Medições, Testes e Certificação

Instrutor: Marcos Antônio de Almeida **Corá**
E-mail: cora@feagri.unicamp.br

Porque certificar a rede cabeada?

CERTIFICAR:

- Assegurar; Passar certidão de;

[Fonte: *Michaelis – Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*]

A certificação consiste em colher parâmetros do cabeamento instalado que possibilitem demonstrar a qualidade geral do mesmo. Este processo de certificação deve ser realizado antes do Sistema em rede ser ativado.

Por que a rede deve ser certificada?

- ✓ Para medir parâmetros elétricos do cabo com base em normas;
- ✓ Detecção de falhas no cabeamento;
- ✓ Emissão de relatórios que irão fazer parte do “AS-BUILT”;
- ✓ Garantia para o cliente de que o cabeamento está normatizado;
- ✓ Garantia de que o cabeamento irá ter o desempenho a que se propõe.

Porque certificar a rede cabeada?

A certificação bem sucedida de uma rede de cabeamento estruturado só é possível com o atendimento de requisitos que se complementam, assegurando a integração no desempenho do sistema.

Quando a integração de qualidade entre **produto**, **projeto** e **serviço** é atingida, garante-se o desempenho esperado para o sistema.

Um "PASSA" assegura que o cabeamento não causará problemas de transmissão.

Equipamentos de Testes e Certificação

Deverá ser empregado equipamento de medição compatível com o meio a ser testado:

- Categoria 5e / Classe D
- Categoria 6 / Classe E
- Categoria 6A / Classe EA
- Categoria 7 / Classe F
- Categoria 7_A / Classe F_A

Equipamentos:

- Mapeador de fios (Wiremap) – **NÃO CERTIFICAM**
- Testador de cabos (Scanners) – **NÃO CERTIFICAM**
- Analisadores de Rede – **CERTIFICAM**
- OTDR (ópticos) – **CERTIFICAM**

Mapeador de Fios (Wiremap)

Não certificam. Apenas realizam um teste simples de verificação dos condutores. Verifica o mapa de fiação e identifica falhas por meio de LEDs, como circuitos abertos, curtos, pares cruzados, pares invertidos e pares divididos.

Testador de Cabos (MicroScanners)

Os microscanners também realizam todos os testes de mapa de fios como: verificação dos condutores, circuitos abertos, pares cruzados, pares invertidos e pares divididos, mas com a capacidade de exibir os resultados de wiremap em formato gráfico através de uma tela de LCD.

Também exibem o comprimento do cabo.

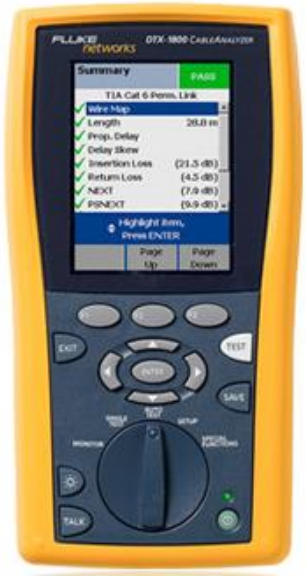
MicroScanner²

MicroScanner Pro

Analisadores de Rede (Certificador)

Certificador DTX-1800 CableAnalyzer da Fluke

Analisadores de Rede (Certificador)



Unidade Principal

Unidade Remota

Analisadores de Rede (Certificador)

Certificador **DSX-5000** da Fluke

- ✓ Velocidade incomparável para cabos Cat 6A, Classe F_A e todos os padrões atuais;
- ✓ Exibe graficamente a fonte de falhas;
- ✓ Interface de configuração e operação fáceis ao alcance das mãos de técnicos de todos os níveis;

OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*)

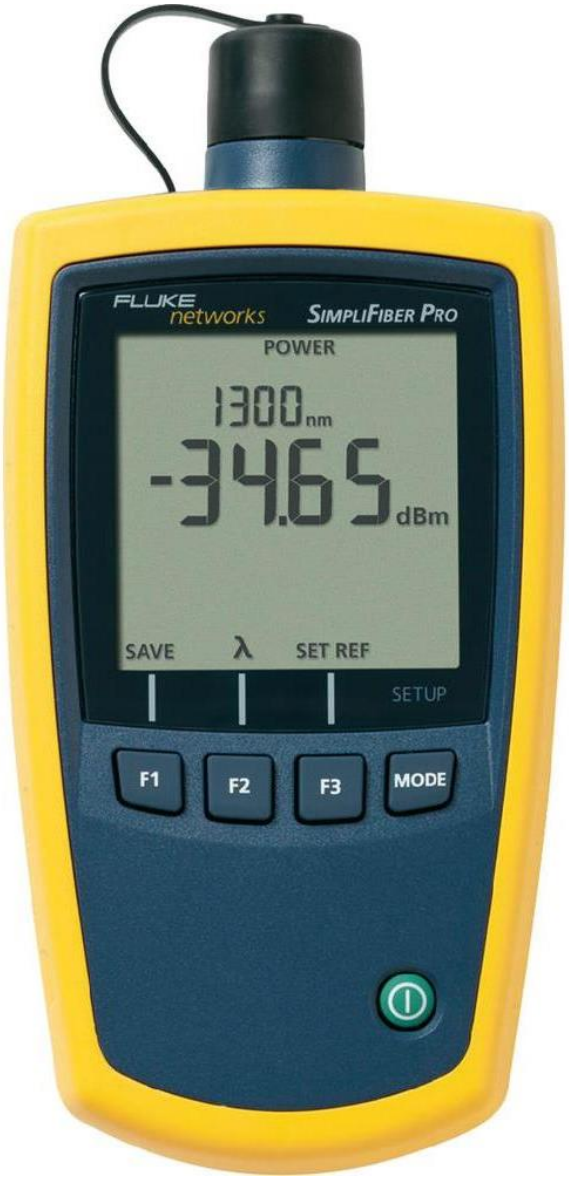
Os refletômetros de domínio de tempo óptico (OTDRs) são instrumentos importantes usados para certificar o desempenho de novos links de fibra óptica e para detectar problemas com links de fibra existentes.

É capaz de exibir o comprimento dos links e a distância até os pontos de falhas. O sinal refletido fornece informações a respeito do estado do enlace óptico e indica o comprimento pela medida do tempo de propagação do pulso.

