O teste da conversão de modo impede que sua rede fique desequilibrada

Visão geral

Há uma razão pela qual o cabeamento de cobre com par trançado equilibrado é usado para as redes Ethernet de alta velocidade de hoje, e essa razão é o equilíbrio.
A imunidade ao ruído é um fator importante na capacidade de um cabo de transmitir corretamente os sinais Ethernet, e o equilíbrio dos dois condutores em um par trançado é o que cancela o ruído introduzido no cabo. O equilíbrio também é responsável por impedir a fuga de sinal do cabo. À medida que passamos para frequências mais altas e taxas de dados mais rápidas, os cabos são ainda mais sensíveis ao ruído, e assegurar bom equilíbrio torna-se cada vez mais essencial.

O equilíbrio em cabos de par trançado é conseguido com o projeto total do cabo e com fabricação precisa. Contudo, nem todos os cabos são os mesmos e há uma abundância da variações no mercado. Assegurar o equilíbrio de um par trançado com o teste da conversão de modo é um indicador excelente da imunidade ao ruído, incluindo alien crosstalk (diafonia) (AXT) em aplicativos com frequência mais alta. Contudo, o teste da conversação do modo não é atualmente um requisito do teste de campo de acordo com os padrões de indústria devido à falta de equipamento de teste de campo capaz de executar estes testes. Os instaladores e os usuários finais no campo não tinham nenhum meio de verificar o equilíbrio - até que agora.

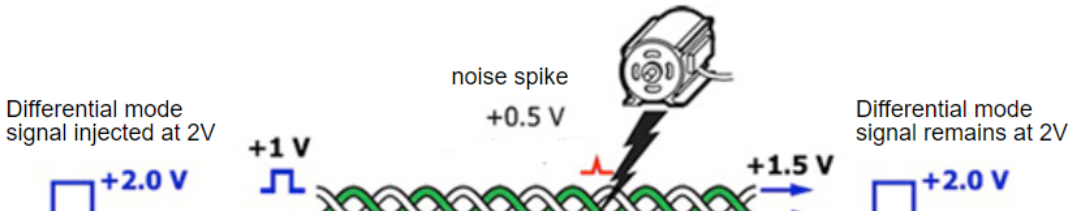
Porque o equilíbrio é importante

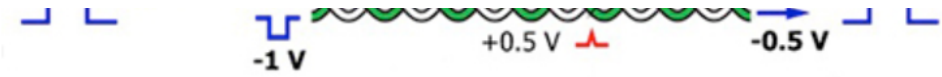
O conceito básico por trás do equilíbrio é que os sinais Ethernet são aplicados no modo diferencial aos dois condutores de um par como tensões positivas e negativas opostas, mais conhecido como fora de fase. No modo diferencial, os dois sinais referenciam-se mutualmente. Isto difere do modo comum onde os sinais parecem estar em fase e são referenciados para o terra.

Os sinais do modo comum podem ser em parte convertidos para o modo diferencial ao longo do trajeto de transmissão de um link de dados e vice-versa. Chamado de conversão de modo, estes fenômenos podem ocorrer dentro de um par ou entre pares, e não é uma coisa boa. Quando é introduzido ruído em um cabo no modo comum, uma porcentagem desse ruído pode ser convertida para o modo diferencial e torna-se parte do sinal Ethernet. O desequilíbrio causado por este ruído, por sua vez, faz com que a tensão nos pares equilibrados seja desigual, degradando o sinal diferencial da transmissão Ethernet com potencial para erros de bits, retransmissões e desempenho de rede mais lento. A conversão de modo pode ser particularmente problemática em Ethernet industrial e em aplicativos de data center onde o ambiente apresenta muito ruído e a latência é crítica.

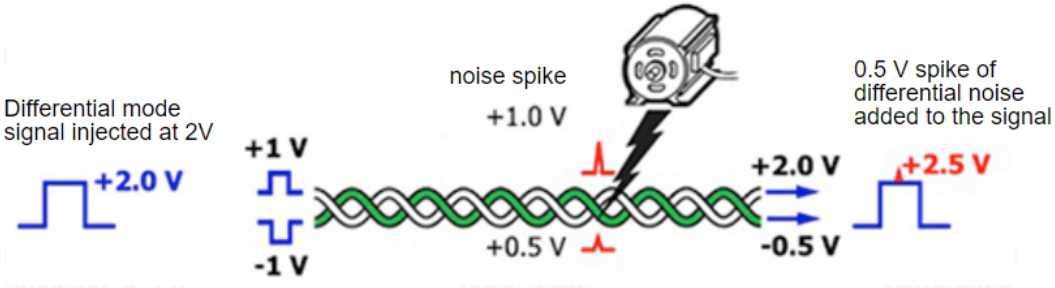
O equilíbrio é conseguido através do projeto total do cabo e de fabricação precisa, que resulta em tranças mais justas, pares trançados mais consistentes, com tamanho e espaçamento iguais dos condutores. Um cabo bem equilibrado oferece melhor imunidade ao ruído já que o ruído introduzido no modo comum parecerá ser igual ou quase igual à tensão no par equilibrado e, portanto, se cancelam.

