
Ventajas y Evolución del Diseño de Cables Categoría 6A no Blindados (UTP)



Introducción

Con el crecimiento de los puertos 10GBASE-T, las nuevas instalaciones de cableado continuarán especificando canales de Categoría 6A para admitir las mayores velocidades de datos de 10 gbps. A medida que las redes heredadas se actualizan a equipos 10GBASE-T, la infraestructura de cables de categoría inferior (por ejemplo, Categoría 6, Categoría 5e) también deberá actualizarse a Categoría 6A. El cableado típico de Categoría 6A es de mayor diámetro que los cables heredados de Categoría 6 y 5e. Un factor para el diámetro de cable más grande son los requisitos de *Alien Crosstalk* impuestos en canales de Categoría 6A.

El *Alien Crosstalk* es el resultado de un acoplamiento electromagnético no deseado entre conductores de cables adyacentes agrupados o empaquetados de forma apretada. Un método simple y directo para reducir el acoplamiento entre cables adyacentes es crear más separación física entre los conductores de los cables. Un cable de gran diámetro creará inherentemente más distancia entre los conductores de un cable víctima y los conductores de los cables vecinos. Si bien este método ha demostrado ser efectivo, especialmente en los primeros diseños de cables de Categoría 6A, el problema es que se tienen diámetros de cable más grandes.

Los cables de mayor diámetro reducen la capacidad efectiva de los ductos, la escalerilla y otras infraestructuras de enrutamiento de cables. Es posible que también se requieran más elementos de administración de cables para instalar correctamente el cableado de Categoría 6A de mayor diámetro en comparación con las Categorías 6 y 5e. Para las redes que buscan actualizar al cableado de Categoría 6A, esto puede resultar demasiado costoso o incluso imposible en escenarios en los que la cantidad de cables necesarios no cabe en sus ductos existentes. En un escenario ideal, la misma infraestructura que enrutaba y administraba el cableado de categoría inferior podría usarse para enrutar y administrar la misma cantidad de cables de Categoría 6A. En los años transcurridos desde la introducción del cableado de Categoría 6A, los diseñadores de cables han hecho un gran esfuerzo para reducir los diámetros de los cables de Categoría 6A sin dejar de satisfacer los requisitos del *Alien Crosstalk*.

Este documento técnico comienza discutiendo las ventajas sobre el diámetro del cable y el *Alien Crosstalk* de usar un *foil* metálico envuelto alrededor de los pares trenzados de Categoría 6A. Mientras que un *foil* sólido (*foil no discontinuo*) puede tener estas ventajas de tamaño y rendimiento, el *foil* sólido degrada el rendimiento de la compatibilidad electromagnética (EMC) en comparación con *foils* de cortes aleatorios cuando este *foil* no está adecuadamente aterrizado. Los cortes discontinuos aleatorios en el cable **Vari-MaTriX** le permiten tener las mismas ventajas de diámetro de cable y de *Alien Crosstalk* de los *foils* sólidos, al tiempo que proporciona un rendimiento de EMC superior. El rendimiento superior de EMC se refleja tanto en las emisiones radiadas como en las características de inmunidad del cable. Este documento técnico proporciona una explicación detallada y un ejemplo de cómo el cable **Vari-MaTriX** puede lograr esta mejora en la inmunidad a EMI.

Evolución de los Diámetros del Cable Categoría 6A

Un método que Panduit introdujo en el mercado en 2007 incorporó una barrera de *foil* metálico con segmentos discontinuos envueltos alrededor de los pares trenzados (MaTriX). El *foil* metálico discontinuo atenúa efectivamente el acoplamiento magnético de los cables adyacentes, reduciendo así el *Alien Crosstalk*. Esto se logra a través del siguiente mecanismo:

- Los datos que se propagan a lo largo de los cuatro pares de conductores trenzados dentro de un cable crean un campo eléctrico y magnético transversal a la dirección de propagación.
- El campo magnético de un par “agresor” (par que crea ruido de *Alien Crosstalk*) induce una corriente en los pares “víctima” (pares que reciben ruido de *Alien Crosstalk*) de cables cercanos proporcional a la magnitud del campo magnético del “agresor”.
- Cuando el campo magnético del “agresor” encuentra el *foil* metálico, crea una corriente de *Foucault* en el *foil* metálico que a su vez induce un campo magnético opuesto.
- El efecto neto de los dos campos magnéticos opuestos es una reducción en la magnitud del campo magnético del “agresor” visto por los pares “víctima” dentro del *foil* metálico de los cables cercanos
- Con esta reducción en el acoplamiento magnético, los cables de menor diámetro pueden agruparse sin dejar de satisfacer los requisitos de *Alien Crosstalk*.

Las restricciones de tamaño de los diseños tradicionales de cables UTP Cat 6A (no blindado) generalmente se deben al requisito de *Alien Crosstalk*. Con el diseño **Vari-MaTriX** de Panduit, la barrera de *foil* metálico discontinua proporciona un rendimiento de *Alien Crosstalk* muy superior, eliminando así las restricciones tradicionales sobre el tamaño del cable. En lugar de un *Alien Crosstalk* que dicta tamaños de cable mínimos, el tamaño del cable **Vari-MaTriX** está limitado principalmente por el calibre del cable de los conductores internos. El resultado es un cable Cat 6A de tamaño similar a los cables de categoría inferior y un rendimiento de *Alien Crosstalk* superior al UTP tradicional. El historial de los tamaños de cable de Categoría 6A en Panduit se muestra en la Fig.1.

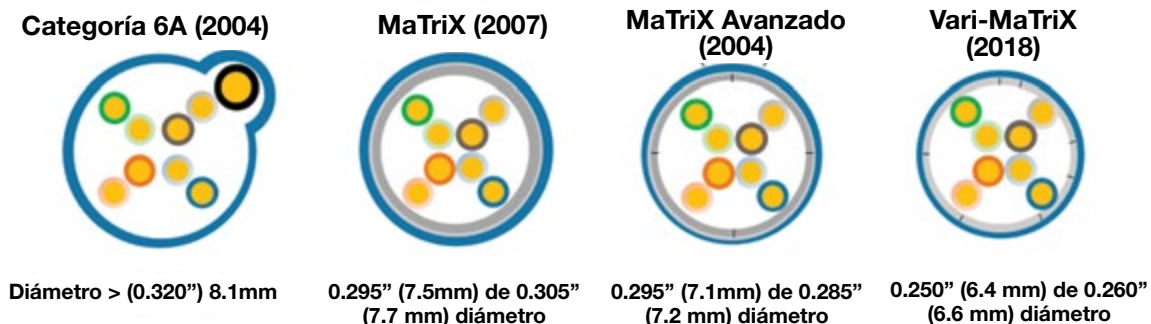


Fig. 1: Historial del Cable Categoría 6A en Panduit

Desafíos del Diseño

Desde entonces, otros en la industria han incorporado barreras metálicas en sus diseños de cable UTP para aprovechar el tamaño y las mejoras de *Alien Crosstalk*. Sin embargo, algunos de estos cables implementan una barrera de *foil* continuo mal aterrizada (blindaje flotante) que puede degradar el rendimiento de inmunidad electromagnética de un sistema debido a que el *foil* no está terminado. El uso de este tipo de construcción de cable en un canal UTP equivale a usar un cable blindado F/UTP no terminado (*foil* continuo alrededor de un par trenzado). Se crean grandes discontinuidades de los *foils* en cada jack UTP e interfaz de conector debido al hecho de que el blindaje continuo no se termina. Algunos en la industria han incorporado barreras metálicas discontinuas con segmentos discontinuos de longitud fija. Si bien estos diseños pueden ser una mejora sobre las barreras de aluminio continuas no terminadas con respecto a la inmunidad, aún pueden ser propensos a debilidades de EMC específicas dentro y/o fuera de banda dependiendo de la longitud fija de los segmentos discontinuos. La naturaleza discontinua y de longitud variable de la barrera metálica en el cable **Vari-MaTriX** de Panduit evita cualquier degradación en el rendimiento de EMC de un sistema ya sea dentro o fuera de banda. En la figura 2 se muestra una comparación de los diseños de los *foils*.

