – 1	LSZH -3 (LSZH)
FLAMABILIDADE	REGULAR	BOM	EXCELENTE	EXCELENTE	REGULAR	BOM
GERAÇÃO DE FUMAÇA	RUIM	RUIM	RUIM	BOM	EXCELENTE	EXCELENTE
GASES TÓXICOS	RUIM	RUIM	RUIM	RUIM	EXCELENTE	EXCELENTE
CORROSIVIDADE DO GÁS	RUIM	RUIM	RUIM	PÉSSIMO	EXCELENTE	EXCELENTE
TEMPO DE FOGO	FOGO CONTÍNUO	00:17	00:03	00:01	05:13	00:01
RESISTÊNCIA À CHAMA	NENHUMA RESISTÊNCIA	RUIM	BOM	MUITO BOM	PÉSSIMO	MUITO BOM
Exemplo de Aplicação	Uso Limitado	Uso Geral	Uso em Shafts	Uso em Espaço Plenum (confinado)	Uso Geral	Uso Geral com Grande Concentração de Pessoas

CMX: CABO METÁLICO GENÉRICO
 CM: CABO METÁLICO
 COG: CABO ÓPTICO GERAL

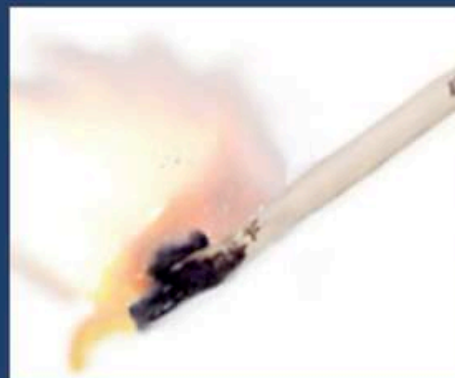
CMR: CABO METÁLICO RISER
 COR: CABO ÓPTICO RISER
 CMP: CABO METÁLICO PLENUM

COP: CABO ÓPTICO PLENUM
 LSZH: LOW SMOKE ZERO HALOGEN
 LSZH-1: IEC 60332-1
 LSZH-3: IEC 60332-3

Teste de Flamabilidade (vídeo)

TESTE DE FLAMABILIDADE DE CABOS DE REDE

CMX - CM - CMR - CMP - LSZH-1 - LSZH-3



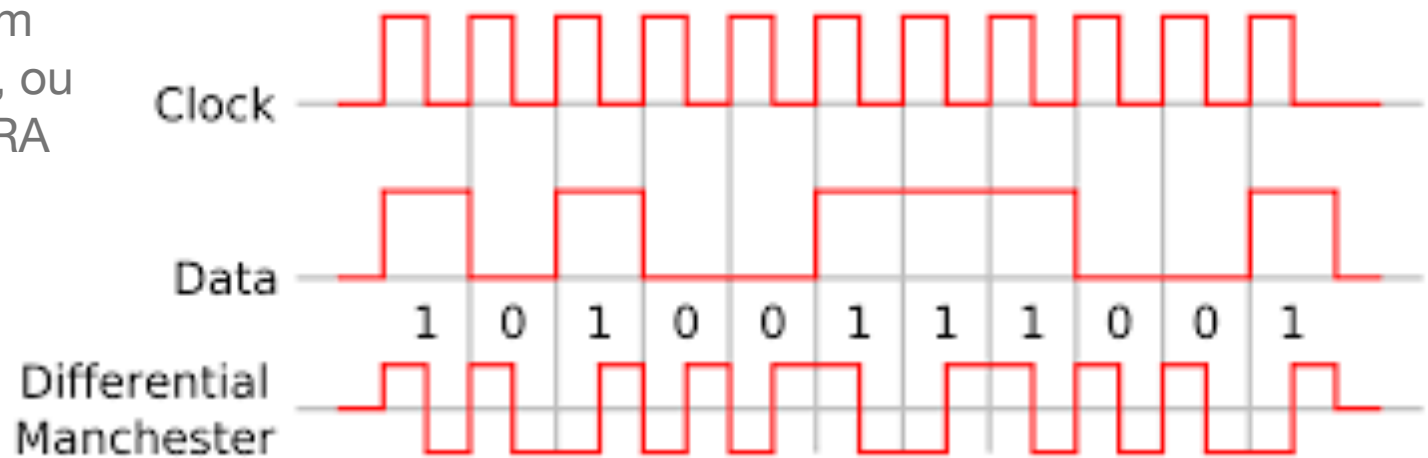
Cabo UTP - Atenuação

Como não existe condutor perfeito, qualquer cabo, inclusive o UTP, oferece resistência à passagem da corrente elétrica;

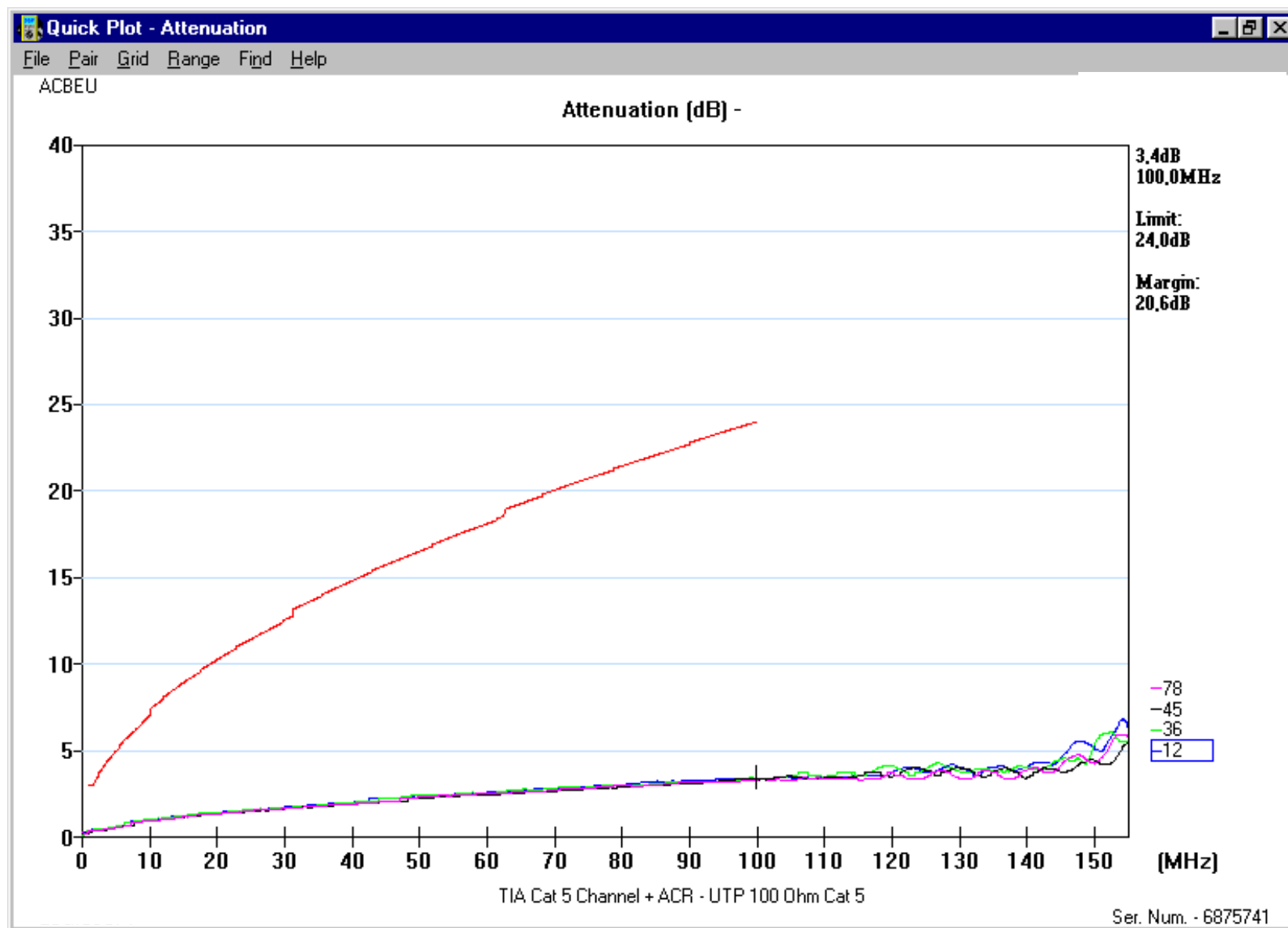
Considerando que os sinais são alternados (série de pulsos quadrados codificados conforma a codificação Manchester diferencial), haverá alteração da atenuação em função da frequência do sinal injetado;

A tendência é o **CRESCIMENTO** da atenuação à medida em que a frequência sobe, ou seja, a atenuação **PIORA** com o aumento da frequência;

Atenuação reduz a potência do sinal no receptor, e não pode ultrapassar o valor determinado pela norma EIA/TIA568.