Medidor de Potência Óptica (Power Meter)

O Power Meter é um equipamento portátil utilizado para medir a **perda de inserção** em redes de fibra multimodo, que devem ser testadas nos comprimentos de onda de 850nm e 1.300nm de acordo com as normas.

Não possui capacidade de exibir o comprimento dos links ópticos nem a distância até os pontos de falhas. Somente o OTDR possui essa capacidade.



Analisadores de Rede + OTDR

Tanto o certificador **DTX-1800** assim como o **DSX-5000** da Fluke, também podem operar como um **OTDR**, bastando apenas acoplar os módulos de medições ópticas.

Qual percurso deve ser certificado?

Para a execução de testes de certificação do cabeamento instalado existem dois tipos de configuração para medição:

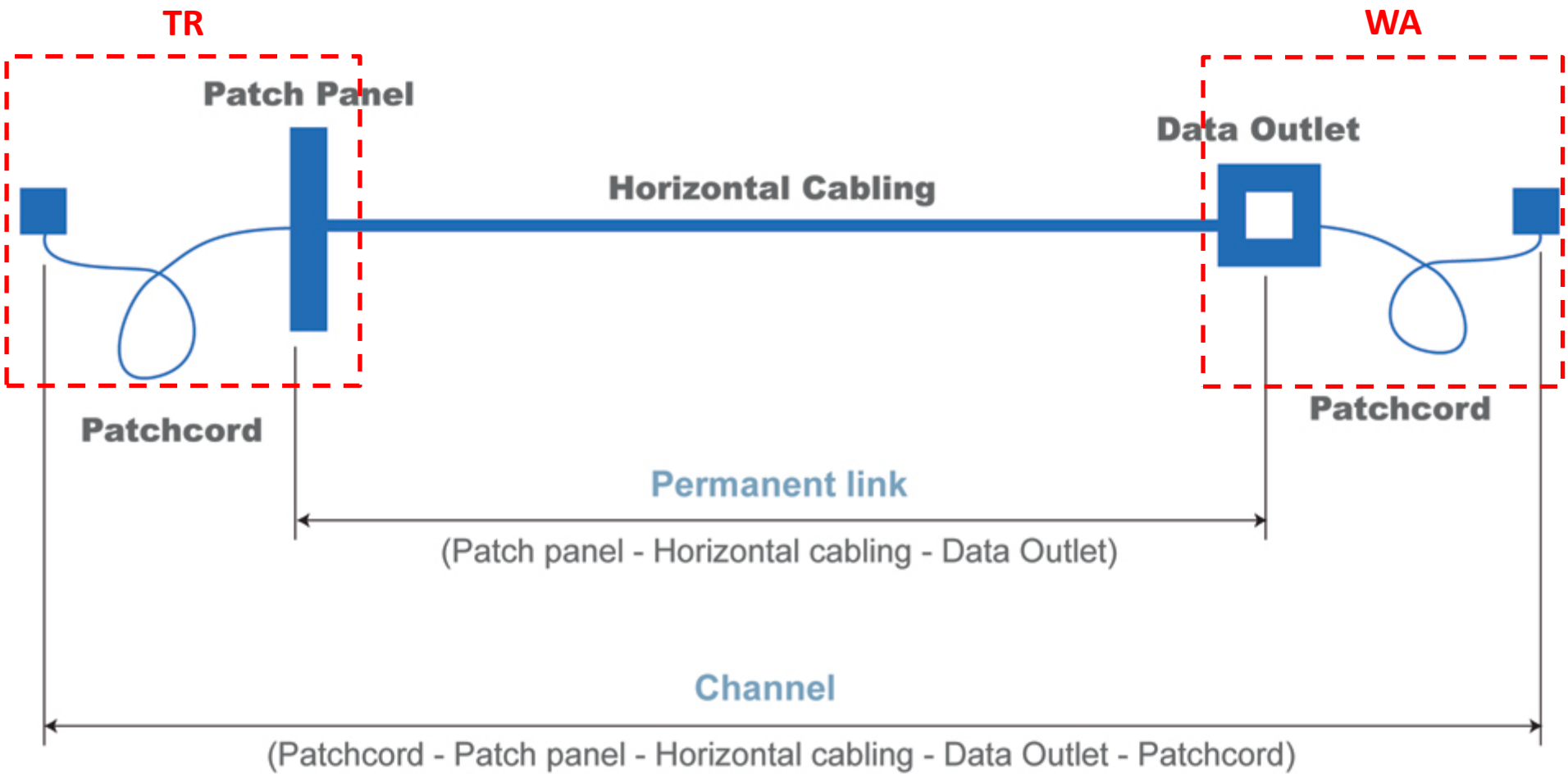
- **Link Permanente** (Permanent Link)
- **Link Canal** (Channel Link).

Na configuração de teste segundo o modelo canal, o cordão de manobra (patch-cord) utilizado no TR, assim como o cordão do usuário na área de trabalho são considerados.

No entanto, o modelo de enlace permanente consideramos apenas o cabeamento horizontal sem incluir os cordões de manobra, de equipamentos e da área de trabalho.

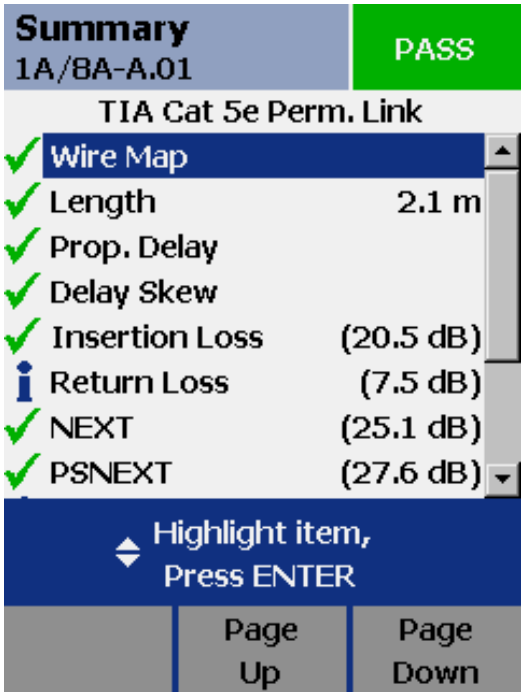
Os testes de certificação, neste caso, devem ser executados com os adaptadores e cordões fornecidos pelo fabricante do equipamento de teste utilizado.

