



RYSEL



1/3

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

APANTALLAMIENTO DE ENVOLVENTES

2025

Cuando tenemos una situación de emisiones electromagnéticas radiadas, uno de los medios para evitar que haya problemas de susceptibilidad en otros equipos es el apantallamiento de la(s) fuente(s) de ruido. Como veremos en esta breve ficha técnica, este apantallamiento se consigue separando las zonas limpias de las zonas sucias mediante una envolvente puesta al potencial de tierra. Unas veces, la fuente de ruido queda dentro de la envolvente (por ejemplo, en el caso de un variador de velocidad electrónico en formato armario) y otras veces, la fuente de ruido queda fuera de la envolvente (por ejemplo, en el caso de haber un cable sin apantallar a la salida de un variador que pase cerca de un equipo electrónico que funcione mal y haya que protegerlo del ruido emitido por el cable).

Los requerimientos de la envolvente puesta a tierra para no dejar pasar ondas están directamente relacionados con la frecuencia de las emisiones (como siempre). Cualquier discontinuidad en la pantalla (puertas, tapas, rejillas de ventilación, bornas y conectores, etc) podrían dejar pasar ondas con lo que se perdería una gran parte de su efectividad.

Las envolventes que se comercializan ya están diseñadas y testeadas para cumplir con la directiva CEM pero cuando se mecanizan para un cuadro eléctrico, se puede decir casi con total seguridad que ya no será cierta cualquier certificación que aquella tuviera en origen, sobre todo si no se tienen en cuenta toda una serie de precauciones. Los fabricantes de envolventes comerciales suelen publicar recomendaciones de mecanizado y ofrecer accesorios para no perder el apantallamiento.

JUNTA DE GOMA CONDUCTORA

REJILLA METÁLICA CON LA TRAMA ADECUADA EN LAS TOMAS DE VENTILACIÓN

CONTINUIDAD DE LA PANTALLA ENTRE LA ENVOLVENTE Y LAS MANGUERAS "SUCIAS"

ESPACIADO ADECUADO DE LOS TORNILLOS EN LAS TAPAS

CINTA PLANA TRENZADA PARA LA CONEXIÓN DE LA PUERTA AL CUERPO DE LA ENVOLVENTE

LONGITUD DE ONDA DE UNA SEÑAL PERIÓDICA: es la distancia física entre un punto de la onda y su homólogo del ciclo posterior o anterior. Puede considerarse:

$$\lambda = \frac{300.000.000 \left(\frac{m}{s}\right)}{\text{frecuencia} \left(\frac{\text{ciclos}}{s}\right)} = m/\text{ciclo}$$

Señales de mayor frecuencia tienen una longitud de onda más corta (por ejemplo, los rayos X o las microondas y viceversa. Si aplicamos la fórmula anterior en un par de ejemplos:

- $f_1 = 1 \text{ MHz}$ $\lambda_1 = 300 \text{ m}$
- $f_2 = 50 \text{ Hz}$ $\lambda_2 = 6.000.000 \text{ m}$

Respecto a la calidad de un apantallamiento existen ciertos conceptos todos ellos destinados a cuantificar lo mismo:

EFFECTIVIDAD DE UN APANTALLAMIENTO (SE): es la medida en dB del campo eléctrico o magnético sin pantalla respecto a la que se tendría dentro del apantallamiento. Fue de las primeras formas que hubo de medir esto, pero su cuantificación es difícil. Aun así, se sigue usando mucho (revise las características de su material CEM para apantallar y encontrará mención a esta magnitud).

FACTOR DE REDUCCIÓN (KRF): Es una medida conductiva y que relaciona en dB la tensión de modo común inducida en un cable sin apantallar por una interferencia externa y la que habría con la pantalla colocada.

IMPEDANCIA DE TRANSFERENCIA DE LA PANTALLA (Zt): Es la relación entre el voltaje pantalla-conductores y la corriente que circula por los conductores. A más Zt peor apantallamiento.

Cualquier discontinuidad de la pantalla será negativa para nuestro propósito, eso es inevitable. Sin embargo, podemos tomar precauciones para que este empeoramiento no sea excesivo o en nuestro caso, podemos actuar a posteriori sobre la instalación existente para atenuar el ruido que sale o que entra. Las armas que el diseñador y el técnico de campo disponen para atenuar la salida de ondas por las discontinuidades de la pantalla son principalmente:

