

## **Categoria 6 Aumentada: Standards Update**

**Dr. Paulo S. Marin, Eng °.**  
*Cabling Specialist Engineer*  
[paulo\\_marin@paulomarinconsultoria.eng.br](mailto:paulo_marin@paulomarinconsultoria.eng.br)

## Resumo

A nova norma, em desenvolvimento, ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 especifica os requisitos e recomendações para cabeamento balanceado de 100 ohms, 4 pares, Categoria 6 Aumentada, bem como cabos, patch cords e hardware de conexão para suportar a operação de aplicações de alta velocidade tal como a IEEE 802.3 10GBASE-T em um canal de cobre, de 100 metros. O cabeamento, cabos, patch cords, bem como todo hardware de conexão Categoria 6 Aumentada devem atender ou exceder a todos os requisitos da ANSI/TIA/EIA-568-B.1, ANSI/TIA/EIA-568-B.2 e ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1. Este padrão não requer compatibilidade com outros sistemas de cabeamento estruturado, cabos ou componentes com impedância característica nominal diferente de 100 ohms. Esta norma encontra-se em seu *draft* (proposta) de número quatro (Draft 4.0), publicado em 06/Abril/2006 como SP-3-4426-AD10-B que será publicado como norma, cujo código será ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 (Especificações de desempenho de transmissão para cabeamento Categoria 6 Aumentada de 100  $\Omega$ , 4 pares).

O Draft 4.0 apresenta os parâmetros de transmissão que devem ser verificados em campo, bem como configurações de testes e limites para estes parâmetros. Os parâmetros de transmissão da AC6 (*Augmented Category 6*) são basicamente os mesmos considerados para a avaliação de desempenho de sistemas de cabeamento de categorias de desempenho inferiores, porém alguns parâmetros adicionais devem ser considerados aqui, como o TCL (Perda de Conversão Transversal), o desequilíbrio resistivo em corrente contínua e, principalmente, os parâmetros de *Alien Crosstalk* – de fundamental importância para assegurar o desempenho de aplicações a 10 Gb/s.

O objetivo deste trabalho é apresentar, em detalhes, uma atualização do desenvolvimento da nova norma da Categoria 6 Aumentada.

A norma final da Categoria 6 Aumentada deve ser publicada no início de 2007 juntamente com a norma final IEEE 10GBASE-T para 10GbE. Novos *drafts* deverão ser apresentados até a publicação da norma final, porém mudanças importantes nos parâmetros de transmissão em uma banda de 500 MHz não são mais esperadas. Desta forma, sistemas de cabeamento AC6 UTP projetados e fabricados de acordo com o *Draft 4.0* da '568-B.2-10 estarão, muito provavelmente, dentro das especificações da norma final.

## 1. Introdução

Em 2003, a TIA (Telecommunications Industry Association) desenvolveu objetivos para sistemas de cabeamento em Categoria 6 Aumentada para suportar aplicações a 10 Gb/s sobre cabeamento de cobre em um canal de 100 metros. Em resposta aos requisitos do comitê 802.3 do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), a TIA aceitou trabalhar nas especificações de sistemas de cabeamento da Categoria 6 Aumentada, bem como componentes para operar em uma largura de banda de 500 MHz para suportar, então, a aplicação 10GBASE-T. Este projeto foi atribuído ao grupo de trabalho TR-42.7 sob o Comitê de Engenharia TR-42 da TIA.

Os trabalhos que culminarão na publicação da nova norma da Categoria 6 Aumentada vêm sendo desenvolvidos pelo TR-42.7 que contará com onze anexos. Os anexos A, B, C, D, E, F, G, H, I and J são anexos normativos e considerados mandatórios. O anexo K é informativo e não é considerado como parte da norma (mandatório).