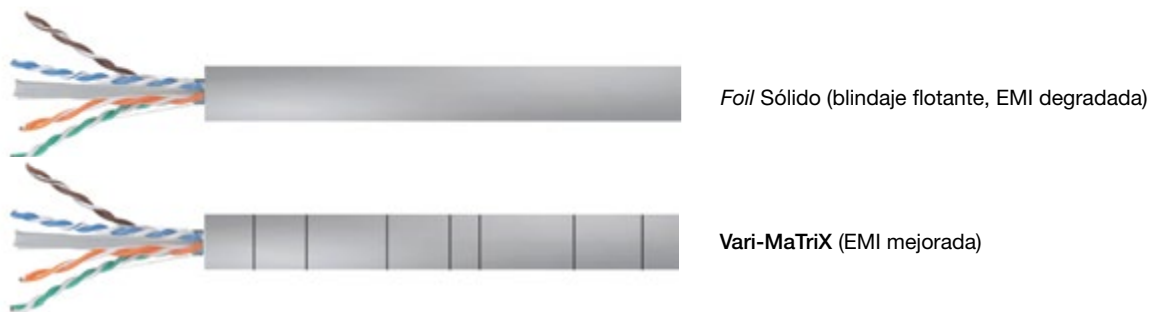


Fig. 2: Ejemplo de *Foil Sólido* (lámina de aluminio) y *Vari-MaTriX*

Este documento informa sobre el impacto de estas barreras de *foil* (aluminio) no terminadas en la inmunidad electromagnética de un cable y cómo puede afectar la comunicación de 10GBASE-T en comparación con el cable **Vari-MaTriX** y el cable UTP tradicional. Las medidas revelan que los cables con barreras de *foil* (aluminio) no terminadas pueden degradar el rendimiento de EMC de un sistema por un factor de 3. En una red activa conectada por cableado con blindajes flotantes, la sensibilidad aumentada a la interferencia electromagnética puede traducirse en mayores tasas de errores de paquetes y caídas de enlaces que conducen a limitaciones de rendimiento severas. El cable **Vari-MaTriX** de Panduit evita este riesgo de EMC innecesario mientras se sigue proporcionando un diámetro de cable líder en la industria y rendimiento de *Alien Crosstalk*.



Descripción del Fenómeno de Antena

Los *foil* continuos metálicos generalmente se encuentran solo en cables blindados. Cuando estos cables con *foil* continuos se ensamblan en un canal donde se conectan a tierra correctamente con los jacks y conectores blindados, el sistema blindado proporciona un excelente rendimiento de EMC con respecto a las emisiones radiadas y la inmunidad a EMI. En ciertos entornos industriales hostiles donde pueden estar presentes motores, generadores, soldadores y otras maquinarias pesadas, los sistemas de cableado blindado pueden ser la mejor opción para garantizar una comunicación sin errores a través de la red. En la mayoría de los otros entornos, como las ubicaciones de empresas y centros de datos, los sistemas de cableado UTP proporcionan suficiente inmunidad electromagnética para las redes BASE-T.

Los requisitos reglamentarios para las emisiones radiadas también se cumplen con los sistemas de cableado UTP en estos entornos.

Con la terminación adecuada del cable blindado en todo el canal, el blindaje proporciona una ruta de baja impedancia a tierra para cualquier ruido inducido por fuentes externas de interferencia electromagnética. Además de proporcionar una excelente inmunidad electromagnética, un sistema de cableado blindado adecuadamente evitará que se irradien emisiones no deseadas del cable al ambiente alrededor. Los sistemas de comunicación BASE-T están diseñados para ser de naturaleza balanceada, transmitiendo señales diferenciales sobre pares trenzados de conductores. Debido a las tolerancias de fabricación y las limitaciones prácticas, ningún sistema está perfectamente balanceado y habrá algún nivel de energía en modo común en todo el canal de cableado. El blindaje debidamente terminado proporciona una ruta de retorno de baja impedancia para esta energía de modo común.

Si bien los sistemas blindados tienen estas ventajas, tienden a ser más costosos de implementar y presentan riesgos de instalación cuando se conectan a tierra o se terminan de manera incorrecta. Las terminaciones de blindaje deficientes o inadecuadas destruyen la ruta de baja impedancia desde el blindaje a tierra, que es la clave para proporcionar el nivel de rendimiento de EMC necesario en entornos hostiles. Una terminación deficiente puede hacer que el blindaje solo sea efectivo a frecuencias muy bajas y proporcione protección degradada contra interferencias de frecuencias más altas. El peor de los casos ocurriría cuando el blindaje no esté completamente terminado y no haya ruta a tierra para ninguna corriente inducida por EMI en el blindaje. Con terminaciones de blindaje deficientes o faltantes, las corrientes inducidas en el blindaje por EMI introducirán ruido adicional en el sistema de cableado que puede afectar negativamente la comunicación a través de la red. En estas condiciones, el rendimiento EMC degradado de un sistema de cableado blindado en realidad puede ser peor que un sistema de cableado UTP.

Creando Discontinuidades de Impedancia

La construcción de un canal no blindado con conectores macho no blindados, conectores no blindados y un cable que incorpora un *foil* exterior metálico continuo, crea esencialmente el peor de los casos para los sistemas blindados descritos anteriormente. Si bien las redes pueden funcionar con éxito con los sistemas de cableado UTP en los ambientes de EMC que se encuentran en ubicaciones empresariales y de centros de datos, la implementación de un sistema de cableado blindado no terminado en esos ambientes, presenta nuevas debilidades de EMC que pueden interrumpir la comunicación a través de la red. En presencia de interferencia electromagnética, se puede inducir corriente en el *foil* metálico que rodea el cable. A diferencia de los sistemas blindados donde esta corriente se deriva a tierra debido a la continuidad de baja impedancia de la del blindaje en todo el canal, la corriente inducida se reflejará en cada conector UTP y/o interfaz de conector donde termina la continuidad del blindaje. Los reflejos también se producirán en sitios a lo largo del cable donde cambia la impedancia de modo común del blindaje sin terminar. Las superficies metálicas cercanas al cable reducirán la impedancia en estos sitios. Ejemplos de estas superficies metálicas son las escalerillas, los ductos de HVAC, los conductos y las vigas estructurales, como se muestra en la Fig. 3. Estos cambios de impedancia harán que una parte de la corriente inducida se refleje en la ubicación de la discontinuidad.

