

DC-WIDERSTAND-UNSYMMETRIE MESSUNG: EINFACHE, PREISWERTE VERSICHERUNG FÜR IHRE POE-SYSTEME



EINFÜHRUNG

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 dadurch erreicht, dass 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 erhebliche Probleme verursachen. Während die Widerstand-Unsymmetrie in den TIA oder IEC Leistungsanforderungen für Feld-Messungen nicht gefordert wird, wird sie in den PoE-Standards der IEEE gefordert. Wenn die Messung der Widerstand-Unsymmetrie zur Pflicht wird, würde dies einen großen Schritt in Richtung Sicherstellung bedeuten, dass Endgeräte die erforderliche Stromversorgung und Daten erhalten, bedeuten. Da wir uns in Zukunft auf eine neue PoE-Norm mit der Bezeichnung IEEE 802.3bt und bis zu 100 W Leistung zubewegen, wird PoE zugünftig nicht nur von zwei, sondern von vier Paaren geliefert. 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.

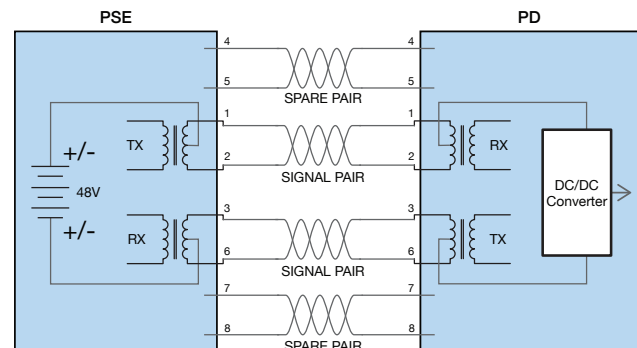
Zum Verständnis von PoE und DC-Widerstand-Unsymmetrie

Der Standard IEEE 802.3af für PoE wurde entwickelt, um Schwachstromenergie über Twisted Pair-Datenkabel an Geräte zu liefern. Energie wird durch einen Energieversorger (PSE) eingespeist, der gewöhnlich ein PoE 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, Wireless Access Points (WAPs), Wanduhren, Sensoren, Kameras, Panels für die Zutrittssteuerung und mehr.

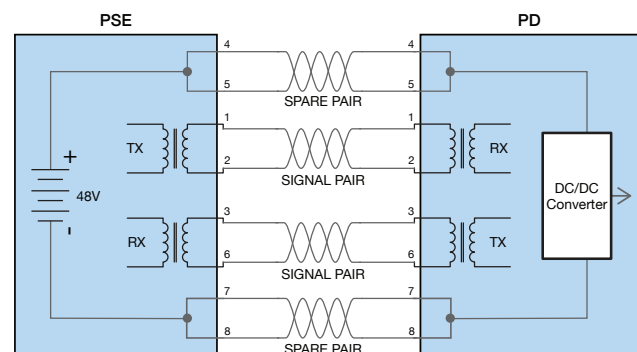
Der ursprüngliche IEEE 802.3af-Standard erlaubt eine maximale Versorgung von 15,4 W (13 W verfügbar)

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 höherer Leistungsaufnahme entwickelt, wie WAPs mit höherer Leistung, Pan-Tilt-Zoom-Kameras, LEDAnzeigetafeln 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, LEDBeleuchtung in Rechenzentren sowie viele weitere vorgesehene Anwendungen, 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 angeliefert werden – Alternative A und B.



Alternative A. Diese Methode ist mit 10/100/1000BASE-T kompatibel und überträgt die Leistung gleichzeitig mit den Daten über den Mittelabgriff des Transformators.

