

Valores Normalizados dos Parâmetros de Cabeamento Estruturado Metálico na Certificação de Redes

Auder Nardi Bonora⁽¹⁾, Edson Josias Cruz Gimenez⁽²⁾, Eduardo Garcia Pina⁽²⁾,
Luis Fernando Chaves da Silva⁽³⁾ e Rogério Luiz Tellaroli⁽⁴⁾

INATEL - Instituto Nacional de Telecomunicações – Avenida João de Camargo, 510
Santa Rita do Sapucaí - MG – Brasil – CEP 37540-000 – Tel: (35) 3471-9200
e-mail:informa@inatel.br – home page: www.inatel.br

⁽¹⁾Mestrando em Redes de Telecomunicações, ⁽²⁾Departamento de Telecomunicações, ⁽³⁾Mestrando em Comunicações Ópticas, ⁽⁴⁾Grupo de Estudo e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações.

Resumo - Este artigo tem por objetivo descrever e exemplificar os principais fenômenos eletromagnéticos presentes nos sinais de informações dos cabeamentos de rede abordados nas normas EIA/TIA (*Electronic Industries Association/ Telecommunications Industry Association*). Estes efeitos estão relacionados, na maioria dos casos, à manipulação incorreta das estruturas que compõem a rede. O que se busca é o controle destes fenômenos no intuito de mantê-los nos patamares aceitáveis de operação. O estudo descreve cada efeito separadamente bem como os seus valores limites e procura apresentar as soluções mais comuns utilizadas pelos especialistas em instalações de cabeamento estruturado.

Abstract – The purpose of this paper is to describe and exemplify the main electromagnetic phenomena present in the information signals of the network cables listed in the EIA/TIA norms. These effects are related mostly to the incorrect handling of the structures that belong to the network. We search the control of these phenomena in order to keep them in the correct levels of operation. This study describes each effect separately, as well as its values, and tries to show the most common solutions used by specialists in structured cable installations.

I. INTRODUÇÃO

O estudo e a avaliação do cabeamento de rede têm por objetivo suprir as necessidades de altas taxas de informações devido à convergência de serviços trafegando no mesmo meio e além disto, realizar o prognóstico para expansões futuras. Utilizando as informações descritas nas normas e admitindo que estas são o resultado do trabalho e estudo de especialistas, pode-se além de solucionar os problemas mais comuns nestes meios de condução, realizar algo mais importante e de interesse no âmbito dos negócios que é a avaliação do potencial e dos limites de capacidade da rede. Se a rede já estiver implantada avaliam-se os limites dos serviços que se deseja operar; senão pode-se elaborar um projeto de instalação prevendo as evoluções e exigências futuras. A instalação e a regulamentação do cabeamento estruturado têm como consequência direta a melhoria da Qualidade de Serviço (QoS), assim como a preparação da estrutura para suportar uma

gama variada de serviços de rede, sendo esta uma exigência imposta com alta taxa de demanda nas arquiteturas das redes atuais.

II. PRINCIPAIS TÓPICOS ABORDADOS NA CERTIFICAÇÃO

II. 1. ATENUAÇÃO

Comumente o sinal eletromagnético diminui de amplitude à medida que se propaga através de um meio, e em cabeamento de rede, procede da mesma forma. Quanto maior a atenuação, menor a intensidade do sinal presente na recepção. A atenuação aumenta diretamente com o comprimento do cabo. Ela é medida em dB, e se tratando de perda de sinal, é expressa em valor negativo. Um decréscimo de potência de 3 dB entre a entrada e a saída significa que a saída possui a metade da potência do sinal de entrada.

A atenuação no cabo está diretamente relacionada com o diâmetro do condutor, ou seja, utilizando na construção do par um fio com diâmetro maior, o mesmo terá menos atenuação que um condutor de mesmo comprimento com diâmetro menor.

Os termos *canal* e *enlace* estão definidos dentro de **Definições e Acrônimos & Abreviações** encontrados na norma [1] são conceituados na seguinte forma:

Canal: meio de transmissão fim-a-fim entre dois pontos no qual existem equipamentos de aplicações específicos conectados.

Enlace: meio de transmissão entre dois pontos, não incluindo a conexão de equipamentos.