Link Permanente x Link Canal



Parâmetros Elétricos em Cabos TP

São parâmetros elétricos considerados num sistema de transmissão com cabos de par trançado:



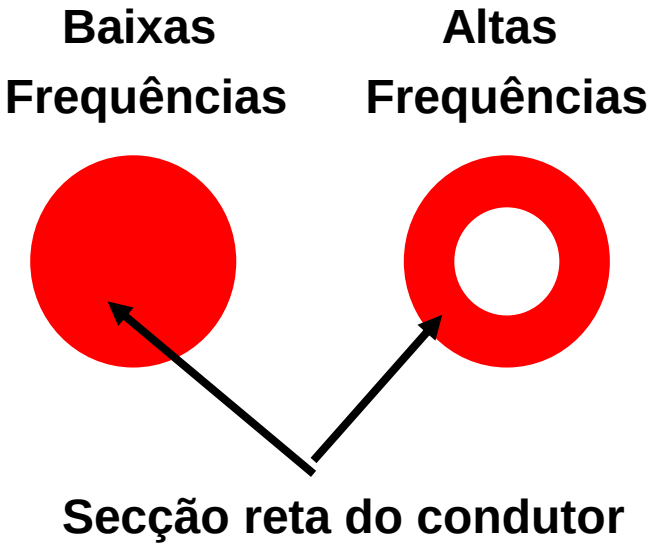
- **Efeito Pelicular** (Skin Effect)
- **Resistência**
- **Atenuação** (IL - Insertion Loss)
- **Perda de Retorno** (RL - Return Loss)
- **NVP** (Velocidade de Propagação Nominal)
- **Atraso de Propagação** (Propagation Delay)
- **Distorção de Atraso** (Delay Skew)
- **Diafonia** (Crosstalk)
    - **NEXT** (Near-End Crosstalk), também chamado de Paradiafonia.
    - **FEXT** (Far-End Crosstalk), também chamado de Telediafonia.
    - **PS-NEXT** (Power Sum NEXT)
    - **PS-FEXT** (Power Sum FEXT)
    - **AXT** (Alien Crosstalk)
- **Relação Atenuação-Diafonia** (ACR)
    - **ACR-N** (Attenuation to Crosstalk Ratio Near-End). Até 2008, era denominado apenas como **ACR**
    - **ACR-F** (Attenuation to Crosstalk Ratio Far-End). Até 2008, era denominado **ELFEXT** (Equal Level Far End Crosstalk)
    - **PSACR-N** (Power Sum ACR-N)
    - **PSACR-F** (Power Sum ACR-F)

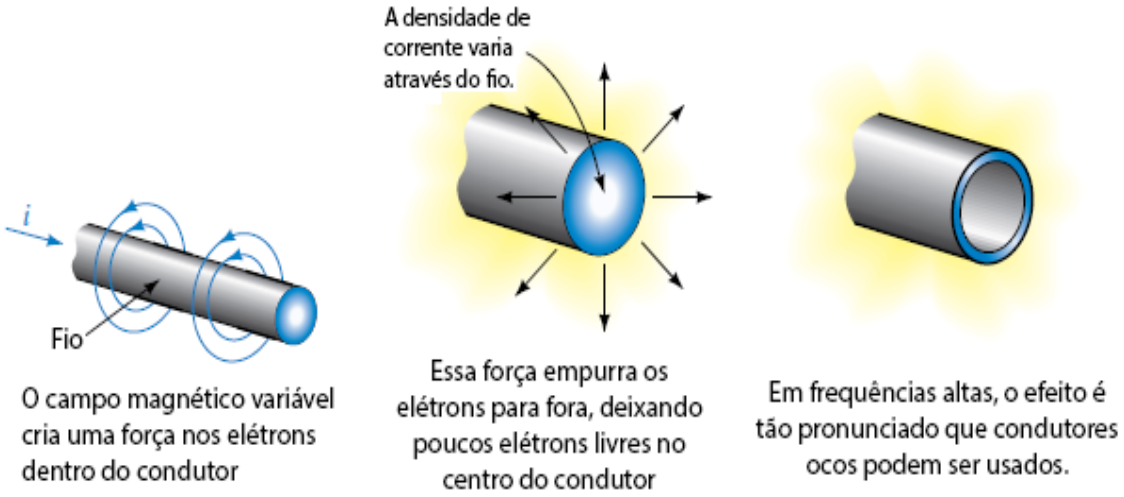
Efeito Pelicular (*Skin Effect*)

O efeito pelicular não é medido pelos equipamentos de certificação de rede. Todavia, é um dos maiores causadores de um outro parâmetro denominado Alien Crosstalk.

Num condutor metálico , o campo elétrico não consegue penetrar todo o diâmetro do mesmo, trafegando mais próximo da superfície.

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





Resistência

- A resistência varia de acordo com:
  - Área da seção transversal
  - Comprimento
  - Resistividade do material

- A resistência em corrente alternada aumenta de acordo com a frequência.

$$R = \rho \times L / A$$

ρ = **Resistividade**
L = **Comprimento**
A = **Área da Secção Transversal**

Atenuação (IL – Insertion Loss)

Atenuação é a diminuição da potência do sinal ao longo de um enlace.

$$A = 10 \log \frac{\text{Potência Sinal Entrada}}{\text{Potência Sinal Saída}} \ (\text{dB})$$

Assim como toda relação entre potências, a atenuação é expressa em **dB** (decibel).

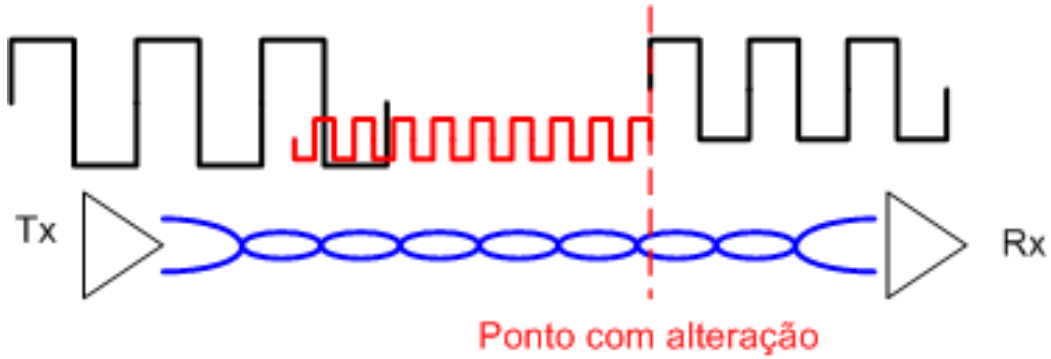
São vários os fatores que podem causar atenuação em cabos TP, e isso se agrava com o aumento no comprimento do cabo.

