

La comprobación de conversión de modo previene su red esté pendiente de un hilo

Introducción

Existe una razón por la cual el cableado de cobre de par trenzado equilibrado se utiliza para las redes Ethernet de alta velocidad de hoy en día, y esa razón es el equilibrio. La inmunidad al ruido es un factor importante en la capacidad de un cable para adecuadamente transmitir señales de Ethernet, y el equilibrio de los dos conductores en un par trenzado es lo que cancela el ruido inyectado en el cableado. El equilibrio también es responsable de prevenir la fuga de señales del cableado. A medida que avanzamos a frecuencias más altas y velocidades de datos más rápidas, los cables son aún más sensibles al ruido, y asegurar un buen equilibrio es más vital que nunca.

El equilibrio en el cableado de par trenzado se logra a través del diseño general del cableado y la fabricación precisa. Sin embargo, no todos los cables son iguales y existe un montón de variabilidad en el mercado. Asegurar el equilibrio de un par trenzado a través de las pruebas de modo de conversión es un excelente indicador de la inmunidad al ruido, incluyendo la diafonía exógena (AXT) en aplicaciones de frecuencia más alta. Sin embargo, la comprobación de conversión de modo actualmente no es un requisito de comprobación de campo según los estándares de la industria debido a la falta de equipos de prueba de campo capaz de realizar estas pruebas. Los instaladores y los usuarios finales en el campo no han tenido medios para verificar el equilibrio, hasta ahora.

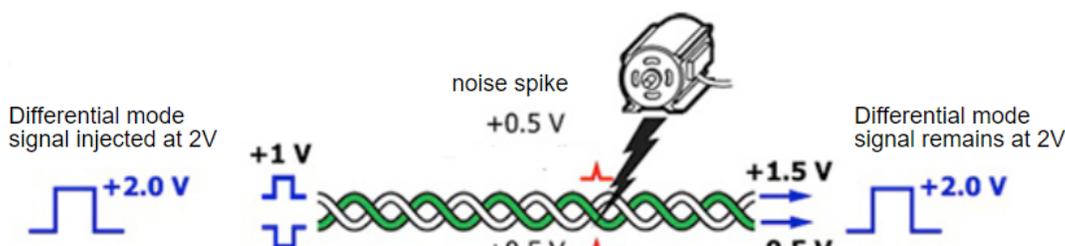
Por qué importa el equilibrio

El concepto básico detrás del equilibrio es que las señales de Ethernet se aplican en modo diferencial a los dos conductores de un par como de los voltajes positivos y negativos opuestos, conocidos como fuera de fase. En modo diferenciado, las dos señales se hacen referencia. Esto difiere del modo común donde las señales aparecen en fase y son referenciados a tierra.

Las señales de modo común se pueden convertir en parte a modo diferencial a lo largo de la ruta de transmisión de un enlace de datos y viceversa. Conocido como conversión de modo, este fenómeno puede ocurrir dentro de un par o entre pares, y no es algo bueno. Cuando se inyecta ruido a un cableado en modo común, un porcentaje de ese ruido se puede convertir en modo diferencial y convertirse en parte de la señal Ethernet. El desequilibrio causado por este ruido a su vez hace que la tensión en los pares equilibrados sea desigual, degradando la señal diferencial de transmisión de Ethernet con el potencial de errores de bits, retransmisiones y rendimiento de redes más lento. La conversión de modo puede ser particularmente problemática en aplicaciones de centros de datos y Ethernet industriales donde el ambiente es ruidoso y la latencia es crítica.

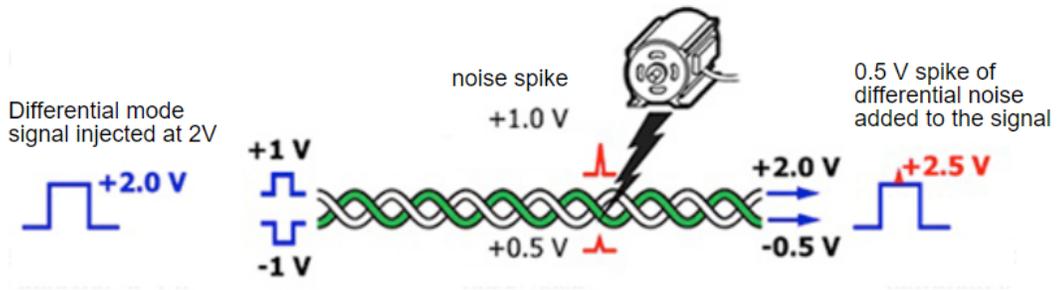
El equilibrio se logra mediante el diseño general del cableado y la fabricación precisa que resulta en trenzados más ajustados y más consistentes con tamaños iguales y espacio de los conductores. Un cableado bien equilibrado ofrece una mejor inmunidad al ruido en el que el ruido de modo común inducido aparecerá como voltaje igual o casi igual en el par equilibrado y, por lo tanto, será anulado.