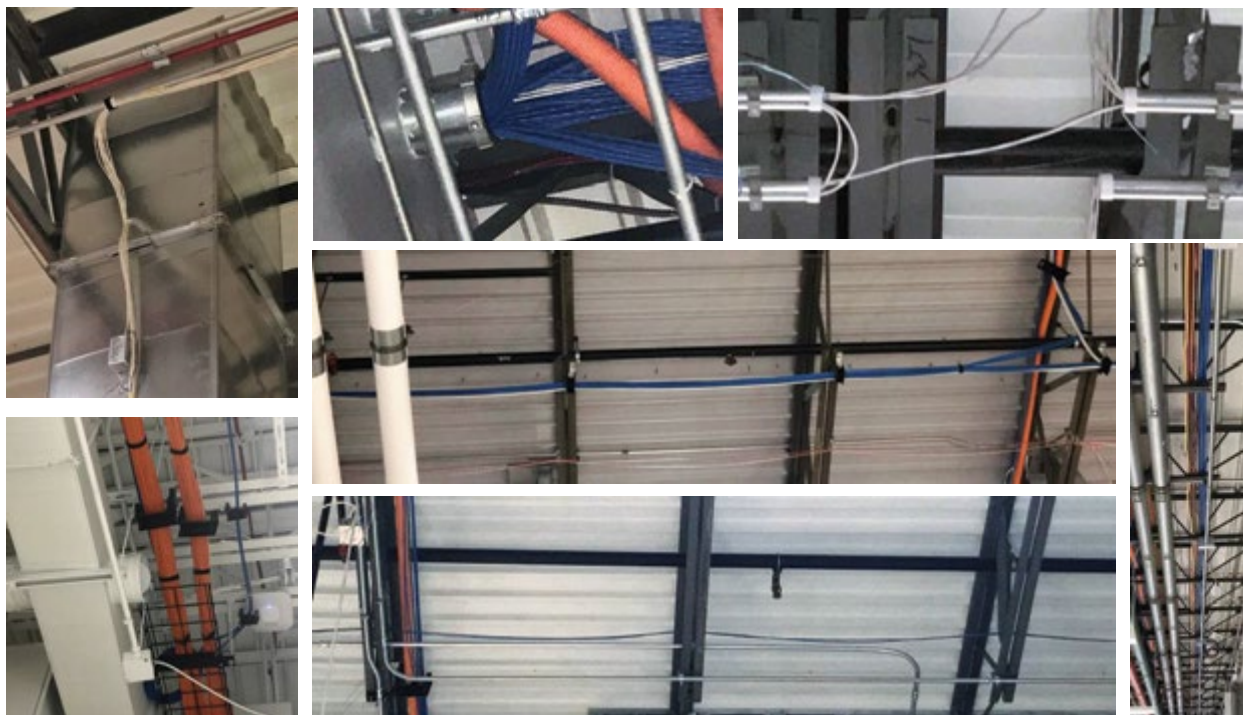


Fig. 3: Ejemplo de superficies metálicas que pueden crear discontinuidades de impedancia

Ondas Estacionarias

Se puede generar una onda estacionaria por la corriente que se refleja de ida y vuelta entre al menos dos de estas discontinuidades. Al igual que una antena dipolo, la combinación de los reflejos sucesivos causados por las discontinuidades del blindaje, dará lugar a una onda estacionaria a una frecuencia cuya media longitud de onda es igual a la distancia entre las discontinuidades. La Fig. 4 y la Fig. 5 destacan ejemplos de dónde pueden ocurrir discontinuidades de impedancia y reflexiones múltiples. Las superficies metálicas cercanas, como racks y gabinetes de equipo, también pueden actuar como un plano de referencia para la corriente inducida en el *foil* metálico que sirve para mejorar el comportamiento resonante del *foil* no terminado. Esta onda estacionaria en el *foil* no terminado ocurrirá cuando la interferencia electromagnética incidente en el cable esté en la frecuencia mencionada anteriormente, o cerca de la misma. Como resultado, el blindaje no terminado puede tener máximos y mínimos de voltaje a lo largo del *foil* entre discontinuidades sucesivas. Se inducirá un voltaje de ruido correspondiente en los conductores dentro del cable a la frecuencia de onda estacionaria debido al fuerte acoplamiento capacitivo entre la lámina y los conductores. Los desequilibrios en el canal de cableado convertirán una parte de este ruido en una señal diferencial, mientras que el ruido restante permanecerá como una señal de modo común. Este mecanismo por el cual el ruido se acopla al canal de cableado desde una fuente de interferencia electromagnética es exclusivo de aquellos cables que implementan barreras de aluminio no terminadas. Los canales de cableado UTP tradicionales no serán susceptibles a este fenómeno de la misma manera debido al hecho de que no hay un conductor no terminado para soportar una onda estacionaria.

