

# DC-Widerstand-Unsymmetrietest Einfache, preiswerte Versicherung für Ihre PoE-Systeme

---

## Überblick

Ursprünglich ratifiziert durch IEEE 1999 und 2003 sind Gigabit Ethernet (1000BASE-T) und PoE zwei Netztechniken, die heute als die Norm gelten. Beide Technologien werden heute durch ungefähr 85 % der installierten verkabelten Basis unterstützt und haben sich gemeinsam in den letzten zehn Jahren bis zu dem Punkt entwickelt, wo die vielen Unternehmen Gigabit Ethernet in der horizontalen LAN-Umgebung und in mehr PoE-Geräten als je zuvor implementieren oder zu implementieren planen.

Während 10/100BASE-T-Anwendungen (d. h., 10 und 100 Mbps) nur zwei Adernpaare zur Übertragung erforderten und zwei Paare eines vieradrigen verdrehten Kabels für PoE verfügbar ließen, verlangt Gigabit Ethernet alle vier Adernpaare für bidirektionale Übertragung. In diesem Szenario wird PoE über Paare geliefert, die gleichzeitig Daten übertragen.

PoE wird häufig als Phantomenergie bezeichnet und erreicht, indem eine Gleichtakt-Spannung zwischen zwei Paaren in einem Vierpaar-Ethernet-Kabel angelegt wird. PoE soll die Datenübertragung nicht behindern. Jedoch kann eine DC-Widerstand-Unsymmetrie in einer PoE-Verbindung bedeutende Probleme verursachen. Während die Widerstand-Unsymmetrie in den TIA oder IEC Leistungs-Feldtesten nicht erfordert wird, wird sie in den PoE-Standards der IEEE angegeben. Wenn das Widerstand-Unsymmetrietesten zu einem Pflichtfeldtest gemacht wird, wird dies einen großen Schritt in Richtung Sicherstellung bedeuten, dass Geräte die Versorgung und Daten erhalten, die sie erfordern. Da wir uns in Zukunft auf eine neue PoE-Norm mit der Bezeichnung IEEE 802.3bt und bis zu 100 W Leistung zubewegen, wird sich die PoE-Lieferung von zwei Paaren auf vier verändern. Es wird nicht nur die DC-Widerstand-Unsymmetrie innerhalb eines Paares eine mögliche Ursache für Probleme werden, wir müssen auch die DC Parallel-Widerstand-Unsymmetrie von Paar zu Paar als weitere Quelle von möglichen Problemen betrachten.

## Zum Verständnis von PoE und DC-Widerstand-Unsymmetrie

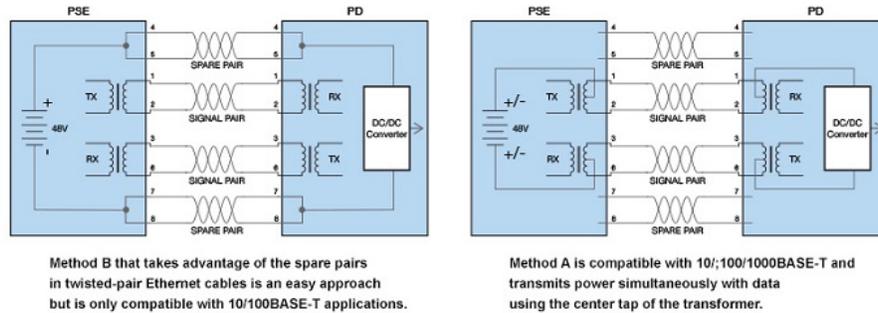
Der Standard IEEE 802.3af für PoE wurde entwickelt, um Schwachstromenergie über Twisted Pair-Datenkabel an Geräte anzuliefern. Energie wird durch Energieversorger (PSE) eingeleitet, der gewöhnlich ein PoE-aktiviertes Switch oder eine Mid-Span-Spannungsversorgung ist. Die Energie kann von einer großen Anzahl von strombetriebenen Geräten (PDs) am anderen Ende verwendet werden, einschließlich von VoIP-Telefonen, drahtlosen Zugangspunkten (WAPs), Wanduhren, Sensoren, Kameras, Zugriffssteuerungspanels und mehr.