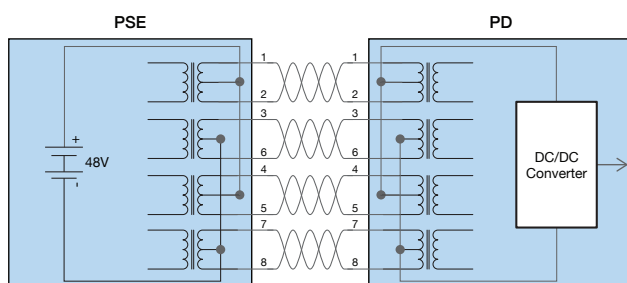


Alternative B. Diese Methode nutzt die Vorteile der Ersatzpaare in Twisted-Pair-Ethernet-Kabeln ist ein einfacher Ansatz, ist aber nur mit 10/100BASE-T-Anwendungen kompatibel.

In Alternative B wird Spannung über Ersatzpaare unter Verwendung der 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 Transformator teilt den Strom zwischen den Leitern des Paares auf. 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.



Alle vier Paare werden zur Stromversorgung in einem IEEE 802.3bt PoE-System verwendet. Die Leistung wird gleichzeitig mit dem Datum übertragen und ist mit 10/100/1000/10GBase-T kompatibel.

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 kleinere 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 eine versetzte Mittelpunktschaltung an PSE und an Endgeräten auftreten können, wird DC-Widerstand-Unsymmetrie häufiger durch schlechte Verarbeitung, uneinheitliche Anschlüsse und mangelnde Kabelqualität verursacht.

Schlechte Installationspraxis ist schon seit Langem der springende Punkt von Leistungsproblemen bei Netzwerken. Praktiken wie das Sicherstellen von Mindestbiegeradien und den Erhalt der Verdrehung von Paaren bis zum Anschlusspunkt sind unerlässlich, um die Leistungsparameter zu erfüllen, insbesondere in den Anwendungen mit höherer Frequenz, wie 1000BASE-T und 10GBASE-T. Während für PoE der Gleichstrom-Widerstand einer spezifischen Kabellänge wichtig ist, sind für die Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften einige dieser Installationspraktiken von Bedeutung.

Das Einheitliche Auflegen der Leiter ist für die Vermeidung von DC-Widerstand-Unsymmetrie wichtig. Durch Herunterdrücken einzelner Leiter zum IDC-Block auf der Rückseite einer Netzwerkbuchse wird die Leiterisolierung zurückgeschoben, der Kupferleiter freigelegt und so die Verbindung hergestellt.

Es ist nicht immer einfach, dabei die richtige und einheitliche Kontaktierung sicherzustellen.

Eine bestimmte Kraft ist erforderlich, um die Leiter aufzulegen, mangelnde Erfahrung, Ermüdung der Hand sowie größere Leiterdurchmesser können das einheitliche Auflegen beeinträchtigen. Wenn zwei Leiter eines Paares, das PoE überträgt, unterschiedlich konfektioniert werden, kann dies zu DC-Widerstand-Unsymmetrie führen. Mit dem richtigen Auflegewerkzeug kann ein einheitliches Konfektionieren erreicht und DC-Widerstand-Unsymmetrie in PoE-Systemen vermieden werden. (siehe Spalte über Konfektionierungswerkzeuge)

Gewissenhaftes Auflegen muss auch mit Produktionsverfahren von hoher Qualität einhergehen, da die Gesamtqualität des Kabels und der Verbinder 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), Umfang und Glätte des Kupferleiters aufweist, besteht ein höheres Risiko für DC-Widerstand-Unsymmetrie in den PoE-Systemen.

Heute besteht in der Branche beispielsweise eine wachsende Besorgnis bezüglich der erheblichen Menge an Kabeln mit verkupferten Aluminium (CCA), verkupferten Stahl und anderen nicht standardmäßigen Leitern, die als Kabel der Kategorie 5e, Kategorie 6 oder Kategorie 6A ausgegeben werden.

Während diese Kabel für diejenigen attraktiv sein können, die nach billigen Vernetzungslösungen suchen, sind CCA-Kabel nicht mit Industriestandards konform und unterstützen aufgrund ihres erhöhten Gleichstrom-Widerstands, der um 55 % höher sein kann als bei einem soliden Kupferkabel des gleichen Durchmessers, PoE-Anwendungen nicht in geeigneter Weise.