Esta norma especifica os requisitos e recomendações para cabeamento balanceado de 100 ohms, 4 pares, Categoria 6 Aumentada, bem como cabos, patch cords e hardware de conexão para suportar a operação de aplicações de alta velocidade tal como a IEEE 802.3 10GBASE-T em um canal de cobre, de 100 metros. O cabeamento, cabos, patch cords, bem como todo hardware de conexão Categoria 6 Aumentada devem atender ou exceder a todos os requisitos da ANSI/TIA/EIA-568-B.1, ANSI/TIA/EIA-568-B.2 e ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1. Este padrão não requer compatibilidade com outros sistemas de cabeamento estruturado, cabos ou componentes com impedância característica nominal diferente de 100 ohms. Esta norma encontra-se em seu *draft* (proposta) de número quatro, publicado em 06/Abril/2006 como SP-3-4426-AD10-B que será publicado como norma, cujo código será ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 (Especificações de desempenho de transmissão para cabeamento Categoria 6 Aumentada de 100  $\Omega$ , 4 pares).

Os sistemas de cabeamento, bem como cabos e componentes de Categoria 6 Aumentada devem apresentar compatibilidade retroativa com sistemas de cabeamento de categorias 3, 5, 5e e 6 conforme especificações das normas citadas anteriormente. Em outras palavras, aplicações que operam em sistemas de cabeamento de categorias de desempenho inferiores devem ter seu desempenho assegurado em um sistema AC6 (*Augmented Category 6*, Categoria 6 Aumentada). Este requisito sempre deve ser atendido por novas categorias de desempenho superiores. Para a AC6, o conector modular de 8 posições (RJ45) deve ser mantido como padrão de tomada de telecomunicações (TO) na área de trabalho. Se componentes de diferentes categorias forem combinados em um enlace permanente ou canal com componentes AC6, esta combinação deve atender aos requisitos do elemento ou componente de menor categoria de desempenho presente no enlace ou canal.

A tabela 1 apresenta a matriz de compatibilidade retroativa entre componentes e cabos de diferentes categorias de desempenho.

		Categoria de Desempenho do Hardware de Conexão				
		Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5e	Cat. 6	AC6
Plugues Modulares e Desempenho de Cordões	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
	Cat. 5	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5
	Cat. 5e	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5e	Cat. 5e	Cat. 5e
	Cat. 6	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5e	Cat. 6	Cat. 6
	AC6	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5e	Cat. 6	AC6

*Nota: Componentes de Cat. 3 são considerados menos restritivos que os de Cat. 5e.*

Tabela 1 – Matriz de compatibilidade retroativa

Pela análise da tabela 1, torna-se claro que, quando mesclados componentes de diferentes categorias de desempenho, a resposta do enlace ou canal apresentará a categoria de desempenho do elemento de categoria inferior.

As duas configurações clássicas de testes consideradas em normas anteriores continuam válidas para a AC6: Enlace Permanente (*Permanent Link*) e Canal (*Channel*). As figuras 1 e 2 mostram ambas as configurações de testes reconhecidas para AC6. É importante notar que na configuração de teste segundo o modelo canal, todos os patch cords, assim como o cordão do usuário na área de trabalho são considerados. No entanto, o modelo de enlace permanente considera apenas o cabeamento horizontal sem incluir os patch cords de equipamentos e da área de trabalho. Os testes de certificação, neste caso, devem ser executados com os adaptadores e patch cords fornecidos pelo fabricante do equipamento de teste utilizado.