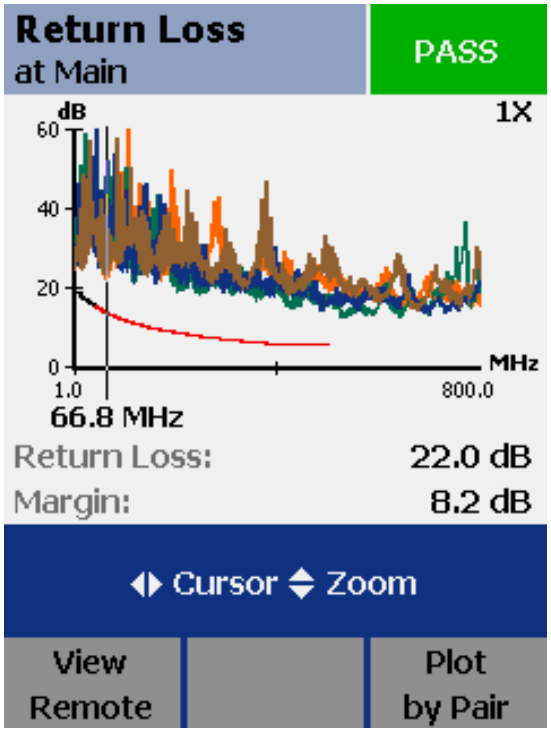
Perda de Retorno (RL – Return Loss)

Return Loss ou Perda de Retorno são reflexões causadas por anomalias na impedância característica ao longo de um segmento de cabo.

O teste de perda de retorno mede a diferença entre amplitude do sinal de teste e a amplitude das reflexões deste sinal pelo cabo.

Normalmente, as principais causas são esmagamentos no cabo ou abraçadeiras muito apertadas.





NVP – Velocidade de Propagação Nominal

- A velocidade de propagação nominal (**NVP**) é expressa como uma porcentagem da velocidade da luz.
- A NVP pode ser medida em campo ou fornecida pelo fabricante, variando de 68% a 72% conforme a norma ANSI/TIA 568-C.
- Para determinar o NVP do cabo, é utilizado apenas o par mais curto.

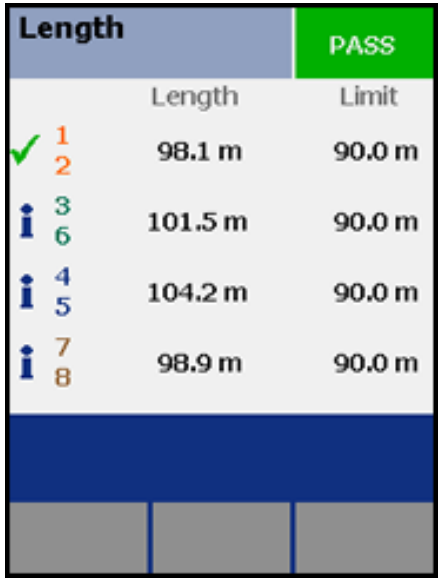
Atraso de Propagação (Propagation Delay)

O atraso de propagação é medido em **ns** (nanosegundos), e representa o tempo gasto para um sinal transmitido percorrer um par de um cabo, e alcançar o receptor na outra extremidade e para certificação **todos os pares são avaliados**.

Se o Propagation Delay falha, é porque normalmente o link está acima do comprimento. Por isso, o comprimento do cabo também é um item medido no processo de certificação da rede.

Como a binagem dos pares são diferentes, isso significa que os comprimentos são diferentes. Portanto, para efeito de certificação, **somente o par mais curto é usado**.

O comprimento tem que exceder 10% do limite para causar um FALHA.



<u>Link Permanente:</u>

90 m + 0.9 m = 99m

<u>Canal:</u>

100 m + 10 m = 110m

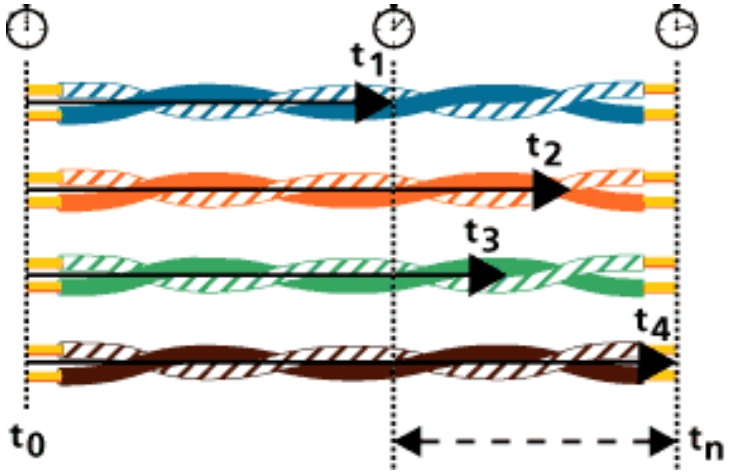
Distorção de Atraso (Delay Skew)

A distorção de atraso ou também chamado de **atraso de propagação relativo**, mede a relação do atraso de propagação entre os pares do cabo TP.

Para que sistemas Ethernet trabalhem de forma confiável, os sinais necessitam chegar dentro de um período de tempo entre cada um, conforme definido nas normas.

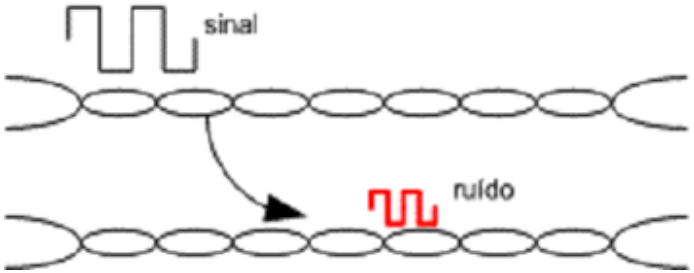
Se o Delay Skew falha, o link ou é muito comprido ou o fabricante do cabo utilizou materiais diferentes para cada um dos pares do cabo.