Der ursprüngliche IEEE 802.3af-Standard erlaubt eine maximale Spannungsversorgung von 15,4 W (13 W verfügbar) über zwei Paare, während der neueste IEEE 802.3at PoE Plus-Standard die erlaubte Höchstleistung auf 30 W (25,5 W verfügbar) erhöht. Die neue vorgeschlagene IEEE 802.3bt PoE Plus-Norm soll 100 W Leistung liefern, sobald diese ratifiziert wurde. PoE Plus wurde als Lösung für Geräte mit höheren Leistungsaufnahmen entwickelt, wie WAPs mit höherer Leistung, Pan-Tilt-Zoom-Kameras, LED-Anzeigetafeln und mehr. Tatsächlich hat der neueste 802.11ac-Standard für Gigabit WiFi einen höheren Leistungsbedarf aufgrund höher entwickelter Signalaufbereitung und einer höheren Frame-Rate, die PoE-Plus erfordert. PoE Plus Plus wurde entwickelt, um noch leistungshungrigere Geräte, wie mehrere Radio-WAPs, CCTV-Kameras, die auch PTZ und Heizungen beinhalten, LED-Beleuchtung in Rechenzentren sowie viele weitere vorgesehene Verwendungen, mit Leistung zu versorgen.

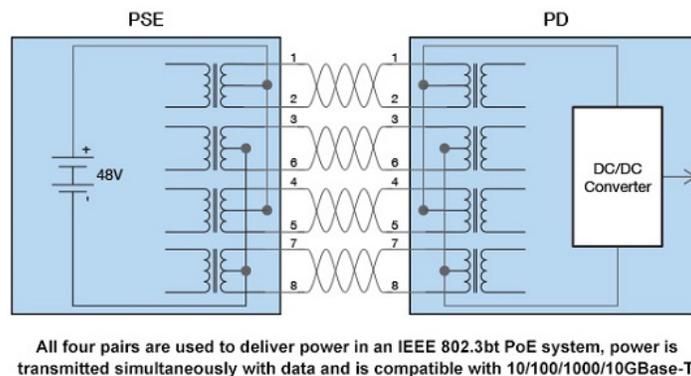
Die IEEE-Standards 802.3af und 802.3at definieren zwei Methoden, mittels derer PSE Spannung unter Verwendung von zwei Paaren eines vierpaarigen Datenkabels – Alternative A und B anliefern. In Alternative B wird Spannung über Ersatzpaare unter Verwendung von Paaren 1 und 4 geliefert. Das ist kompatibel mit Datensignalen, die nur zwei Paare verwenden (Paare 2 und 3), einschließlich 10/100BASE-T Anwendungen. In Alternative A wird die Spannung gleichzeitig mit Daten über Paare 2 und 3 geliefert, was mit zwei- und vierpaarigen Anwendungen, einschließlich 10/100BASE-T und 1000BASE-T kompatibel ist.

In Alternative A wird Spannung über die Datenpaare übertragen, indem eine Gleichtakt-Spannung angelegt wird. Spannung wird über den mittleren Anschluss des Transformators eines PD empfangen und zurückgesendet, der den Strom zwischen jedem Leiter des Paares aufteilt. Wenn der Widerstand jedes Drahtes

im Paar gleich ist, ist die DC-Widerstand-Unsymmetrie (der Unterschied zwischen den Widerständen der zwei Leitern) Null, der Strom wird gleichmäßig aufgeteilt, und Gleichtaktmodus-Strom wird erreicht.



Mit IEEE 802.3bt, bewegen wir uns auf ein 4 Paar-basiertes System zu, um die benötigte Leistung zu liefern. Wir haben noch immer unsere PSE und PD-Geräte mit der aktuellen Stromstärke, die jetzt unter den vier Paaren aufgeteilt wird.



Während Geräte eine gewisse DC-Widerstand-Unsymmetrie tolerieren können, kann eine zu große Unsymmetrie zu einer Sättigung des Transformators führen. Dies kann zu einer Verzerrung der Wellenform von Ethernet-Datensignalen führen und zu Bit-Fehlern, Übertragungswiederholungen und sogar nicht-arbeitenden Datenverbindungen führen. Mit einem vierpaarigen PoE-System werden einige DC-Widerstand-Unsymmetrien zwischen den Paaren toleriert werden, wenn es jedoch zu viele werden, wird PoE nicht mehr funktionieren.