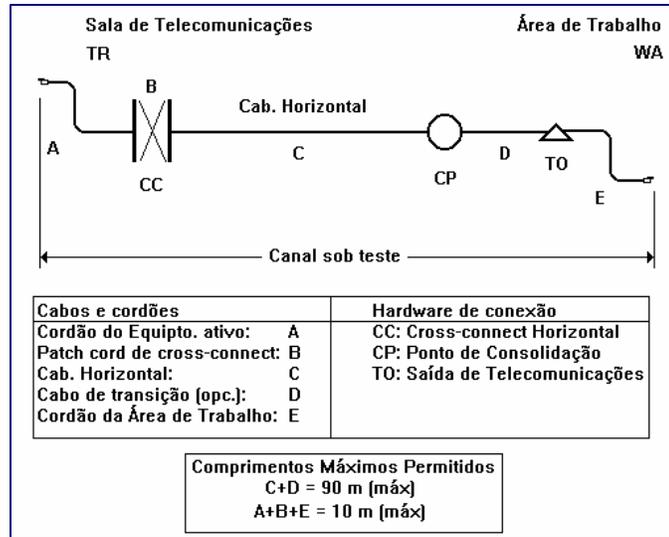


Figura 1 – Configuração de teste modelo canal

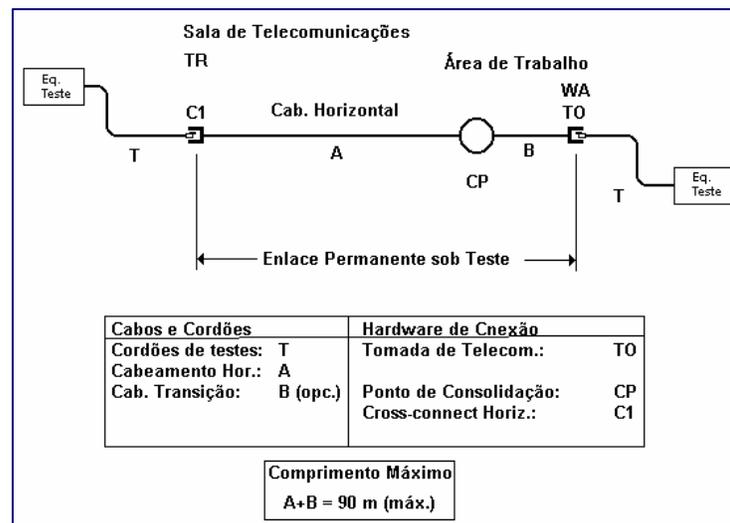


Figura 2 – Configuração de teste modelo enlace permanente

## 2. Parâmetros de Transmissão

### 2.1 Perda de Inserção (Atenuação)

A perda de inserção ou atenuação é a perda de potência do sinal ao longo de sua propagação por um meio de transmissão qualquer. O termo perda de inserção passou a substituir o termo atenuação em uma das revisões anteriores das normas TIA/EIA e ISO/IEC também.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para perda de inserção estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo,
- Hardware de conexão,
- Cabeamento: Configuração enlace permanente,
- Cabeamento: Configuração canal.

### 2.2 Perda de Paradiafonia (NEXT Loss)

A paradiafonia ou NEXT (*Near End Crosstalk*) é a interferência de um sinal que se propaga por meio de um par acoplada em um par adjacente na extremidade mais próxima à da fonte de interferência (extremidade em que o sinal foi gerado ou transmitido). Quando esta interferência se dá entre pares próximos de cabos diferentes, dizemos que se trata de um fenômeno de *Alien Crosstalk*. O Alien Crosstalk é de fundamental importância em sistemas de cabeamento AC6.

Quanto maior a frequência maior será o ruído acoplado pelo par interferido ou menor será a isolamento elétrica entre o par interferente e o par interferido. O parâmetro NEXT Loss ou perda de paradiafonia refere-se exatamente à isolamento entre os pares no evento de uma interferência causada por NEXT. Quanto maior o valor deste parâmetro, maior será a isolamento entre os pares considerados e, conseqüentemente, a interferência por paradiafonia (NEXT) será menor. O oposto é também verdade. A figura 3, apresenta os mecanismos de interferência por paradiafonia (NEXT) e telediafonia (FEXT).