A Figura 1 abaixo demonstra a diferença entre um link com bom equilíbrio e um link com equilíbrio deficiente. No link com bom equilíbrio, o modo injetado é visto como igual e o sinal do modo diferencial permanece na mesma tensão na outra extremidade do link. No link com equilíbrio deficiente, o modo injetado não é considerado igual pelos dois condutores, resultando em tensão de modo diferencial desigual na outra extremidade.





Link com bom equilíbrio



Link com equilíbrio deficiente

A Figura 1 abaixo demonstra a diferença entre um link com bom equilíbrio e um link com equilíbrio deficiente. No link com bom equilíbrio, o modo injetado é visto como igual e o sinal do modo diferencial permanece na mesma tensão na outra extremidade do link. No link com equilíbrio deficiente, o modo injetado não é considerado igual pelos dois condutores, resultando em tensão de modo diferencial desigual na outra extremidade.

Parâmetros da conversão de modo do TCL e do ELTCL

As normas ANSI/TIA-568-C.2, ANSI/TIA-1005 e ISO/IEC 11801:2010 incluem dois parâmetros de conversão de modo que indicam o equilíbrio - TCL e o TCTL. A Perda de Conversão Transversal (TCL) é conversão de modo medida dentro de um par na mesma extremidade. Como mostrado na figura 2, ela é medida injetando-se um sinal diferencial do modo em um par trançado e medindo o sinal no modo comum retornado nesse mesmo par trançado. Quanto menor o sinal retornado no modo comum, melhor o equilíbrio. O TCL parece ser semelhante a uma medida da Perda do Retorno, exceto que, em vez de medir o sinal do modo comum retornado, mede a Perda do Retorno do sinal diferencial retornado.

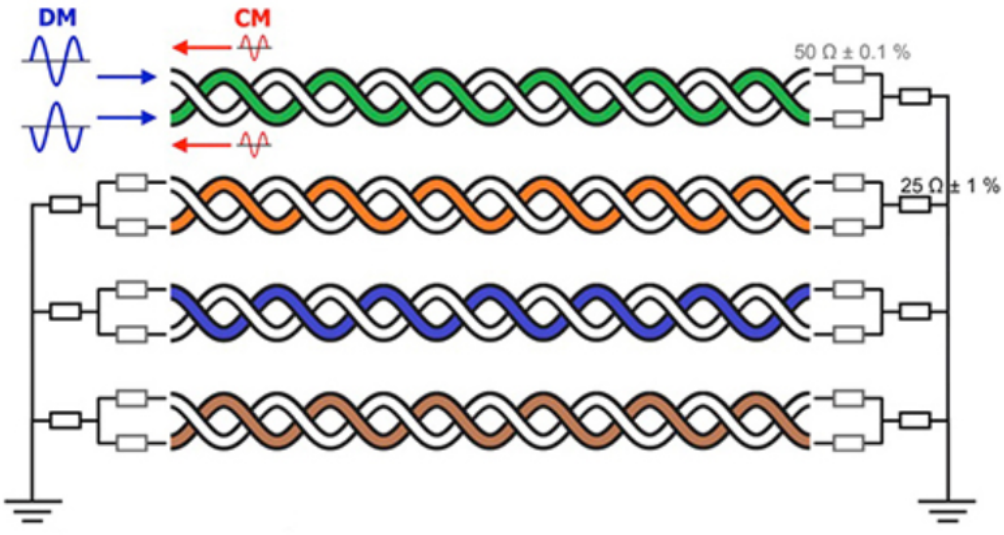


Figure 2 TCL Testing

A Perda de Transferência da Conversão Transversal (TCTL) é a conversão de modo dentro de um par medida na extremidade oposta. Como mostrado na figura 3, é medida injetando-se um sinal do modo diferencial em um par trançado e medindo o sinal do modo comum no outro extremo do link nesse mesmo par trançado. Já que a quantidade de sinal do modo comum depende do comprimento, a equalização deve ser aplicada para levar em conta a perda de inserção. Consequentemente a medida mais significativa é o TCTL de Nível Equalizado (ELTCTL). Como a TCL, quanto menor o sinal no modo comum na outra extremidade, melhor o equilíbrio.

