

COMPROBACIÓN DEL DESEQUILIBRIO DE RESISTENCIA EN CC: UN SEGURO SENCILLO Y DE BAJO COSTE PARA SUS SISTEMAS POE



INTRODUCCIÓN

Ratificadas originalmente por el IEEE en 1999 y 2003 respectivamente, el Gigabit Ethernet (1000BASE-T) y el Power over Ethernet (PoE) son dos tecnologías de red que hoy se consideran la norma habitual. Con una presencia estimada de un 85 por ciento en la base de cableado instalada, ambas tecnologías se han multiplicado conjuntamente durante la última década hasta el punto que muchas empresas están desplegando o tienen previsto implementar gigabit Ethernet en el cableado LAN horizontal, así como más dispositivos PoE que nunca.

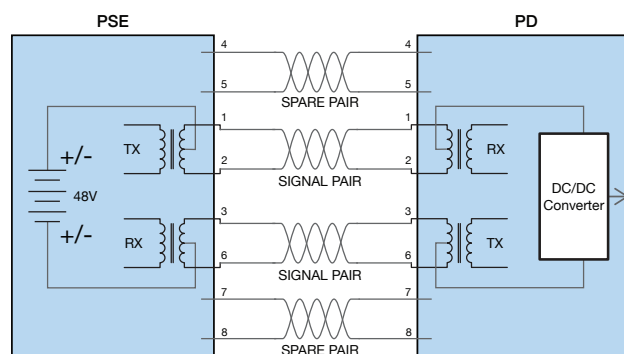
Mientras que las aplicaciones 10/100BASE-T (es decir, a 10 y 100 Mbps) solamente necesitaban dos pares del cable para la transmisión, dejando dos de los cuatro pares trenzados del cable libres y disponibles para el PoE, Gigabit Ethernet necesita los cuatro pares del cable para la transmisión bidireccional. En esta situación, el PoE se entrega sobre pares que están transmitiendo datos simultáneamente.

A menudo se la llama alimentación fantasma y se logra mediante la aplicación de un voltaje en modo común entre dos pares de un cable Ethernet de cuatro pares, con el propósito de que el PoE no interfiera con la transmisión de datos. Sin embargo, el desequilibrio de resistencia en CC de una conexión PoE es capaz de causar problemas significativos. Aunque no es obligatorio para la comprobación en campo del rendimiento según TIA o IEC, el desequilibrio de resistencia está especificado en los estándares PoE del IEEE. Convertir las pruebas de desequilibrio de resistencia en CC en un requisito de la comprobación en campo será de gran ayuda para garantizar que los dispositivos obtengan la potencia y los datos que necesitan. A medida que el futuro evolucione hacia el nuevo estándar de PoE, conocido como IEEE 802.3bt y capaz de ofrecer hasta 100 W, el suministro de PoE mediante dos pares pasará a realizarse sobre cuatro pares. El desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par ya no será la única causa potencial de problemas, por lo que también tendremos que considerar el desequilibrio en CC de la resistencia en paralelo par a par como otra posible fuente de problemas.

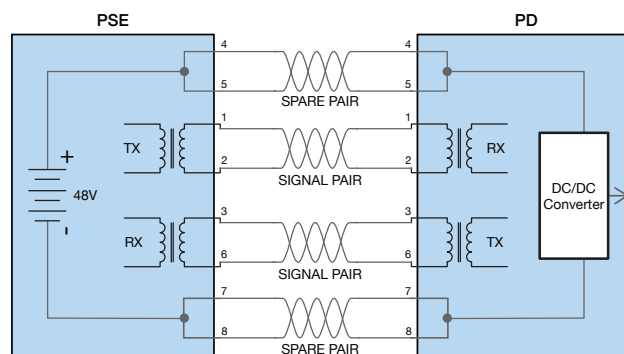
Conceptos del PoE y del desequilibrio de resistencia en CC

La norma IEEE 802.3af para el PoE se desarrolló para proporcionar a los dispositivos alimentación remota de bajo voltaje a través del cableado de datos de par trenzado. La potencia se inyecta mediante un equipo de suministro de energía (PSE), que suele ser un switch con capacidad PoE o un dispositivo de alimentación intermedio (midspan). La potencia puede ser utilizada por una amplia gama de dispositivos alimentados (PDs) en el otro extremo, entre los que se encuentran teléfonos VoIP, puntos de acceso inalámbricos (WAPs), relojes de pared, sensores, cámaras, paneles de control de acceso y muchos más.