Atenuação - Gráfico obtido no teste



Cabo UTP - NEXT

A transmissão de sinais elétricos por qualquer um dos pares de um cabo onde coexistem outros pares provoca a indução de corrente elétrica nos demais pares

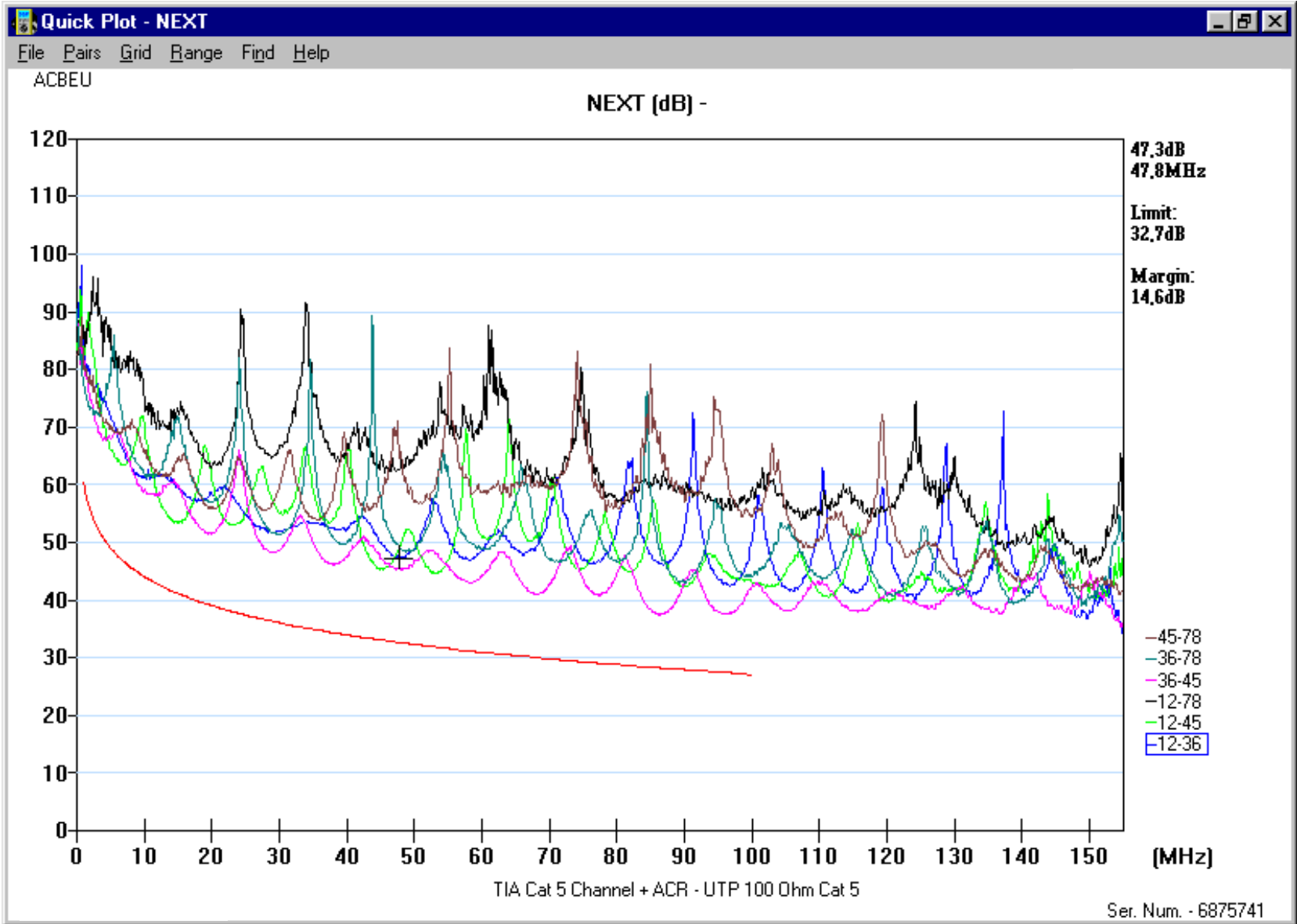
Este efeito é conhecido como “cross-talk” (em português, “linha cruzada”)

No entanto, o cross-talk afeta linhas telefônicas, que são diferentes de conexões de dados. Nos cabos de dados, o efeito envolve extremidades opostas, e recebe o nome de Near End cross Talk, ou NEXT.

Quanto maior a frequência do sinal que passa por um par, maior será a interferência gerada nos pares adjacentes, devido à maior “transparência” de sinais com frequência mais elevada;

O NEXT é medido como a relação entre as potências do sinal e da interferência, logo valores mais altos são desejáveis. NEXTs menores são piores.

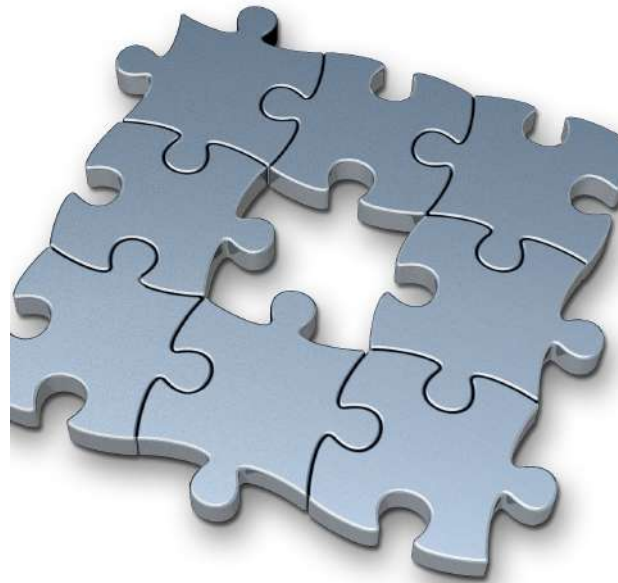
NEXT - Gráfico obtido no teste



Cabos UTP - Fatos às vezes desconhecidos ...



O cabo UTP é muito sensível. Cabos esticados, prensados, esmagados sofrem mais interferência, geram atrasos e podem inclusive falhar.



Todos os componentes são essenciais. Economizar componentes intermediários normalmente provoca falhas, muitas vezes graves.



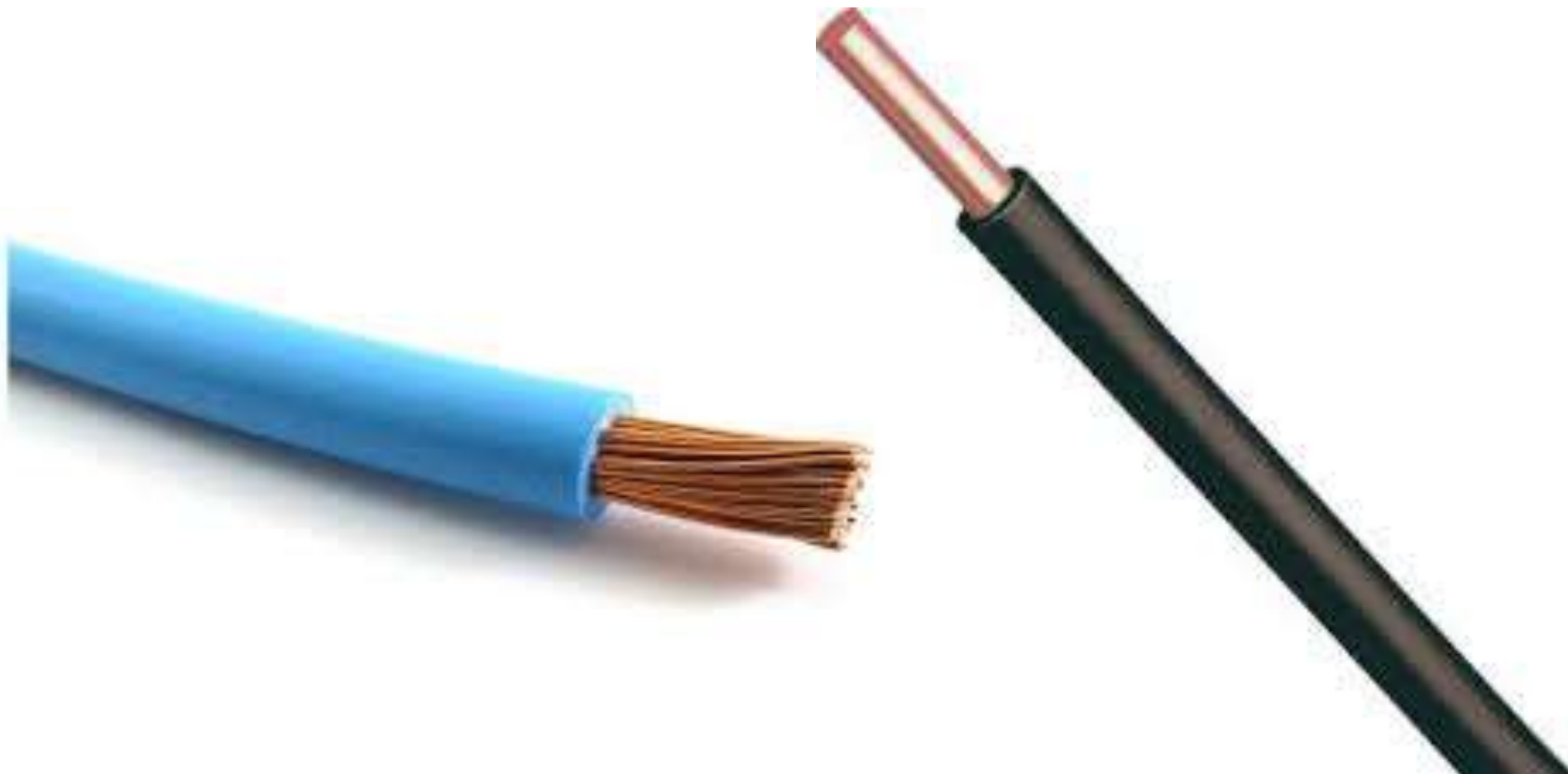
A topologia precisa ser mantida cuidadosamente. Muitos níveis hierárquicos podem provocar problemas sérios no projeto, afetando para sempre a sua performance e estabilidade.

Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?