Da mesma maneira que a TCL parece similar a uma medida da Perda de Retorno, a ELTCTL parece similar a uma medida da Perda de Inserção. Contudo, a Perda de Inserção mede o sinal do modo diferencial na outra extremidade enquanto a ELTCTL mede o sinal do modo comum na outra extremidade (TCTL) e então aplica a equalização com base na Perda de Inserção para obter a medida de ELTCTL.

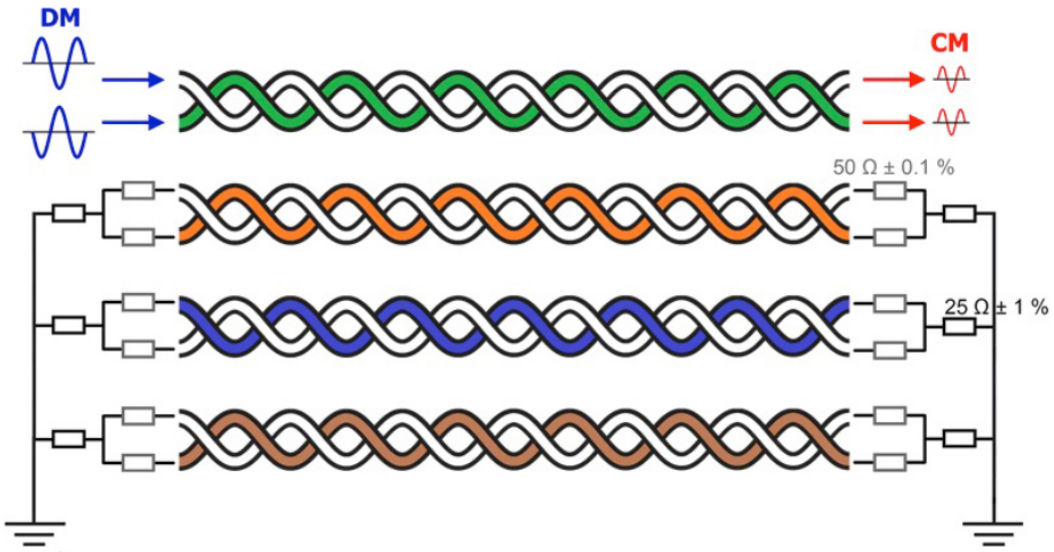


Figure 3 ELTCTL Testing

Enquanto os parâmetros de TCL e ELTCTL são excelentes indicadores do equilíbrio de um cabo de par trançado, nenhum deles é atualmente um requisito do teste de campo de acordo com os padrões ANTI/TIA-568.C.2. Isto acontece porque a maioria dos equipamentos de teste de campo são capazes de realizar somente medidas do modo diferencial. Os testes com TCL e ELTCTL, consequentemente, têm-se limitado aos ambientes de laboratório pelos fabricantes, que precisam assegurar boas características de equilíbrio dos pares para satisfazer os padrões de desempenho do setor, TIA e ISO/IEC.

Mas, encaremos o problema, nem todos os cabos são iguais e há uma enorme variedade de projetos e consistências de fabricação. Além disso, equilíbrio é algo com que os fabricantes geralmente estão em conformidade somente durante o teste de qualidade inicial de seus produtos, e não necessariamente durante todo o processo diário de fabricação, o qual pode estar sujeito a irregularidades.

Porque TCL e ELTCTL são medidas importantes que definem um desempenho mínimo para o equilíbrio e consequentemente para imunidade ao ruído, há um interesse crescente nestes parâmetros entre proprietários/operadores de rede. Em vez de confiar exclusivamente em reivindicações do fabricante, o equilíbrio pode agora ser verificado em campo com o DSX CableAnalyzer (veja a barra lateral). O DSX é o primeiro verificador de campo capaz de fazer medições no modo diferencial e no modo comum para suportar o teste de equilíbrio através de TCL e ELTCTL.

Alcançando equilíbrio com ANEXT

Na frequência mais alta de 500 MHz exigidas para suportar 10, as taxas de dados de Gb/s, como com 10GBASE-T, AXT, o acoplamento indesejável do ruído entre cabos vizinhos, transforma-se em um fator limitante do desempenho de transmissão. Isso acontece porque os cabos da categoria 6A de alto desempenho, exigidos para oferecer suporte a 10 Gb/s são projetados com melhor equilíbrio de par-à-par para fornecer maior imunidade contra ruído em relação a cabos de uma categoria inferior.