La figura 1 a continuación muestra la diferencia entre un enlace con buen equilibrio y un enlace con la falta de equilibrio. En el enlace con un buen equilibrio, el modo inyectado es visto como igual y la señal de modo diferencial sigue siendo el mismo voltaje en el otro extremo del enlace. En el enlace con la falta de equilibrio, el modo inyectado no es visto como igual por ambos conductores, resultando en tensión de modo diferencial desigual en el otro extremo.



-1 V +0.5 V -0.5 V

Conexión con buen equilibrio

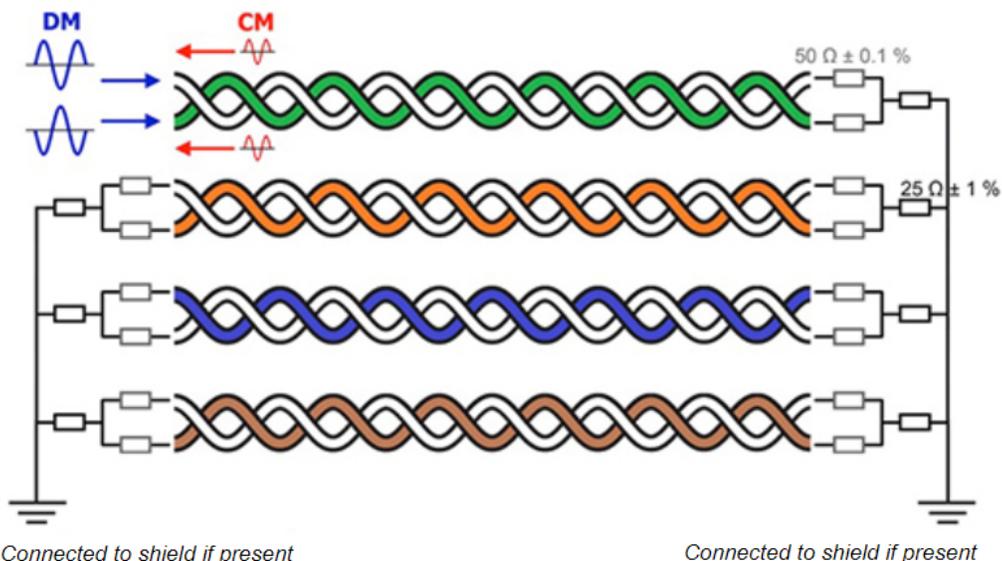


Conexión con mal equilibrio

La figura 1 a continuación muestra la diferencia entre un enlace con buen equilibrio y un enlace con la falta de equilibrio. En el enlace con un buen equilibrio, el modo inyectado es visto como igual y la señal de modo diferencial sigue siendo el mismo voltaje en el otro extremo del enlace. En el enlace con la falta de equilibrio, el modo inyectado no es visto como igual por ambos conductores, resultando en tensión de modo diferencial desigual en el otro extremo.

Parámetros de conversión de modo TCL y ELTCL

ANSI/TIA-568-C.2, ANSI/TIA-1005 y ISO/IEC 11801:2010 incluyen dos parámetros de conversión de modo que indican equilibrio: TCL y TCTL. La pérdida de conversión transversal (TCL) es conversión de modo medida dentro de un par en el mismo extremo. Tal y como se muestra en la figura 2, se mide inyectando una señal diferencial de modo en un par trenzado y después midiendo la señal de modo común de regreso en ese mismo par trenzado. Cuanta más pequeña sea la señal común devuelta de modo, mejor será el equilibrio. TCL parece similar a una medición de pérdida de retorno, excepto que en lugar de medir la señal de modo común devuelta, la pérdida de retorno mide la señal diferencial devuelta.