A principal razão para se ter uma atenuação elevada está relacionada com o comprimento além do permitido por norma. Uma solução possível seria a redução da extensão do mesmo. Outra possível razão de se ter um alto nível de atenuação é a instalação indevida dos conectores. Este fato é comumente detectado quando, por exemplo, num cabo de quatro pares existem atenuações diferentes para cada par trançado. Se, por outro lado, a atenuação for alta em todos os pares a causa provável é o comprimento excessivo do meio.

Frequência (MHz)	Categoria 3 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67		Categoria 5 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	3.20	4.20	2.10	2.50	2.10	2.20	2.00	2.10
4.00	6.10	7.30	4.00	4.50	4.00	4.50	3.70	4.00
8.00	8.80	10.20	5.70	6.30	5.70	6.30	5.20	5.60
10.00	10.00	11.50	6.30	7.00	6.30	7.10	5.80	6.30
16.00	13.20	14.90	8.20	9.20	8.20	9.10	7.30	8.00
20.00			9.20	10.30	9.20	10.20	8.20	9.00
25.00			10.30	11.40	10.30	11.40	9.20	10.10
31.25			11.50	12.80	11.50	12.90	10.40	11.30
62.50			16.70	18.50	16.70	18.60	14.90	16.30
100.00			21.60	24.00	21.60	24.00	19.20	20.90
155.52							24.40	26.60
250.00							31.80	34.60

Tabela I – Valores limites de atenuação permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

A temperatura influi na atenuação. Os materiais dielétricos utilizados na separação do condutor do revestimento externo absorvem parte da energia do sinal propagado. Este efeito ocorre em cabos que contém *Policloreto de Vinila* (PVC), pois este material contém átomos de cloro, o qual é eletricamente ativo e formam dipolos no material de isolamento. Estes dipolos vibram em virtude do campo eletromagnético ao redor do condutor, e este efeito é acumulativo, pois quanto mais vibram, mais energia retiram do sinal contribuindo para uma maior atenuação. Em bons dielétricos, essa absorção é pequena e pode ser desconsiderada.

De acordo com a norma [1], com base no item 10.2.4.6, a atenuação do cabo é especificada com uma temperatura padrão de 20° C, sendo necessário parâmetros de correção para cabos com temperaturas elevadas.

II.2. PARADIAFONIA

Quando a corrente flui através de um condutor, um campo eletromagnético é criado em torno deste, e este pode induzir sinais interferentes nos condutores adjacentes. Com o aumento da frequência o efeito torna-se maior. No caso do cabo *UTP* (*Unshielded Twisted Pair* – cabo de par trançado não blindado), cada par é trançado com o objetivo de cancelamento de campo mútuo, tornando o efeito mais efetivo quanto maior for o grau de trançamento do par, e conseqüentemente este meio de transmissão suportará uma maior taxa de dados.

A palavra “*crosstalk*” originou-se da telefonia, sendo este fenômeno compreendido através da comparação com o efeito da diafonia, onde determinada pessoa falando ao telefone ouve conversações de terceiros.

O efeito da paradiafonia, também conhecido como *Near End Crosstalk*, ocorre quando os sinais interferentes são transmitidos em sentido oposto ao do sinal interferido. Neste caso o sinal interferido está atenuado, pois este já percorreu toda a extensão do cabo. Já os sinais interferentes têm níveis altos de energia, com efeito predominante no início do cabo, contribuindo de forma bastante significativa, como ilustrado na Fig. 1. Medidas experimentais comprovam que a paradiafonia cresce exponencialmente com a frequência e que a interferência em um grande número de canais sobre o sinal se aproxima de um

processo Gaussiano. Este comportamento experimental pode ser comprovado analiticamente pelo Teorema do limite central relacionado com a soma de processos aleatórios. Por isso, para reduzir o seu efeito na equalização do sinal, procura-se reduzir a faixa de passagem para as frequências mais altas.

É importante enfatizar que o grau de trançamento é um dos fatores mais importantes para o sucesso da instalação física de uma rede.