El estándar original IEEE 802.3af permite suministrar un máximo de 15,4 W de potencia (con 13 W reales disponibles) sobre dos pares, mientras que el estándar PoE Plus actual (IEEE 802.3at) aumenta la potencia máxima permitida hasta los 30 W (25,5 W disponibles). La nueva propuesta PoE Plus Plus del estándar IEEE 802.3bt se ha diseñado para proporcionar 100 W de potencia cuando se ratifique. PoE Plus se desarrolló para dar respuesta a dispositivos con mayor consumo de energía, tales como WAPs de alta potencia, cámaras pan-tilt-zoom o PTZ (con giro, inclinación y zoom), paneles LED y muchos más. De hecho, el último estándar 802.11ac para gigabit Wi-Fi tiene mayores requisitos de energía debido a un procesamiento de señal más sofisticado y una mayor velocidad de transmisión, por lo que requiere PoE Plus. El desarrollo del PoE Plus Plus está enfocado a la alimentación de dispositivos con un consumo de energía aún más alto, como WAPs de múltiples radios, cámaras de CCTV provistas de PTZ y calentadores, o la iluminación LED para centros de datos, y se contemplan muchos otros usos.



Método A: El método A es compatible con 10/100/1000BASE-T y transmite la potencia simultáneamente con los datos utilizando la toma central del transformador

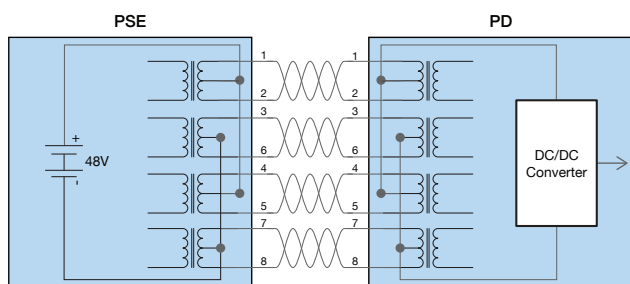


Método B: El método B es una solución sencilla al aprovechar los pares libres del cableado Ethernet de par trenzado, pero solo es compatible con las aplicaciones 10/100BASE-T

Los estándares 802.3af y 802.3at del IEEE definen dos métodos para que el PSE suministre energía utilizando dos de los cuatro pares del cableado de datos, las alternativas A y B. En la alternativa B, la potencia se suministra a través de pares libres utilizando los pares 1 y 4. Esto es compatible con las señales de datos que utilizan solamente dos pares (los pares 2 y 3), como las aplicaciones 10/100BASE-T. En la alternativa A, la potencia se entrega simultáneamente con los datos sobre los pares 2 y 3, por lo que es compatible con aplicaciones de dos y de cuatro pares y sirve tanto para 10/100BASE-T como para 1000BASE-T.

En la alternativa A, la potencia se transmite sobre los pares de datos mediante la aplicación de un voltaje en modo común. La alimentación se recibe y se devuelve a través de la toma central del transformador de un PD, que reparte la corriente entre cada conductor del par. Cuando los hilos del par tienen la misma resistencia, el desequilibrio de resistencia en CC (la diferencia de resistencia entre los dos conductores) es cero, la corriente se reparte equitativamente y se consigue la corriente en modo común.

En IEEE 802.3bt se cambia a un sistema basado en 4 pares para suministrar la potencia necesaria. Los dispositivos PSE y PD se mantienen, pero ahora el flujo de corriente se comparte entre los cuatro pares.



Un Sistema IEEE 802.3bt suministra PoE utilizando los cuatro pares. La potencia se transmite simultáneamente con los datos y es compatible con 10/100/1000BASE-T

Aunque los dispositivos pueden tolerar cierto desequilibrio de resistencia en CC, un desequilibrio demasiado grande es capaz de provocar la saturación del transformador. Como resultado, es posible que la forma de onda de las señales de datos Ethernet se distorsione, dando lugar a errores de

bits, retransmisiones e incluso enlaces de datos que no funcionan. En un sistema PoE de cuatro pares se puede tolerar un poco de desequilibrio de resistencia en CC entre los pares, pero si es excesivo, el PoE dejará de funcionar.

¿Qué causa el desequilibrio de la resistencia en CC?