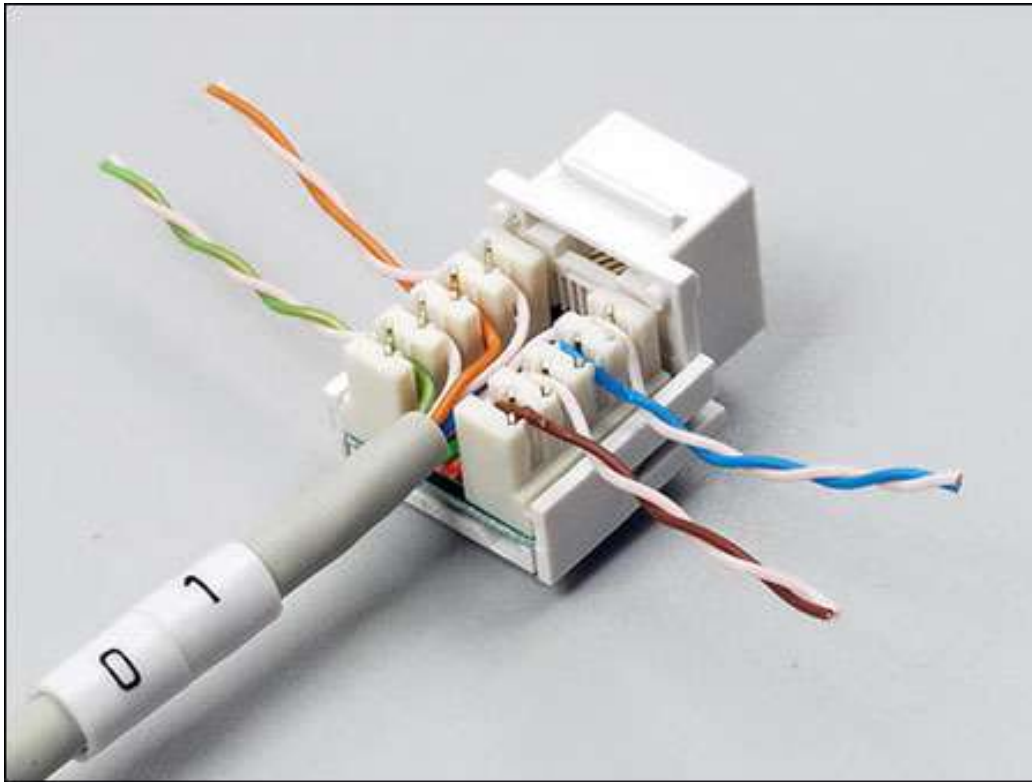


O *patch cord* conecta o seu computador à tomada de rede de sua área de trabalho.

Rígido X Flexível



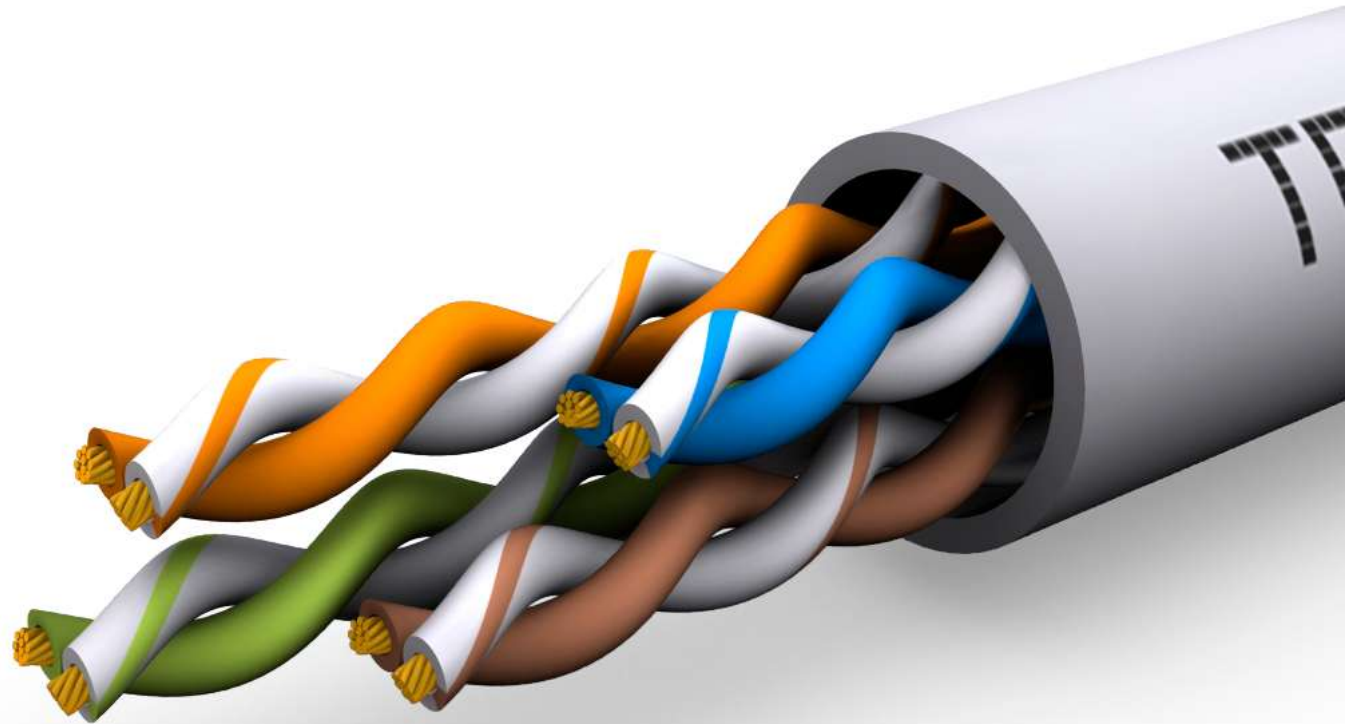
Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?



A tomada fêmea conecta o *patch cord* ao cabo horizontal, garantindo um contato de qualidade.

Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?

O cabo horizontal UTP garante o encaminhamento do sinal elétrico entre o *switch* e o seu computador.



Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?



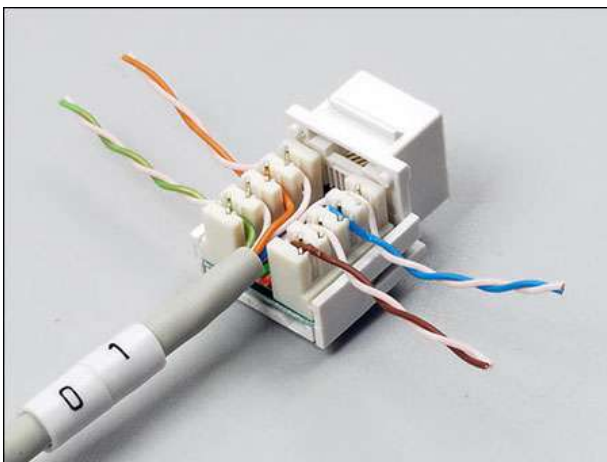
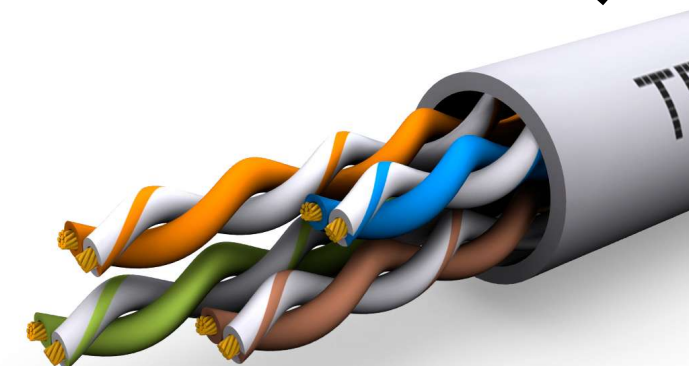
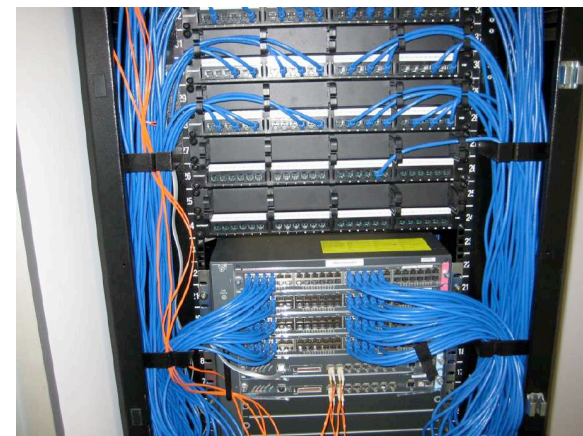
O *patch panel* concentra as conexões dos cabos horizontais, garantindo a conexão adequada ao *switch*.

Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?

O patch cord (novamente) conecta o patch pannel ao switch.

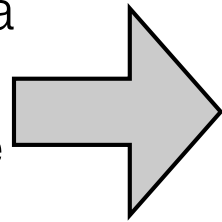


Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?

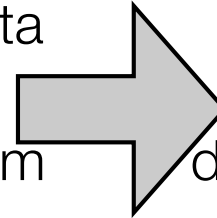


Cabos UTP - Quais são os componentes básicos?

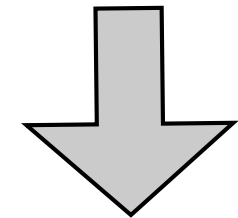
O *patch cord* conecta o seu computador à tomada de rede de sua área de trabalho.



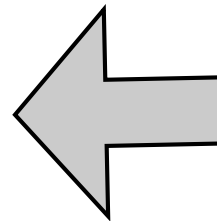
A tomada fêmea conecta o *patch cord* ao cabo horizontal, garantindo um contato de qualidade.



O cabo horizontal UTP garante o encaminhamento do sinal elétrico entre o *switch* e o seu computador.



O *patch cord* (novamente) conecta o *patch pannel* ao *switch*.



O *patch pannel* concentra as conexões dos cabos horizontais, garantindo a conexão adequada ao *switch*.

O que acontece se forem retirados?

- O *patch cord* e a tomada fêmea próximos ao usuário?
- O *patch pannel* e os *patch cords* do ponto de concentração?