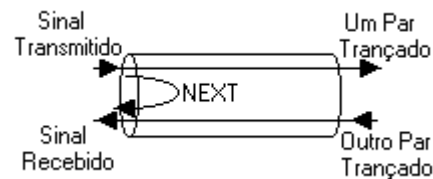


Fig. 1: Paradiafonia (NEXT) (Near End Crosstalk). [6]

O efeito *NEXT* é medido de acordo com a norma ASTM D 4566 (*American Society for Testing and Materials*). É feita a medida da diferença da intensidade entre um sinal contaminado e o sinal original. A aceitação deste efeito está na seguinte característica: admite-se um valor de intensidade de interferência de “linha cruzada” menor, mesmo este atingindo uma grande quantidade de pares. Não se deve aceitar um nível elevado em um número menor de pares. Este efeito está diretamente relacionado com a frequência (faixa de interesse de 1MHz a 100MHz – categoria 5: esta designação se aplica ao cabo *UTP* de 100Ω [1]). Se o mesmo for medido em um cabo de 50m ocorre um fato bastante interessante, que é o aparecimento de variações sucessivas na sua intensidade, principalmente em frequências mais altas onde o efeito é maior.

Como observação pode-se citar a Telediafonia ou *FEXT* (*Far End Crosstalk*). Ela ocorre no início da transmissão onde a amplitude do sinal de informação ainda é alta, ou seja, é a interferência de um sinal forte em outro sinal forte, provocando uma degradação quase que imperceptível que pode ser desconsiderada.

Frequência (MHz)	Categoria 3 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67		Categoria 5 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	40.10	39.10	61.30	60.30	64.20	63.30	73.40	72.70
4.00	30.70	29.30	51.80	50.60	54.80	53.60	64.10	63.10
8.00	25.90	24.30	47.10	45.60	50.00	48.60	59.40	58.20
10.00	24.30	22.70	45.50	44.00	48.50	47.00	57.80	56.60
16.00	21.00	19.30	42.30	40.60	45.20	43.60	54.60	53.20
20.00			40.70	39.00	43.70	42.00	53.10	51.60
25.00			39.10	37.40	42.10	40.40	51.50	50.00
31.25			37.60	35.70	40.60	38.80	50.00	48.40
62.50			32.70	30.60	35.70	33.70	45.10	43.40
100.00			29.30	27.10	32.30	30.10	41.80	39.90
155.52							38.70	36.70
250.00							35.30	33.10

Tabela II – Valores limites do *NEXT* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

O efeito de interferência de “linha cruzada” ocorre com maior intensidade nas terminações dos cabos, onde é feito o ponto de conexão. Todas as conexões realizadas em par trançado devem estar dentro do padrão, onde é permitido destralçar no máximo 13mm cada par [5]. Quando através de um testador de campo é verificada a existência da paradiáfonia na extremidade do cabo, deve-se refazer a conexão para cancelar o efeito.

Se as proposições descritas acima não solucionarem o problema, deve-se verificar se não está sendo usada uma categoria de cabo inferior ao exigido pelo tipo de serviço implementado. Acopladores, tipo fêmea, são grandes fontes de inserção de interferência de “linha cruzada” e em função disto devem ser evitados em redes de dados. A emenda de cabos é outro fator causador deste efeito [7]. Um fato importante a se observar é na utilização de um cabo impróprio para o serviço requerido, por exemplo, não se obtém um desempenho de serviços próprios da categoria 5e, utilizando-se cabos de uma categoria inferior, como a categoria 5.

Devido às características da atenuação o sinal transmitido chega mais fraco ao receptor. Já o efeito *NEXT* atua com maior intensidade no sinal próximo a recepção, onde ocorre a interferência de um sinal forte (próximo ao transmissor) em um sinal fraco (próximo ao receptor). Os sinais que superam o efeito da atenuação não devem ser afetados pelo efeito do *NEXT*.

O *ACR* está relacionado com o fator de mérito do enlace de par trançado. Ele indica o quanto o sinal está mais forte do que o ruído de fundo. Portanto, quanto maior o seu valor, melhor para o sistema [7]. Devido ao fato da paradiáfonia possuir característica única para cada extremidade, os resultados do *ACR* herdaram a mesma característica. Trabalha-se com o resultado do pior caso. O *ACR* é obtido através da paradiáfonia e da atenuação. Isso não significa que se diminuir um efeito ou o outro o desempenho do *ACR* melhorará. Na prática, procura-se apenas resolver os problemas do efeito *NEXT*, pois a única forma de melhorar significativamente a atenuação é reduzir o comprimento do cabo.

