

# Teste de Desequilíbrio de resistência DC Seguro fácil e acessível para seus sistemas PoE

---

## Visão geral

Ratificado originalmente pela IEEE em 1999 e 2003 respectivamente, Ethernet gigabit (1000BASE-T) e PoE (Power over Ethernet) são duas tecnologias de rede que hoje são consideradas a norma. Com ambas as tecnologias suportadas por aproximadamente 85 por cento da base de cabeamento instalada, elas proliferaram lado a lado na década passada até o ponto em que muitas empresas estão implementando, ou planejando implementar, Ethernet gigabit no ambiente de LAN horizontal e mais dispositivos PoE do que nunca antes.

Enquanto aplicativos que usam 10/100BASE-T (isto é, 10 e 100 Mbps) exigiam apenas dois pares de cabo para a transmissão, deixando dois pares sobressalentes em um cabo de par trançado com quatro pares disponíveis para PoE, o Ethernet gigabit requer todos os quatro pares do cabo para transmissão bidirecional. Neste cenário, o PoE é entregue através de pares que estão transmitindo dados simultaneamente.

Frequentemente chamado de "phantom power" (força fantasma), e conseguido aplicando-se uma tensão comum entre dois pares em um cabo Ethernet com quatro pares, pretende-se que o PoE não interfira com a transmissão de dados. Contudo, o desequilíbrio da resistência DC em uma conexão PoE tem o potencial causar problemas significativos. Embora não seja exigido nos testes de campo de desempenho da TIA ou IEC, o desequilíbrio da resistência é especificado nos padrões de PoE da IEEE e transformar o teste do desequilíbrio da resistência DC em um requisito de testes em campo levará muito tempo até assegurar que os dispositivos obtenham a potência e os dados de que precisam. À medida que avançarmos em direção a um novo padrão de PoE no futuro, ser conhecido como IEEE 802.3bt e capaz de até 100W, essa entrega PoE de dois pares se tornará uma entrega PoE de quatro pares. O desequilíbrio de resistência DC dentro de um par não será apenas uma causa potencial de problemas, mas também precisaremos considerar o desequilíbrio paralelo de resistência DC par a par como outra fonte de problemas potenciais.

# Índice

Visão geral

Compreendendo entre PoE e o desequilíbrio da resistência DC

O que causa o Desequilíbrio da Resistência DC?

Teste de desequilíbrio de resistência DC dentro de um par e entre pares

Aumente a consistência da terminação com a ferramenta correta para terminação

Resistência de Loop DC vs. Desequilíbrio da resistência DC

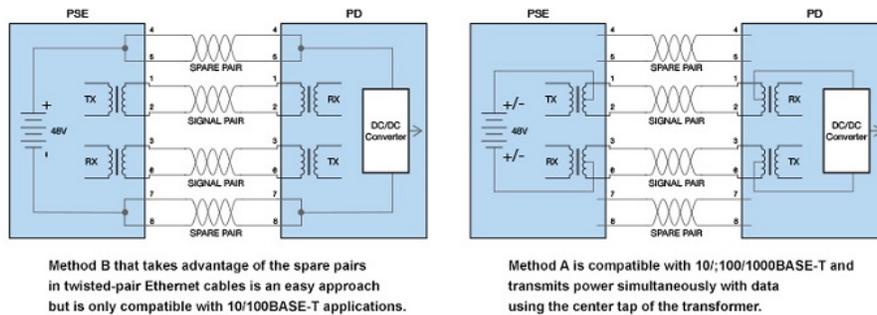
## Compreendendo entre PoE e o desequilíbrio da resistência DC

O padrão IEEE 802.3af para PoE foi desenvolvido para fornecer a potência de baixa voltagem remota aos dispositivos em cabeamento dos dados com pares trançados. A potência é injetada pelo equipamento fonte da potência (PSE), que é tipicamente é um switch habilitado para PoE ou um dispositivo de potência de amplitude média. A potência pode ser usada por uma grande gama de dispositivos energizados (PDs) no extremo oposto, incluindo telefones VoIP, pontos de acesso sem fio (WAPs), relógios de parede, sensores, câmeras, painéis de controle de acesso e muito mais.