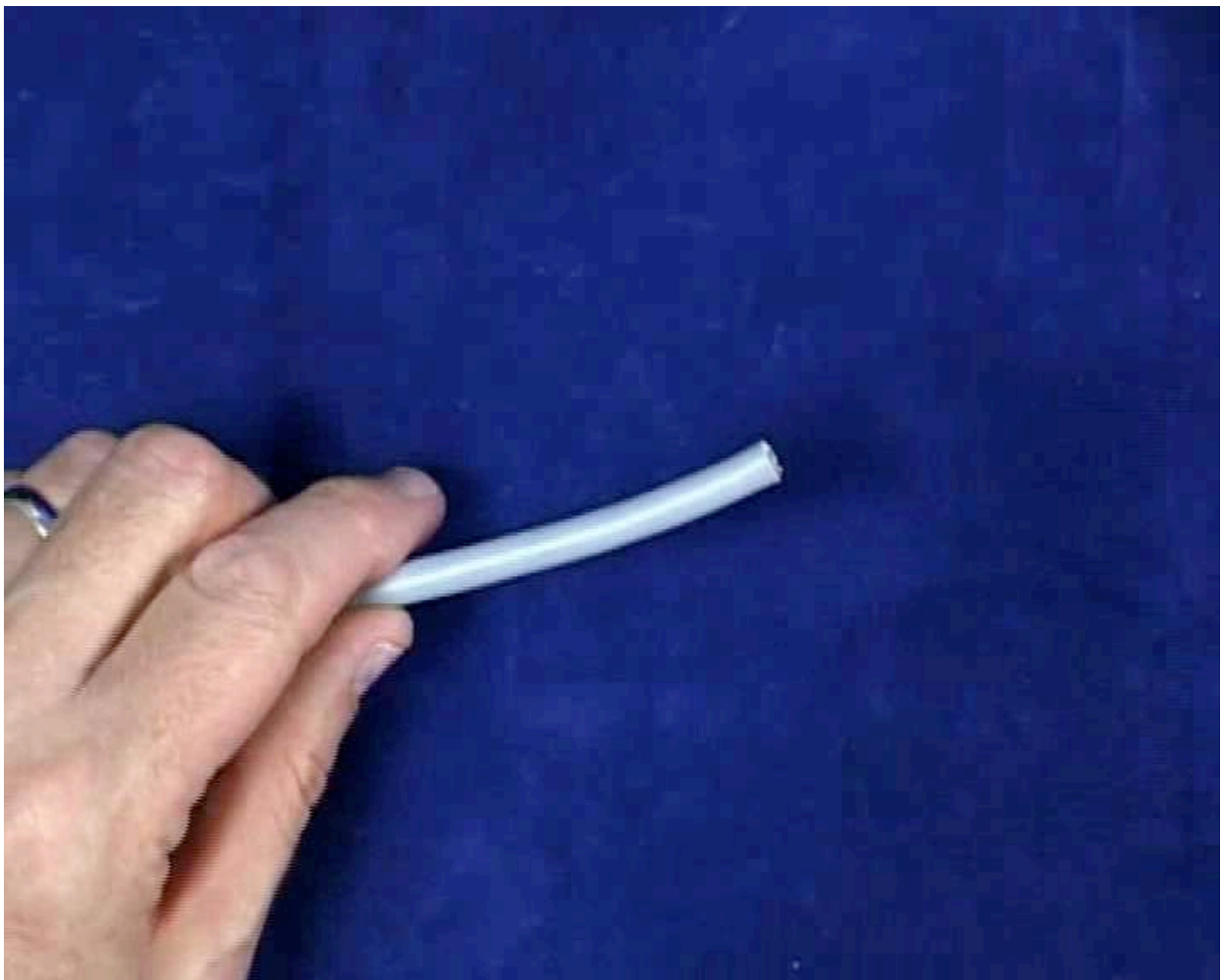
O que acontece se forem retirados?

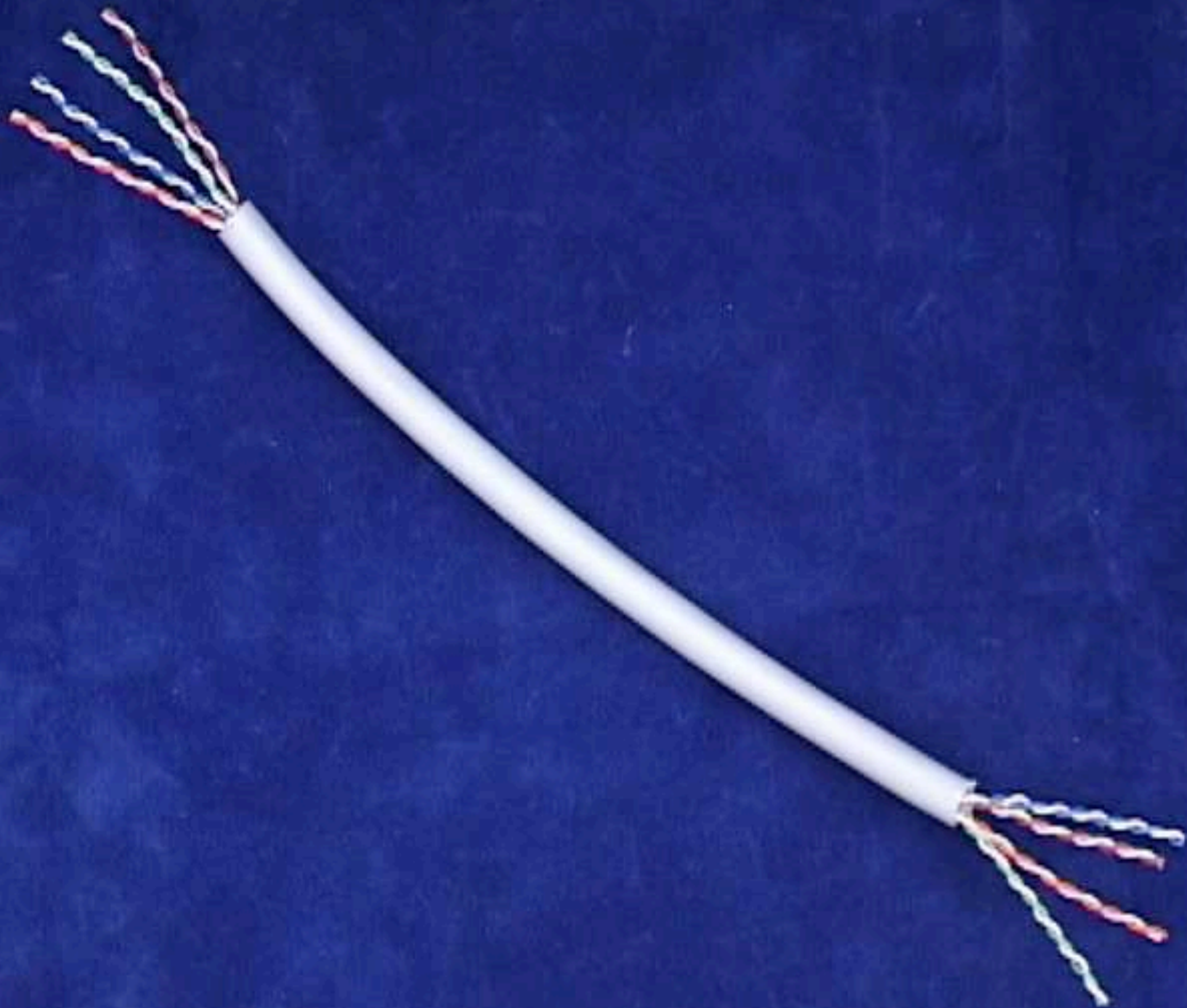
- O *patch cord* e a tomada fêmea próximos ao usuário?
 - Para eliminar o *patch cord*, seria obrigatório também retirar a tomada fêmea, conectando o cabo horizontal diretamente ao computador
 - Para ligar a sua TV na energia elétrica, você usa uma tomada e um cabo de força?!?
 - O cabo horizontal é rígido, e não está preparado para a conexão direta ao conector de oito vias (RJ-45), provocando falhas de contato e oxidação mesmo quando montado cuidadosamente
 - Para ligar o seu aparelho de ar-condicionado, você faria uma emenda no cabo de força, ou ficaria preocupado com um possível incêndio?!?
- O *patch pannel* e os *patch cords* do ponto de concentração?

O que acontece se forem retirados?

- O *patch cord* e a tomada fêmea próximos ao usuário?
- O *patch pannel* e os *patch cords* do ponto de concentração?
 - Para eliminar o patch pannel, seria obrigatório também retirar o patch cord, conectando o cabo horizontal diretamente ao switch
 - Para ligar o circuito de força das tomadas ao cabo da Coelba, você faria uma emenda ao invés de um quadro de força com disjuntores?!?