II. 3. RELAÇÃO ENTRE A PARADIAFONIA E A ATENUAÇÃO NO CABO

O termo *ACR* (*Attenuation to Crosstalk Ratio*) representa a diferença entre o efeito da paradiáfonia e a atenuação no par do cabo sob teste.

Frequência (MHz)	Categoria 3 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67		Categoria 5 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	36.90	34.90	59.20	57.80	62.10	61.10	71.50	70.50
4.00	24.60	22.00	47.80	46.10	50.80	49.10	60.40	59.10
8.00	17.10	14.10	41.40	39.30	44.30	42.30	54.20	52.50
10.00	14.30	11.20	39.20	37.00	42.20	39.90	52.10	50.30
16.00	7.80	4.40	34.10	31.40	37.00	34.50	47.30	45.20
20.00			31.50	28.70	34.50	31.80	44.80	42.70
25.00			28.80	26.00	31.80	29.00	42.30	40.00
31.25			26.10	22.90	29.10	25.90	39.60	37.10
62.50			16.00	12.10	19.00	15.10	30.20	27.10
100.00			7.70	3.10	10.70	6.10	22.60	19.00
155.52							14.30	10.00
250.00							3.50	-1.50

Tabela III – Valores limites do *ACR* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA)

II. 4. RELAÇÃO ENTRE A TELEDIAFONIA EA ATENUAÇÃO NO CABO

Os cálculos deste efeito devem seguir os procedimentos da ASTM D 4566, a norma [4], anexo C, recomenda a sua medida. A relação entre a telediafonia e a atenuação no cabo também é conhecida como *Equal Level Far End Crosstalk*. Seu cálculo é realizado através da subtração do valor da telediafonia pelo fator de atenuação. Na Tabela IV considerou-se o *FEXT* e a atenuação medidos em 2 enlaces construídos com o mesmo material e do mesmo fabricante, porém com comprimentos diferentes. Nesta tabela, compararam-se as medidas realizadas no final de ambos os enlaces pelos limites da ISO (*International Organization for Standardization*) e da TIA. Existem 12 medidas de *ELFEXT* realizadas em cada terminação num total de 24.

	50m enlace	100m enlace
FEXT	-45.00	-54.00
Atenuação	-11.00	-20.00
ELFEXT	-45-(-11) = -34dB	-54-(-20) = -34dB

Tabela IV – Exemplo do cálculo do *ELFEXT* (*Equal Level Far End Crosstalk*).

O motivo é que pode haver variação da atenuação devido ao fato de se energizar diferentes pares trançados. Isto pode ocorrer no caso do teste de campo ser realizado energizando o par 1 e a medida ser efetuada no final do par 2 e vice-versa.

O efeito excessivo de *ELFEXT* indica uma provável atenuação expressiva em relação à atuação da telediafonia, ou os dois efeitos interferindo juntos. O controle dos efeitos *NEXT*, *FEXT*, Atenuação e *ACR* contribuem para o controle do efeito *ELFEXT*.

II. 5. PERDA POR RETORNO

A Perda por Retorno é a medida da taxa de potência refletida no sistema, que simplesmente pode ser definida como a quantidade de sinal que retorna devido ao descasamento de impedância da carga acoplada no final do cabo.

Frequência (MHz)	Categoria 5 ANSI/EIA/TIA568/TSB67/95		Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	59.60	57.00	60.00	57.40	65.20	63.20
4.00	47.50	45.00	48.00	45.30	53.20	51.20
8.00	41.50	38.90	41.90	39.30	57.10	45.20
10.00	39.60	37.00	40.00	37.40	45.20	43.20
16.00	35.50	32.90	35.90	33.30	41.10	39.10
20.00	33.60	31.00	34.00	31.40	39.20	37.20
25.00	31.60	29.00	32.00	29.40	37.20	35.30
31.25	29.70	27.10	30.10	27.50	35.30	33.30
62.50	23.70	21.10	24.10	21.50	29.30	27.30
100.00	19.60	17.00	20.00	17.40	25.20	23.20
155.52					21.40	19.40
250.00					17.20	15.30

Tabela V – Valores limites do *ELFEXT* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA)

Algumas vezes o efeito do sinal de retorno está associado à variação das características da fonte geradora. Em sistemas reais o efeito de perda por retorno sempre existirá. Sendo assim deve-se trabalhar no sentido de minimizá-la.

