

EFFECTIVIDAD DEL APANTALLAMIENTO

2026

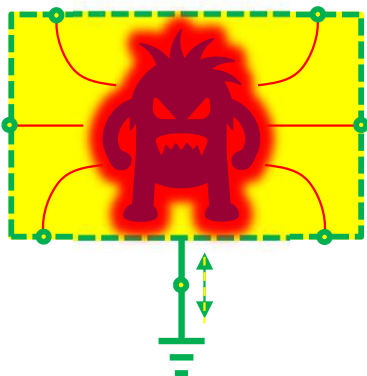
Vamos a dar por supuesto que se acepta la importancia del apantallamiento para atenuar la interferencia radiada de alta frecuencia entre equipos industriales (que todavía no es así, por eso tenemos trabajo nosotros...). Bien, pues la "calidad de apantallado" no es una variable digital, sino analógica. Depende de cómo se haga y del campo electromagnético que intenta pasar de uno al otro lado (lo que más influye, como siempre, la frecuencia).



RECORDATORIO SOBRE EL APANTALLADO (TAMBIÉN LLAMADO "BLINDAJE ELECTROMAGNÉTICO")

- **Las líneas del campo eléctrico nacen y mueren entre cargas de distinto signo.** Una superficie conductora cerrada puesta a un potencial fijo (en nuestro caso los cero voltios de tierra) separa las zonas espaciales interna y externa en lo que al campo eléctrico se refiere. Desde tierra se mueven las cargas que sean necesarias hasta la superficie de la pantalla enfrentada al campo eléctrico para anular las líneas del campo. Si en el interior hay campo eléctrico no saldrá al exterior y viceversa.
- **Las líneas de campo magnético son cerradas** y buscan el camino más fácil (de menor permeabilidad magnética) y resulta que el material férrico es más favorable que el aire, por lo que podríamos decir que "se arriman a la pantalla metálica conductora".

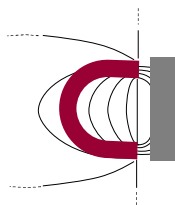
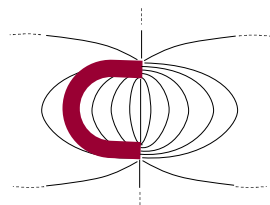
En definitiva, que la pantalla así construida "mantiene a raya" al campo electromagnético de cada lado de su superficie impidiendo que pase.



Las cargas negativas suben y bajan dinámicamente desde tierra para anular las líneas de campo generadas por el agresor. Las líneas del campo eléctrico interno no pasan al exterior si la pantalla es perfecta.

Los metales preferidos son el acero al carbono, el cobre y el aluminio, que funcionan bien en general (ver más adelante).

En un armario con electrónica de potencia o en el cableado entre variador y motor se trataría de encerrar dentro la "parte sucia" para impedir la salida de líneas del campo eléctrico al exterior. La cara importante de la pantalla es la interna en este caso. El efecto SKIN es muy favorable para el apantallamiento, al contrario de lo que sucede con los conductores de transmisión eléctrica (se explica en publicaciones previas).