- **PINTURAS CON BASE METÁLICA:** generalmente se aplican por el interior de las envolventes o tapas plásticas. Son pinturas caras y que con el tiempo van perdiendo su capacidad de atenuación. Normalmente debe aplicarse una capa de un grosor mínimo para conseguir una efectividad dada (ver información del fabricante). Puede medir con un polímetro (Ω) entre varios puntos equidistantes para asegurarse de que la capa aplicada es más o menos homogénea. En algún punto debe ponerse a tierra.
- **CINTA/LÁMINA/ROLLO METÁLICO (ADHESIVA O NO):** pueden usarse para encerrar zonas conflictivas o para apantallar tramos de cable. Siempre llevo un rollo de papel aluminio, se sorprenderían de su utilidad en campo.. Se recomienda un espesor mínimo de $50\mu\text{m}=0.05 \text{ mm}$ y es imprescindible solapar en las juntas/esquinas una cantidad suficiente. Evidentemente ha de ponerse a tierra.
- **JUNTAS DE GOMA CONDUCTORA PARA LAS PUERTAS/CAJAS:** dan continuidad a la tierra a lo largo de la separación entre puerta/tapa y cuerpo de la envolvente. Deben escogerse y posicionarse adecuadamente y debe evitarse que se deformen en exceso al presionar ambas partes con los tornillos o cierres.
- **TRENZAS METÁLICAS PLANAS DE PUESTA A TIERRA:** mucho mejor que un cable de tierra para las frecuencias altas. Se usan para unir las puertas o tapas metálicas con el cuerpo metálico de la envolvente. Se recomienda que no sean más largas que $1/50\lambda$ de la onda más dañina que se encuentre presente.
- **FUNDAS/TIRAS TRENZADAS PARA APANTALLAR CABLES:** son fundas metálicas con mayor o menor densidad (ojo con esto) con las que envolver mazos de cables que no estaban apantallados. Según sea el gramaje deberá montar sobre la anterior vuelta en mayor o menor porcentaje. Ojo con las derivaciones de cables en los mazos, se debe ser muy riguroso a la hora de seguir envolviendo ambos caminos.
- **RESPIRADEROS/AIREADORES CON REJILLA CEM:** llevan un patrón metálico de celdas en panal de abeja (para las frecuencias muy altas) o de rejilla metálica (para las no tan altas) que bloquea ciertas ondas, pero no impiden el paso del aire. Estos accesorios ya se conectan a la parte metálica de la envolvente para ponerse a tierra.
- **PRENSAESTOPAS METÁLICOS CON JUNTAS CEM:** dan continuidad a la pantalla en los taladros de paso de cables. Siempre deben quedar apretados contra el cable (del tamaño adecuado al cable).



TEMA IMPORTANTE: cualquier tornillo que traspase una envolvente, hará de “antena entre ambas zonas” y arruinará el esfuerzo que hayamos hecho cuidando la integridad de la pantalla. Para sujeciones mecánicas en estos casos, si es posible use tornillos plásticos o si son metálicos, ubíquelos adecuadamente para que no comuniquen ambas zonas. Si no se lo cree y se le acaba la suerte, algún día se acordará de mí...

- **ABRAZADERAS DE PANTALLA PARA CABLES:** accesorios muy útiles para realizar una conexión a 360° de la pantalla a tierra. Muchas incluso llevan un muelle para conseguir una presión adecuada de contacto. Deben colocarse lo más cerca posible de la entrada al armario y las mangueras apantalladas se pelan “delicadamente” en el punto de conexión. Los de mando deben ir montados directamente sobre una pletina de tierra pues cualquier cable de tierra que se añada es una fuente de problemas. Los de fuerza suelen ir directamente en las chapas del suelo de la envolvente, por donde accede la manguera. Ya hemos indicado anteriormente cómo los “pig tails” o “rabos de cerdo” enrollando la pantalla y atornillándola aparte no es la mejor solución para optimizar el efecto pantalla
- **SEPARACIÓN ADECUADA DE LOS TORNILLOS:** al colocar tornillos en las tapas metálicas de los equipos, también hay una distancia adecuada según las frecuencias de las ondas con las que nos enfrentemos. ¡Jolín cuantos tornillos tiene este variador! me dicen mucho. Pues tiene que ver con la salida de ondas por la junta de esa tapa atornillada. La zona de unión de tornillo y chapas no debe estar pintada para asegurar que la presión ejercida establezca una unión eléctrica de la tapa con el cuerpo de la envolvente. Si no se ponen todos los tornillos o no se aprietan suficientemente podremos tener salida de ondas (por ejemplo, para 50 MHz con 30 cm de separación se tendría una efectividad aproximada de 20 dB y con 16 GHz serían necesarios cada 6,6 cm para la misma efectividad)

Los fabricantes de estos accesorios suelen proporcionar un valor de “empeoramiento” en dB bastante aproximado de la pérdida del efecto apantallamiento que se produce para cada frecuencia cuando tenemos que usar estos productos en las discontinuidades de una envolvente. **De todos estos accesorios tengo la furgoneta llena y les puedo asegurar que las calidades no son iguales y que se nota mucho a la hora de su instalación como a la hora de ver sus prestaciones (lo barato sale caro...).**

El proceso de solucionar problemas a posteriori “apantallando cosas” puede ser largo pues cualquier discontinuidad por pequeña y escondida que sea, y dependiendo de la frecuencia agresora puede ser la causante del problema de susceptibilidad aunque en estos casos, la víctima y el agresor suelen estar cerca.



Si desea contactar conmigo (Jose Carlos Álvarez Alonso) para hablar sobre su necesidad puede hacerlo en el 659 488 836 o enviándome un email a jcalvarez@rysel.es (insista o déjeme un mensaje si no le respondo porque a veces me pilla Ud. en obra y es difícil o imposible contestar al teléfono).