É muito incomum ver um problema de Delay Skew.



Diafonia (Crosstalk)

A diafonia (Crosstalk), medida em dB, ocorre quando um par em transmissão irradia sinal para o ambiente e este interfere nos pares de condutores adjacentes, ou seja, quando dois ou mais sinais distintos, em meios de transmissão próximos, começam a interferir entre si.

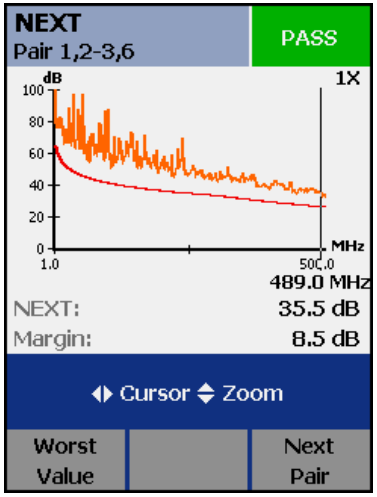


A diafonia pode receber várias classificações, conforme segue:

- **NEXT** (Near-End Crosstalk), também chamado de **Paradiafonia**.
- **FEXT** (Far-End Crosstalk), também chamado de **Telediafonia**.
- **PSNEXT** (Power Sum NEXT)
- **PSFEXT** (Power Sum FEXT)
- **AXT** (Alien Crosstalk)

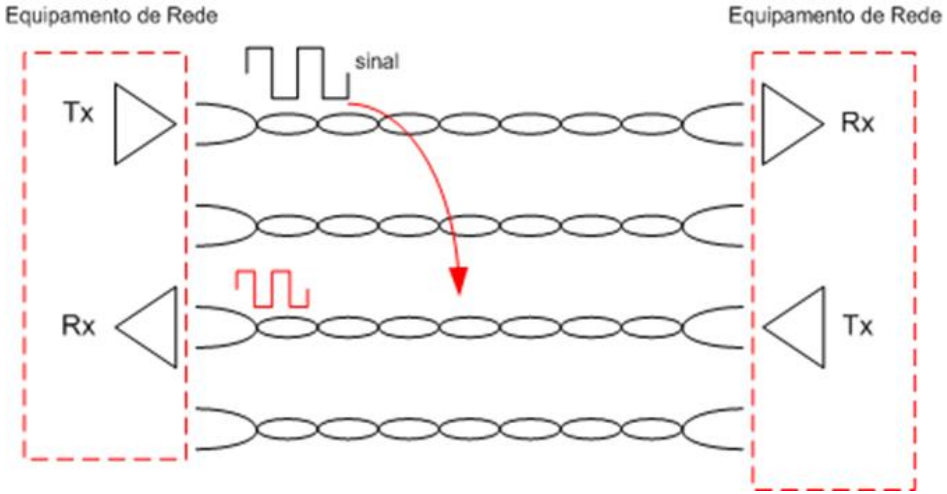
NEXT (Near-End CrossTalk)

O **NEXT** (Near-End CrossTalk) ou **paradiafonia** diz respeito à interferência entre pares de fios na mesma extremidade de um mesmo cabo.



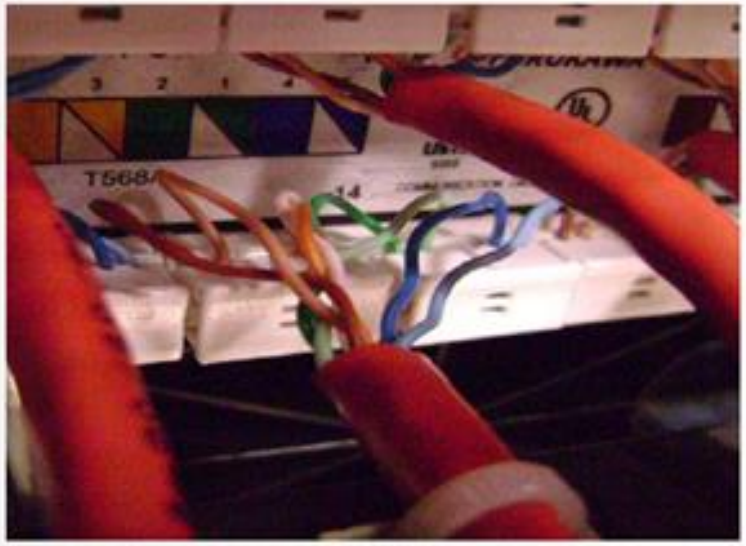
Causas mais comuns do NEXT incluem:

- ✓ Perda do trançamento dos pares nos pontos de conexão
- ✓ Combinações plugue/jack mal encaixados
- ✓ Patch cords de baixa qualidade
- ✓ Conectores ruins
- ✓ Fonte de ruído excessivo próxima ao link medido



NEXT (Near-End CrossTalk)