Alguns vídeos de montagem



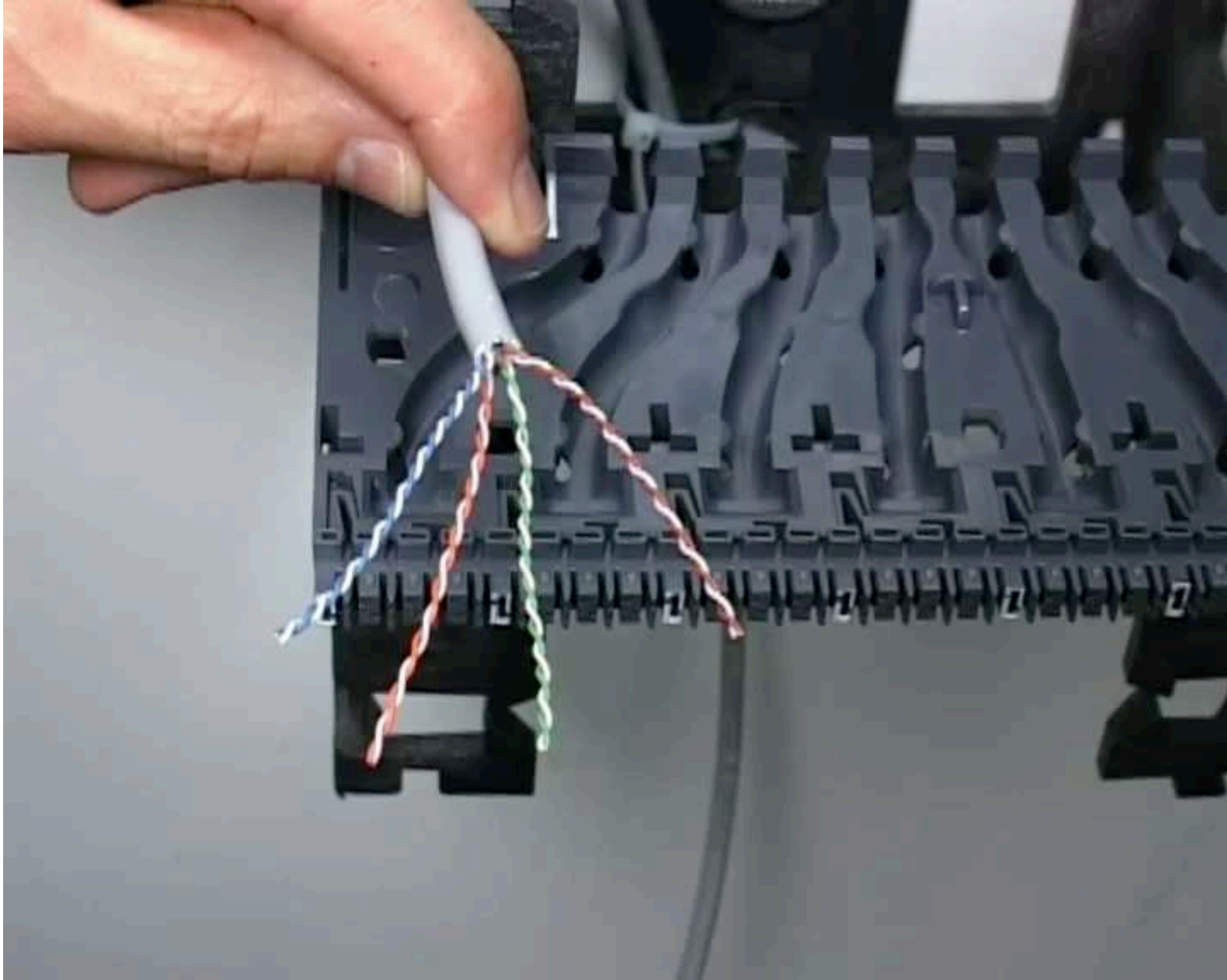


360 PATCHMAX GS



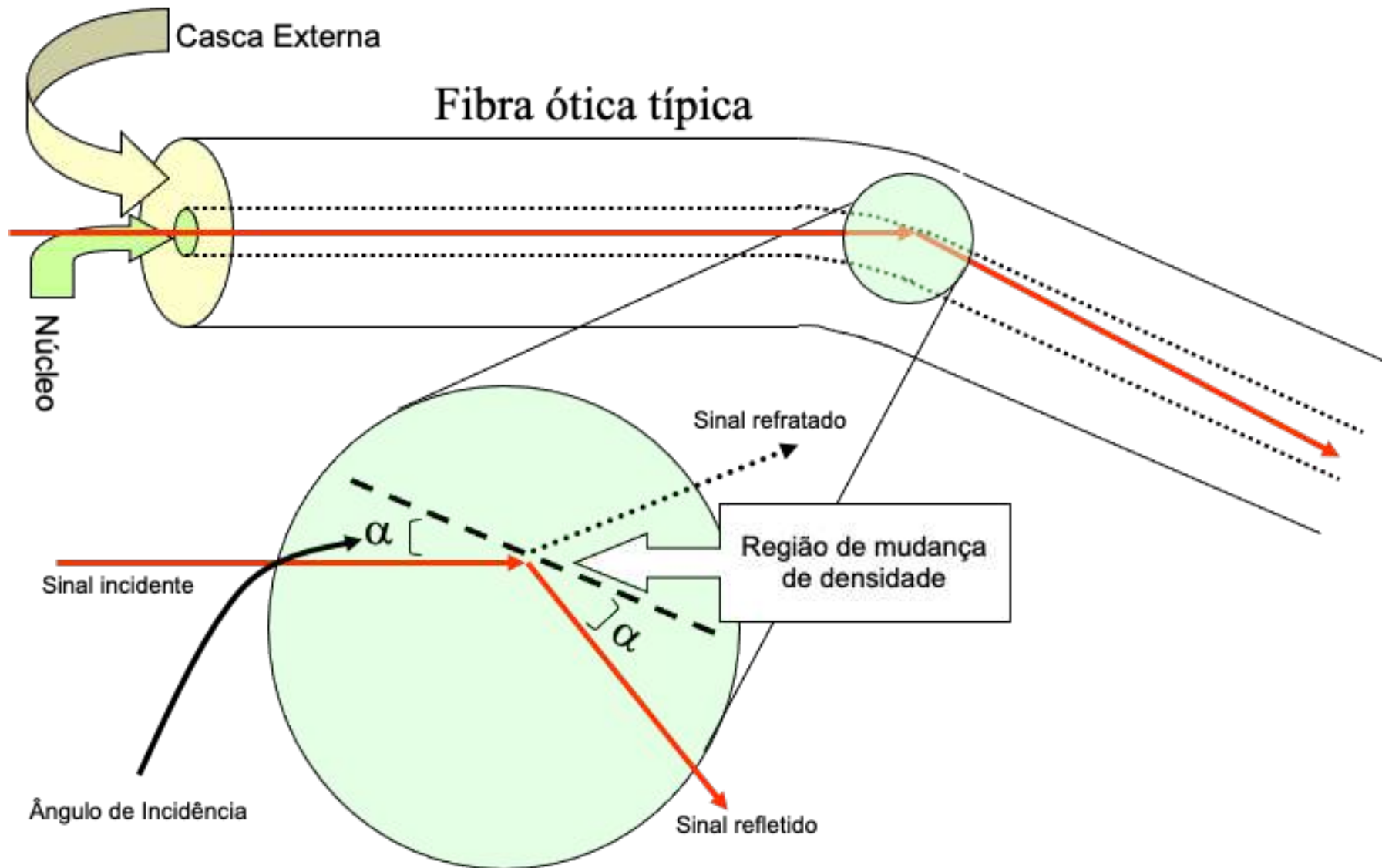
360 1100 GS







Fibras Óticas: conceitos básicos



Fibras Óticas: classificação

Multimodo (MM-multimode)

Núcleo com diâmetro entre 50 e 75 μm (típico 50 e 62,5 μm);

Suporta múltiplos feixes (da mesma luz) simultâneos;

Diferentes números de reflexões provocam diferentes tempos de propagação, ocasionando distorção;

Distorção Modal limita distância e/ou taxa de transferência máximas.

Monomodo (SM-single mode)

Núcleo com diâmetro entre 8 e 10 μm (típico 9 μm);

Todos os feixes convergem para um único feixe;

Não possui distorção modal, permitindo alcance de até 60km em cabos especiais.

Fibras Ópticas: tipos de FO Multimodo (MM)

OM1	Sinais de 850 ou 1300nm, fibra de 62,5/125 μ m, banda de 200/500MHz*km (<i>atualmente obsoletos</i>)
OM2	Sinais de 850 ou 1300nm, fibra de 50/125 μ m, banda de 500/500MHz*km
OM3	Sinais de 1300nm, fibra de 50/125 μ m, banda de 2GHz*km, projetadas para transmissões a 10Gbps a até 300m de alcance.
OM4	Sinais de 1300nm, fibra de 50/125 μ m, banda de 4,7GHz*km, projetadas para transmissões a 10 Gbps (550m), 40 ou 100Gbps.
OM5	Sinais de 1300nm, fibra de 50/125 μ m, banda de 28GHz*km, projetadas para transmissões a 40 ou 100Gbps.

Fibras Óticas: tipos de FO Monomodo (SM)

OS1	<p>Sinais de 1300 ou 1550nm com atenuação máxima de até 1 dB/km, distâncias inferiores a 2km, tipicamente em ambiente internos;</p> <p>Abrangem fibras convencionais (ITU-T G.652A/B), e também fibras LWP (ITU-T G.652C/D) - <i>veremos depois o conceito de LWP.</i></p>
OS2	<p>Apenas fibras óticas LWP. São adequadas para multiplexação ótica (CWDM e DWDM), e com baixa atenuação, tem alcances bem elevados. O comportamento muda com o tipo de sinal:</p> <p>Sinais de 1300nm: atenuação de até 0,4 dB/km, alcance de 25km (gigabit) ou 5~10km (10gigabit). Definida na ISO/IEC 11801;</p> <p>Sinais de 1550nm: atenuação de até 0,3 dB/km, alcance de 80km (gigabit) ou 30~40km (10gigabit). Definida na ISO/IEC 24702.</p>

Fibras Óticas: riscos à saúde

Exposição dos olhos (operação)

Sinal é invisível (infravermelho), mas parte do espectro é visível;
Potência pode ser elevada; neste caso o risco é MUITO elevado.

Fragmentos de fibra (instalação)

Praticamente invisíveis (muito transparentes e muito pequenos);
É vidro, e portanto perfuro-cortante.

Materiais de infraestrutura do cabo

Repelentes de água tóxicos;
Proteção contra roedores pode ser cortante.