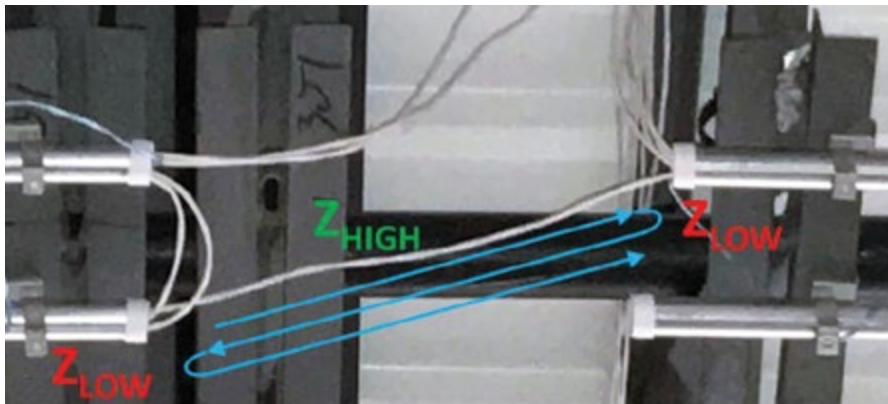


Fig. 4: Discontinuidad de impedancia creando una onda estacionaria, ejemplo 1

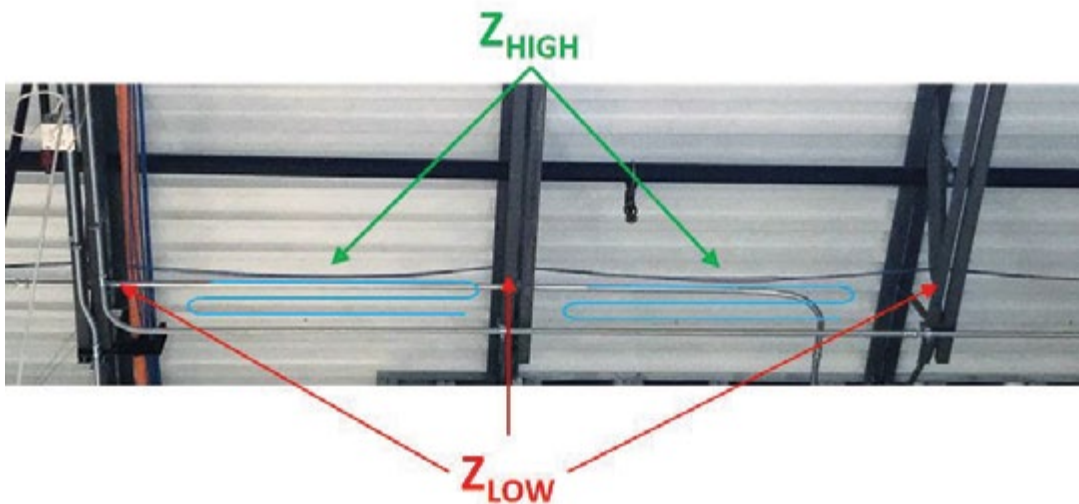


Fig. 5: Discontinuidad de impedancia creando una onda estacionaria, ejemplo 2



Resolver el Problema de Onda Estacionaria

El cable **Vari-MaTriX** Categoría 6A de Panduit tampoco es susceptible a este fenómeno de EMC. Al incorporar discontinuidades en la lámina metálica a intervalos aleatorios cortos, los segmentos asociados entre discontinuidades será proporcional a las longitudes de onda de frecuencias más altas que el ancho de banda de operación. Si bien, tal diseño de cable aún puede ser susceptible a la interferencia debido a las ondas estacionarias a frecuencias más altas fuera de banda, los receptores BASE-T están diseñados con filtrado en las entradas de datos para evitar que el ruido fuera de banda afecte la comunicación. Además, las longitudes variables de los segmentos de lámina discontinuos aseguran que cada segmento sea proporcional a una longitud de onda fuera de banda diferente. Así se minimiza cualquier interacción coherente entre el cable y una fuente de interferencia externa en una frecuencia fuera de banda particular. Al evitar la posibilidad de que se induzcan ondas estacionarias dentro del ancho de banda de operación, el cable **Vari-MaTriX** de Panduit se comportará igual que el cable UTP tradicional con respecto a la interferencia electromagnética. En aplicaciones empresariales y de centros de datos, el cable **Vari-MaTriX** de Panduit proporcionará un rendimiento de EMC equivalente al cable UTP tradicional. Proporciona este rendimiento de EMC con un *Alien Crosstalk* superior y el diámetro de cable más pequeño de la industria.

Hay muchos factores y variables involucrados que finalmente determinarán si una red se verá afectada por este fenómeno de EMC. Muchas de estas variables son imposibles de predecir o controlar. Estas variables incluyen:

- La orientación del cable con respecto a la polarización de la interferencia electromagnética. Cuando el campo E de la señal interferente se alinea con la orientación del cable, la corriente inducida en el *foil* se maximizará.
- La ubicación a lo largo del canal donde ocurre la interferencia también juega un papel importante. La interferencia que ocurre cerca de los extremos de un canal no tendrá que viajar mucho antes de llegar al receptor, por lo tanto, no se atenuará significativamente por la pérdida de inserción del cable.
- La longitud del canal expuesto a EMI también influirá en el impacto general. Si bien, un cierto nivel de interferencia puede interrumpir la comunicación a través de canales largos, ese mismo nivel de EMI no puede causar ninguna interrupción en canales más cortos, ya que tendrán una relación señal/ruido (SNR) inherentemente más alta y serán más tolerantes al ruido adicional.

Cada instalación de cableado es única, y la naturaleza de la interferencia electromagnética puede ser dinámica e impredecible. Mientras que todos los tipos de cable no blindados pueden ser susceptibles a EMI, la diferencia es que los cables no blindados con un *foil* no aterrizado, crean el riesgo de susceptibilidad y emisiones exacerbadas debido a las ondas estacionarias que pueden inducirse en el *foil* no aterrizado. El cable **Vari-MaTriX** de Panduit no tiene este riesgo.

Configuración de la Prueba y Resultados

Para ver el impacto de la susceptibilidad electromagnética que pueden tener los *foil* continuos no aterrizados, se construyó una configuración de prueba para demostrar el efecto de la interferencia electromagnética en la comunicación 10GBASE-T. El canal se construyó con cuatro conectores y una longitud total del canal de 40 metros, que es representativa de muchas instalaciones de cableado en la realidad. Con solo 40 metros de atenuación a través del canal, se garantiza una relación señal/ruido (SNR) razonablemente alta en cada extremo del enlace. Las fuentes de ruido interno debido al *Crosstalk* y el eco serán pequeñas en comparación con la intensidad de la señal en los receptores. A partir de esta robusta condición operativa de referencia, la adición de ruido inducido por EMI será la influencia dominante en la comunicación 10GBASE-T. Para comparar con precisión el rendimiento de susceptibilidad de diferentes construcciones de cables, es importante que la influencia de la susceptibilidad sea la fuente dominante de ruido que afecta la comunicación de datos durante la prueba.

La prueba se configuró para simular un posible ambiente de aplicación en la realidad. Según la Fig. 6, se utilizó una tarjeta electrónica IXIA 10GBASE-T (LSM10GXM2GBT-01) para generar y monitorear el tráfico 10GBASE-T de manera bidireccional a través del canal. Un puerto del generador de tráfico IXIA estaba conectado a un puerto blindado en el rack de equipo dentro de la cámara anecoica a través de un cableado blindado. Todas las conexiones de blindaje de la caja IXIA al rack de equipo en la cámara anecoica fueron continuas y se terminaron adecuadamente con las mejores prácticas. Esta conexión sirve para llevar la fuente de datos (IXIA) al rack de equipo sin tener que colocar el IXIA físicamente dentro de la cámara anecoica donde estaría expuesto a la interferencia electromagnética. La parte del canal bajo prueba expuesta a EMI se conectó al rack de equipo.

La prueba se realizó comparando el rendimiento de los cables horizontales de 1 metro terminados con conectores no blindados (similar a un cable de parcheo). En cada escenario, el tipo de cable se cambió para ser los tipos bajo evaluación (cable UTP sin *foil*, *foil* continuo (blindado) y **Vari-MaTriX**). Estos dispositivos bajo prueba (DUT) se conectaron a un jack UTP y a 10 metros de cable horizontal UTP que se enrutó fuera de la cámara anecoica. Un cable de parcheo UTP de 2 metros completó la conexión del cable horizontal al segundo puerto en el generador de tráfico IXIA como se muestra en la Fig. 6. Los DUT específicos son:

- Dispositivo bajo prueba 1 (DUT1): cable de parcheo UTP de 1 metro (dispositivo bajo prueba 1, o DUT1)
- Dispositivo bajo prueba 2 (DUT2): cable de conexión de 1 metro hecho con un blindaje flotante no aterrizado alrededor de los conductores. En esta configuración, hay una longitud de 1 metro entre las discontinuidades del blindaje.
- Dispositivo bajo prueba 3 (DUT3): cable de parcheo de 1 metro hecho con el cable **Vari-MaTriX** que utiliza una barrera de *foil* metálico con discontinuidades de longitud variable en el *foil*.

Usando un generador de señal, un amplificador de potencia y una antena log-periódica, la frecuencia y la intensidad de campo de la interferencia electromagnética se pueden controlar con precisión. La realización de la prueba en una cámara completamente anecoica permite controlar la polarización de la señal interferente en relación con la posición del cable bajo prueba. Esta es una variable clave asociada con la interferencia electromagnética e imposible de predecir en cualquier ambiente de la realidad. El peor de los casos surge cuando el campo eléctrico de la onda interferente se alinea con la posición del cable a medida que se maximiza la corriente inducida en el cable. Durante este experimento, el cable bajo prueba se colocó horizontalmente a través de una mesa para alinearse con la polarización horizontal de la antena log-periódica. El rack de equipo completamente poblado crea una superficie metálica que actuará como un plano de referencia para la corriente inducida en el cable bajo prueba. La posición y orientación de los DUT expuestos a EMI y todos los demás componentes del canal eran idénticos al probar DUT1, DUT2 y DUT3 para garantizar una comparación precisa entre las condiciones de prueba.