ERRADO



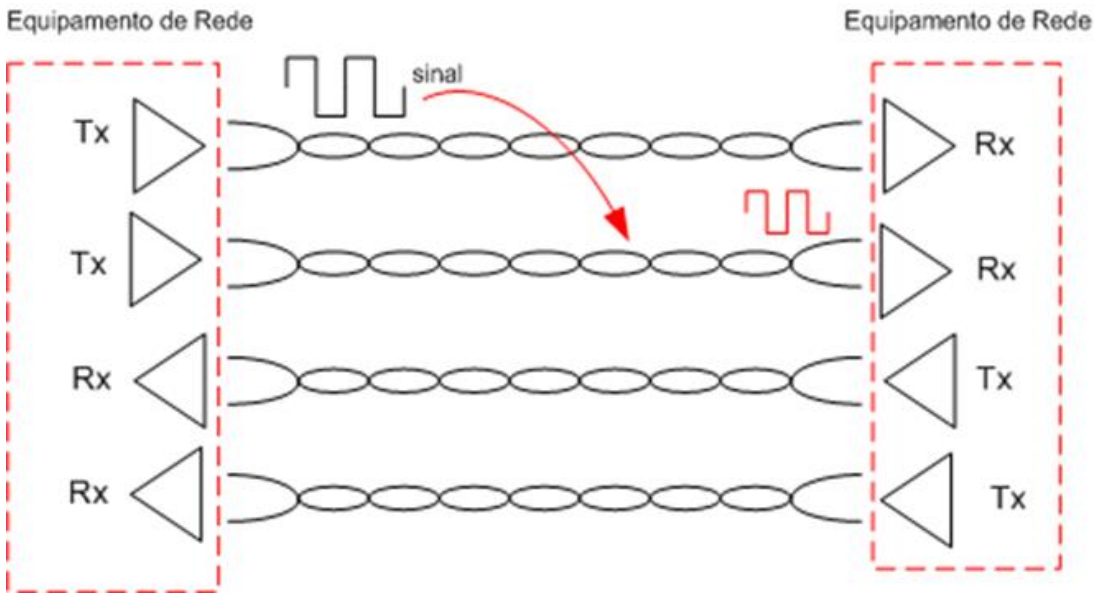
CORRETO

PERDA DO TRANÇAMENTO (PASSO) DOS CONDUTORES

FEXT (Far-End CrossTalk)

O **FEXT** (Far-End CrossTalk) ou **telediafonia** diz respeito à interferência entre pares de fios em extremidades opostas de um mesmo cabo.

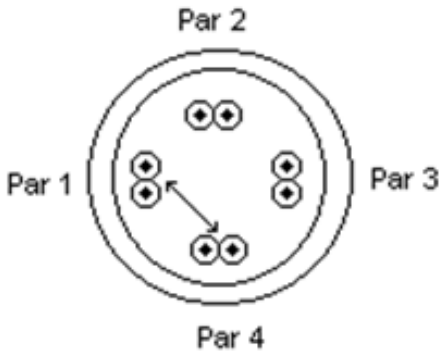
O FEXT ocorre pelos mesmos motivos do NEXT. Todavia, não é um problema tão sério quanto o NEXT porque a diafonia que ocorre longe do emissor gerando menos ruído.



PS-NEXT e PS-FEXT

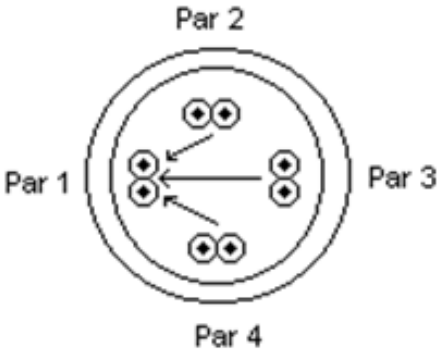
O PS-NEXT e PS-FEXT (PS de Power Sum) consideram a somatória de interferências do sinal aplicado em três pares sobre o quarto par, ou seja, o teste de **Power Sum (PS)** leva em consideração a influência de crosstalk de todos os pares de um cabo em relação a um único par.

São itens importantes em tecnologias que utilizam todos os 4 pares para transmissão, como por exemplo o 1000BASE-T.



Método par a par

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



Método powersum

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

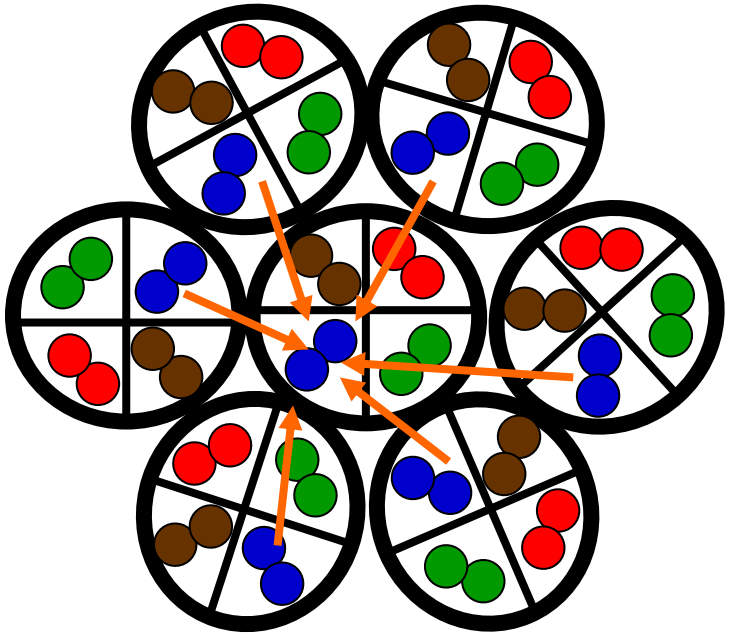
AXT (Alien Crosstalk)

O AXT (Alien CrossTalk) diz respeito à interferência entre pares de fios de cabos distintos que passam pelo mesmo encaminhamento, normalmente agrupados em chicotes e submetidos à pressão excessiva.

Muito comum em sistemas de transmissões de dados para 10 Gbps, pois nesta implementação a irradiação de sinais (ruídos) ultrapassa os limites da capa do cabo, podendo interferir nos pares internos dos cabos adjacentes.

Regras gerais:

- O efeito é devido, primariamente à proximidade;
- O crosstalk é pior entre pares com o mesmo passo de trançamento;
- O efeito é maior para pares com menor passo de trançamento;
- O impacto aumenta com a distância percorrida pelos cabos em paralelo;
- O impacto aumenta com a frequência dos sinais transmitidos;



ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)

A **Relação Atenuação-Diafonia** é um resultado muito importante pois representa o desempenho do cabo, exibindo a largura de banda efetivamente utilizável de um sistema. O ACR pode ser medido em duas formas: **ACR-N** e **ACR-F**

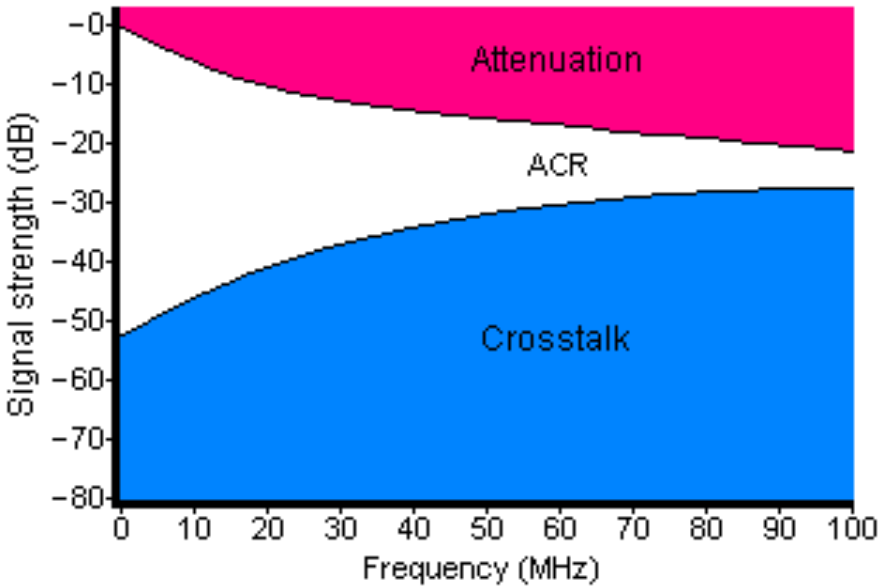
Fórmula do ACR-N: "**ACR = NEXT – Atenuação**"