Fibras Óticas: riscos à saúde

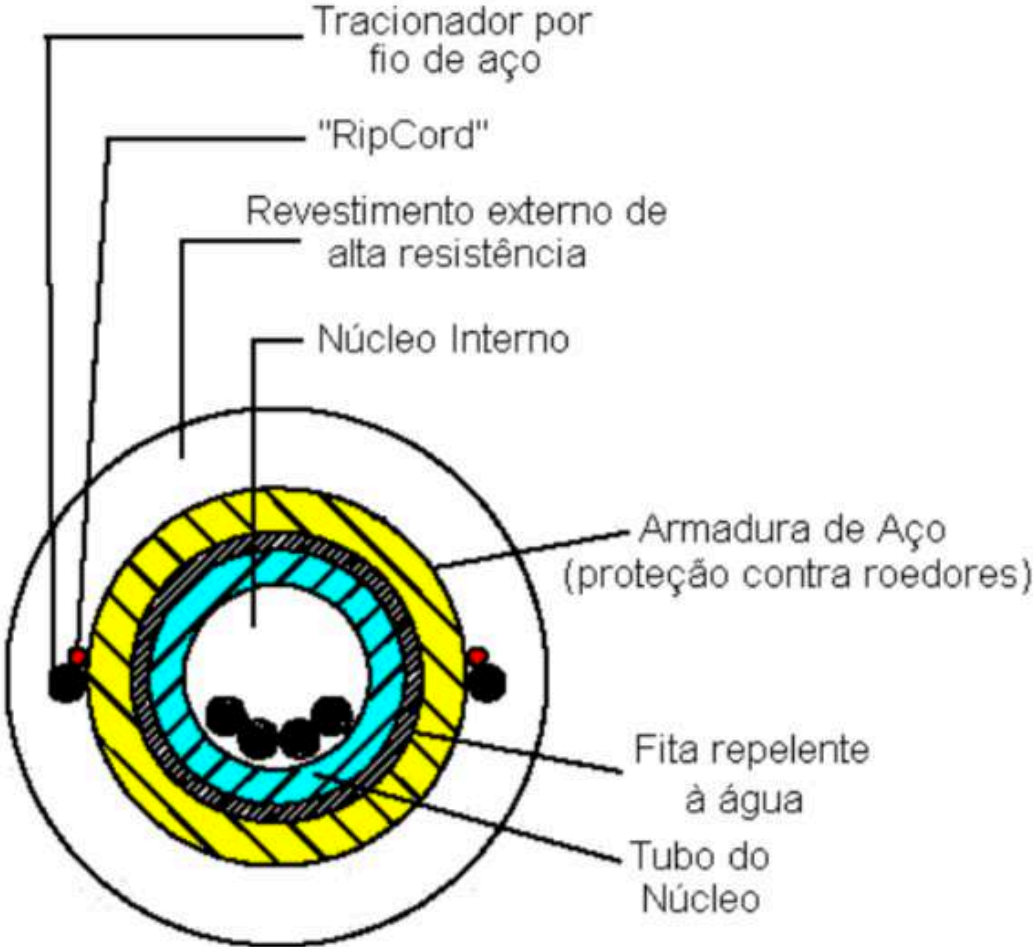
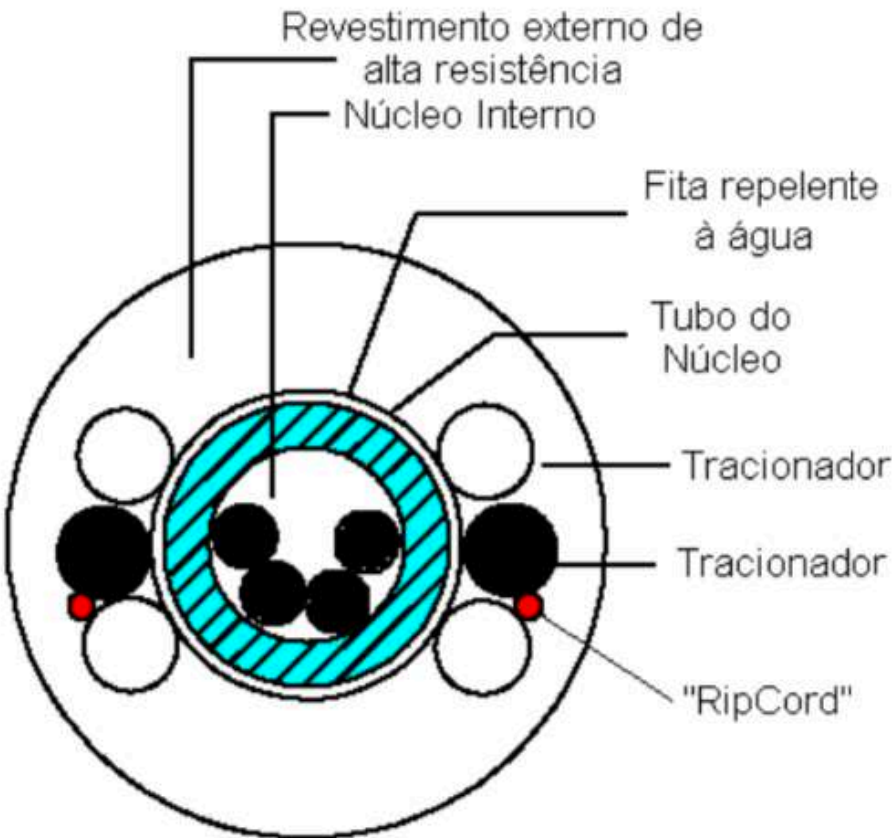
Aterramento dos elementos condutores (operação)

Alguns cabos contém condutores internos (tracionadores e/ou malha de proteção contra roedores);

A condução de cabos óticos junto a cabos elétricos não é incomum;

Descargas atmosféricas também podem ser perigosas.













Fibras Óticas: detalhes construtivos














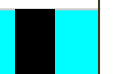
Fibras Óticas: padrões de cores

Cabos de FO tipicamente contém diversas FO













Para identificar cada FO, é utilizada um cor, segundo a norma TIA-598-D;

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											
Azul	Laranja	Verde	Marron	Cinza	Branco	Vermelho	Preto	Amarelo	Roxo	Rosa	Água

Em cabos com mais de 12 FO, temos as mesmas cores, com uma faixa preta no meio (exceto no caso da cor preta, onde a faixa é branca).

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
											
Azul	Laranja	Verde	Marron	Cinza	Branco	Vermelho	Preto	Amarelo	Roxo	Rosa	Água

Em cabos com 25 a 36 FO, temos as mesmas cores, com duas faixas pretas no meio (a mesma exceção aplica-se à cor preta).

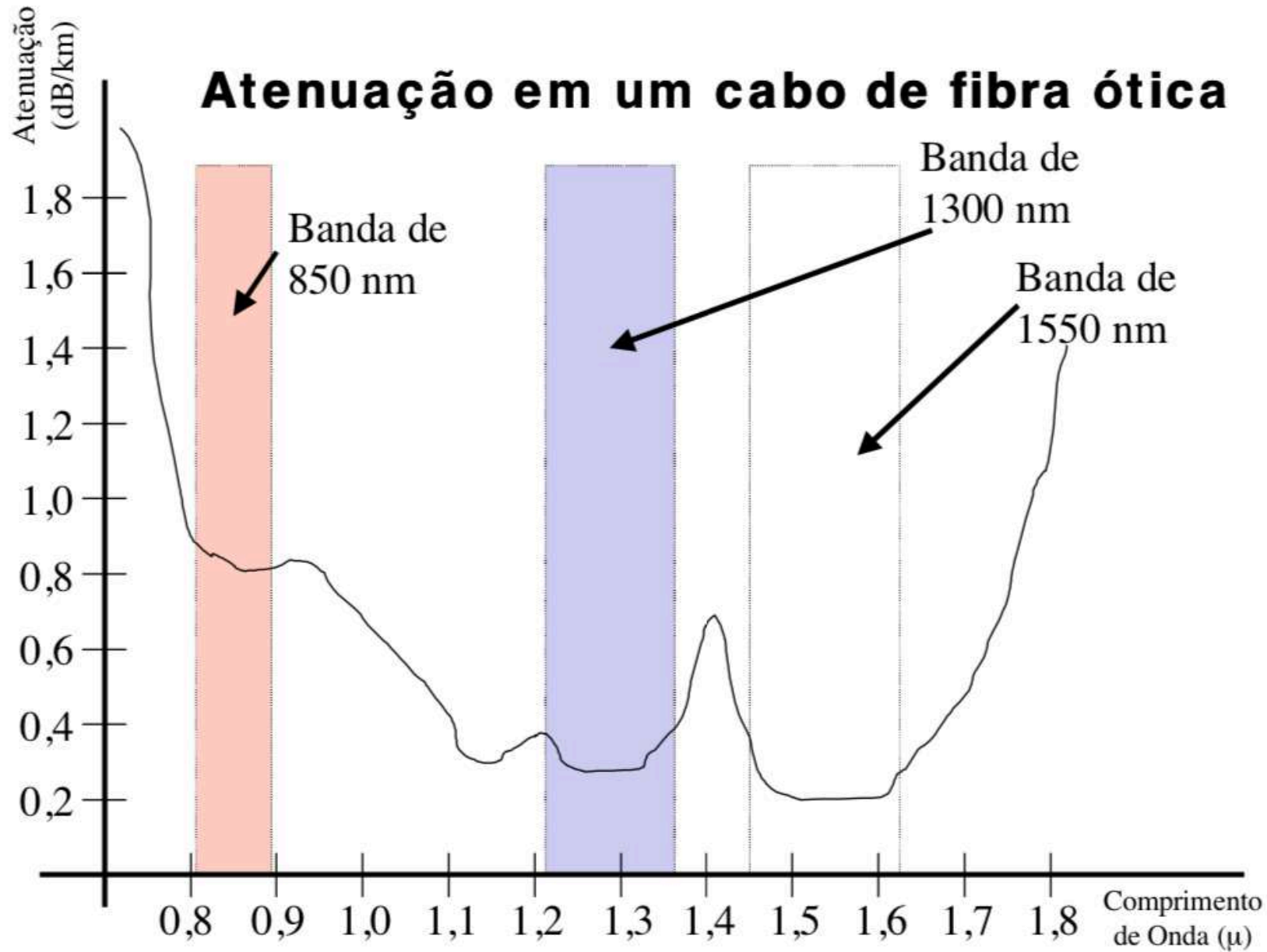
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
											
