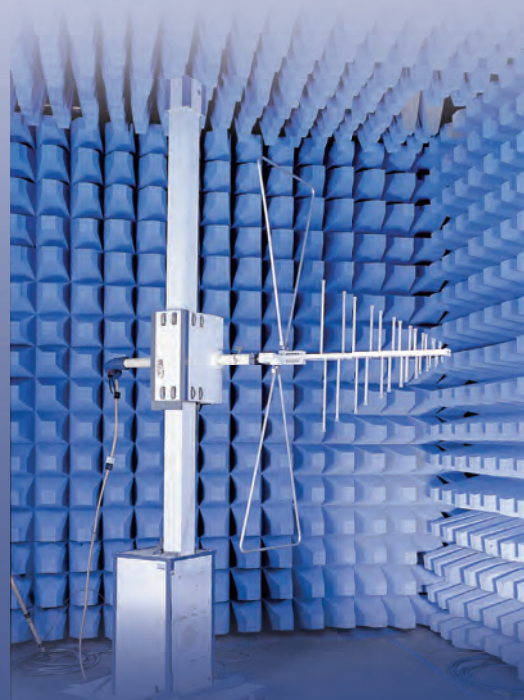


ARMARIOS EMC



MASE 266



IP 55, NEMA12 IK10

A: 400-1000
An: 400-800
P: 210-300

MCSE 268



IP 54, NEMA 12, IK 10

A: 2000
An: 800
P: 600-800



Accesorios

Paneles laterales	270
Puertas	270
Placa de separación	271
Juntas	271
Placa inferior y de techo	272
Conjuntos de unión	272
Puesta tierra	273
Entrada de cables	273
Ventiladores	274

Accesorios Generales 286



Armarios EMC



- ◆ Basado en armarios MultiFlex y MultiMount.
- ◆ Bastidor y cuerpo totalmente galvanizado, solo pintado en el exterior.
- ◆ Junta conductora especial sobre panel y puertas.
- ◆ Sin agujeros en la placa inferior para la versión autoportante y sin placa para las versiones murales aseguran un buen efecto Faraday.
- ◆ Los accesorios que necesitan un corte para su montaje tienen una superficie conductora que garantiza la continuidad eléctrica con el armario.
- ◆ Excelentes niveles de atenuación.

MASE

Armarios murales de puerta simple.



IP 55, NEMA 12 IK 10



Datos técnicos

Material: Estructura: Chapa de acero cincado de 1,2 mm/1,4 mm (MAS0606021R5 y superiores). Puerta: Chapa de acero cincado de 1,2 mm/1,4 mm (MAS0606021R5 y superiores) /1,8 mm (MAS1006026R5 y superiores). Placa de montaje: Chapa de acero galvanizado de 2 mm.

Estructura: Plegado y soldado. Cuatro taladros de 8,5 mm para fijación mural, embutidos 2 mm (20,4 mm de diámetro) para permitir el flujo de aire entre la pared y la trasera del armario.

Puerta: Diseño envolvente con apertura de 130°. Bisagras ocultas desmontables con pasadores cautivos. Las bisagras se pueden montar para permitir la apertura a izquierda o a derecha. A partir del modelo MAS0505021R5 y superiores se suministra con dos perfiles de montaje desmontables en la puerta. La estanqueidad se asegura mediante una junta de poliuretano inyectado EMC.

Cierre: Cierre DIN cromado de 3mm con movimiento de 90°. Los armarios de 1000 mm de altura y superiores, van provistos de un cierre de varilla con tres puntos de fijación.

Placa de montaje: La placa de montaje está marcada verticalmente a intervalos de 10 mm para facilitar la posición horizontal del equipo. En la parte superior e inferior están dispuestos unos taladros para facilitar la fijación de los cables.

Fijados sobre pernos M8 soldados a la parte trasera del armario. A partir de armarios de 800 mm y superiores, todos los costados están reforzados con bordes plegados. Si se utiliza el accesorio AMG, la placa de montaje puede ser ajustada a cualquier fondo.