Hay varias razones para que se produzca un desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par o entre pares en un enlace de datos con PoE. Aunque puede haber problemas con los transformadores, como una toma central desplazada en el PSE o los dispositivos finales, las causas más frecuentes del desequilibrio de resistencia en CC son las deficiencias durante la instalación, las terminaciones inconsistentes o la mala calidad del cableado.

Durante mucho tiempo, las malas prácticas de instalación han sido un factor crucial en los problemas de rendimiento de la red. Prácticas tales como asegurar el radio mínimo de curvatura o mantener el trenzado del par lo más cerca posible del punto de terminación son clave para cumplir con los parámetros de rendimiento, especialmente en aplicaciones de alta frecuencia como 1000BASE-T y 10GBASE-T. Aunque el PoE depende más de la resistencia en CC de una determinada extensión del cable que de sus características de transmisión de alta frecuencia, hay ciertas prácticas de instalación que se deben tener en cuenta.

La consistencia de las terminaciones de los conductores individuales es importante para evitar el desequilibrio de resistencia en CC. Insertar cada conductor individual en la posición correcta del IDC de un conector de red desplaza el aislamiento del conductor para dejar el cobre al descubierto y realizar la conexión.

Garantizar el asentamiento adecuado y uniforme durante este procedimiento no siempre es fácil. Hace falta una cierta cantidad de fuerza para insertar los conductores, y la inexperiencia, la fatiga de la mano o el uso de conductores de mayor calibre pueden afectar a la facultad para mantener la consistencia. Cuando los conductores de un par portador de PoE se terminan de forma irregular, se puede producir el desequilibrio de resistencia en CC. Usar la herramienta de terminación adecuada puede ayudar a mejorar la consistencia de las terminaciones y evitar el desequilibrio de resistencia en CC en los sistemas PoE (consulte la sección sobre herramientas de terminación).

Se deben usar de procesos de fabricación de precisión para que el acoplamiento de las terminaciones sea riguroso, ya que la calidad general del cableado y la conectividad también pueden afectar al desequilibrio de resistencia en CC. La fabricación de cableado UTP de calidad requiere una cuidadosa selección de conductores de cobre y el uso de controles estrictos para mantener la geometría física correcta para el cable. Cuando un cable de baja calidad presenta variaciones en el diámetro, la concetricidad (redondez), el contorno o la uniformidad de los conductores de cobre, existe un mayor riesgo de desequilibrio de resistencia en CC para los sistemas PoE.

Una de las preocupaciones crecientes del sector en la actualidad es la gran cantidad de cables que contienen aluminio revestido de cobre (CCA), acero recubierto de cobre y otros conductores no estándar haciéndose pasar por cables de Categoría 5e o incluso de Categoría 6. Aunque estos cables pueden ser atractivos para aquellos que buscan soluciones de red de bajo coste, los cables CCA no son compatibles con los estándares del sector y no admiten las aplicaciones PoE debido a su elevada resistencia en CC, que puede ser un 55% mayor que la de un cable de cobre sólido con el mismo diámetro. La mayor resistencia derivará en un mayor calentamiento del cable y en un voltaje más bajo disponible para el dispositivo alimentado.

Lamentablemente, la comprobación de la resistencia en CC no siempre es suficiente para determinar la compatibilidad con el PoE, ya que algunos cables CCA pasarán las pruebas de resistencia de bucle en CC para los enlaces más cortos. Sin embargo, independientemente de la longitud del enlace, el cableado CCA normalmente presentará un desequilibrio de resistencia en CC en los pares debido a la falta de homogeneidad a lo largo de los conductores (consulte la sección sobre la resistencia de bucle en CC frente al desequilibrio de resistencia en CC). También hay que señalar que los estándares de ANSI/TIA e ISO/IEC exigen que el cableado de datos de par trenzado sea un 100% de cobre.

Comprobación del desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par y entre pares

IEEE Std 802.3-2012 especifica un máximo desequilibrio de resistencia en CC entre los conductores del 3%, lo que significa que la diferencia de resistencia en CC entre los dos conductores no puede superar el 3% de la resistencia total de bucle en CC del par. Sin embargo, los estándares TIA e IEC no exigen la comprobación del desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par o del desequilibrio de resistencia en CC entre pares para la medición en campo. La comprobación en campo no es obligatoria, en parte, debido a que no había ningún comprobador de campo capaz de medir el desequilibrio de resistencia en CC, así que se dejó como una prueba de laboratorio solamente. Este ya no es el caso con el DSX-5000 CableAnalyzer. Es más, el estándar propuesto IEEE 802.3bt exige que el desequilibrio de resistencia en CC entre dos pares no sea superior al 7,5% o 0,2 Ω .