Azul	Laranja	Verde	Marron	Cinza	Branco	Vermelho	Preto	Amarelo	Roxo	Rosa	Água

Fibras Óticas: cores para cordões óticos

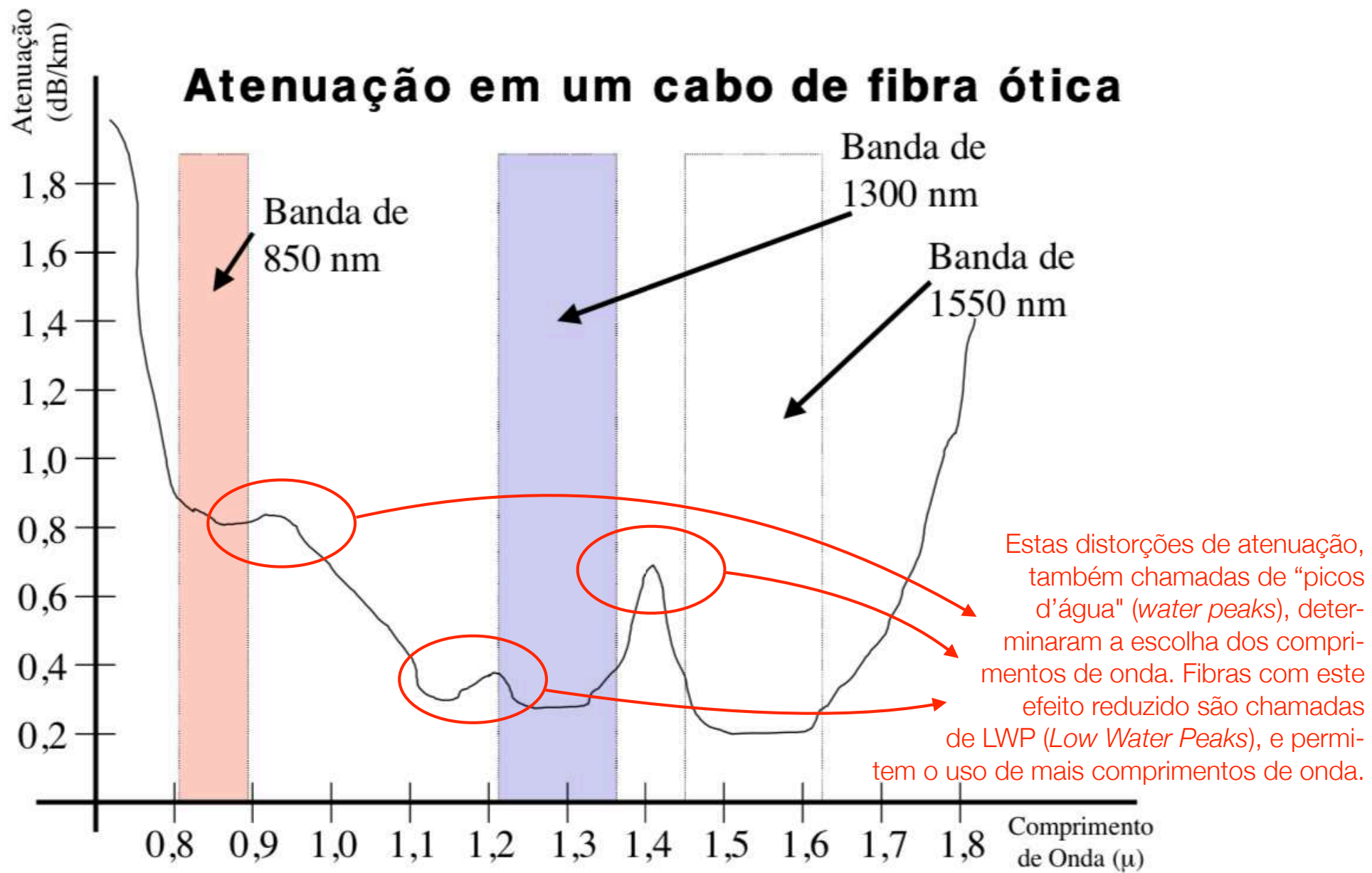
Cordões óticos têm cores que identificam o tipo de FO

Multimodo 62,5/125 μm	OM1	Laranja
Multimodo 50/125 μm	OM2	Laranja
Multimodo 50/125 μm otimizado para 850nm	OM3	Água
Multimodo 50/125 μm otimizado para 850nm (com suporte a maiores distâncias)	OM4	Água Violeta
Multimodo 50/125 μm otimizado para SWDM	OM5	Verde Musgo
Monomodo ~8-10 / 125 μm	OS1/OS2	Amarelo

Fibras Ópticas: Curva de Atenuação Típica



Fibras Ópticas: Curva de Atenuação Típica



Fibras Óticas: conectorização

SMA

Muita antiga, entrou em desuso. Fixa por torção.



ST

Antiga, mas ainda pode ser encontrada. Fixa por torção parcial (conector “baioneta”).



SC

Comum, embora ocupe muito espaço. Fixa por pressão.



LC

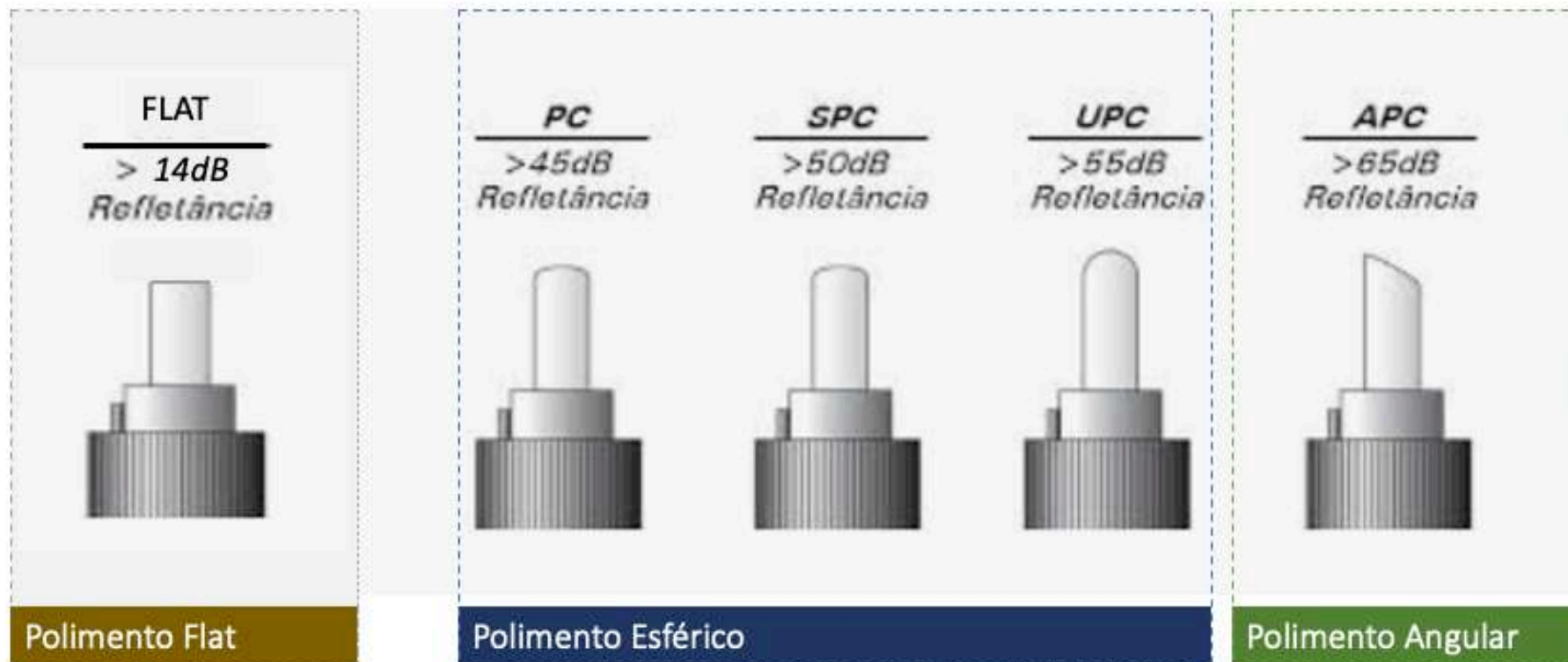
Recente, é similar ao RJ-11 (telefonia). Fixa por encaixe.



Fibras Óticas: Tipos de Polimento

A técnica utilizada para o polimento determina a geometria do ponto de conexão. *(lembre que a perda é negativa, pois representa a comparação em dB do sinal refletido com o sinal original, ou seja, quanto maior o número em dB, menor a perda);*

Conectores com polimentos diferentes não devem ser acoplados !