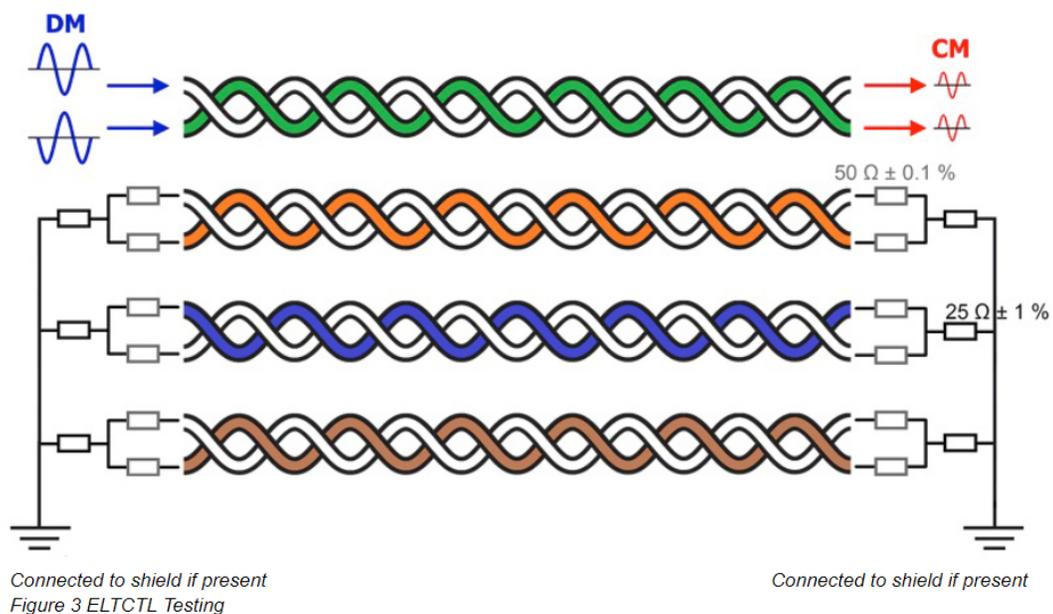


Connected to shield if present
Figure 2 TCL Testing

Connected to shield if present

La pérdida de transferencia de conversión transversal (TCTL) es la conversión de modo dentro de la medición de un par en el extremo opuesto. Tal y como se muestra en la figura 3, se mide inyectando una señal diferencial de modo en un par trenzado y después midiendo la señal de modo común al otro lado de la conexión en ese mismo par trenzado. Ya que la cantidad de señal de modo común depende de la longitud, la ecualización se debe aplicar para tomar en cuenta la pérdida de inserción. Por lo tanto, la medición más significativa es de igual nivel TCTL (ELTCTL). Similar a TCL, entre menos pequeña sea la señal de modo común en el otro extremo, mejor será el equilibrio.

Así como TCL tiene una apariencia similar a una medición de pérdida de retorno, ELTCTL se parece a una medición de pérdida de inserción. Sin embargo, la pérdida de inserción mide la señal de modo diferencial en el extremo mientras ELTCTL mide la señal de modo común en el extremo lejano (TCTL) y luego aplica ecualización basada en pérdida de inserción para adquirir la medición ELTCTL.



Si bien los parámetros de TCL y ELTCTL son excelentes indicadores del equilibrio de un cableado de par trenzado, tampoco en la actualidad es un requisito de prueba de campo bajo las normas ANTI/TIA-568.C.2. Esto es porque la mayoría del equipo de prueba de campo solo ha sido capaz de mediciones en modo diferencial. Por lo tanto, las pruebas TCL y ELTCTL se han limitado a entornos de laboratorio por los fabricantes quienes deben asegurar buenas características de equilibrio de par para cumplir con los estándares de rendimiento del sector TIA e ISO/IEC.

Pero seamos sinceros, no todos los cables son iguales y existe un montón de variabilidad entre el diseño y la fabricación de consistencia. Además, el equilibrio es algo que los fabricantes normalmente cumplen solo a través de pruebas iniciales de calidad de sus productos y no necesariamente durante todo el proceso en curso del día a día de fabricación, que puede experimentar irregularidades.

Debido a que TCL y ELTCTL son mediciones importantes que definen un rendimiento mínimo para el equilibrio y, por lo tanto, la inmunidad al ruido, existe un creciente interés en estos parámetros entre los propietarios/operadores de redes. En lugar de confiar únicamente en afirmaciones de los fabricantes, el equilibrio ahora se puede verificar en el campo con el DSX CableAnalyzer (consulte la barra lateral). El DSX es el primer comprobante de campo capaz de mediciones de modo diferencial y de modo común para apoyar las pruebas de equilibrio a través de TCL y ELTCTL.

Lograr un equilibrio con ANEXT

En la mayor frecuencia de 500MHz requerida para admitir velocidades de datos de 10 Gb/s como con 10GBASE-T, AXT, el acoplamiento de ruido no deseado entre los cables vecinos, se convierte en el factor limitante en el rendimiento de la transmisión. Es por eso que los cables categoría 6A superiores de rendimiento requeridos para admitir 10 Gb/s se han diseñado con un mejor equilibrio de par a par para proporcionar una mejor inmunidad al ruido a través de cables de categoría inferior.