Fórmula do ACR-F: "**ACR = FEXT – Atenuação**"

Quando se subtrai a atenuação do valor de NEXT, obtém-se o valor correto do sinal que chega até a outra extremidade do canal;

Assim, se as duas zonas se encontram, o sinal de dados serão perdidos por causa da interferência do ruído estará no mesmo nível que o sinal atenuado.

Portanto, **quanto maior o valor de ACR, melhor.**



PSACR (Power Sum ACR)

Com o surgimento das transmissões simultâneas e bidirecionais (1000BASE-T por exemplo), foi acrescentada outra medida: o **PSACR** - Relação Atenuação/Diafonia Power Sum, que englobaria o ruído produzido pelos outros pares.

Como temos o ACR-N e o ACR-F, os mesmos são dados pelas fórmulas:

$$\mathbf{PSACR\text{-}N = PSNEXT_{PIOR\ VALOR} - Atenuação}$$

$$\mathbf{PSACR\text{-}F = PSFEXT_{PIOR\ VALOR} - Atenuação}$$

Medições de Links Ópticos

Após a instalação de todos os componentes da rede óptica, devemos executar os testes de certificação do cabeamento para verificar se a rede está pronta para o uso, e se necessário, executar as correções.

Portanto, é importante que a rede seja certificada convenientemente antes de ser ativada.

Para certificação da rede óptica, consideramos os seguintes percursos:

- **Cabeamento Horizontal** - no link horizontal necessitamos testar o comprimento de onda de **850nm** e **1300nm**, numa única direção
- **Cabeamento de Backbone** – no backbone devemos testar, nas duas direções, nos comprimentos de **850nm** e **1300nm** para fibras multimodo e **1310nm** e **1550nm** para fibras monomodo.

Links Ópticos - Teste de Continuidade

Os testes de continuidade verificam se a luz passará de uma extremidade para outra no link.

O teste de continuidade poder ser realizado utilizando uma fonte luminosa, uma lanterna por exemplo, em uma das extremidades e observar a luminosidade na extremidade oposta.

OBS: Cuidado!!! nunca olhe diretamente para a extremidade de um cabo de fibra óptica que esteja conectado em um dispositivo ativo na outra extremidade, pois as fontes de luz por LED ou LASER, geralmente operam em infravermelho e podem prejudicar a visão.

Links Ópticos - Teste de Atenuação

O teste de atenuação mede a perda de potência que o sinal luminoso sofreu ao percorrer o canal óptico.

A atenuação aumenta se a fibra for acomodada com raios de curvatura inadequados, possuir emendas mal feitas, utilizar conectores de baixa qualidade ou a fibra sofrer danos durante a instalação e puxamento.

A atenuação máxima do enlace depende da aplicação. As medições efetuadas, devem atender o Power Budget calculado no projeto

Compreendem as medidas de atenuação dos links ópticos em 850nm e 1300nm para fibras multimodo e em 1310nm e 1550nm para fibras monomodo.

Análise dos Resultados

Ao realizar os testes e medições num link (metálico ou óptico), os possíveis resultados são:

Resultados Individuais dos Testes	***Resultado Geral***
Todos testes Passam	**PASSA**
Um ou mais testes Passam* Todos outros testes passam	**PASSA***
Um ou mais testes Falham* Todos outros testes Passam(*)	**FALHA***
Um ou mais testes Falham	**FALHA**