## Was verursacht eine DC-Widerstand-Unsymmetrie?

Eine DC-Widerstand-Unsymmetrie innerhalb eines Paares und zwischen Paaren, kann aus verschiedenen Gründen in einer PoE-Datenverbindung auftreten. Während Probleme mit Transformatoren wie einem versetzten mittleren Anschluss an PSE und an Endgeräten auftreten können, wird DC-Widerstand-Unsymmetrie häufiger durch schlechte Verarbeitung, uneinheitliche Abschlüsse und mangelnde Kabelqualität verursacht.

Schlechte Installationspraxis ist schon seit Langem der springende Punkt von Netzwerk-Leistungsproblemen. Praktiken wie das Sicherstellen von Mindest-Biegungsradien und das Bewahren der Verdrehung von Paaren so nahe am Punkt des Anschlusses wie möglich sind unerlässlich zum Erfüllen von Leistungsparametern, insbesondere in den Anwendungen mit höherer Frequenz wie 1000BASE-T und 10GBASE-T. Während PoE mehr auf dem Gleichstrom-Widerstand einer spezifischen Kabellänge an Stelle von Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften baut, sind einige Installationspraktiken von Bedeutung.

Einheitlichkeit in der Konfektionierung der Leiter ist wichtig zur Verhinderung von DC-Widerstand-Unsymmetrie. Durch Herunterdrücken der einzelnen Leiter zu dem korrekten IDC-Block einer Netzwerkfassung wird die Leiterisolierung zurückgeschoben und der Kupferleiter bloßgestellt, wodurch die Verbindung hergestellt wird.

Es ist nicht immer einfach, dabei den richtigen und einheitlichen Sitz sicherzustellen. Eine bestimmte Kraft ist erforderlich, um die Leiter einzusetzen, und Unerfahrenheit, Handermüdung und größere Leiterdurchmesser können die Fähigkeit zur Erhaltung der Einheitlichkeit beeinträchtigen. Wenn zwei Leiter eines Paares, das PoE überträgt, inkonsequent konfektioniert werden, kann dies zu DC-Widerstand-Unsymmetrie führen. Mit dem richtigen

Konfektionierungswerkzeuge können die Konfektionierungs-Einheitlichkeit verbessert und DC-Widerstand-Unsymmetrie in PoE-Systemen vermieden werden (siehe Sidebar-Text über Konfektionierungswerkzeuge).

Gewissenhafte Konfektionierung muss auch mit Herstellungsverfahren hoher Präzision verbunden werden, da die Gesamtqualität des Kabels und der Anschlussfähigkeit sich ebenfalls auf die DC-Widerstand-Unsymmetrie auswirken kann. UTP-Kabel von hoher Produktionsqualität erfordert eine sorgfältige Auswahl von Kupferleitern und den Gebrauch von strengen Kontrollen zur Einhaltung der korrekten physischen Geometrie des Kabels. Wenn ein Kabel von geringer Qualität Schwankungen in Durchmesser, Konzentrität (Rundheit), Kontur und Glätte des Kupferleiters aufweist, besteht ein höheres Risiko für DC-Widerstand-Unsymmetrie in den PoE-Systemen.

Heute ist eine wachsende Besorgnis in der Branche die bedeutende Menge an Kabeln mit verkupferten Aluminium (CCA), verkupferten Stahl und anderen nicht standardmäßigen Leitern, die als Kabel Kategorie 5e oder sogar Kategorie 6 ausgegeben werden. Während diese Kabel für diejenigen attraktiv sein können, die nach billigen Vernetzungslösungen suchen, sind CCA-Kabel nicht mit Industriestandards konform und unterstützen keine PoE-Anwendungen aufgrund ihres erhöhten Gleichstrom-Widerstands, der um 55 % höher sein kann als für bei einem soliden Kupferkabel des gleichen Durchmessers. Der größere Widerstand führt zu einer höheren Erhitzung des Kabels und einer niedrigeren verfügbaren Spannung am versorgten Gerät.