Las pruebas de desequilibrio de resistencia en CC verifican que los conductores de un par tienen la misma resistencia y, por lo tanto, permitirán la corriente de modo común necesaria para admitir realmente el PoE y evitar la distorsión de las señales de datos que se transmiten por el mismo par. A diferencia de otros comprobadores en campo que solo comprueban la resistencia de bucle en CC, el DSX-5000 mide la resistencia de bucle en CC, el desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par y el desequilibrio de resistencia en CC entre pares.

Como se muestra en la Figura 1 a continuación, el DSX-5000 mide la resistencia de bucle en CC como la suma de las resistencias de los dos conductores de un par, mientras que el desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par es una medida de la diferencia de resistencia entre los dos conductores. También se muestra el desequilibrio de resistencia en CC entre los pares 1,2 y 4,5, siendo el valor absoluto de la diferencia entre las resistencias en paralelo de los dos pares.

Aunque no es necesaria para la comprobación en campo, se puede configurar el DSX-5000 CableAnalyzer para que incluya los límites de comprobación para el Desequilibrio de resistencia en CC, tanto para mediciones de canal como de enlace permanente, como se muestra a continuación en la Tabla 1.

Nombre del límite de comprobación en el DSX CableAnalyzer	Desequilibrio de resistencia en CC	
	Canal	Enlace permanente
TIA Cat 5e Perm. Link (+All)	0.20 o 3.0%	0.20 o 3.0%
TIA Cat 6 Perm. Link (+All)	0.20 o 3.0%	0.20 o 3.0%
TIA Cat 6A Perm. Link (+All)	0.20 o 3.0%	0.20 o 3.0%
ISO11801 PL Class D (+All)	0.20 o 3.0%	0.15 o 3.0%
ISO11801 PL Class E (+All)	0.20 o 3.0%	0.15 o 3.0%
ISO11801 PL2 Class Ea (+All)	0.20 o 3.0%	0.15 o 3.0%

Si está realizando una medición de enlace permanente o de canal, el DSX-5000 medirá y presentará un resultado PASA/FALLA para el límite de comprobación seleccionado, como se muestra en la figura 2. Esta información es útil si observa problemas con el PoE y desea descartar el cableado como la causa potencial y le ofrece garantías de que el cableado recién instalado no solo transmitirá datos sino que también podrá admitir PoE.

Ya que los estándares de comprobación en campo establecen un conjunto mínimo de requisitos de comprobación, se debería considerar la incorporación de la comprobación del desequilibrio de resistencia en CC como

un requisito extendido de comprobación en campo, para ayudar a resolver cuestiones relacionadas con los cables CCA y para proporcionar una mayor seguridad de que se cumplan los requisitos para el PoE que estipula el IEEE.

Comprobar el desequilibrio de resistencia en CC dentro de un par y el desequilibrio de resistencia en CC entre pares será un asunto aún más preocupante a medida que haya más empresas desplegando diferentes tecnologías de gigabit Ethernet y existan más dispositivos PoE que utilicen los métodos para suministrar la alimentación simultáneamente con los datos. A medida que la implantación de PoE Plus sigue creciendo, especialmente desde la introducción de los WAPs 802.11ac que lo demandan, el desequilibrio de resistencia en CC se está convirtiendo en un motivo de mayor preocupación. Más corriente fluyendo a través de los conductores hace que el PoE sea aún más susceptible a la resistencia y el desequilibrio de resistencia en CC. En el horizonte aparece PoE Plus Plus, que ofrece aún más potencia para dispositivos que necesiten hasta 60 vatios.

No deje que sus sistemas PoE penden de un hilo. Realizar las pruebas de desequilibrio de resistencia en CC con el DSX-5000 es un seguro sencillo y de bajo coste para los sistemas PoE presentes y futuros.