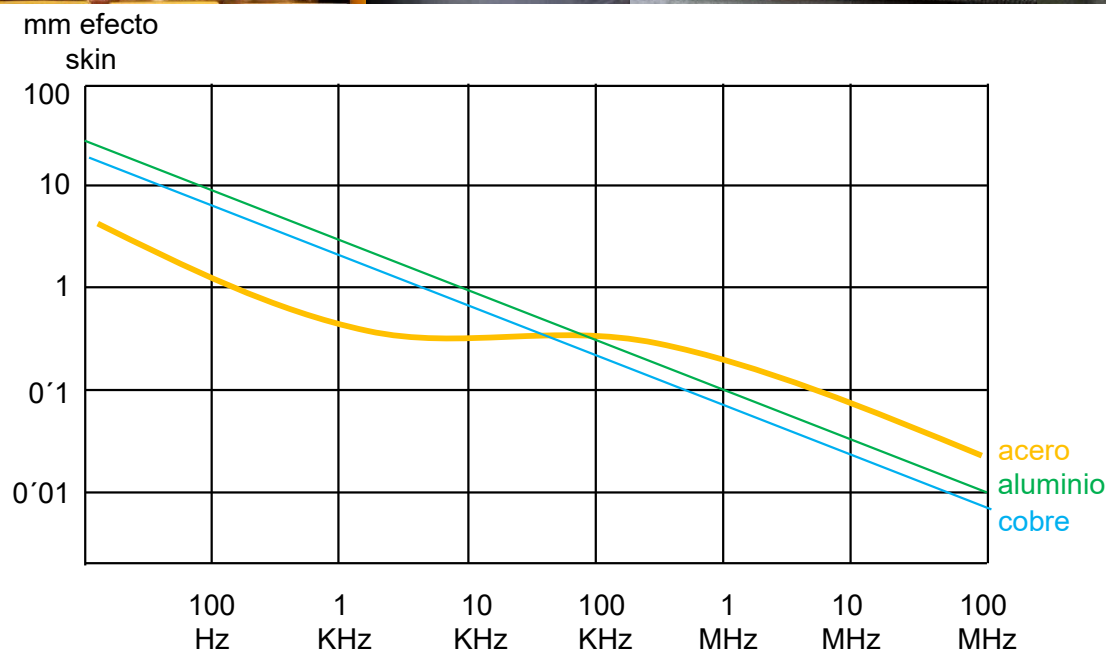


Si el imán es simétrico, el campo también y por tanto las líneas deben tener simetría. Al colocarle un trozo de metal entre los polos, las líneas de esa zona rompen la simetría y van por el metal porque ofrece menos resistencia que el aire.

¿No recuerda que se pone un trozo de metal al imán en herradura para que dure más la imantación con el tiempo?

En definitiva, que la pantalla así construida “mantiene a raya” al campo electromagnético de cada lado de su superficie impidiendo que pase. Pero la realidad no es tan perfecta debido a:

- **MATERIAL DE LA PANTALLA:** la capacidad de movilizar cargas a altas velocidades para frenar al campo eléctrico no la tienen todos los materiales, pero es que, dependiendo de la frecuencia agresora (o longitud de onda, como lo quiera plantear), no todos los metales se comportan igual de bien. Ya sabemos que la conductividad eléctrica (campo E) y la permeabilidad magnética (campo H) del material también influirán (el cobre y el aluminio tienen mejores conductividades y permeabilidades que el acero).



El material adecuado para la pantalla es aquel que tiene el mayor efecto skin para las frecuencias que nos interesan. Como pueden observar con estas gráficas aproximadas comparativas (PROFIBUS Y CEM, César Cassiolato) el acero ofrece más efecto skin por encima de 50 KHz aproximadamente. No obstante, también influyen la conductividad y permeabilidad de la aleación y/o su tratamiento superficial.

- **DISCONTINUIDADES DE LA PANTALLA:** en la técnica industrial hacemos taladros para sujeción, agujeros de ventilación, etc, que rompen la superficie que apantalla. Las ondas que “se cuelan” por una discontinuidad de la pantalla tendrán que ver con la relación entre el tamaño y forma de la discontinuidad y la longitud de onda de la interferencia, además de la incidencia de la onda en la discontinuidad y la capacidad de absorción del material alrededor de la discontinuidad. Cuanto mayor es la frecuencia del ruido (menor longitud de onda) más pequeño debe ser el tamaño de la discontinuidad si no se quiere tener un “coladero de ondas”. Es mejor tener varios agujeros pequeños que uno grande (de la misma sección). Para frecuencias muy altas, se suelen encontrar patrones metálicos de panal de abeja en las ranuras de ventilación (ver fotografía de rejilla de ventilador en la página siguiente) cuyo objetivo es bloquear y absorber las ondas que intentan acceder, atenuando su influencia “del otro lado”.