Descripción de la Configuración de Prueba y Resultados (continuación)

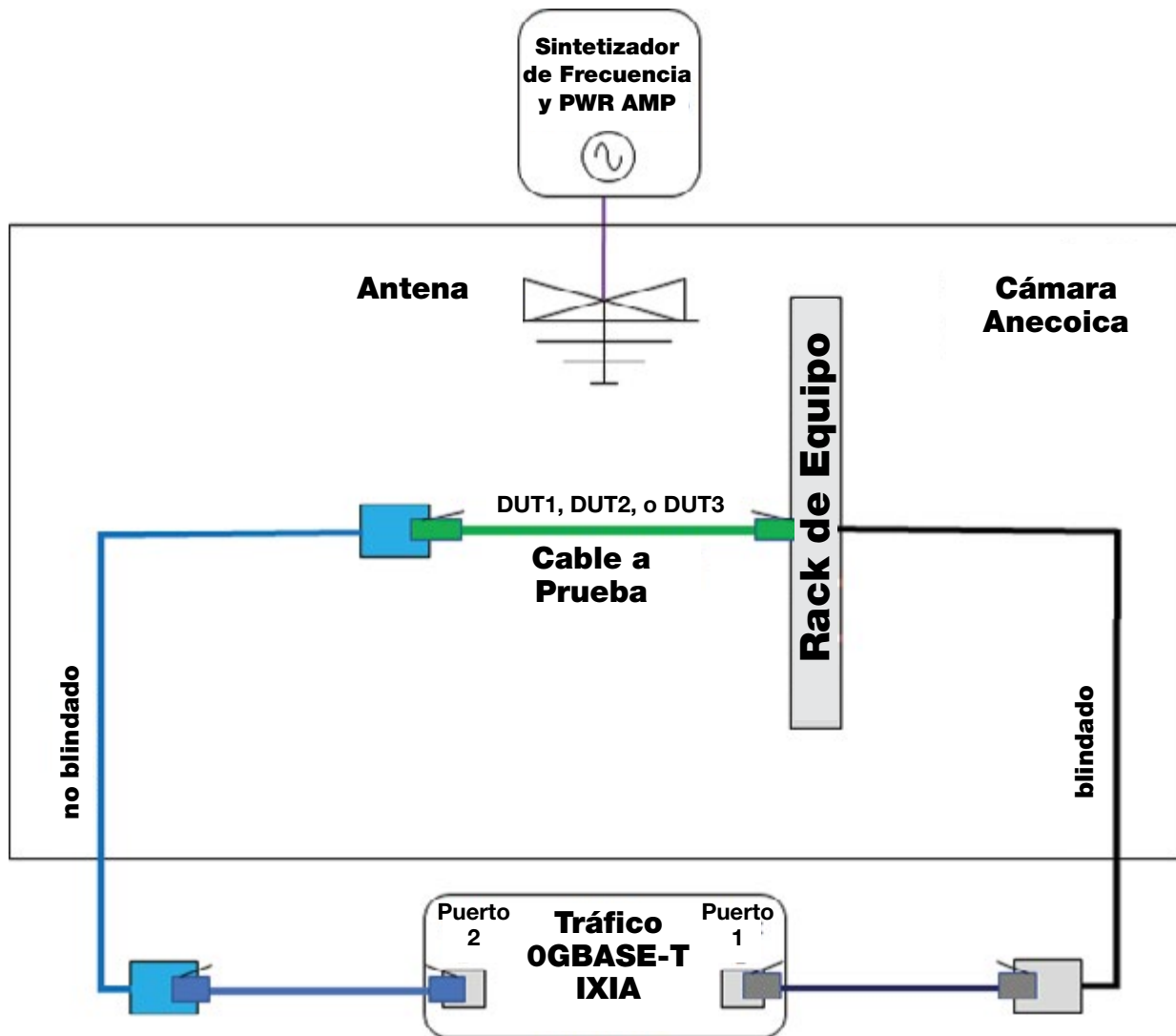


Fig. 6: Configuración de prueba usada para evaluar el foil sólido y Vari-MaTriX

Con el tráfico 10GBASE-T yendo bidireccionalmente a través del canal, la frecuencia pasó rápidamente de 101 MHz a 131 MHz en intervalos de 2 MHz. En cada punto de frecuencia, la intensidad de campo de la interferencia electromagnética se incrementó hasta que el probador de tráfico IXIA capturó la aparición de errores de paquetes. La intensidad del campo se incrementó aún más hasta que la interferencia fue lo suficientemente fuerte como para hacer que el enlace se cayera, interrumpiendo toda la comunicación 10GBASE-T. Los niveles de potencia tanto en “inicio de error de paquete” como en “caída de enlace” se registraron en cada frecuencia para los tres DUT.

Impacto de los Errores de Paquete

En una red activa, el impacto de los errores de paquetes puede ser muy perjudicial. Cualquier paquete con errores en un enlace de ethernet TCP/IP será descartado por el sistema receptor y posteriormente deberá ser retransmitido desde la fuente. Dependiendo de los factores de la red, como el tamaño del paquete, el tamaño del búfer y el tiempo de ida y vuelta, incluso una pérdida moderada de paquetes (1 de cada 10,000), puede hacer que el rendimiento disminuya hasta en un 90%. Esto podría conducir a condiciones lentas o incluso inutilizables para las aplicaciones que dependen de un enlace Ethernet. Las consecuencias de una caída completa del enlace pueden ser aún más problemáticas, ya que toda la conexión Ethernet tendrá que pasar por la secuencia de negociación automática para restablecer la comunicación a través del enlace. Muchas aplicaciones no podrán sobrevivir a este tipo de evento.

Una comparación de la susceptibilidad electromagnética entre los tres DUT se representa en la Fig. 7 y la Fig. 8 a continuación. La Fig. 7 muestra la degradación de EMC al inicio de los errores de paquete en comparación con el cable UTP tradicional tanto para la construcción de cable del blindaje flotante como para la del **Vari-MaTriX**. La degradación máxima de poco más de 5 dB se observó a aproximadamente 105 MHz con DUT2 (blindaje flotante). La media longitud de onda de una señal que se propaga en un cable a 105 MHz es de aproximadamente 1 metro. Esta es la longitud exacta entre discontinuidades en el blindaje flotante. Debido a la onda estacionaria inducida en el blindaje flotante por interferencia a 105 MHz, la susceptibilidad del enlace 10GBASE-T fue 5 dB peor que el cable UTP tradicional. La figura 8 muestra la degradación de EMC en la caída del enlace en comparación con el cable UTP tradicional tanto para la construcción de cable del blindaje flotante como para la del **Vari-MaTriX**. Nuevamente, a aproximadamente 105MHz se observó la degradación en el peor de los casos de 6 dB con DUT2 (blindaje flotante), lo que demuestra que el *foil* no aterrizado o terminado degrada la susceptibilidad del canal en comparación con el UTP tradicional. Una degradación de 6 dB equivale a una reducción de la inmunidad electromagnética por un factor de 2. En comparación, no hubo degradación de EMC con el cable **Vari-Matrix**, ni por la aparición de errores de paquetes, ni por la condición de caída del enlace.