No ambiente do laboratório, os fabricantes do cabo testam AXT usando a uma configuração de seis cabos em torno de um, que fornece o pior dos cenários hipotéticos para um cabo cercado por seis cabos perturbadores. Enquanto isso é relativamente simples, o teste do campo para AXT é um processo muito mais complexo. Em vez de testar cada cabo dentro de um feixe, que levaria muito tempo, a certificação prática em campo envolve uma amostragem de somente uma porcentagem do número total de links, tipicamente 1% ou cinco links. Também recomenda-se testar os links mais longos e mais curtos em um feixe já que eles tendem a exibir níveis mais altos de AXT. Apesar do método de amostragem, o teste de AXT raramente é realizado em campo e, frequentemente, não é exigido por fabricantes para a certificação.

Enquanto poucos implementaram velocidades de 10 Gb/s fora do ambiente do data center, espera-se que 10GBASE-T chegue ao espaço empresarial nos próximos poucos anos. Portanto, está tornando-se mais crítico do que nunca assegurar o desempenho de AXT. Contudo, os custos de mão de obra associados com o teste de AXT em campo ainda são uma preocupação, especialmente para grandes instalações com milhares de links. Porque muito da cabeamento previamente instalado da categoria 6A não foi testado ou certificado original para AXT, não há nenhuma maneira verdadeira de saber se o cabeamento existente tem o desempenho AXT para suportar 10GBASE-T.

Felizmente, o equilíbrio, como determinado através do teste de TCL e ELTCTL é um indicador excelente de se o cabo fornecerá o desempenho adequado de AXT para suportar 10GBASE-T. Testar TCL e ELTCTL é um parâmetro muito mais fácil de testar do que AXT porque pode ser realizado junto do teste de campo padrão para outros parâmetros de desempenho exigidos no canal (isto é, NEXT, PSNEXT, perda de inserção, perda do retorno). na realidade, a TIA reconhece que há uma forte correlação entre o equilíbrio e o ruído com a TSB-1197, que explica a interação entre o equilíbrio e os parâmetros de conversão de modo dentro de um canal e alien crosstalk
entre canais.

Conclusão

Ninguém pode disputar o fato de que a imunidade ao ruído e, consequentemente, bom desempenho de AXT pode ser conseguida sem bom equilíbrio. Com muitos sistemas existentes da categoria 6A que nunca foram testados quanto a alien crosstalk, e poucos fabricantes que exigem o teste de AXT, não há nenhuma maneira de saber se estes cabos instalados têm o desempenho adequado de equilíbrio para suportar 10GBASE-T. Consequentemente, testar TCL e ELTCTL oferece vantagens significativas para os instaladores e usuários finais.

Se o parâmetro do TCL virá a ser exigido eventualmente pelos padrões ainda é uma questão em aberto. Enquanto não é um requisito atualmente para a conformidade com a ANSI/TIA-56-C.2, a capacidade de testar facilmente TCL e ELTCTL usando o DSX CableAnalyzer tornar possível verificar agora o equilíbrio e o suporte para os aplicativos de velocidades mais altas como 10GBASE-T através de testes de campo comuns. É uma das maneiras mais fáceis e mais eficazes de assegurar que o desempenho de sua rede não ficará em desequilíbrio.

E o equilíbrio em cabeamento blindado?

Enquanto os cabos de LAN são predominantemente não blindados, os cabos blindados são utilizados como um meio de fornecer imunidade ao ruído em muitos ambientes e são elogiados por seu melhor desempenho para aplicativos de alta velocidade. Muitos alegam que a alien crosstalk ou diafonia não é uma preocupação com cabeamento blindado. Contudo, a blindagem precisa permanecer contínua durante todo o canal para assegurar bom desempenho de alien crosstalk para aplicativos de alta velocidade. O equilíbrio em cabeamento blindado tende a ser menos controlado do que em cabeamento não blindado, porque a introdução da tela pode reduzir o acoplamento de fontes de ruído externas aos pares de sinal do cabo. Quando os parâmetros de TCL e ELTCTL se tornarem menos importantes com o cabeamento blindado, a integridade da própria tela é crítica para o desempenho do cabeamento blindado.