En el entorno del laboratorio, los fabricantes de cableado realizan pruebas de AXT usando una configuración de cableado de seis alrededor de uno, que proporciona el peor de los casos para un cable rodeado de seis cables perturbadores. Si bien esto es bastante sencillo, las pruebas de campo de AXT son un proceso mucho más complejo. En lugar de probar cada cableado dentro de un paquete, lo que sería extremadamente lento, la certificación práctica de campo implica el muestreo de solo un porcentaje del número total de conexiones, típicamente de 1% o cinco conexiones. También se recomienda probar las conexiones más largas y más cortas en un paquete, ya que tienden a exhibir los más altos niveles de AXT. A pesar del método de muestreo, las pruebas de AXT rara vez se realizan en el campo y, a menudo no se requieren por los fabricantes para la certificación.

Aunque pocos han implementado velocidades de 10 Gb/s fuera del entorno de centro de datos, se espera que 10GBASE-T realice su camino en el espacio de la empresa en los próximos años. Por lo tanto, es cada vez más importante que nunca asegurar un rendimiento AXT. Sin embargo, los costos de mano de obra asociados con las pruebas de campo para AXT siguen siendo una preocupación, especialmente para grandes instalaciones con miles de enlaces. Debido a que gran parte del cableado de categoría 6A instalado previamente no fue originalmente probado y certificado para AXT, no hay forma real de saber si el cableado existente tiene el rendimiento AXT para admitir 10GBASE-T.

Por suerte un equilibrio según lo determinado a través de pruebas de TCL y ELTCTL es un excelente indicador de si un cableado proporcionará o no un rendimiento AXT adecuado para admitir 10GBASE-T. La comprobación de TCL y ELTCTL es un parámetro mucho más fácil para probar que AXT, ya que puede llevarse a cabo junto con la comprobación de campo estándar para otros parámetros de rendimiento en canales deseados (es decir, NEXT, PSNEXT, pérdida de inserción, pérdida de retorno). De hecho, TIA reconoce la fuerte correlación entre el equilibrio y el ruido con TSB-1197, lo que explica la interacción entre los parámetros de equilibrio y de conversión de modo dentro de un canal y la diafonía exógena entre canales.

Conclusión

Nadie puede discutir el hecho de que la inmunidad al ruido y por lo tanto el buen rendimiento de AXT pueden lograrse sin un buen equilibrio. Con muchos sistemas de categoría 6A existentes nunca sido probados para la diafonía exógena, y pocos fabricantes que requieren pruebas de AXT, no hay manera de saber si estos cables instalados tienen un rendimiento adecuado de equilibrio para admitir 10GBASE-T. La comprobación de TCL y ELTCTL entonces ofrece ventajas significativas tanto para los instaladores y para los usuarios finales.

Sea o no el parámetro TCL finalmente requerido por las normas aún está por verse. Aunque no es requisito de cumplimiento con la norma ANSI/TIA-56-C.2, la capacidad de probar fácilmente por TCL y ELTCTL utilizando el DSX CableAnalyzer ahora permite verificar el equilibrio y soporte para aplicaciones de mayor velocidad como 10GBASE-T a través de pruebas de campo regulares. Es una de las formas más fáciles y más eficaces para asegurar que su rendimiento de la red no se penda de un hilo.

¿Y qué hay sobre el equilibrio en el cableado blindado?

Mientras que el cableado LAN se encuentra predominantemente sin blindaje, el cableado blindado es frecuentemente usado como un medio para proporcionar inmunidad al ruido en muchos ambientes y promocionado como permitiendo un mejor rendimiento para aplicaciones de alta velocidad. Muchos argumentan que la diafonía exógena no es una preocupación con cableado blindado. Sin embargo, el blindado debe permanecer continuo a lo largo de todo el canal para asegurar un buen rendimiento de diafonía exógena para aplicaciones de alta velocidad. El equilibrio en cableado blindado tiende a ser menos controlado que el cableado no blindado porque la introducción de la pantalla puede reducir el acoplamiento de las fuentes de ruido externo a los pares de señales en el cableado. Mientras que los parámetros de TCL y ELTCTL se vuelven menos importantes con cableado blindado, la integridad de la pantalla en sí es crítica para el rendimiento de cableado blindado.