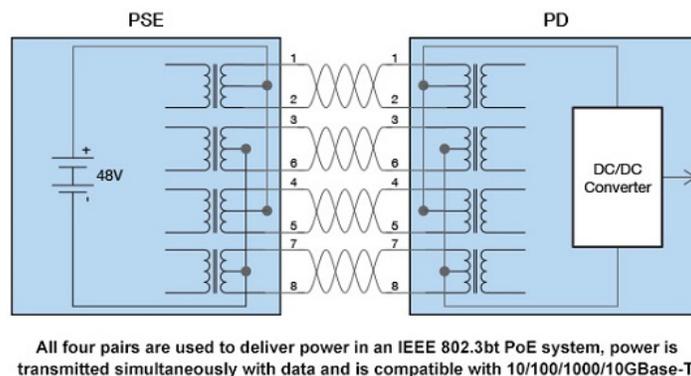
Os padrões IEEE 802.3af originais permitem a entrega de no máximo 15,4 W (13 W disponíveis) da potência sobre dois pares, enquanto o padrão da IEEE mais recente - PoE Plus 802.3at, aumenta a potência máxima permitida para 30 W (25,5 W disponíveis). O novo padrão proposto, IEEE 802.3bt PoE Plus Plus, foi projetado para fornecer 100W de potência quando ratificado. O PoE Plus foi desenvolvido em resposta a dispositivos famintos por potência, como WAPs de alta potência, câmeras com zoom e movimento horizontal e vertical, placas de telas LED e mais. Na verdade, o padrão 802.11ac mais recente para o Wi-Fi gigabit tem requisitos de potência mais altos devido a um processamento de sinais mais sofisticado e a uma taxa de quadros mais alta que exige PoE Plus. PoE Plus Plus está sendo desenvolvido para fornecer energia a dispositivos que consomem ainda mais energia, como várias WAPs de rádio, câmeras de CFTV que também incluem PTZ e aquecedores, iluminação LED do centro de dados, com muito mais utilizações previstas.

Os padrões da IEEE, 802.3af e 802.3at, especificam dois métodos para o PSE fornecer potência usando dois pares de um cabo de dados com quatro pares - Alternativa A e B. Na Alternativa B, a potência é fornecida pos pares sobressalentes usando os pares 1 e 4. Isto é compatível com sinais de dados que usam somente dois pares (pares 2 e 3), incluindo aplicativos 10/100BASE-T. Na alternativa A, a potência é fornecida simultaneamente com dados através dos pares 2 e 3, que é compatível com aplicativos que utilizam tanto dois quanto quatro pares, incluindo 10/100BASE-T e 1000BASE-T.

Na alternativa A, a potência é transmitida através dos pares de dados, aplicando-se uma tensão do comum. A potência é recebida e retornada usando o tap central do transformador de um PD, que divide a corrente entre cada condutor do par. Quando a resistência de cada fio no par é igual, o desequilíbrio da resistência DC (a diferença na resistência entre dois condutores) permanece em zero, a corrente é dividida uniformemente e a corrente comum é alcançada.



Com IEEE 802.3bt, passamos para um sistema baseado em 4 pares para fornecer a energia necessária. Ainda temos nossos dispositivos PSE e PD, com o fluxo de corrente agora compartilhado entre os quatro pares.



Enquanto os dispositivos podem tolerar um pouco de desequilíbrio da resistência DC, um excesso de desequilíbrio causa o potencial para a saturação do transformador. Isto pode finalmente distorcer a forma de onda dos sinais de dados Ethernet, causando erros de bits, retransmissões e mesmo links de dados

não operacionais. Com um sistema PoE de quatro pares, um pouco de desequilíbrio de resistência DC entre os pares pode ser tolerado, mas se for excessivo, o PoE vai parar de funcionar.

## O que causa o Desequilíbrio da Resistência DC?

O desequilíbrio de resistência DC dentro de um par e entre os pares pode ocorrer em um link de dados PoE por várias razões. Enquanto os problemas com transformadores, como um tap central em offset podem ocorrer em ambos os PSE e dispositivos finais, o desequilíbrio da resistência DC é causado mais frequentemente por trabalhos mal feitos, terminações inconsistentes e qualidade inferior do cabo.