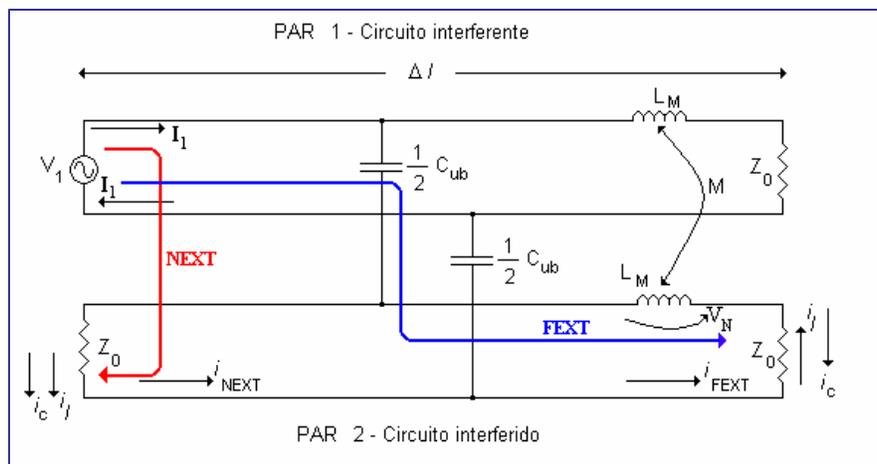


Figura 3 – Mecanismos de interferência por NEXT e FEXT

As duas metodologias normatizadas para o teste de perda de paradiafonia definidas em normas anteriores continuam válidas para a AC6: o teste par-a-par e o teste de *powesum*. No primeiro caso, o teste é realizado considerando-se que apenas um par está transmitindo sinal em um determinado instante e os demais não estão sendo utilizados. Nesta condição, pode-se determinar qual o nível de interferência entre cada combinação de dois pares dentro de um cabo balanceado de quatro pares. O teste de *powersum* avalia a soma dos sinais interferentes que se propagam simultaneamente em três pares do cabo sobre o

quarto par, ocioso. O teste de *powersum* é um melhor indicador das relações de interferência entre os pares dentro de um cabo por considerar que todos os pares do cabo estão transmitindo simultaneamente.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para paradiáfonia (NEXT) estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo (par-a-par e powersum),
- Hardware de conexão,
- Patch cords de equipamentos e da área de trabalho,
- Cabeamento: Configuração enlace permanente (par-a-par e powersum),
- Cabeamento: Configuração canal (par-a-par e powersum).

### 2.3 Perda de Telediafonia (FEXT Loss)

A telediafonia ou FEXT (*Far End Crosstalk*) é a interferência de um sinal que se propaga por meio de um par acoplada em um par adjacente na extremidade mais distante à da fonte de interferência (extremidade em que o sinal foi recebido). Quando esta interferência se dá entre pares próximos de cabos diferentes, dizemos que se trata de um fenômeno de *Alien Crosstalk*, sendo o *crosstalk* neste caso, a interferência por telediafonia (FEXT). A figura 3 mostra o mecanismo de interferência por telediafonia (FEXT). Da mesma forma que para a perda de paradiáfonia, o parâmetro FEXT Loss ou perda de telediafonia refere-se exatamente à isolação entre os pares no evento de uma interferência causada por FEXT. Quanto maior o valor deste parâmetro, maior será a isolação entre os pares considerados e, conseqüentemente, a interferência por telediafonia (FEXT) será menor. O oposto é também verdade.

No entanto, o parâmetro que é mais expressivo que a perda de telediafonia é o ELFEXT (*Equal Level Far End Crosstalk*) para representar as relações de interferência por FEXT em sistemas de cabeamento estruturado. O ELFEXT, na verdade é uma relação entre dois parâmetros de transmissão, ou ainda, é a diferença (em dB) entre os valores de FEXT e de atenuação medidos para uma dada frequência. Da mesma forma que para o teste de perda de paradiáfonia, o ELFEXT pode ser avaliado pelo método par-a-par ou *powersum*.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para telediafonia (FEXT), e ELFEXT estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo (FEXT e PSELFEXT),
- Hardware de conexão (FEXT par-a-par),
- Cabeamento: Configuração enlace permanente (FEXT e PSELFEXT),
- Cabeamento: Configuração canal (FEXT e PSELFEXT).

### 2.4 Perda de Retorno (Return Loss)

A perda de retorno mede a quantidade de sinal refletido de volta ao transmissor devido a descasamentos de impedância entre o cabo e o *hardware* de conexão em um sistema de cabeamento estruturado. Terminações mal feitas entre cabos e conectores geram reflexões de níveis elevados que prejudicam a transferência de potência entre transmissor e receptor em um sistema de comunicação. Portanto, práticas de instalação adequadas devem ser sempre seguidas para minimizar problemas deste tipo. O cumprimento de práticas de instalação apropriadas são de fundamental importância para que o desempenho de transmissão de sistemas de cabeamento AC6 seja obtido.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para perda de retorno estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo horizontal sólido,
- Cabo flexível multifilar,
- Hardware de conexão,
- Patch cords de equipamentos e da área de trabalho,
- Cabeamento: Configuração enlace permanente,
- Cabeamento: Configuração canal.