O cabeamento de par trançado não possui uma impedância uniforme ao longo de toda sua estrutura. Entre as falhas mais comuns nestes sistemas, cabe destacar falhas no trançamento do cabo, distância entre os condutores, manipulação indevida, constituição física do cabo, dimensionamento do enlace, variações do *“patch cord”* (fração de cabo com conectores em um ou ambos os lados utilizados nas junções de circuitos/enlaces de telecomunicações numa conexão cruzada), variação do diâmetro do condutor, variação do dielétrico do cabo, variação da espessura, etc. Todos estes fatores podem contribuir na variação da impedância do cabo. Além disso, os conectores usados possuem variações de impedância, havendo em cada ponto de conexão um possível descasamento de impedância.

A medida de perda por retorno está associada à variação de impedância do meio em relação a uma fonte com impedância de saída de 100Ω, efeito este que afeta diretamente o valor da atenuação.

Existem várias possibilidades de falhas devido à perda por retorno, como a variação na impedância do comprimento do cabo numa conexão cruzada, mudança de impedância devido à má utilização do cabo, práticas de instalação, mau dimensionamento do cabo, cabos e conectores usados indevidamente. Essas práticas de instalação são mais importantes em categorias superiores. Se no momento do acoplamento do conector se destrançar o par de condutores além do permitido por norma, ocorrerá uma adição de alguns dBs de perda por retorno.

O *Microtest OMNIScanner* (aparelho de interface gráfica de testes e medidas) permite avançadas técnicas de soluções de problemas, uma vez que o mesmo pode indicar com facilidade a causa e a localização da Perda por Retorno.

Frequência (MHz)	Categoria 3 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67		Categoria 5 ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
4.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
8.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
10.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
16.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
20.00			15.00	15.00	17.00	17.00	19.00	19.00
25.00			14.30	14.00	16.30	16.00	18.30	18.00
31.25			13.60	13.10	15.60	15.10	17.60	17.10
62.50			11.50	10.10	13.50	12.10	15.50	14.10
100.00			10.10	8.00	12.10	10.00	14.10	12.00
155.52							12.80	10.10
250.00							11.30	8.00

Tabela VI – Valores limites da Perda por Retorno permitido pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

II. 6. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DECORRENTES DA PARADIAFONIA

A avaliação dos efeitos decorrentes da paradiafonia, ou *PSNEXT* (*Power Sum NEXT*), não é medido e sim calculado de acordo com a ASTM D 4566. Este efeito ocorre em um determinado par de fios, por influência do somatório algébrico dos efeitos conjuntos da paradiafonia dos outros três pares de fios restantes. *PSNEXT* e *EL-FEXT* são parâmetros importantes para qualificação de cabeamento, principalmente na estrutura de *Gigabit Ethernet*. São analisados quatro efeitos de *NEXT* em cada cabo, devido à avaliação realizada em cada par de fios.

Frequência (MHz)	Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	61.20	60.3	71.20	70.30
2.00	-	-	66.50	65.40
3.00	-	-	63.80	62.60
4.00	51.80	50.60	61.80	60.50
8.00	47.00	45.60	57.00	55.60
10.00	45.50	44.00	55.50	54.00
16.00	42.20	40.60	52.20	50.60
20.00	40.70	39.00	50.70	49.00
25.00	39.10	37.40	49.10	47.30
31.25	37.60	35.70	47.50	45.70
62.50	32.70	30.60	52.70	40.60
100.00	29.30	27.10	39.30	37.10
125.00			37.70	35.40
155.52			36.10	33.80
175.00			35.30	32.90
200.00			34.30	31.90
250.00			32.70	30.20

Tabela VII – Valores limites do *PSNEXT* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

O *PSNEXT* é a medida da diferença da intensidade do sinal entre um sinal contaminado e o sinal original. A aceitação deste efeito está na seguinte característica: admite-se um valor de intensidade de *“crosstalk”* menor mesmo este atingindo uma grande quantidade de pares,

entretanto não se deve aceitar um nível elevado de *“crosstalk”* em um número menor de pares.