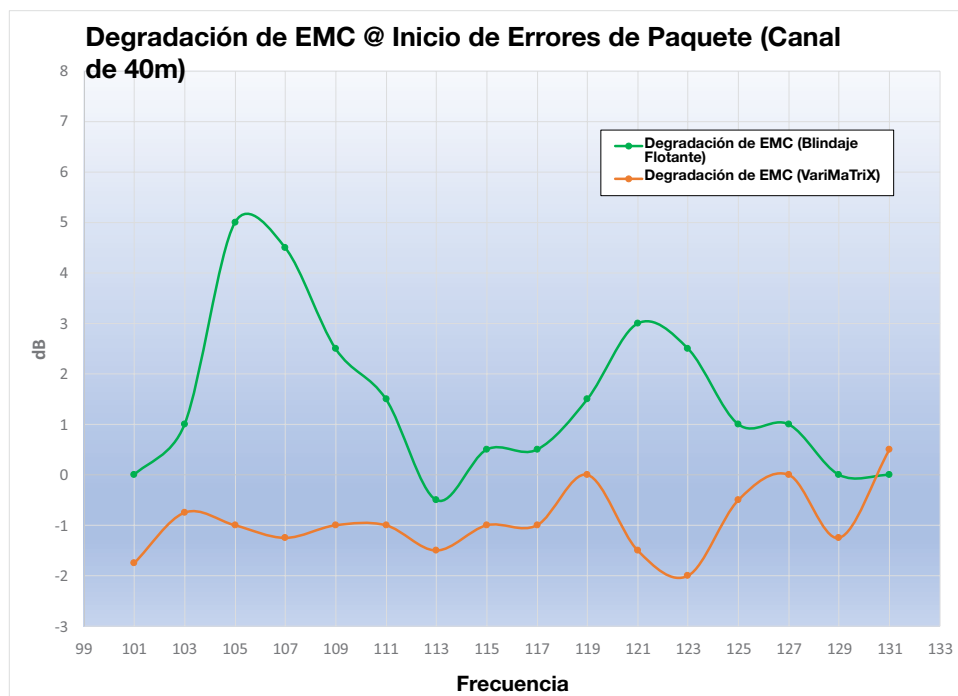


Fig. 7: Degradación de EMC del Blindaje Flotante vs Vari-MaTriX al Inicio de Error, Dispositivo Bajo Prueba a 1 m

Impacto de Errores de Paquete (continuación)

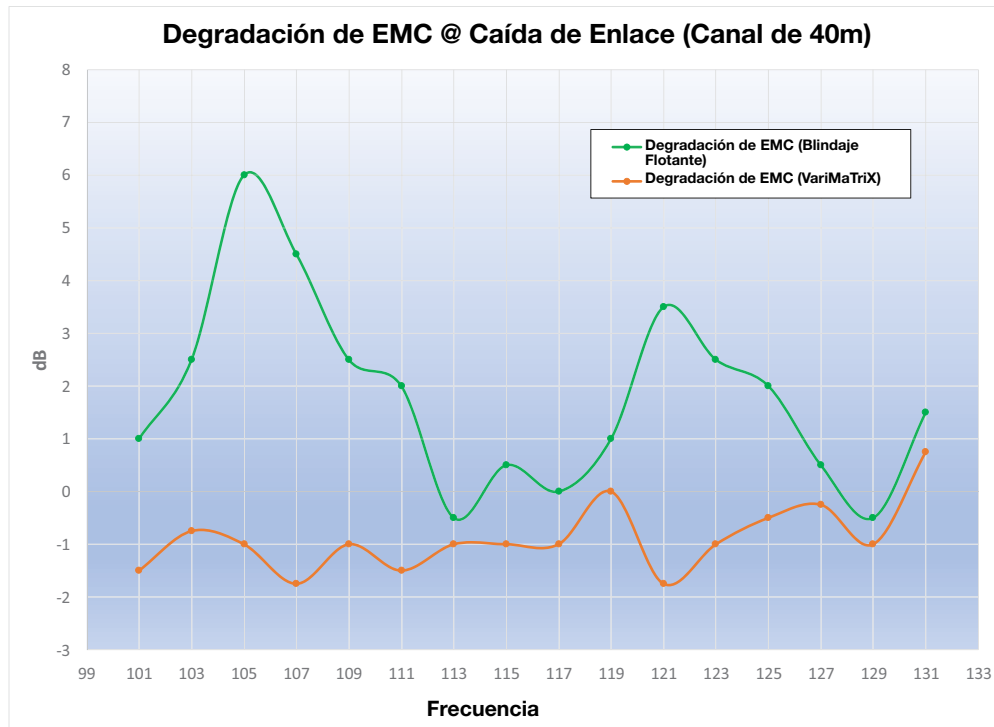


Fig. 8: Degradación de EMC del Blindaje Flotante vs Vari-MaTriX en Caída de Enlace, Dispositivo Bajo Prueba a 1 m

Para traducir este factor de 2 a un ejemplo de un caso real como se muestra en la Figura 9, considere una fuente de EMI a 105 MHz, como una transmisión de radio FM, que produce un nivel seguro de EMI en un centro de datos cuando se encuentra al menos dos millas de distancia y los canales de cableado Vari-MaTriX están instalados. Si se instalara cableado con barreras de *foil* continuo no aterrizadas, la distancia segura a la torre de transmisión de FM ahora sería de al menos cuatro millas (2X) de distancia. La distancia “segura” implica que incluso cuando todas las variables involucradas con la susceptibilidad se alineen en el peor de los casos, la red no se verá afectada por el ruido de interferencia.

Impacto de Errores de Paquete (continuación)

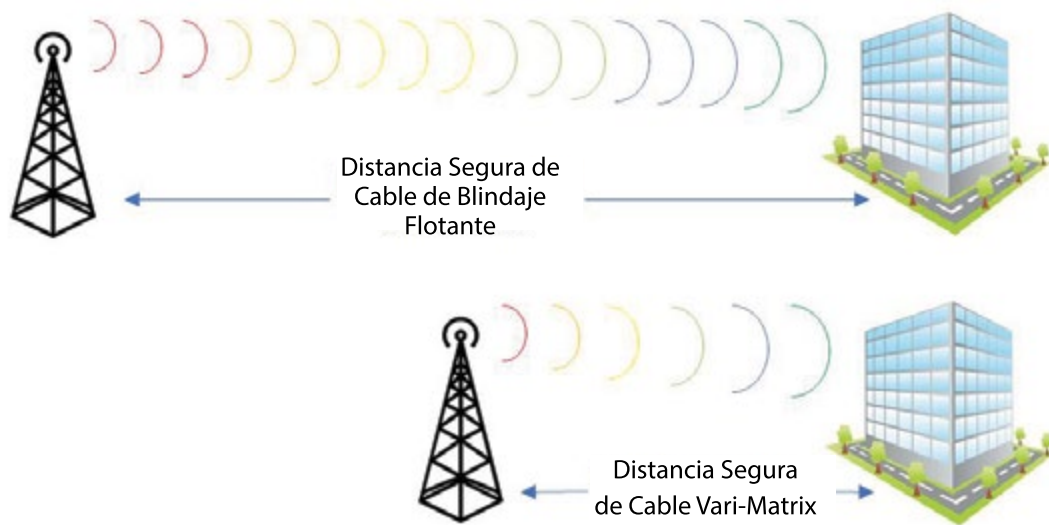


Fig. 9: Distancia segura de Vari-MaTriX a la fuente de EMI reducida por 2X

Para validar aún más este fenómeno, se realizó otra prueba con DUT más cortos de aproximadamente 0,5 metros. Con el tráfico 10GBASE-T yendo bidireccionalmente a través del canal, la frecuencia pasó rápidamente de 198 MHz a 228 MHz en intervalos de 2 MHz. En cada punto de frecuencia, la intensidad de campo de la interferencia electromagnética se incrementó hasta que el probador de tráfico IXIA capturó la aparición de errores de paquetes. La intensidad del campo se incrementó aún más hasta que la interferencia fue lo suficientemente fuerte como para hacer que el enlace se cayera, interrumpiendo toda la comunicación 10GBASE-T. Los niveles de potencia tanto en “inicio de error de paquete” como en “caída de enlace” se registraron en cada frecuencia para los tres DUT.