Tapa salida de cables: Sin tapas de salida de cables para garantizar la máxima protección EMC.

Tierras: La puerta está apantallada por medio de pernos M8.

Acabado: Pintado al polvo, texturado, color gris RAL 7035 solo en la parte exterior.

Protección: Se corresponde con IP 55 y NEMA 12, IK10.

Suministro: Cuerpo y puerta del armario de acero cincado, pintado exteriormente. Puerta equipada con junta EMI. Dos perfiles de montaje en puerta para armarios a partir de MASE0505021R5 y superiores. Preparado para puesta a tierra.



Dimensión del armario			Dimensión placa de montaje			Tamaño	Tipo	Aperturas	Nº de cierres	Peso	Ref.
A	An	P	a	an	p						
400	400	210	370	350	192	310x96	2	1	1	8,6	MASE0404021R5
	600	210	370	550	192	510x96	4	1	1	12,2	MASE0406021R5
600	600	210	570	550	192	510x96	4	1	2	21	MASE0606021R5
1000	800	300	970	750	282	310x96	2	2	1*	47	MASE1008030R5

Gama MAS

Todos los tamaños estándar de la gama están disponibles en versión EMC, bajo pedido.

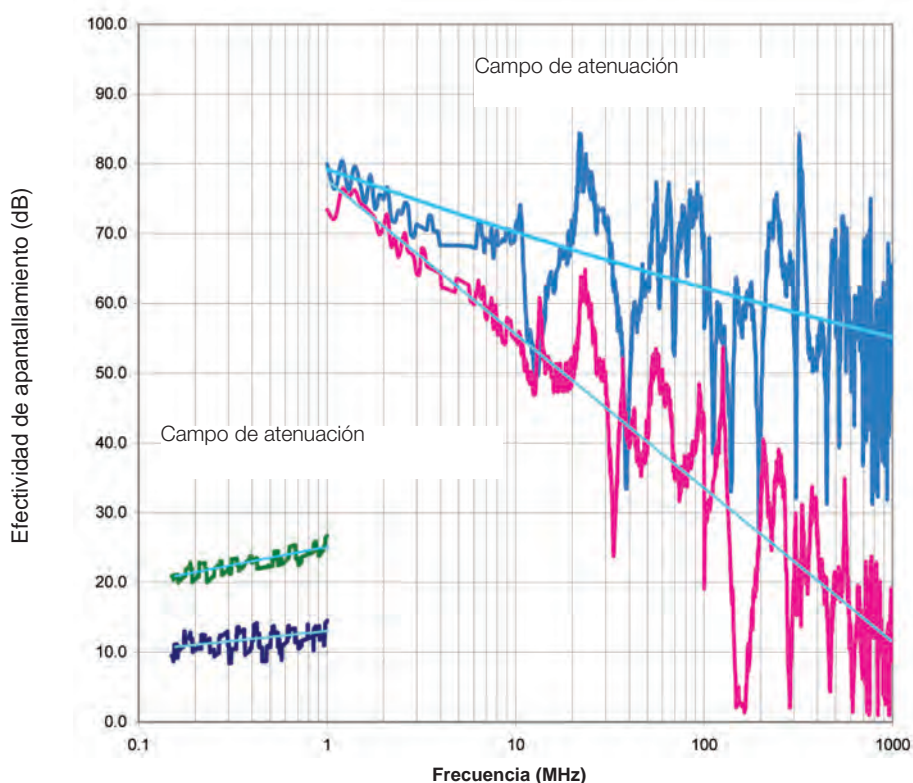
MASE: Desde 200/200/155 hasta 1200/800/400

ejemplo: MASE0606021R5, protección EMC con puerta simple 600x600x210 mm

Para más detalles por favor, vea la tabla MAS en la página

Eficacia del apantallado

Eficacia del apantallado de los armarios murales Eldon MAS, MASE



Eficacia del apantallado

- SE_Eldon-MASE Campo magnético
- SE_Eldon-MASE Campo eléctrico
- SE_Eldon-MAS Campo magnético
- SE_Eldon-MAS Campo eléctrico
- Línea de tendencia

MCSE

Armario combinable, puerta simple.