Tipicamente o valor do *PSNEXT* calculado em um par de fios deve ficar obrigatoriamente 3 dB abaixo do pior caso de *NEXT* (maior valor) medido em todos os pares do cabo.

A solução do *PSNEXT* está estritamente ligada com a solução da Paradiafonia, ou seja, a medida que esta é solucionada, o *PSNEXT* acompanhará o resultado.

II. 7. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DECORRENTES DA RELAÇÃO ENTRE A PARADIAFONIA E A ATENUAÇÃO NO CABO

O termo *PSACR* (*Power Sum Attenuation to Crosstalk*) representa a avaliação dos efeitos decorrentes da relação entre a paradiafonia e a atenuação. É um efeito calculado, e não medido, podendo ser derivado analiticamente do somatório algébrico dos efeitos individuais do *ACR*.

Frequência (MHz)	Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/ TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	59.20	58.10	69.40	68.10
2.00			64.00	62.50
3.00			60.70	59.00
4.00	47.80	46.10	58.30	56.50
8.00	41.40	39.30	52.10	49.80
10.00	39.10	36.90	49.90	47.50
16.00	34.10	31.50	45.20	42.40
20.00	31.50	28.80	42.80	39.80
25.00	28.80	25.90	40.20	37.00
31.25	26.00	22.90	37.60	34.10
62.50	15.90	12.00	28.20	23.80
100.00	7.70	3.10	20.70	15.40
125.00			16.70	10.90
155.52			12.40	6.10
175.00			9.90	3.40
200.00			7.00	0.00
250.00			1.70	-6.00

Tabela VIII – Valores limites do *PSACR* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

Existem quatro resultados de *PSACR* em cada extremidade do par trançado testado, sendo obtidos pelo cálculo da taxa da relação sinal / ruído, avaliando o quanto à amplitude da intensidade do sinal está maior que a do ruído. Tipicamente os resultados do *PSACR* são menores que 3dB em relação ao resultado do pior caso de *ACR* em cada extremidade do cabo.

Como o *PSACR* é um cálculo baseado nas medidas feitas na avaliação do *ACR*, as soluções de problemas para as falhas de *PSACR* acarretam uma pesquisa das soluções do efeito *ACR*. Esta última análise requer o estudo do efeito *NEXT* e da respectiva atenuação. Uma vez isolado e reparado o problema do *ACR*, o *PSACR* melhorará automaticamente.

II. 8. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DECORRENTES DA RELAÇÃO ENTRE A TELEDIAFONIA E A ATENUAÇÃO

O termo *PSELFEXT* (*Power Sum Equal Level Crosstalk*) representa a avaliação dos efeitos decorrentes da relação entre a telediafonia e a atenuação. É calculado de acordo com a ASTM D 4566 e não medido, sendo derivado de um somatório algébrico do efeito de *ELFEXT* em um par trançado devido à influência dos outros três pares restantes. Existem quatro efeitos de *PSELFEXT* no mesmo cabo. Tipicamente o resultado do cálculo do *PSELFEXT* está 3dB abaixo do pior caso de *ELFEXT* (maior valor), sendo este parâmetro obtido em relação à medida realizada no final de cada enlace.

Frequência (MHz)	Categoria 5e ANSI/EIA/TIA568/TSB67/95		Categoria 6 ANSI/EIA/TIA568	
	Enlace(dB)	Canal(dB)	Enlace(dB)	Canal(dB)
1.00	57.00	54.40	62.20	60.20
2.00			56.20	54.20
3.00			52.70	50.70
4.00	45.00	42.30	50.20	48.20
8.00	38.90	36.30	44.10	42.20
10.00	37.00	34.40	42.20	40.20
16.00	32.90	30.30	38.10	36.10
20.00	31.00	28.40	36.20	34.20
25.00	29.00	26.40	34.20	32.30
31.25	27.10	24.50	32.30	30.30
62.50	21.10	18.50	26.30	24.30
100.00	17.00	14.40	22.20	20.20
125.00			20.30	18.30
155.52			18.40	16.40
175.00			17.30	15.40
200.00			16.20	14.20
250.00			14.20	12.30

Tabela IX – Valores limites do *ELFEXT* permitidos pelos órgãos de padronização (ANSI/EIA/TIA).