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:

- f1 = 1 MHz λ1 = 300 m
- f2 = 50 Hz λ2 = 6.000.000 m

- **MALA CALIDAD DE LA TOMA DE TIERRA:** por la propia toma de tierra y por la instalación de tierra. Para esto hay que asegurar que la pantalla tenga acceso fácil a cargas negativas procedentes del terreno (adecuados materiales, secciones correctas, tiradas óptimas) y que el terreno esté correctamente conectado y con buena conductividad. Por esto en RYSEL tenemos equipo para medir tierras e instalaciones de tierra.

Respecto a la calidad de un apantallamiento existen bastantes maneras de medirlo (incluso dependiendo del sector industrial) . Según el producto/material comercial que utilice para apantallar, el fabricante puede indicarle la efectividad conseguida del blindaje según un método u otro (y sería preferible que se indicara también el ancho de banda efectivo o la atenuación de sus efectos con la frecuencia). Algunos de los métodos más habituales son:

- **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 REDUCCION (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.

EJEMPLO 1. SPRAY DE APANTALLAR KONTAKT CHEMIE (SIEMPRE EN LA FURGONETA...):



5. TYPICAL PRODUCT DATA (without propellant)

Coating as delivered:

Aerosol:

Flash point	: < 0 °C
Coverage for 50µ film thickness	: 0,32 m² / 200 ml Spray

Bulk

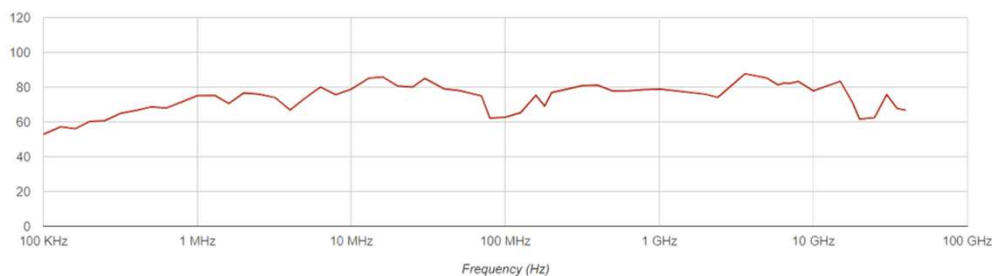
Solid content	: 60 – 66%
Density	: 1,6 – 1,7 g/cm³
Flash point	: 15 - 19 °C
Coverage for 50µ film thickness	: 7,7 m² / l

Characteristics of the dry coating:

Color	: copper-brown
Drying time at 20°C	
Dry to touch	: 30 min
Complete drying	: 24 h
Temperature resistance	: - 40°C bis + 95°C
Surface resistivity at 25 µ coat weight	: < 0,5 Ohm / Square
Screening attenuation at 50µ coat weight	: 50 - 70 dB (ASTM ES 7-83)

ASTM (Advancing Standards Transforming Markets) es una editorial técnica de ámbito americano relacionada con el mundo del petróleo, acero y construcción. Entre otras cosas desarrolla normas y procedimientos propios de estandarización y medida. Uno de ellos es para la medida de la atenuación proporcionada por una pantalla.

EJEMPLO 2. CINTA DE APANTALLAR Z-3250 DE ZIPPERTUBBING (SIEMPRE EN LA FURGONETA...):



ATTENUATION DATA WAS OBTAINED USING MIL-DTL-83528H (MODIFIED). TESTING WAS PERFORMED BY ACCREDITED, THIRD-PARTY EMI LABORATORIES.

En este caso se indica una curva de atenuación según un procedimiento del sector militar.

EJEMPLO 3. REJILLA PARA VENTILADOR KEMVENT60 DE TE CONNECTIVITY:



Measured shielding performance in accordance with Mil Std 285 (80mm size tested)

Frequency	Field	Typical (dB)
200 KHz	H	53
100 MHz	E	102
500 MHz	P	85
2 GHz	P	74
10 GHz	P	58

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).

Estamos en Gijón, Principado De Asturias (no se preocupe por esto si le interesan nuestros servicios pues normalmente estamos trabajando siempre por fuera de Asturias, en la zona Noroeste por regla general).