IP 54, NEMA 12, IK 10

Datos técnicos

Material: Estructura: Chapa de acero cincado pintada de 1,5/1,75mm .

Puerta: Chapa de acero cincado de 2 mm.

Paneles posteriores, superiores y laterales: Chapa de acero cincado pintada de 1,35 mm.

Placa de montaje: Chapa acero galvanizado de 2,7 mm.

Tapa inferior: Chapa acero galvanizado de 1 mm. Marco: Perfiles abiertos plegados y soldados con sistema de taladros a 25mm según DIN43660. Incluye sistema de taladros exteriores.

Estructura: Perfiles reversibles soldados, con taladros a 25 mm conforme a DIN 43660. Dispone de patrón de taladros externo.

Puerta: Diseño envolvente con bisagras que permiten la apertura hacia izquierda o derecha. Incluye el refuerzo de puerta con taladros a 25 mm. El sellado está asegurado por la junta EMC de poliuretano inyectado conductora

Panel posterior: Fijado con tornillos Torx M6. Posibilidad estándar para montar puerta trasera. Suministrados como accesorio.

Panel superior: Desmontable.

Cierre: Cierre de varillas con 4 puntos de fijación. No interfiere con el espacio interior del armario. Cierre DIN de 3 mm estándar.

Puede ser sustituido por cualquier otro accionamiento, Euro-barrilete, T- sistema de manecilla giratoria.

Placa de montaje: Doble plegado se monta por deslizamiento hasta su posición. Ajustable en profundidad en pasos de 25 mm. Se entrega fijada al exterior del embalaje del armario.

Tapas inferiores: Consta de 3 piezas (para los de 800 mm de profundidad 4 piezas).

Tierras: Todos los paneles se ponen a tierra a través de sus accesorios y se equipan con una toma de tierra separada.

Acabado: Pintado al polvo, texturado, RAL 7035 sólo en el exterior.

Protección: Corresponde con IP 54 y NEMA 12 IK10.

Suministro: Estructura con puerta montada, panel posterior, panel superior, tapas inferiores, placa de montaje, marco interior de puerta. El suministro también incluye pernos de toma de tierra y junta conductora EMC. Suministrado sobre un palé con ancho idéntico al armario para permitir su combinación sin retirarlos. Todo el material de embalaje es reciclable. *También disponible en acero inoxidable (CSSE).

Nota: En armarios de An=400 mm, la placa de montaje, tapas inferiores y marco de puerta no están incluidos. *También disponible en acero inoxidable (CSSE).



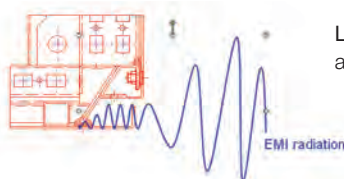
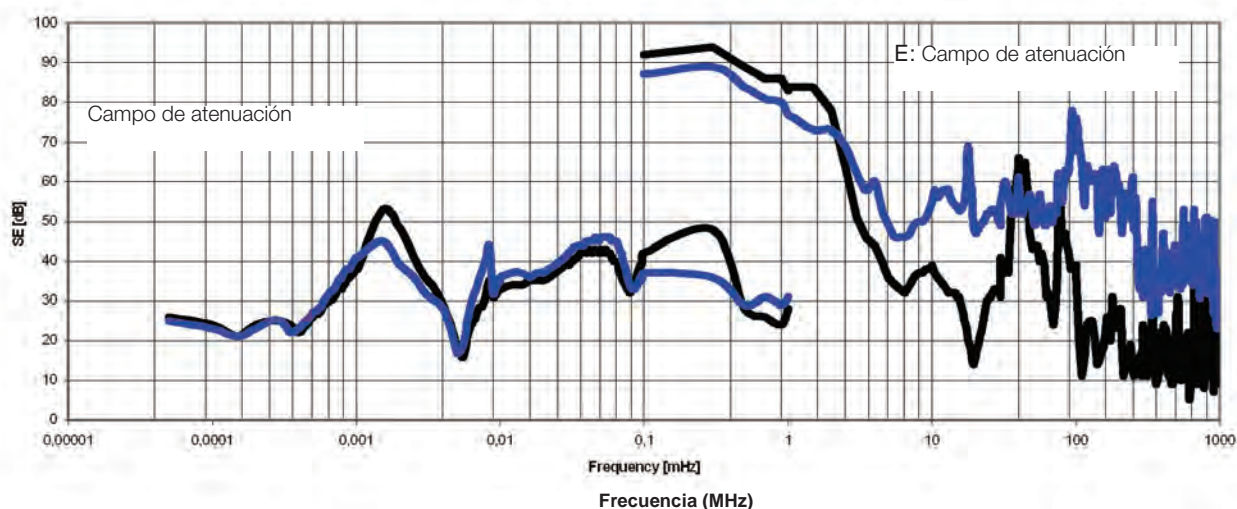
MCSE, IP 54, NEMA 12, IK 10