Leider ist die Prüfung auf Gleichstrom-Widerstand nicht immer ausreichend, um Unterstützung für PoE zu bestimmen, da manche CCA-Kabel den Gleichstrom-Schleifenwiderstandstest für kürzere Links bestehen. Unabhängig von der Länge des Links weisen CCA-Kabel gewöhnlich DC-Widerstand-Unsymmetrie auf den Paaren auf, aufgrund des Mangels an Einheitlichkeit der Leiter (siehe den Sidebar-Text über Gleichstrom-Schleifenwiderstand im Vergleich zu DC-Widerstand-Unsymmetrie). Es sollte auch angemerkt werden, dass die ANSI/TIA und ISO/IEC Standards verdrehte Kabel mit 100 % Kupfer erfordern.

## Tests für DC-Widerstand-Unsymmetrie innerhalb eines Paares und zwischen Paaren

IEEE Norm 802.3-2012 gibt eine maximale DC-Widerstand-Unsymmetrie von 3 % zwischen den Leitern vor. Das bedeutet, dass der Unterschied im Gleichstrom-Widerstand zwischen zwei Leitern 3 % des gesamten Gleichstrom-Schleifenwiderstands eines Paares nicht übersteigen darf. Jedoch schreiben weder TIA- noch IECs-Standards einen DC-Widerstand-Unsymmetrietest innerhalb eines Paares oder einen DC-Widerstand-Unsymmetrietest zwischen Paaren als Feldtest vor. Der Mangel an einer Anforderung für Feldtests ist teilweise darauf zurückzuführen, dass bisher kein Feldtestinstrument auf DC-Widerstand-Unsymmetrie prüfen konnte. Daher blieb dieser Test dem Labor vorbehalten. Mit dem DSX-5000 CableAnalyzer ist das ist aber jetzt nicht mehr der Fall. Darüber hinaus erfordert der vorgeschlagene IEEE 802.3bt Standard eine DC-Widerstand-Unsymmetrie zwischen zwei Paaren von nicht mehr als 7 % oder 50 m Ω.

Das Testen auf DC-Widerstand-Unsymmetrie überprüft, ob beide Leiter in einem Paar den gleichen Widerstand aufweisen und daher den Gleichstrom ermöglichen, der für eine effektive Unterstützung von PoE und Vermeidung von Verzerrung der Datensignale, die auf dem gleichen Paar übertragen werden, erforderlich ist. Anders als andere Feldtestgeräte, die nur Gleichstrom-Schleifenwiderstand testen, misst der DSX-5000 den Gleichstrom-Schleifenwiderstand und die DC-Widerstand-Unsymmetrie innerhalb eines Paares und die DC-Widerstand-Unsymmetrie zwischen Paaren.

Wie in Abbildung 1 unten gezeigt, misst das DSX-5000 den Gleichstrom-Schleifenwiderstand als Summe des Widerstands von zwei Leitern in einem Paar, während die DC-Widerstand-Unsymmetrie eine Messung des Unterschieds des Widerstands zwischen den zwei Leitern ist. DC Widerstand Ungleichgewicht zwischen Paaren wird für Paare 1,2-4,5 gezeigt, wobei dies die absolute Differenz in den parallelen Widerständen der beiden Paare darstellt.