## 2.5 Atraso de Propagação e *Delay Skew*

O atraso de propagação é o tempo que o sinal leva para se propagar (normalmente dado em ns) ao longo de um segmento de cabo entre um dado transmissor e um receptor. Este parâmetro está diretamente associado aos parâmetros primários dos cabos (resistência, indutância, capacitância e condutância). Os aspectos construtivos, então, são de fundamental importância para a determinação das características de atraso de propagação de um cabo.

O *delay skew* expressa a diferença (em tempo) entre os atrasos de propagação dos pares mais rápido e mais lento dentro de um cabo balanceado de quatro pares. A importância de avaliação do *delay skew* em sistemas de cabeamento estruturado passa a ser importante devido às aplicações que utilizam os quatro pares do cabo para transmitir e receber informações que, neste caso, são particionadas em quatro “pacotes” diferentes que têm de ser recebidos dentro de um intervalo de tempo pré-determinado pela interface do equipamento ativo e pelo protocolo da aplicação.

No *Draft* 4.0 da ‘568-B.2-10 os limites para atraso de propagação e *delay skew* estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo,
- Cabeamento: Configuração enlace permanente,
- Cabeamento: Configuração canal.

## 2.5 TCL (Perda de Conversão Transversal)

A perda de conversão transversal é a relação entre a potência de sinal de modo comum e a potência injetada do sinal de modo diferencial medida na mesma extremidade de um canal.

No *Draft* 4.0 da ‘568-B.2-10 os limites para perda de conversão transversal estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo,
- Hardware de conexão,
- Cabeamento: Configuração canal.

## 2.6 ELTCTL (Perda de Transferência de Conversão Transversal de Nível Equalizado)

A perda de transferência de conversão transversal de nível equalizado (*Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss*) é a relação entre a potência de sinal de modo comum e a potência injetada do sinal de modo diferencial (TCL) subtraída da atenuação do cabo em que esta relação é medida (em extremidades opostas do mesmo par). Assim, a ELTCTL de um cabo será:

$$ELTCTL_{CABO} = TCTL_{CABO} - IL_{CABO}$$

Onde:

$TCTL_{CABO}$  é a perda de transferência de conversão longitudinal do cabo, e

$IL_{CABO}$  é a perda de inserção do cabo.

No *Draft* 4.0 da ‘568-B.2-10 os limites para ELTCTL estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo,
- Hardware de conexão,
- Cabeamento: Configuração canal.

## 2.7 Desequilíbrio resistivo em corrente contínua

O desequilíbrio resistivo é a diferença entre a resistência em corrente contínua nominal de um meio de transmissão e sua resistência em corrente contínua medida. Este parâmetro pode ser também entendido como a diferença entre os valores máximo e mínimo de resistência em corrente contínua de um determinado meio de transmissão, componente ou canal. Este parâmetro está diretamente associado ao grau de balanceamento de um canal ou meio de transmissão.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para desequilíbrio resistivo em corrente contínua não foram ainda definidos, porém este parâmetro terá seus limites definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo,
- Hardware de conexão,
- Cabeamento: Configuração canal.

## 2.8 Parâmetros de *Alien Crosstalk*

Conforme definido anteriormente, as inteferências por *Alien Crosstalk* são aquelas em que sinais de diferentes pares de cabos diferentes interferem mutuamente. Assim, pode-se esperar que este efeito seja importante em cabos balanceados sem blindagem (UTP, *Unshielded Twisted Pair*). Cabos blindados não estão sujeitos a este efeito. O *Alien Crosstalk* é o principal problema que afeta sistemas de cabeamento AC6.

Este efeito sempre existiu e está previsto em norma desde as primeiras versões da TIA/EIA e ISO/IEC. No entanto, somente agora o *Alien Crosstalk* chama a atenção dos especialistas do mercado de cabeamento estruturado por se tratar de uma causa importante de interferência em sistemas de comunicação que operam no modo full-duplex em altas frequências em sistemas de cabeamento UTP. A aplicação 10GBASE-T é bastante exigente em termos de *Alien Crosstalk* para assegurar a transmissão Ethernet a 10 Gb/s.