Dimensión del armario		Dimensión placa de montaje				Peso	Ref.
A	An	P	a	an	p		
2000	800	600	1894	694	559	132	MCSE20086R5
		800	1894	694	759	139	MCSE20088R5

Todos los tamaños estándar MCS disponibles en EMC bajo pedido incluyendo otras dimensiones. Para EMC ver paneles laterales SPME

Eficacia del apantallado

Eficacia del apantallado de los armarios autoportantes Eldon MCS, MCSE



Laberinto de protección de la línea de armarios MultiFlex

Eficacia del apantallado

- Autoportantes MultiFlex estándar, MCS
- Autoportantes MultiFlex adaptados a las EMI, MCSE

Armarios EMC

SPME, Paneles laterales



Descripción: Para cubrir los laterales de los armarios MCSE Equipada con una junta conductora para asegurar la protección EMC/IP.

Material: Chapa de acero de 1,35mm.

Acabado: Pintado exteriormente al polvo, texturado, RAL 7035.

Protección: Se corresponde con IP 54, NEMA12.

Cantidad por embalaje: 2 paneles con accesorios de montaje.

A	P	Ref.
2000	600	SPME2006R5
	800	SPME2008R5

*Otros tamaños disponibles bajo pedido

DGCE, Puerta transparente(61%)



Descripción: Puerta estándar con cristal de seguridad para una clara visión del interior del armario. Equipado con cierre DIN 3mm y refuerzo de puerta. Permite todas las opciones de la gama de cierres. El apantallamiento está asegurado por la junta de poliuretano EMC. La eficacia EMI se logra con una malla conductora situada detrás de la puerta transparente con un porcentaje de visión de 61%. Use el kit DMK de bisagras si no está reemplazando una puerta estándar.

Material: Marco: chapa de acero de 2 mm. Área de ventana: cristal claro de seguridad de 3 mm.

Acabado: Pintado al polvo, texturado, RAL 7035 sólo en la parte exterior.

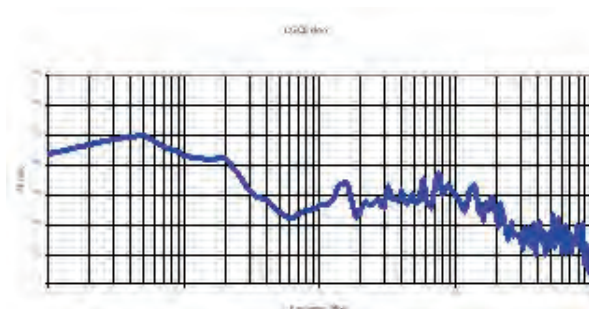
Protección: Se corresponde con IP 54, NEMA12, IK 10

Requisitos de montaje: Si no sustituye a la puerta plena, úsese el kit de bisagras DMK01.

Cantidad por embalaje: 1 pieza.