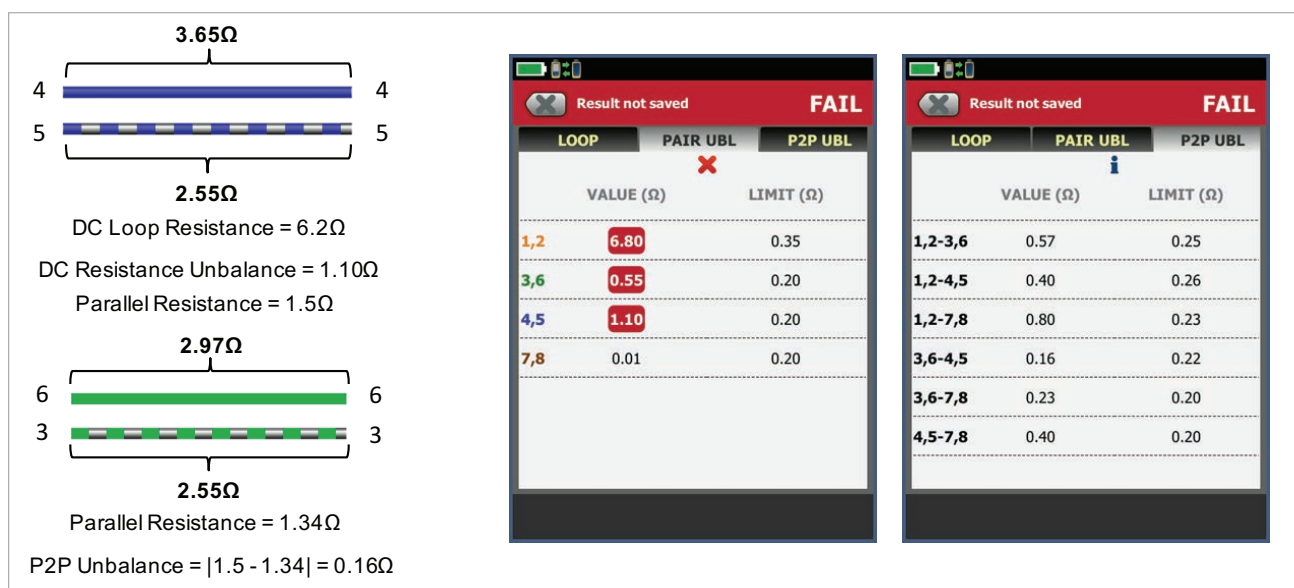


Figura 1.

Aumentar la consistencia de las terminaciones usando la herramienta de terminación correcta

Usar la herramienta de terminación correcta puede ayudar a aumentar la consistencia de las terminaciones y evitar

desequilibrios de resistencia en CC en los sistemas PoE. Hay tres tipos de crimpadoras para terminar los cables de telecomunicaciones: manuales, de impacto y multi-hilo. Las herramientas manuales requieren que la mayor parte de la fuerza aplicada la ejerza el instalador, con lo que aumentan las posibilidades de que se produzcan inconsistencias entre los dos conductores de un par. Es muy difícil usar la cantidad exacta de fuerza para cada conductor una y otra vez, especialmente cuando el cansancio de la mano entra en juego.

Las herramientas de impacto necesitan menos fuerza por parte del instalador y son por tanto una mejor opción, pero estas herramientas tampoco garantizan la consistencia de las terminaciones entre un conductor y otro. La mejor opción para asegurar la consistencia de las terminaciones son las herramientas multi-hilo como JackRapid, que terminan todos los pares a la vez al apretar el gatillo, proporcionando una cantidad de fuerza equivalente en todos los conductores. Las herramientas multi-hilo también alivian la fatiga de la mano y reducen significativamente el tiempo de instalación al terminar los conectores ocho veces más rápido que las herramientas de terminación de un solo hilo. La combinación de terminaciones más rápidas, más fiables y más consistentes minimiza las repeticiones del trabajo y reduce los costes hasta un 80%.



LOOP	PAIR UBL	P2P UBL	VALUE (Ω)	LIMIT (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

Figura 2.

Resistencia de bucle en CC vs Desequilibrio de resistencia en CC

Suele existir cierta confusión sobre la diferencia entre la resistencia de bucle en CC y el desequilibrio de resistencia en CC. La capacidad de suministrar una cierta cantidad de energía depende de la resistencia total de bucle de una determinada extensión del cable en CC. La resistencia de bucle en CC se calcula sumando las resistencias en CC de los dos conductores de un par. Según las normas IEEE, la resistencia de bucle en CC de un par en una medida de canal deberá ser de 25 Ω o menos, mientras que la resistencia de bucle en CC para un enlace permanente debe ser de 21 Ω o menos.

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