Una comparación de la susceptibilidad electromagnética entre los tres DUT se representa a continuación en la Fig. 10 y la Fig. 11. La figura 10 muestra la degradación de EMC al inicio de los errores de paquete en comparación con el cable UTP tradicional tanto para la construcción de cable del blindaje flotante como para la del Vari-MaTriX. La degradación máxima de 8,5 dB se observó a aproximadamente 220 MHz con DUT2 (blindaje flotante). La media longitud de onda de una señal que se propaga en un cable a 220MHz es de aproximadamente 1 metro. Esta es la longitud exacta entre discontinuidades en el blindaje flotante. Debido a la onda estacionaria inducida en el blindaje flotante por interferencia a 220 MHz, la susceptibilidad del enlace 10GBASE-T fue 8.5dB peor que el cable UTP tradicional. La figura 11 muestra la degradación de EMC en la caída del enlace en comparación con el cable UTP tradicional tanto para la construcción de cable del blindaje flotante como para la del Vari-MaTriX. Nuevamente, a aproximadamente 220 MHz, se observó la degradación en el peor de los casos de 9,5 dB con DUT2 (blindaje flotante), lo que demuestra que la lámina no terminada degrada la susceptibilidad del canal en comparación con el UTP tradicional. Una degradación de 9,5 dB equivale a una reducción de la inmunidad electromagnética por un factor de 3. En comparación, no hubo degradación de EMC con el cable Vari-MaTriX ni por la aparición de errores de paquetes ni por la condición de caída del enlace. Al igual que en el ejemplo anterior, este factor de 3 requiere que la distancia segura de una fuente de EMI a 220 MHz sea tres veces mayor cuando se usan cables con barreras continuas de aluminio no terminadas en comparación con el cable Vari-MaTriX o el cable UTP tradicional.

Configuración de Prueba y Resultados

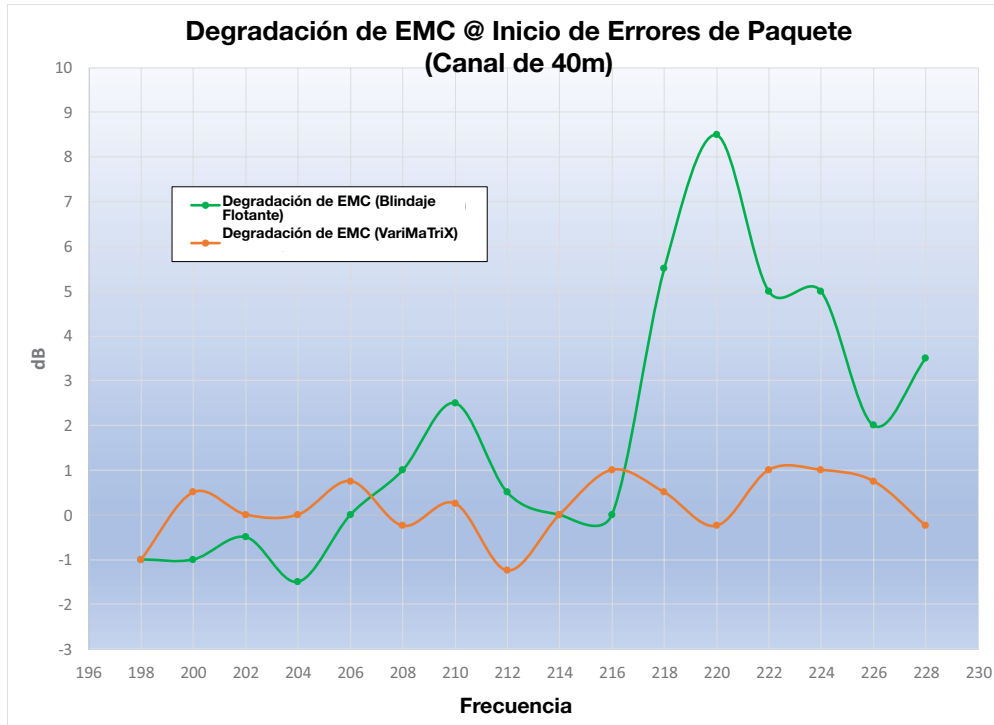


Fig. 10: Degradación de EMC del Blindaje flotante vs Vari-MaTriX en Inicio de Error, Dispositivo Bajo Prueba a 0.5 m

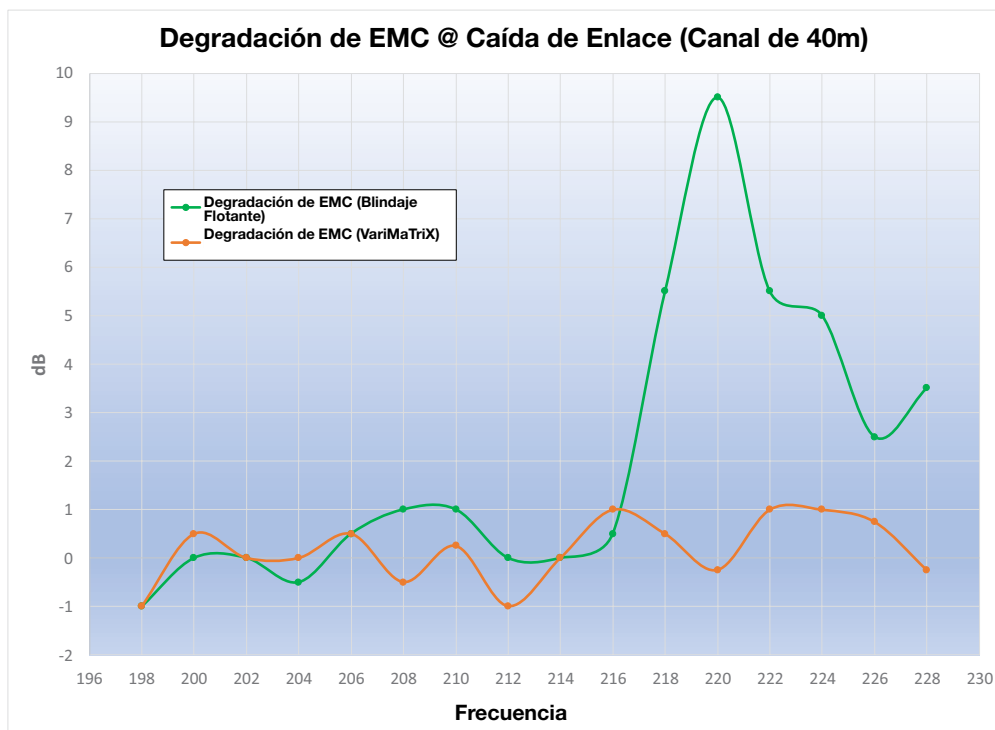


Fig. 11: Degradación de EMC del Blindaje flotante vs Vari-MaTriX en Caída de Enlace, Dispositivo Bajo Prueba a 0.5m.