A	An	a	an	Ref.
2000	800	1776	615	DGCE2008R

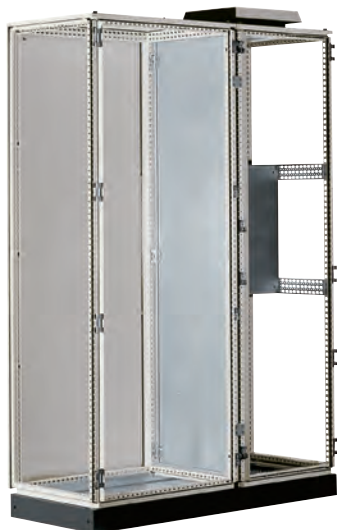
Eficacia del apantallado
Atenuación EMC probada según VG 95 373, part 15



— Armarios autoportantes MultiFlex adaptados a las EMI, MCSE



SPD EMC, Panel de separación



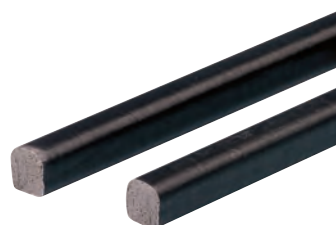
Descripción: Divide dos armarios combinados. Se fija con el kit CCJ. Para conseguir IP 43/NEMA 1 se puede colocar la junta de neopreno SPDG 01 en el panel. La junta para apantallamiento SPDEG tiene que ser usada para lograr protección EMC.

Material: Acero cincado de 1,5mm.

Requisitos de montaje: Añada soportes CCJ para su montaje.

Cantidad por embalaje: 1 pieza.

SPDEG, Junta para apantallamiento EMC



Descripción: Para obtener una sección apantallada frente a EMC en combinación con la placa de separación SPD.

Material: Espuma de poliuretano con capa conductora (UL94HB).

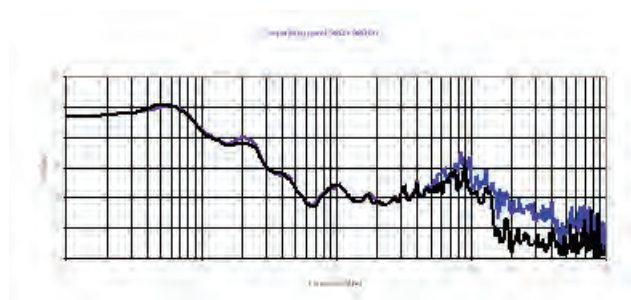
Protección: Se corresponde con IP 43/NEMA 1.

Cantidad por embalaje: 6m.

Ref.
SPDEG01

D	Ref.
600	SPD2006
800	SPD2008

Eficacia del apantallado Shielding effectiveness
EMC attenuation tested according to VG 95 373 part 15



Eficacia del apantallado de la placa de separación SPD en los armarios autoportantes Eldon

Armarios EMC

CVB EMC, Tapa inferior ventilada



Descripción: Tapas inferiores ventiladas de 3 piezas. Se pueden usar en combinación con un zócalo ventilado PV. 33% ventilación.

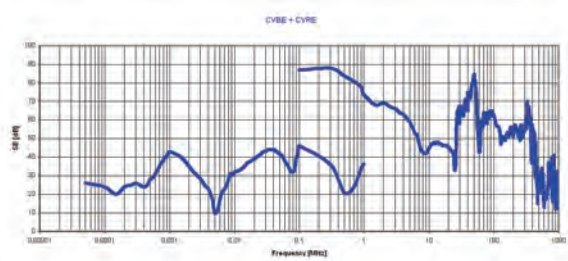
Material: Chapa perforada de acero cincado de 1,5mm.

Cantidad por embalaje: 3 piezas con material de montaje.

Requisitos de montaje: Para usar en combinación con los zócalos ventilados PV.