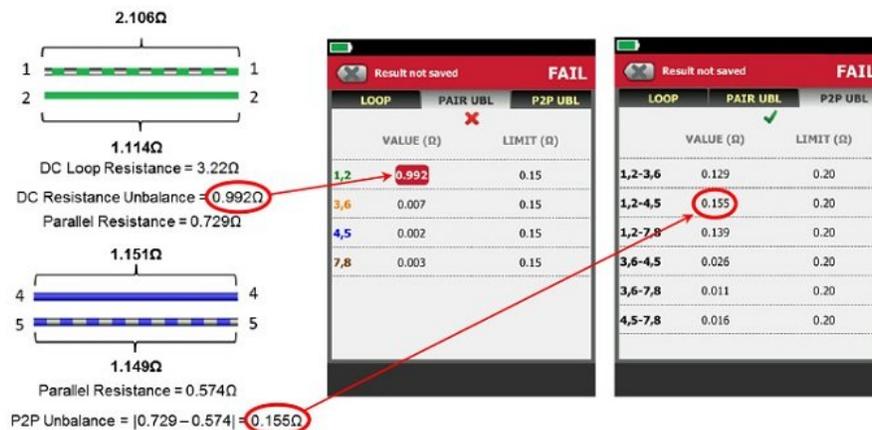


Abbildung 1

Während dies in Feldtests nicht erforderlich ist, kann der DSX-5000 CableAnalyzer so konfiguriert werden, dass er Grenzwerte für den Kanal oder die permanenten Linkmessungen der DC-Widerstand-Unsymmetrie einschließt; so wie in Tabelle 1 dargestellt.

DSX CableAnalyzer Testlimit-Name	DC-Widerstand-Unsymmetrie	
	Kanal	Permanent Link
TIA Cat 5e Perm. Link (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,20 oder 3,0 %
TIA Cat 6 Perm. Link (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,20 oder 3,0 %
TIA Cat 6A Perm. Link (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,20 oder 3,0 %
ISO11801 PL Class D (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,15 oder 3,0 %
ISO11801 PL Class E (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,15 oder 3,0 %
ISO11801 PL2 Class Ea (+ alle)	0,20 oder 3,0 %	0,15 oder 3,0 %

Wenn Sie eine Permanent Link- oder Kanal-Messung vornehmen, wird sie vom DSX-5000 durchgeführt und PASS/FAIL wird für die Testgrenzen angewendet, siehe Abbildung 2. Dies sind nützliche Informationen, wenn Sie PoE-Themen beobachten und die Verkabelung als mögliche Ursache ausschließen wollen und es gibt Ihnen Sicherheit, dass neu installierte Verkabelungen nicht nur Daten übertragen, sondern auch Support für PoE leisten können.

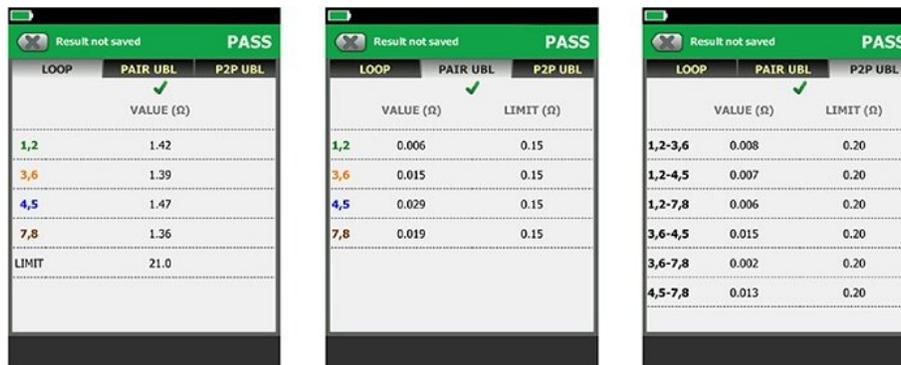


Abbildung 2

Da die Feldtestnormen ein Minimum an Prüfanforderungen darstellen, sollte man sich überlegen, ob DC-Widerstand-Unsymmetrie-Tests als erweiterte erforderliche Feldtests hinzugenommen werden, um bei Themen rund um CCA Kabel zu helfen und größere Gewähr für die Einhaltung der von der IEEE vorgeschriebenen Anforderungen an die PoE-Anforderungen zu bieten.

DC-Widerstand-Unsymmetrie-Tests innerhalb eines Paares und DC-Widerstand-Unsymmetrie-Tests zwischen Paaren werden immer wichtiger werden, da immer mehr Unternehmen multiple Gigabit-Ethernet-Technologien entwickeln und es mehr PoE-Geräte gibt, die die Methoden der gleichzeitigen Lieferung von Leistung und Daten nutzen. Da die Implementierung von PoE Plus weiter wächst, besonders mit der Einführung von 802.11ac WAPs, die es erfordern, wird DC-Widerstand-Unsymmetrie ein noch größerer Grund zur Besorgnis, da mehr Strom durch einen Leiter fließt, wodurch PoE noch anfälliger gegen Gleichstrom-Widerstand und Widerstand-Unsymmetrie wird. Am Horizont erscheint schon PoE Plus Plus, das noch höhere Leistung für Geräte bietet, die bis zu 60 Watt erfordern.