Perspectiva de la Industria

El impacto de EMC de los blindajes no aterrizados o flotantes también ha sido investigado y documentado en el pasado. Se puede encontrar un ejemplo en una contribución de enero de 2006 a los estándares IEEE802.3an titulada “Uso de Cables de Parcheo ScTP para Mitigar el *Alien Crosstalk*”. Esta contribución documentó cómo los blindajes de cable de parcheo flotantes en un canal UTP causaron un aumento de las emisiones radiadas en comparación con los cables de parcheo UTP tradicionales. El aumento de las emisiones radiadas puede hacer que los equipos de red fallen las pruebas de cumplimiento de FCC.

Se han publicado informes y materiales de marketing dentro de la industria que afirman que los blindajes flotantes en los cables no presentan ningún riesgo de degradar el rendimiento de EMC de una red. Algunos informes llegan a afirmar que los blindajes de cable flotante mejoran el rendimiento EMC de una red. Estos informes a veces hacen referencia a pruebas realizadas en cámaras anecoicas relacionadas con emisiones radiadas o susceptibilidad radiada. Cuando se estudian los detalles específicos de esas pruebas, está claro que una o más de las variables importantes involucradas en la configuración de la prueba evitan que se observe el impacto del blindaje no terminado. Las instancias donde esto puede ocurrir serían:

- Cuando la frecuencia de la señal interferente no está correlacionada con la distancia entre las discontinuidades de blindaje flotante, no se observará una diferencia apreciable entre el cable UTP y el cable de blindaje flotante.
- Si la orientación del cable bajo prueba no está alineada con la polarización de la interferencia electromagnética, no habrá una diferencia apreciable en comparación con el cable UTP tradicional.
- Algunos informes prueban la inmunidad del cable sin ningún mecanismo para la conversión de modo, como los conectores, que son el medio principal por el cual la interferencia se convierte en ruido diferencial.
- Otros han probado todo el cable suspendido en el aire sin una estructura cercana para actuar como un plano de referencia, ocultando así el verdadero potencial de los cables para comportarse como una antena.
- Algunos cables han sido probados de una manera no aplicable a la comunicación BASE-T. Por ejemplo, conectando solo un par de cable a un transmisor mientras los otros tres pares terminan en cargas coincidentes en ambos extremos del cable.

Los resultados de estas pruebas no son sorprendentes ni fundamentalmente erróneos. De hecho, corroboran la alineación única de los factores que se requieren para causar un rendimiento de EMC degradado. Son incorrectos cuando afirman ampliamente que los blindajes no aterrizados nunca degradarán las características de EMC de un cable. Si bien, los blindajes no aterrizados no siempre resultarán en un rendimiento de EMC degradado, sí introducen el riesgo innecesario de posibles problemas de EMC.

Conclusión

Aunque hay muchos factores que pueden afectar el rendimiento de inmunidad de un sistema de cableado en instalaciones reales, el cable **Vari-MaTriX** de Panduit demuestra que no está influenciado por estos factores como un cable con un blindaje continuo, y posteriormente, proporciona un mejor rendimiento de inmunidad electromagnética. El rendimiento mejorado de la inmunidad significa que el cable **Vari-MaTriX** se puede colocar más cerca de las fuentes de ruido y tiene un menor riesgo de reducción del rendimiento.

Si bien, este documento se centró en la inmunidad del cable a las fuentes externas de ruido, un cable que es susceptible a ciertas frecuencias también irradiará ruido a esas mismas frecuencias debido a la relación recíproca entre las emisiones y la susceptibilidad. El impacto del aumento de la radiación electromagnética debido a los blindajes no aterizados puede hacer que un sistema viole los requisitos locales e internacionales descritos en la Parte 15 de la FCC y CISPR 22. En una aplicación real, esto puede significar interferir e interrumpir la operación normal de cualquier dispositivo electrónico cercano, tales como: puntos de acceso inalámbrico, cámaras de videovigilancia, hardware de automatización de edificios y otros dispositivos de monitoreo que se encuentran comúnmente en las instalaciones de centros de datos y empresas.

El impacto de las barreras de *foil* no terminadas en la inmunidad electromagnética de un cable puede afectar la comunicación 10GBASE-T en comparación con el cable Vari-MaTriX y el cable UTP tradicional. Las mediciones revelan que los cables con barreras de *foil* no terminadas pueden degradar el rendimiento de EMC de un sistema en un factor de 3. En una red activa conectada por cableado con blindajes flotantes, la mayor sensibilidad a EMI puede traducirse en tasas más altas de errores de paquetes y enlaces caídos dando lugar a graves limitaciones de rendimiento.

El cable Vari-MaTriX de Panduit, con un diámetro de 0,250" (6,4mm, plenum) a 0,260" (6,6mm, baja emisión de humo), evita este riesgo de EMC innecesario al tiempo que proporciona una supresión de Alien Crosstalk superior y el mejor rendimiento de EMC en comparación con otros cables que utilizan *foils* sólidos. Panduit recomienda utilizar el cable Vari-MaTriX de categoría 6A para su próxima instalación con 10GBASE-T para garantizar un rendimiento óptimo de la red.

Estándares de Referencia

IEEE Std. 802.3an. "Using SCTP Patch Cords for Mitigating Alien Crosstalk," 2006.

Federal Communications Commission. FCC Part 15. "Radio Frequency Devices." 2018.

CISPR 32. "Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements." 2015.



Desde 1955, la cultura de curiosidad y pasión por la resolución de problemas de Panduit ha permitido conexiones más significativas entre los objetivos comerciales de las empresas y su éxito en el mercado. Panduit crea soluciones de infraestructura física, eléctrica y de redes de vanguardia para entornos de toda la empresa, desde el centro de datos hasta la sala de telecomunicaciones, desde el área de oficina hasta la planta. Con sede en Tinley Park, IL, EE. UU. y con operación en 112 ubicaciones globales, la reputación comprobada de Panduit por su calidad y liderazgo tecnológico, junto con un sólido ecosistema de socios, ayuda a respaldar, sostener y potenciar el crecimiento empresarial en un mundo conectado.

Para más información

Visítenos en www.panduit.com

PANDUIT LATINOAMÉRICA

Guadalajara, México | cs-la@panduit.com | Teléfono: 52.33.3777.6000

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO TÉCNICO PRETENDE SER UNA GUÍA PARA SU USO POR PERSONAS QUE TIENEN HABILIDAD TÉCNICA A SU PROPIA DISCRECIÓN Y RIESGO. ANTES DE UTILIZAR CUALQUIER PRODUCTO DE PANDUIT, EL COMPRADOR DEBE DETERMINAR LA IDONEIDAD DEL PRODUCTO PARA SU USO PREVISTO Y EL COMPRADOR ASUME TODO RIESGO Y RESPONSABILIDAD EN CUALQUIER CONEXIÓN CON ELLOS. PANDUIT RECHAZA CUALQUIER RESPONSABILIDAD DERIVADA DE CUALQUIER INFORMACIÓN CONTENIDA AQUÍ O POR AUSENCIA DE LA MISMA.

Todos los productos de Panduit están sujetos a los términos, condiciones y limitaciones de su Garantía limitada del producto actual, que se puede encontrar en www.panduit.com/warranty.