Der größere Widerstand führt zu einer stärkeren Erwärmung 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 mangelnder Übereinstimmung unter den Leitern (siehe den Spalte 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.

Messung der 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 eine DC-Widerstand-Unsymmetrie Messung innerhalb eines Paares oder eine DC-Widerstand-Unsymmetrie Messung zwischen Paaren als Feldmessung vor. Der Mangel an einer Anforderung für Feldmessungen ist teilweise darauf zurückzuführen, dass bisher kein Feldmessgerät auf DC-Widerstand-Unsymmetrie prüfen konnte. Daher blieb diese Messung dem Labor vorbehalten. Mit dem DSX-5000 CableAnalyzer ist das 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.

Die Messung auf DC-Widerstand-Unsymmetrie überprüft, ob beide Leiter in einem Paar den gleichen Widerstand aufweisen und daher den Gleichtaktstrom 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 Feldmessgeräte, die nur Gleichstrom-Schleifenwiderstand messen, 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.

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

Wenn Sie eine Permanent Link- oder Channel-Messung vornehmen, wird sie vom DSX-5000 durchgeführt und PASS/FAIL wird für die Mess-Grenzwerte angewendet, siehe Abbildung 2. Dies sind nützliche Informationen, wenn Sie PoE-Probleme 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.

Da die Grenzwerte für die Feldmessung ein Minimum an Prüfanforderungen darstellen, sollte man sich überlegen, ob DC-Widerstand-Unsymmetrie-Messungen als erweiterte erforderliche Feldmessung hinzugenommen werden, um bei Problemen rund um CCA Kabel zu helfen und größere Gewähr für das Einhalten der von der IEEE vorgeschriebenen PoE-Anforderungen zu bieten.

DC-Widerstand-Unsymmetrie-Messungen innerhalb eines Paares und DC-Widerstand-Unsymmetrie-Messungen 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 dies fordern, 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, bis zu 60 Watt.

DSX CableAnalyzer Grenzwert	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%

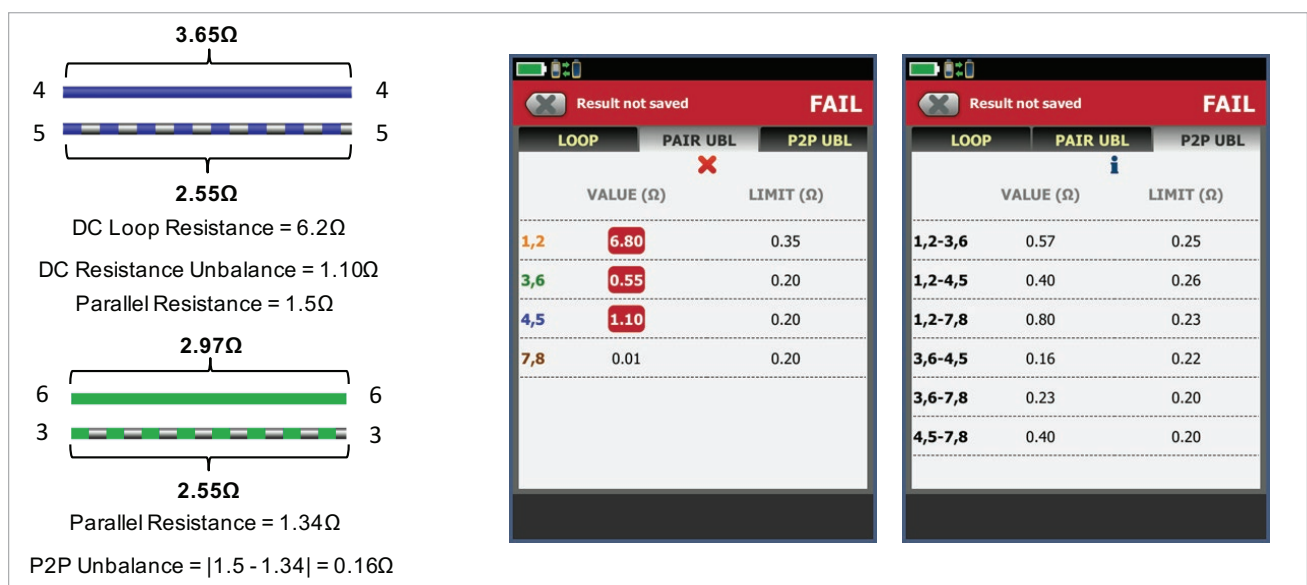


Abbildung 1.