Lassen Sie Ihre PoE Systeme nicht auf Messers Schneide stehen. Die Anforderung von Testen auf DC-Widerstand-Unsymmetrie mit dem DSX-5000 ist eine einfache, kosteneffiziente Versicherung für die PoE-Systeme von heute und morgen.

## Die Termination-Konsistenz mit dem richtigen Konfektionierungswerkzeug erhöhen

Mit dem richtigen Konfektionierungswerkzeug können die Konfektionierungs-Einheitlichkeit verbessert und DC-Widerstand-Unsymmetrie in PoE-Systemen vermieden werden. Es gibt drei Arten von Auflegewerkzeugen für das Konfektionieren von Telekommunikationskabeln: Manuell, Impakt und Mehradrig. Bei manuellen Auflegewerkzeugen muss der Großteil der Kraft von der menschlichen Energie aufgebracht werden, was ein Potenzial für höhere Ungleichmäßigkeit über zwei Leiter eines Paares mit sich bringt. Es ist sehr schwierig, jedes Mal genau die gleiche Stärke für jeden Leiter zu verwenden, besonders sobald Handermüdung einsetzt.

Impaktwerkzeuge, die weniger Kraft von Seiten des Installateurs erfordern, sind eine bessere Option, können aber dennoch zu Konfektionierungs-Ungleichmäßigkeit von einem Leiter zum nächsten führen. Die beste Option für die Gewährleistung von Konfektionierungs-Gleichmäßigkeit sind mehradrig Werkzeuge wie JackRapid, die alle Paare mit einem Druck auf das Werkzeug abschließen, wobei die gleiche Stärke auf alle Leiter ausgeübt wird. Mehradrig Werkzeuge lindern auch die Handermüdung und verkürzen die Installationszeit erheblich, indem sie Buchsen bis zu acht Mal schneller kontaktieren, verglichen mit Einzeldraht-Konfektionierungswerkzeugen. Durch dieses schnellere, zuverlässigere und beständigere Beschalten können Nacharbeit und Kosten um bis zu 80 % sinken.



## Gleichstrom-Schleifenwiderstand - DC-Widerstand-Unsymmetrie

Oft kommt es zu Verwirrung über den Unterschied zwischen Gleichstrom-Schleifenwiderstand und DC-Widerstand-Unsymmetrie. Die Fähigkeit, eine bestimmte Menge Energie zu liefern, ist vom Gesamt-Gleichstrom-Schleifenwiderstand einer spezifischen Länge des Kabels abhängig. Gleichstrom-Schleifenwiderstand wird als die Summe des Gleichstrom-Widerstands von zwei Leitern in einem Paar berechnet. Entsprechend den IEEE-Standards ist der Kanal-Gleichstrom-Schleifenwiderstand eines Paares 25  $\Omega$  oder kleiner, während der permanente Gleichstrom-Schleifenwiderstand 21  $\Omega$  oder kleiner sein sollte.



## Über Fluke Networks

Fluke Networks ist ein weltweit führender Anbieter von Tools zur Zertifizierung, Fehlersuche und Installation für Experten, die wichtige Netzwerkverkabelungsinfrastrukturen installieren und warten. Von der Installation der fortschrittlichsten Rechenzentren bis hin zur Wiederherstellung von Diensten bei schlechten Wetterbedingungen – unsere Kombination aus unschlagbarer Verlässlichkeit und unvergleichlicher Leistung stellt sicher, dass Aufträge effizient erledigt werden können. Zu den Top-Produkten des Unternehmens zählt das innovative LinkWare™ Live, die weltweit führende, Cloud-verbundene Lösung für Kabelzertifizierung mit bisher über vierzehn Millionen hochgeladenen Messergebnissen.

+ 1-800-283-5853 (US & Canada)

1-425-446-5500 (International)

<http://www.flukenetworks.com>

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

Revised: 23. März 2020 8:53 AM

Literature ID: 6003996B

© Fluke Networks 2018