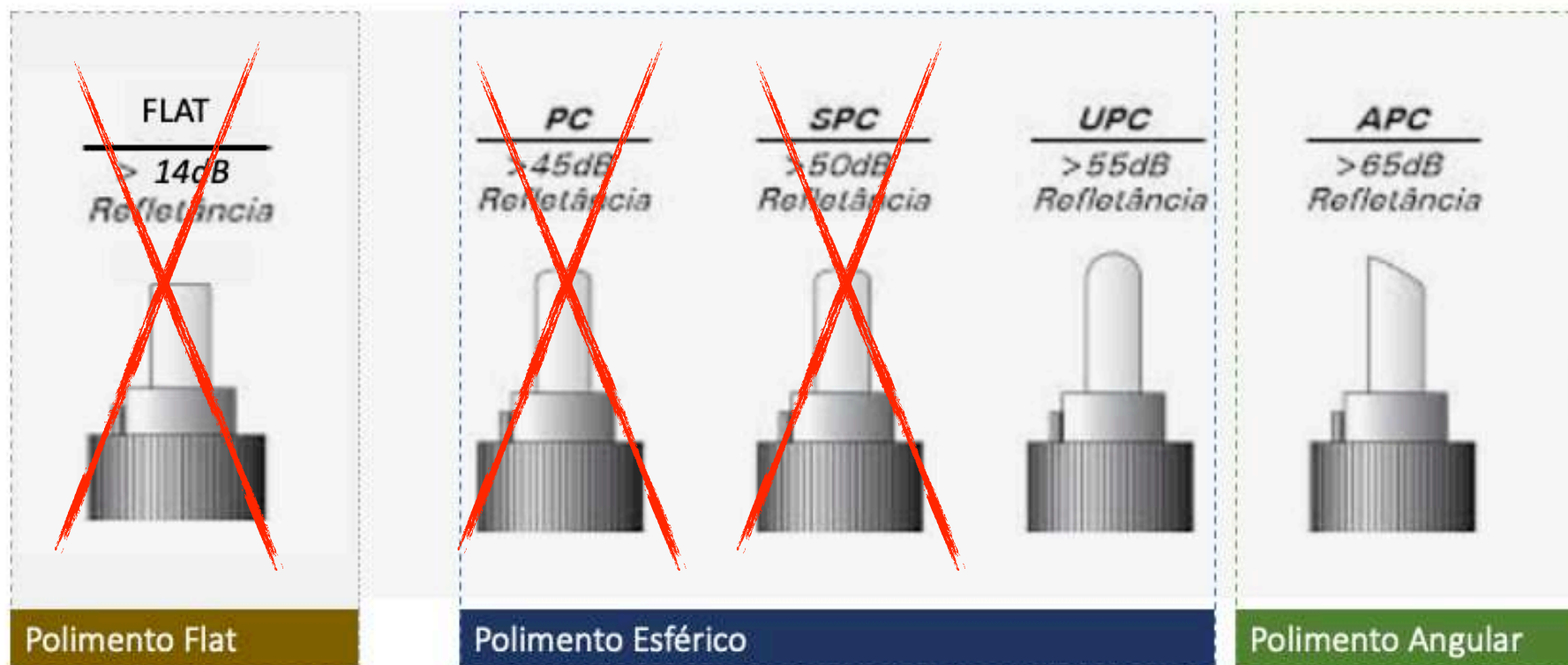


Fibras Óticas: Tipos de Polimento

A técnica utilizada para o polimento determina a geometria do ponto de conexão. *(lembre que a perda é negativa, pois representa a comparação em dB do sinal refletido com o sinal original, ou seja, quanto maior o número em dB, menor a perda);*

Conectores com polimentos diferentes não devem ser acoplados !

(*) Entraram em desuso, UPC e APC oferecem menor perda de inserção (0,15 a 0,30dB)



Fibras Óticas: Tipos de Polimento

A técnica utilizada para o polimento determina a geometria do ponto de conexão. *(lembre que a perda é negativa, pois representa a comparação em dB do sinal refletido com o sinal original, ou seja, quanto maior o número em dB, menor a perda);*

Conectores com polimentos diferentes não devem ser acoplados !

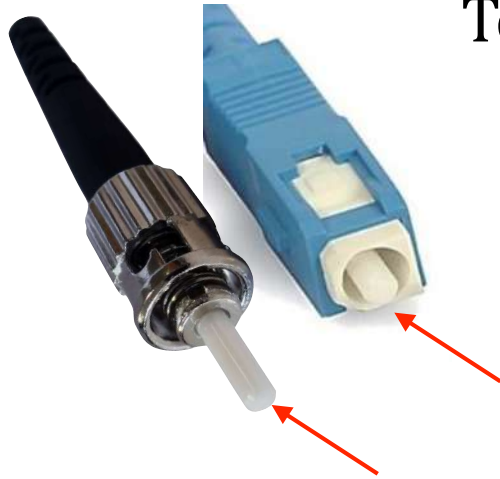
(*) Uso típico: *Em geral, o uso, UPC e APC oferecem menor perda de inserção (0,15 a 0,30dB)*

UPC: redes ethernet;

APC: GPON e telecomunicações.



Fibras Óticas: Polimento



Todo conector ótico possui um “ferrolho”

O ferrolho promove o acoplamento ótico entre as extremidades de duas fibras óticas, ou de uma fibra ótica com um equipamento transmissor/receptor de luz;

Como se trata de uma conexão mecânico/ótica, o acoplamento depende muito do polimento da extremidade do ferrolho:

O polimento do ferrolho afeta, entre outras, as seguintes propriedades da conexão:

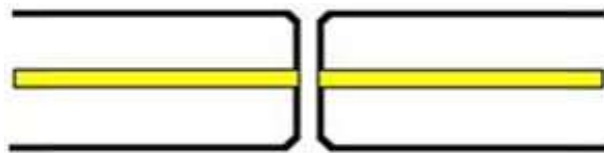
Perda de inserção: basicamente aumenta a atenuação na conexão, com perda de potência do sinal, redução de alcance e aumento da taxa de erro;

Perda de retorno: além de aumentar a atenuação, também provoca problemas em sistemas *full-duplex*, pela reflexão indevida de sinais.

Fibras Óticas: Polimento(perda de inserção)

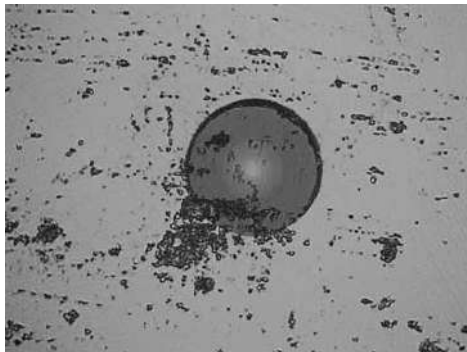
A perda de inserção é a atenuação do sinal ótico ao passar de um elemento para o outro na conexão. Entre as principais causas, temos:

Air Gap: devido a falhas no acoplamento, a luz precisa atravessar o ar por uma distância maior que a esperada, o que provoca espalhamento e perdas;



<https://www.blog.ipv7.com.br/polimento-de-conectores-opticos/>

Sujeira no ferrolho: partículas microscópicas de poeira e outros materiais pode impedir a transferência total da potência luminosa na conexão.



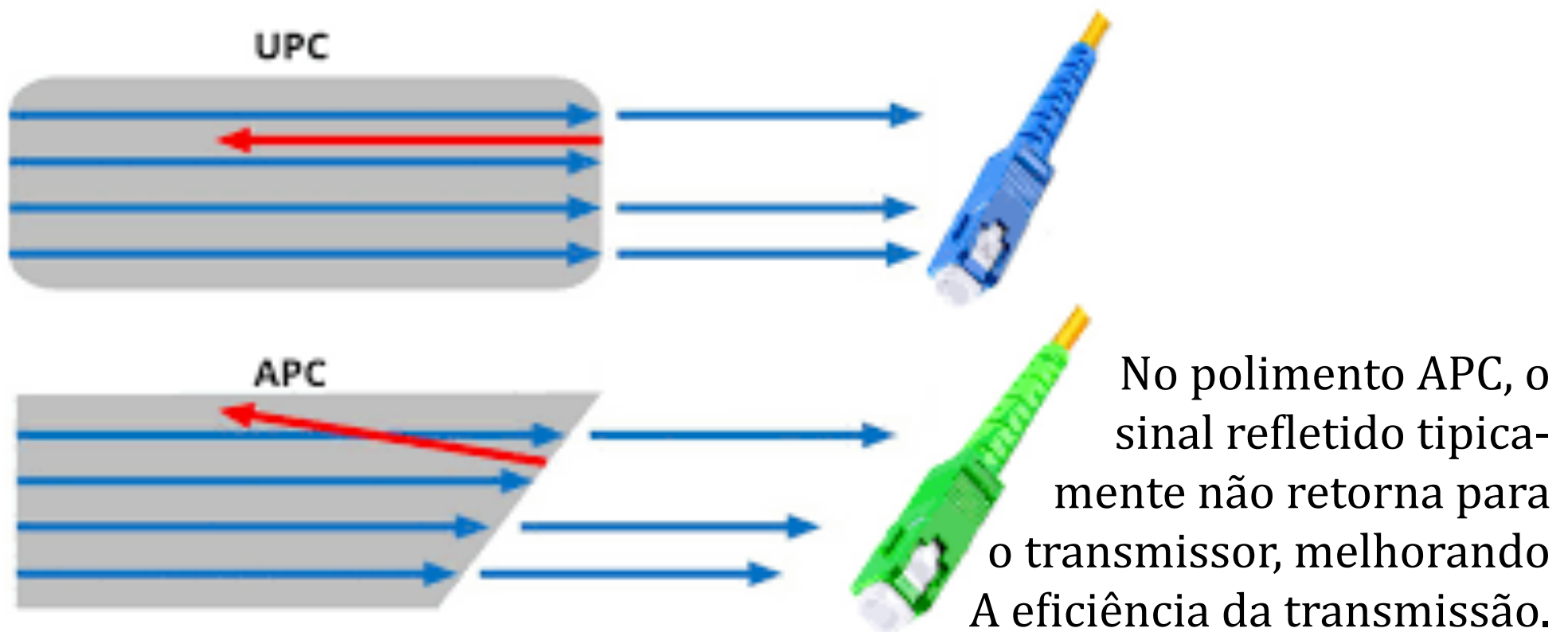
<https://www.thefoa.org/tech/ref/testing/test/scope.html>



<https://www.blackbox.com/en-nz/insights/technology/technology/2022/01/25/understanding-fiber-optic-cable-and-connector-colors>

Fibras Óticas: Polimento(perda de retorno)

A perda de retorno é causada pela reflexão parcial da luz no ponto de contato da conexão. A parte refletida é perdida, e pode inclusive voltar para o transmissor, causando problemas.



Fibras Óticas: cores dos conectores óticos

Tipo de polimento no conector e FO determina a cor:

OM1 62,5/125 μm	UPC	Bege
OM2 50/125 μm	UPC	Preto
OM3 50/125 μm	UPC	Água
OM4 50/125 μm	UPC	Água
OS1 9/125 μm	UPC	Azul
OS2 9/125 μm	APC	Verde

Emenda X Fusão

Inserem perdas e reflexões, logo ...

Ideal? Nenhuma das duas, logo, o projeto deve reduzir ao máximo as ocorrências;

Nas extremidades infelizmente são obrigatórias;

Conectores são polidos com técnicas muito especiais (PC, SPC, APC), que acabam privilegiando a fusão nas extremidades.