Práticas deficientes da instalação há muito encontram-se no centro dos problemas de desempenho de rede. Práticas como assegurar um raio mínimo de curvatura e manter os pares trançados o mais próximo possível do ponto de terminação são essenciais para atingir os parâmetros de desempenho, especialmente em aplicativos de frequência mais alta, como 1000BASE-T e 10GBASE-T. Enquanto o PoE depende mais da resistência DC de um comprimento específico do cabo em vez das características de transmissão de alta frequência, há algumas práticas de instalação que têm importância.

A consistência nas terminações de condutores individuais é importante para evitar o desequilíbrio da resistência DC. Conectar os condutores individuais à torre IDC apropriada de uma tomada da rede desloca o isolamento do condutor para expor o fio de cobre e para fazer a conexão.

Assegurar um encaixe apropriado e consistente durante esta prática nem sempre é fácil. Um certa quantidade de força é exigida para assentar os condutores, e inexperiência, a fadiga manual e calibres maiores de condutores podem todos ter um impacto sobre a capacidade de manter a consistência. Quando dois condutores de um par que transporta PoE são terminados inconsistentemente, pode ocorrer o desequilíbrio da resistência DC. Usar a ferramenta de terminação correta pode ajudar a aumentar a consistência da terminação e a evitar o desequilíbrio da resistência DC em sistemas PoE (veja ferramentas de terminação na barra lateral).

As terminações conscienciosas devem também ser acopladas com processos da fabricação precisos à medida que a qualidade total e conectividade do cabo podem ter um impacto sobre o desequilíbrio da resistência DC. Fabricar cabos UTP de qualidade exige uma seleção cuidadosa dos condutores de cobre e o uso de controles rígidos para manter a geometria física apropriada do cabo. Quando um cabo de menor qualidade exhibe variações no diâmetro, na concentricidade (redondeza), no contorno e na lisura dos condutores de cobre, há um risco mais alto de ocorrer desequilíbrio da resistência DC em sistemas PoE.

Uma das preocupações crescentes na indústria de hoje é a quantidade significativa de cabos que contêm alumínio revestido de cobre (CCA), aço revestido de cobre e outros condutores não padrão que se disfarçam como cabos da categoria 5e ou mesmo da categoria 6. Enquanto estes cabos podem ser atrativos para aqueles que procuram soluções baratas de rede, os cabos CCA não são complacentes com padrões de indústria e não oferecem suporte a aplicativos PoE devido à sua resistência DC aumentada, que pode ser 55% maior do que para um cabo de cobre sólido do mesmo diâmetro. Uma resistência maior resulta em maior aquecimento do cabo e em tensão mais baixa disponível no dispositivo energizado.

Infelizmente, testar a resistência DC não é sempre suficiente para determinar o suporte para PoE porque alguns cabos CCA passarão no teste da resistência de loop DC para links mais curtos. Contudo, independente do comprimento do link, o cabo CCA tipicamente apresentará desequilíbrio da resistência DC nos pares, devido à falta da consistência entre os condutores (veja na barra lateral sobre resistência de loop DC vs. desequilíbrio da resistência DC). Também deve ser notado que os padrões ANSI/TIA e ISO/IEC exigem que os cabos de dados de par trançado sejam 100% de cobre.

## Teste de desequilíbrio de resistência DC dentro de um par e entre pares

A IEEE STD 802.3-2012 especifica um desequilíbrio de resistência DC máximo de 3% entre os condutores, significando que a diferença em resistência DC entre dois condutores é não mais do que 3% da resistência total do loop CC do par. Contudo, os padrões da TIA e do IECs não exigem o teste de desequilíbrio de resistência DC dentro de um par ou o teste de desequilíbrio de resistência DC entre pares como uma medida de campo. A falta do requisito do teste de campo foi em parte devido ao fato de nenhum testador de campo ser capaz de testar para o desequilíbrio da resistência DC, assim, foi deixado no laboratório, como medida do laboratório somente. Esse já não é mais o caso com o DSX-5000 CableAnalyzer. Além disso, o padrão proposto, IEEE 802.3bt, exige que o desequilíbrio de resistência DC entre dois pares não seja maior que 7% ou 50m Ω.