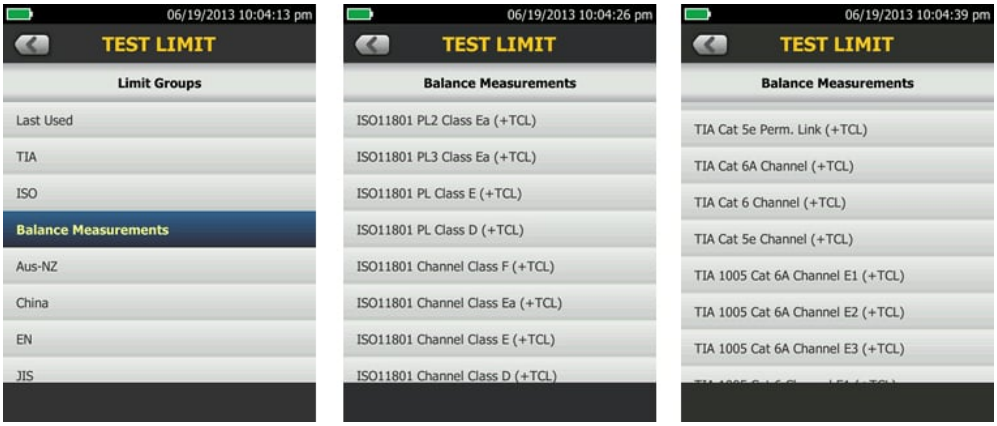
Um método excelente de assegurar a integridade da blindagem é utilizar a opção de integridade da blindagem do DSX CableAnalyzer. A continuidade da blindagem é historicamente uma medida da corrente contínua (DC), sem a medição de distância até a falha disponível. No ambiente do data center onde ambas as extremidades do cabo residem nas estantes que são aterradas à construção e têm um terra comum, usar uma medida de DC mostrará que a blindagem está conectada mesmo quando não estiver. O DSX CableAnalyzer é o primeiro verificador de campo que consegue relatar problemas de distância à integridade da blindagem usando uma técnica de medida patenteada de corrente alternada (AC), indicando uma ruptura na blindagem a despeito do terra comum e indicando o local exato da ruptura.

Testar TCL e ELTCTL é um procedimento rápido e fácil com o DSX

TCL e ELTCTL não são um requisito de testes em campo porque até o aparecimento do DSX CableAnalyzer, nenhum equipamento de teste de campo podia executar um teste de TCL em campo. Enquanto o parâmetro pode ser eventualmente exigido em testes em campo por padrões do setor, e outros fornecedores de equipamento de teste também oferecerão eventualmente medidas de campo da TCL, a maioria dos testadores de campo no mercado são normalmente capazes de realizar medidas somente no modo diferencial. O DSX CableAnalyzer é capaz de fazer medições no modo diferencial e no modo comum, daí sua

capacidade de suportar testes de equilíbrio através de TCL e ELTCTL.

TCL e ELTCTL podem ser facilmente adicionados à testes da categoria padrão 5e, 6, 6A ou a testes da classe D, E ou EA selecionando o limite do teste na pasta do DSX chamada Medidas de equilíbrio e procurando o limite do teste com o sufixo (+TCL) como mostrado abaixo:



O sufixo (+TCL) indica um teste padrão da ANSI/TIA ou da ISO/IEC com a adição de medidas de TCL e ELTCTL. ANSI/TIA-568-C.2 e ISO/IEC 11801:2010 fornece somente limites do teste para medidas do canal neste momento. Se você selecionar um limite do teste de link permanente, as medidas de TCL e ELTCTL serão executadas, mas nenhum critério de APROVAÇÃO/REPROVAÇÃO será aplicado. Os padrões Ethernet industriais da TIA 1005 com limites de TCL e ELTCTL ambientais E1, E2 e E3 diferentes também são fornecidos. Teste para TCL e o ELTCTL adiciona somente 6,6 segundos, aproximadamente, à quantidade de tempo do DSX AUTOTEST - um tempo muito curto comparado com o tempo necessário para o teste de AXT e o tempo gasto para verificar o equilíbrio.

Sobre a Fluke Networks

A Fluke Networks é a líder mundial em ferramentas de certificação, resolução de problemas e instalação para profissionais que instalam e fazem a manutenção da infraestrutura crítica de cabeamento da rede. Desde instalar os mais avançados centros de dados até restaurar o serviço no pior clima, nossa combinação de lendária confiabilidade e desempenho sem paralelo garante que os trabalhos sejam realizados eficientemente. Estão entre os produtos mais importantes da empresa o inovador LinkWare™ Live, a solução líder mundial para certificação de cabos conectada à nuvem com mais de quatorze milhões de resultados carregados até este momento.

1-800-283-5853 (US & Canada)
1-425-446-5500 (Internacional)
http://www.flukenetworks.com

Descriptions, information, and viability of the information contained in this document are subject to change without notice.

Revised: 9 de outubro de 2023 6:49 PM
Literature ID: 6004005B

© Fluke Networks 2018