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

LOOP	PAIR UBL	P2P UBL
VALUE (Ω)		
1,2	1.42	
3,6	1.39	
4,5	1.47	
7,8	1.36	
LIMIT	21.0	

LOOP	PAIR UBL	P2P UBL
VALUE (Ω)		LIMIT (Ω)
1,2	0.006	0.15
3,6	0.015	0.15
4,5	0.029	0.15
7,8	0.019	0.15

LOOP	PAIR UBL	P2P UBL
VALUE (Ω)		LIMIT (Ω)
1,2-3,6	0.008	0.20
1,2-4,5	0.007	0.20
1,2-7,8	0.006	0.20
3,6-4,5	0.015	0.20
3,6-7,8	0.002	0.20
4,5-7,8	0.013	0.20

Abbildung 2.

Erreichen Sie einheitliches Konfektionieren durch das richtige Auflegewerkzeug

Mit dem richtigen Auflegewerkzeug kann ein einheitliches Konfektionieren erreicht und DC-Widerstand-Unsymmetrie in PoE-Systemen vermieden werden. Es gibt im Wesentlichen drei Arten von Auflegewerkzeugen für das Konfektionieren von Twisted-Pair-Kupferkabeln: Manuell, Impakt und Mehrdrig. Bei manuellen Auflegewerkzeugen muss der Großteil der Kraft durch menschliche Energie aufgebracht werden, was eine höhere Ungleichmäßigkeit über zwei Leiter eines Paares mit sich bringen kann, da es schwierig ist, jedes Mal genau die gleiche Kraft für jeden einzelnen Leiter auszuüben, insbesondere dann, wenn eine Ermüdung der Hand einsetzt.

Impaktwerkzeuge, die weniger Kraft von Seiten des Installateurs erfordern, sind eine bessere Option, können aber dennoch zu ungleicher Konfektionierung von einem Leiter zum nächsten führen. Die beste Option für die Gewährleistung von einer gleichmäßigen Konfektionierung sind mehrdrige Werkzeuge, die alle vier Paare mit einem Druck auf das Werkzeug auflegen, wobei auf alle Leiter die gleiche Kraft ausgeübt wird. Mehrdrige Werkzeuge reduzieren auch die Ermüdung der Hand und verkürzen die Installationszeit, verglichen mit Einzeldraht-Auflegewerkzeugen, erheblich, indem sie Buchsen bis zu



acht Mal schneller kontaktieren. Durch diese schnellere, zuverlässigere und beständigere Verarbeitung können Nacharbeit und Kosten um bis zu 80 % sinken.

DC-Schleifenwiderstand im Vergleich mit DC-Widerstand-Unsymmetrietest

Oftmals kommt es bezüglich des Unterschieds zwischen DC-Schleifenwiderstand und DC-Widerstand-Unsymmetrie zu Verwirrung. 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 Channel-Gleichstrom-Schleifenwiderstand eines Paares 25 Ω oder kleiner, während der permanente Gleichstrom-Schleifenwiderstand 21 Ω oder kleiner sein sollte.

Fluke Networks
P.O. Box 1550, 5602 BN Eindhoven
Germany 0049-(0)682 2222 0223
France 0033-(0)1780 0023
UK 0044-(0)207 942 0721
e-mail: sales.core@flukenetworks.com

For more information or assistance contact your local Fluke Networks representative, or email us at: channels@flukenetworks.com

©2018 Fluke Corporation. 118236 EMEA 7/2018