IV. CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi estudar os principais fenômenos eletromagnéticos ocorridos nos meios metálicos, fenômenos estes que, dependendo da intensidade, podem degradar fortemente os sinais de informação que se propagam nestes meios. Para tal estudo, foi feita uma análise criteriosa nas normas técnicas relacionadas, verificando os valores máximos e mínimos tolerados para cada fenô-

meno. De posse dessas informações, foram feitas consultas junto às principais empresas relacionadas com a área de cabeamento estruturado, definindo as soluções práticas usadas na tentativa de amenizar a influência de cada um desses fenômenos no sinal transmitido pelo meio. Tais medidas, se tomadas efetivamente nas fases de projeto e implantação do cabeamento físico da rede, permitirão um melhor aproveitamento da largura de banda disponível, bem como possibilitará uma melhora sensível no desempenho da rede.

REFERÊNCIAS

- [1] Norma EIA/TIA -568-A (*Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*);
- [2] Norma EIA/TIA -568-A-4 (*Production Modular Cord NEXT Loss Test Method and Requirements for Unshielded Twisted-Pair Cabling*);
- [3] Norma EIA/TIA -568-A-5 (*Transmission Performance Specifications for 4-Pair 100W Category 5e Cabling*);
- [4] Norma EIA/TIA TSB95 (*TSB-Telecommunications Systems Bulletin*) (*Additional Transmission Performance Guidelines for 4-Pair 100W Category 5 Cabling*);
- [5] Norma EIA/TIA 568-B (*Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*);
- [6] Haykin, S. , *Communication Systems*, 4th Edition;
- [7] Torres, G., *Redes de Computadores Curso Completo*, Editora Axcel Books, 2001;
- [8] Cabling Standards, www.cabletesting.com;
- [9] Informações sobre Cabeamento Estruturado, <http://www.contattos.com.br/cabeamento>;
- [10] Introdução ao Cabeamento Estruturado http://br.geocities.com/avelino_junior.

SOBRE OS AUTORES

Auder Nardi Bonora é aluno do Mestrado do INATEL na área de Redes de Telecomunicações. Concluiu o curso de Engenharia Elétrica opção Eletrônica com ênfase em Telecomunicações pelo INATEL em 2002. Participou do Programa de Capacitação Tecnológica (PCT) da Motorola. Foi membro do Grupo de Pesquisa e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações do Departamento de Telecomunicações (DTE) do INATEL.

Edson Josias Cruz Gimenez nasceu em Presidente Prudente, SP, em janeiro de 1965. Em 1987 obteve o título de Engenheiro Eletricista pelo INATEL. Em 1994 obteve o título de Especialista em Informática Gerencial pela FAI. Em 1997 obteve o título de Especialista em Educação Matemática pela PUCCAMP. Encontra-se em fase de conclusão de mestrado na área de Análise de Desempenho e Planejamento de Redes de Dados no INATEL. Desde agosto de 1989 é professor do INATEL. Desde março de 1991 é professor de FAI. É orientador do Grupo de Pesquisa e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações.

Eduardo Garcia Pina nasceu em Manaus, AM, em março de 1972. Em 1990 obteve o título de Técnico em Eletrônica pela ETE "FMC" 1990 e em 1995 o título de En-

engenheiro Eletricista pelo INATEL. Trabalhou com desenvolvimento de projetos na Rima, em 1990 e na Linear, de 1991 a 1992 e de 1995 a 1999. Desde janeiro de 1997 é professor do INATEL. É orientador do Grupo de Pesquisa e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações.

Luis Fernando Chaves da Silva é aluno do Mestrado do INATEL na área de Fibra Óptica. Concluiu o curso de Engenharia Elétrica opção Eletrônica com ênfase em Telecomunicações pelo INATEL em 2001. Participou do Programa de Capacitação Tecnológica (PCT) da Motoro-

la. Foi membro do Grupo de Pesquisa e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações do Departamento de Telecomunicações (DTE) do INATEL.

Rogério Luiz Tellaroli é aluno do décimo período de Engenharia Elétrica opção Eletrônica com ênfase em Telecomunicações pelo INATEL. Participou como convidado de alguns cursos do Programa de Capacitação Tecnológica (PCT) da Motorola. Membro do Grupo de Pesquisa e Análise de Desempenho de Redes e Aplicações do Departamento de Telecomunicações (DTE) do INATEL.