O teste do desequilíbrio da resistência DC verifica que os condutores em um par têm resistência igual e, portanto, habilitam a corrente comum necessária para efetivamente suportar PoE e evitar a distorção dos sinais de dados transmitidos no mesmo par. Ao contrário de outros testadores de campo que testam somente a resistência do loop de DC, o DSX-5000 mede a resistência do loop de DC, o desequilíbrio da resistência DC dentro de um par e o desequilíbrio da resistência entre pares.

Como mostrado na figura 1 abaixo, o DSX-5000 mede a resistência do loop DC como a soma da resistência de dois condutores em um par, enquanto o desequilíbrio da resistência DC é uma medida da diferença da resistência entre os dois condutores. O desequilíbrio de resistência DC entre pares é mostrado

para os pares 1,2-4,5, sendo a diferença absoluta nas resistências paralelas dos dois pares.

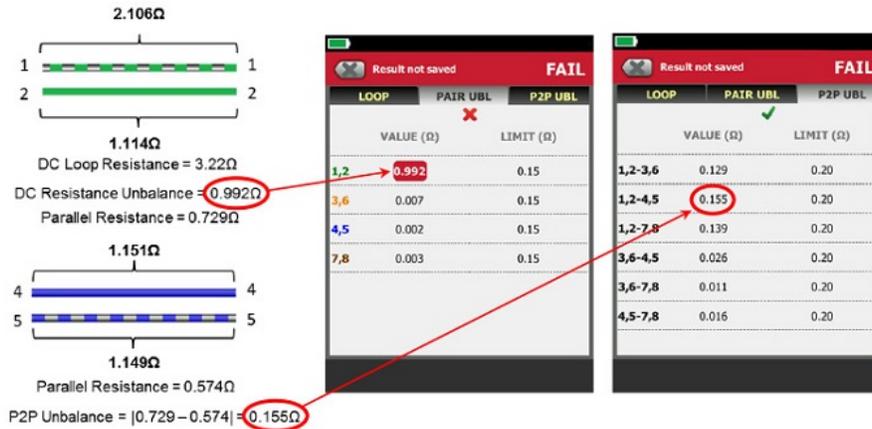


Figura 1.

Embora não seja necessário em testes de campo, o DSX-5000 CableAnalyzer pode ser configurado para incluir limites de teste de desequilíbrio de resistência DC para medições de canal ou link permanente, conforme mostrado na Tabela 1 abaixo.

| Nome do limite do teste do DSX CableAnalyzer | Desequilíbrio da resistência DC |                 |
|--|---------------------------------|-----------------|
|  | Canal                           | Link permanente |
| TIA Cat 5e Permanente Link (+ todos)         | 0,20 ou 3,0%                    | 0,20 ou 3,0%    |
| TIA Cat 6 Permanente Link (+ todos)          | 0,20 ou 3,0%                    | 0,20 ou 3,0%    |
| TIA Cat 6A Permanente Link (+ todos)         | 0,20 ou 3,0%                    | 0,20 ou 3,0%    |
| ISO11801 PL Classe D (+ todos)               | 0,20 ou 3,0%                    | 0,15 ou 3,0%    |
| ISO11801 PL Classe E (+ todos)               | 0,20 ou 3,0%                    | 0,15 ou 3,0%    |
| ISO11801 PL2 Classe Ea (+ todos)             | 0,20 ou 3,0%                    | 0,15 ou 3,0%    |

Se você estiver fazendo a medição de um canal ou de um link permanente, a medição é feita pelo DSX-5000 com uma indicação de APROVAÇÃO/REPROVAÇÃO aplicada ao limite de teste selecionado, como mostrado na figura 2. Isto é informação útil, se você observar problemas de PoE e desejar descartar o cabeamento como uma causa possível e dá a você confiança de que o cabeamento recém-instalado não só transmitirá dados, mas pode também dar suporte a PoE.