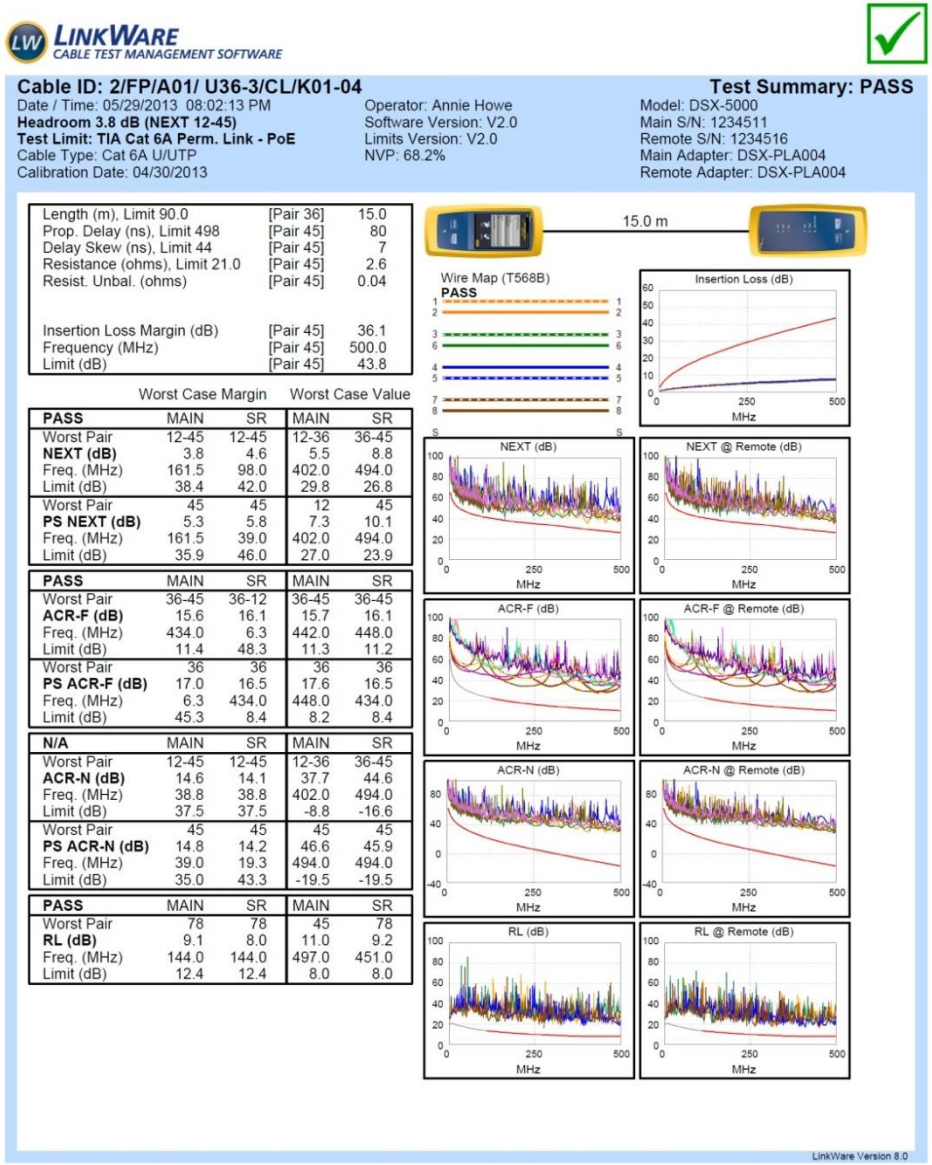
*** Resultado Marginal**

Os fabricantes não aceitarão resultados marginais para oferta da garantia.

Análise dos Resultados

Para cada link certificado, será gerado um documento (equivalente à imagem ao lado) com os resultados de todos os parâmetros analisados.

Esse documento traz algumas informações importantes, principalmente no cabeçalho, e que devem ser conferidas.



LINKWARE CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

Cable ID: 2/FP/A01/ U36-3/CL/K01-04 — **Test Summary: PASS**

Date / Time: 05/29/2013 08:02:13 PM
Headroom 3.8 dB (NEXT 12-45)
Test Limit: TIA Cat 6A Perm. Link - PoE
Cable Type: Cat 6A U/UTP
Calibration Date: 04/30/2013

Operator: Annie Howe
Software Version: V2.0
Limits Version: V2.0
NVP: 68.2%

Model: DSX-5000
Main S/N: 1234511
Remote S/N: 1234516
Main Adapter: DSX-PLA004
Remote Adapter: DSX-PLA004

Length (m), Limit 90.0	[Pair 36]	15.0
Prop. Delay (ns), Limit 498	[Pair 45]	80
Delay Skew (ns), Limit 44	[Pair 45]	7
Resistance (ohms), Limit 21.0	[Pair 45]	2.6
Resist. Unbal. (ohms)	[Pair 45]	0.04
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 45]	36.1
Frequency (MHz)	[Pair 45]	500.0
Limit (dB)	[Pair 45]	43.8

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-36	36-45
NEXT (dB)	3.8	4.6	5.5	8.8
Freq. (MHz)	161.5	98.0	402.0	494.0
Limit (dB)	38.4	42.0	29.8	26.8
Worst Pair	45	45	12	45
PS NEXT (dB)	5.3	5.8	7.3	10.1
Freq. (MHz)	161.5	39.0	402.0	494.0
Limit (dB)	35.9	46.0	27.0	23.9
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	36-12	36-45	36-45
ACR-F (dB)	15.6	16.1	15.7	16.1
Freq. (MHz)	434.0	6.3	442.0	448.0
Limit (dB)	11.4	48.3	11.3	11.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	17.0	16.5	17.6	16.5
Freq. (MHz)	6.3	434.0	448.0	434.0
Limit (dB)	45.3	8.4	8.2	8.4
N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-36	36-45
ACR-N (dB)	14.6	14.1	37.7	44.6
Freq. (MHz)	38.8	38.8	402.0	494.0
Limit (dB)	37.5	37.5	-8.8	-16.6
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-N (dB)	14.8	14.2	46.6	45.9
Freq. (MHz)	39.0	19.3	494.0	494.0
Limit (dB)	35.0	43.3	-19.5	-19.5
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	78	78	45	78
RL (dB)	9.1	8.0	11.0	9.2
Freq. (MHz)	144.0	144.0	497.0	451.0
Limit (dB)	12.4	12.4	8.0	8.0

Project: Evergreen Way

FLUKE networks

Análise dos Resultados

Tipo/modelo de adaptador utilizado:
PLA = Permanent Link Adapter
CHA = Channel Adapter

LINKWARE
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

Cable ID: 2/FP/A01/ U36-3/CL/K01-04

Test Summary: PASS

Date / Time: 05/29/2013 08:02:13 PM
Headroom 3.8 dB (NEXT 12-45)
Test Limit: TIA Cat 6A Perm. Link - PoE
Cable Type: Cat 6A U/UTP
Calibration Date: 04/30/2013

Operator: Annie Howe
Software Version: V2.0
Limits Version: V2.0
NVP: 68.2%

Model: DSX-5000
Main S/N: 1234511
Remote S/N: 1234516
Main Adapter: DSX-PLA004
Remote Adapter: DSX-PLA004

Norma/tipo de certificação (Perm.Link ou Channel)

A calibração deve ser realizada **anualmente** em laboratório.
O cliente final pode rejeitar os resultados de teste se a calibração estiver vencida.

Tipo do Cabo

Análise dos Resultados

CHA = Channel Adapter

PLA = Permanent Link Adapter

Análise dos Resultados

RC = Recertificado.
Isso significa que o link passou por processo de recertificação através de software.
NUNCA aceite um certificado marcado com RC

LINKWARE
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

Cable ID: EXERCISE 09(RC)
Date / Time: 11/09/2014 10:54:44
Headroom 9.3 dB (NEXT 12-45)
Test Limit: TIA Cat 5e Perm. Link
Cable Type: cable
Calibration Date: 08/13/2008

Operator: operator
Software Version: 2.1200
Limits Version: 1.8100
NVP: 72.0%

Test Summary: PASS
Model: DTX-1800
Main S/N: 9748151
Remote S/N: 9748152
Main Adapter: DTX-PLA002
Remote Adapter: DTX-PLA002

Análise dos Resultados

Soluções Fluke para Redes:

http://www.flukenetworks.com/cabling-certification