A melhor solução para o *Alien Crosstalk* é o uso de cabeamento blindado F/UTP (os pares não são blindados, porém o cabo apresenta uma blindagem geral) ou S/FTP (os pares são blindados individualmente e o cabo apresenta uma blindagem geral adicional). O *Alien Crosstalk* deixa de ser um impedimento de transmissão em sistemas blindados, porém o sistema de aterramento da blindagem deve ser apropriadamente projetado e implementado para garantir a eficiência da blindagem e o bom funcionamento dos equipamentos ativos da rede. Por uma questão cultural e de facilidade de instalação, os sistemas de cabeamento blindados não têm a mesma aceitação (em todo o mundo) que os sistemas UTP.

O *Alien Crosstalk* e como lidar com ele em um sistema de cabeamento de Categoria 6 Aumentada tem sido o ponto de discussão, bem como tem definido cada revisão dos *drafts* gerados desde 2003 do que será a nova norma da AC6. Os dois últimos *drafts* (3.0 e 4.0) apresentam uma visão mais clara de como este parâmetro será tratado do ponto de vista de: testes que deverão ser realizados, configurações de testes, equipamentos e acessórios de testes e limites para cada teste realizado. É importante lembrar que sistemas de cabeamento AC6 UTP projetados e disponibilizados no mercado em conformidade com os *drafts* anteriores aos 3.0 e 4.0 podem não estar em conformidade com os limites e definições do que será realmente a Categoria 6 Aumentada em termos de resposta em frequência para uma banda de 500 MHz, incluindo os parâmetros de *Alien Crosstalk*.

São definidos os seguintes parâmetros de *Alien Crosstalk* no *Draft* 4.0 da '568-B.2-10:

- ANEXT: Alien NEXT (Paradiafonia),
- PSANEXT: Powersum Alien NEXT (Paradiafonia),
- AFEXT: Alien FEXT (Telediafonia),
- PSAACRF: Powersum Alien ACR Far End. O PSAACRF é o cálculo do acoplamento de sinal de múltiplos pares de canais interferentes em um par interferido em outro canal medido na

extremidade oposta em que se encontram os canais interferentes e relativo ao nível do sinal recebido no par interferido naquela extremidade.

No *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 os limites para *Alien Crosstalk* estão definidos para os seguintes elementos e configurações:

- Cabo (PSANEXT e PSAACRF),
- Hardware de conexão (PSANEXT e PSAACRF),
- Cabeamento: Configuração enlace permanente (PSANEXT e PSAACRF),
- Cabeamento: Configuração canal (PSANEXT e PSAACRF).

## Conclusões

Apesar de os trabalhos terem sido iniciados em 2003, a Categoria 6 Aumentada está ainda em desenvolvimento e mudanças importantes aconteceram nos dois últimos *drafts* (3.0 e 4.0) da norma ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 liberados em 16/Dezembro/2005 e 06/Abril/2006, respectivamente. O impacto destas mudanças sobre os produtos já comercializados no mercado é igualmente importante uma vez que sistemas projetados com base em *drafts* anteriores aos 3.0 e 4.0 muito provavelmente não atendem às novas especificações de sistemas de cabeamento AC6, UTP. Por outro lado, os sistemas de cabeamento AC6 blindados projetados com base em *drafts* mais antigos não sofreram quaisquer mudanças já que os parâmetros de *Alien Crosstalk* não afetam estes sistemas.

A norma final da Categoria 6 Aumentada deve ser publicada no início de 2007 juntamente com a norma final IEEE 10GBASE-T para 10GbE. Novos *drafts* deverão ser apresentados até a publicação da norma final, porém mudanças importantes nos parâmetros de transmissão em uma banda de 500 MHz não são mais esperadas. Desta forma, sistemas de cabeamento AC6 UTP projetados e fabricados de acordo com o *Draft* 4.0 da '568-B.2-10 estarão, muito provavelmente, dentro das especificações da norma final.

Do ponto de vista de interferência e efeitos devido ao *Alien Crosstalk*, os sistemas de cabeamento AC6 blindados oferecem uma resposta ótima e são mais seguros para aplicações a 10 Gb/s que sistemas UTP. No entanto, práticas apropriadas de aterramento da blindagem devem ser observadas.

Sistemas AC6 UTP também asseguram o desempenho de aplicações 10GbE desde que projetados e fabricados de acordo com o *Draft* 4.0 da '568-B.2-10, porém práticas de instalação apropriadas e mais exigentes que as atualmente empregadas para cabeamento UTP em Cat. 6 deverão ser observadas.