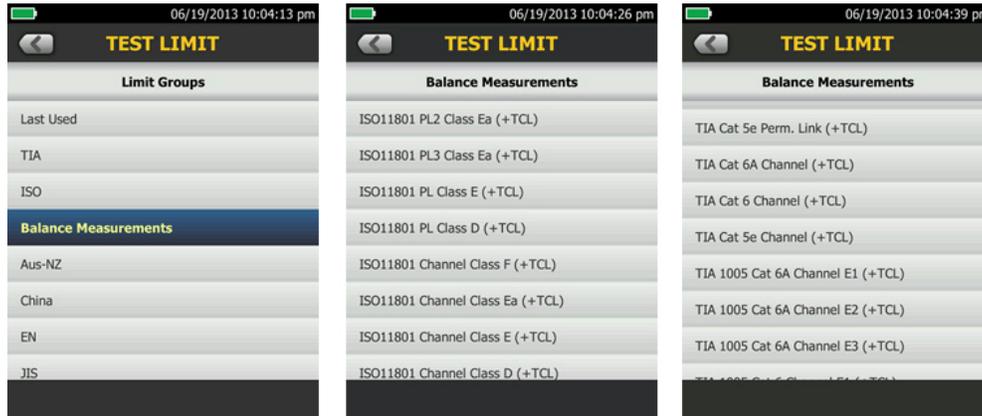
Un excelente método para asegurar la integridad del blindaje es utilizar la opción de integridad de blindaje en el DSX CableAnalyzer. La continuidad del blindaje es históricamente una medición de corriente continua (CC), sin distancia al fallo disponible. En el entorno del centro de datos, donde ambos extremos del cableado residen en bastidores que están conectados a tierra al edificio y, por lo tanto, tienen un punto en común, utilizar una medición CC mostrará que el blindaje está conectado, incluso cuando no lo está. El DSX CableAnalyzer es el primer comprobante de campo de reportar distancia para proteger problemas de integridad utilizando una técnica de medición de corriente alterna (CA) patentada, lo que indica una rotura en un blindaje independientemente de un terreno común y localización de la ubicación exacta de la ruptura.

La comprobación de TCL y ELTCTL es rápido y fácil con DSX

TCL y ELTCTL no son un requisito de comprobación de campo porque hasta que el DSX CableAnalyzer llegó, ningún equipo de comprobación de campo podría realizar una prueba de campo de TCL. Mientras que el parámetro con el tiempo puede ser necesario en las pruebas de campo por los estándares de la industria y otros equipos de comprobación, los proveedores también eventualmente ofrecerán mediciones de campo TCL, la mayoría de los comprobantes de campo en el mercado son normalmente capaces de mediciones de modo diferencial solamente. El DSX CableAnalyzer es capaz de mediciones tanto de modo

diferencial y en modo común, por lo tanto, tiene capacidad de medir TCL y ELTCTL.

TCL y ELTCTL pueden ser fácilmente añadidos a la categoría 5e estándar, 6, 6A o Clase D, E o pruebas EA seleccionando el límite de pruebas bajo la carpeta en DSX llamada Balance Measurements (Mediciones de equilibrio) y buscando el límite de la pruebas con un sufijo de (+TCL) como se muestra a continuación:



El sufijo de (+TCL) indica una prueba estándar ANSI/TIA o ISO/IEC con la adición de mediciones TCL y ELTCTL. ANSI/TIA-568-C.2 e ISO/IEC 11801:2010 solo proporciona límites de pruebas para las mediciones de canales en este momento. Si selecciona un límite de pruebas de enlace permanente, se llevarán a cabo las mediciones de TCL y ELTCTL, pero no se aplicarán criterios de PASA/FALLA. También se proporcionan los estándares de Ethernet industriales TIA 1005 con diferentes límites TCL y ELTCTL ambientales E1, E2 y E3. La pruebas de TCL y ELTCTL añaden solo 6,6 segundos al tiempo típico de DSX AUTOTEST, un tiempo muy corto en comparación con las pruebas de AXT y un tiempo bien empleado para verificar el equilibrio.



Acerca de Fluke Networks

Fluke Networks es el líder mundial en herramientas de certificación, resolución de problemas e instalación para profesionales que instalan y ofrecen mantenimiento de infraestructura de cableado de redes importantes. Desde la instalación de los centro de datos más avanzados hasta la restauración del servicio en las peores condiciones climatológicas, nuestra combinación de confiabilidad legendaria y el rendimiento sin comparación garantiza que los trabajos se realizarán de forma eficiente. Entre los productos más representativos de la empresa se encuentra el innovador LinkWare™ Live, la solución de certificación de cableado conectada a la nube líder en el mundo, con más de catorce millones de resultados cargados hasta la fecha.

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 octubre de 2023 6:49 PM

Literature ID: 6004005B

© Fluke Networks 2018