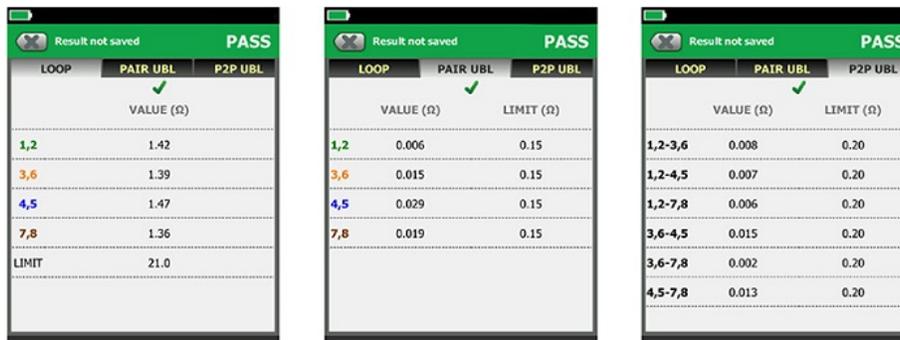




Figura 2

Com os padrões de teste de campo sendo um conjunto mínimo de requisitos de teste, deve-se considerar a inclusão do teste de desequilíbrio de resistência DC como um requisito de teste de campo estendido para ajudar a lidar com questões que envolvem o cabo CCA e proporcionar maiores garantias para atender aos requisitos obrigatórios de PoE da IEEE.

Os testes de desequilíbrio de resistência DC dentro de um par e de desequilíbrio de resistência DC entre pares se tornarão uma preocupação ainda maior à medida que mais empresas implantarem várias tecnologias de gigabit Ethernet e mais dispositivos PoE que utilizam métodos de fornecimento de energia simultaneamente com dados. Porque a implementação de PoE mais continua a crescer, especialmente com a introdução de WAPs 802.11ac, que exigem PoE, o desequilíbrio da resistência DC se transformará em uma preocupação cada vez maior à medida que mais corrente passe a fluir pelo condutor, o que torna o PoE ainda mais suscetível ao desequilíbrio da resistência DC e ao desequilíbrio da resistência. No horizonte está o PoE Plus Plus, oferecendo ainda mais potência para dispositivos que requerem até 60 Watts.

Não deixe seus sistemas PoE ficarem em desequilíbrio. Exigir o teste do desequilíbrio da resistência DC com o DSX-5000 é um seguro fácil e de baixo custo para os sistemas PoE de hoje e de amanhã.

## Aumente a consistência da terminação com a ferramenta correta para terminação

Usar a ferramenta de terminação correta pode ajudar a aumentar a consistência da terminação e a evitar o desequilíbrio da resistência DC em sistemas PoE. Há três tipos de ferramentas de terminação para cabos de telecomunicações - manuais, de impacto e multi-fio. As ferramentas manuais de punchdown exigem força bruta humana, e tem o potencial de maior inconsistência nos dois condutores de um par. É muito difícil usar exatamente a mesma força em cada condutor, especialmente depois que a fadiga manual aparece.

As ferramentas de impacto exigem menos força da parte do instalador e são uma opção melhor, mas estas ferramentas ainda podem levar à inconsistência da terminação de condutor para condutor. A melhor opção para assegurar a consistência da terminação são as ferramentas multi-fio como o JackRapid, que fazem a terminação de todos os pares com uma compressão, fornecendo uma quantidade de força equivalente em todos os condutores. As ferramentas multi-fio também aliviam a fadiga manual e reduzem significativamente o tempo de instalação permitindo a terminação oito vezes mais rápida em comparação ferramentas da terminação de um só fio. A combinação de terminações mais rápidas, confiáveis e consistentes reduz o retrabalho e os custos em até 80%.



## Resistência de Loop DC vs. Desequilíbrio da resistência DC

Frequentemente há alguma confusão sobre a diferença entre a resistência do loop DC e o desequilíbrio da resistência DC. A capacidade para entregar uma determinada quantidade de potência depende da resistência total do loop DC de um trecho específico do cabo. A resistência do loop DC é calculada como a soma da resistência DC de dois condutores em um par. De acordo com os padrões da IEEE, a resistência de loop DC do canal de um par deve ser 25  $\Omega$  ou menos, enquanto a resistência do loop DC do link permanente deve ser 21  $\Omega$  ou menos.



## 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: 23 de março de 2020 8:53 AM

Literature ID: 6003996B

© Fluke Networks 2018