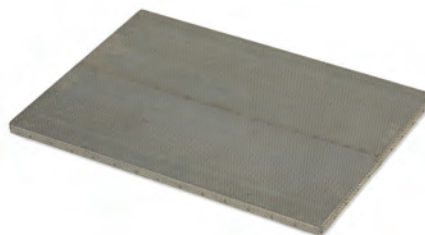
Para armario		
	P	Ref.
	600	CVB0806
	800	CVB0808

Eficacia del apantallado
Atenuación EMC probada según VG 95 373, part 15



— Eficacia del apantallado de las placas superior e inferior en la gama MultiFlex

CVRE, Techo con ventilación EMI



Descripción: Techo de ventilación interior para una alta protección EMI. Montado directamente en el marco del armario. Puede ser usado en combinación con el techo con ventilación CVR o el kit de elevación del techo CVK15. 33% de ventilación

Material: Chapa de acero cincado de 1,5mm.

Acabado: Acero cincado sin pintar

Cantidad por embalaje: 1 pieza con accesorios de montaje.

An	P	Ref.
800	600	CVRE0806
	800	CVRE0808

CCJ, Kit de unión interna



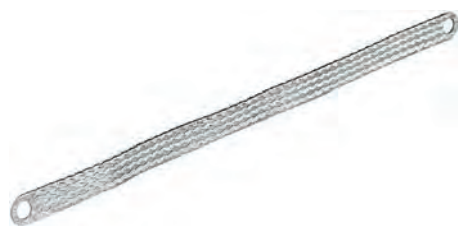
Descripción: Montados sobre los perfiles del marco. Puede usarse tanto en los perfiles verticales como horizontales.

Material: Acero cincado de 3mm.

Cantidad por embalaje: 12 soportes con accesorios de montaje.

Requisitos de montaje: IP 43, NEMA 1. La estanqueidad se alcanza usando la junta SPDG. Añada sujeciones CCM para una fijación adicional cuando se unen armarios.

Ref.
CCJ12

**ECFE, Trenza para tierra**

Descripción: Para conexión equipotencial a tierra entre paneles, accesorios y marco del armario. Longitud 300mm.

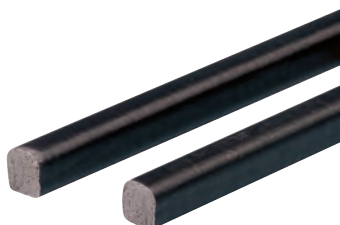
Material: Cobre electrolítico estañado, cable de 0,15mm de diámetro.

Rango de ajuste de temperatura: Hasta 105°C

Cantidad por embalaje: 10 piezas.

Requisitos de montaje: Añada una conexión ECF para fijar la trenza al marco pintado.

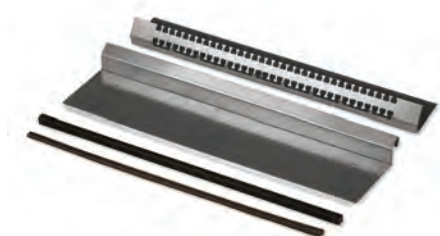
Área de sección	Diámetro taladros	Intensidad (A)	Ref.
16mm ²	8.5	120A	ECFE1630
25mm ²	10.5	150A	ECFE2530

BGE, Junta EMC para placa inferior y salida de cables

Descripción: La parte inferior del armario esta protegida por el uso de una junta adhesiva aplicada alrededor de la apertura inferior. Los cables pueden sellarse añadiendo una esponja adhesiva situada entre las tapas inferiores. La elasticidad y el tamaño de esta esponja asegura una gran protección alrededor de los cables. El material conductor añadido proporciona un buen contacto que sella la salida de radiación electro-magnética.

Cantidad por embalaje: 1,6 m de esponja adhesiva EMC para entrada de cables y 6 m de junta adhesiva (UL94HB). Para armarios de ancho 1600mm pida 2 conjuntos

Ref.
BGE01

CBPE, Tapa inferior EMC

Descripción: Sustituye dos partes de las tres o cuatro piezas de la tapa inferior estándar. Debido a su diseño permite la conexión a tierra de los cables apantallados, manteniendo intacto la "Jaula de Faraday".

Material: Acero cincado de 1.5mm

Cantidad por embalaje: 2 piezas con junta EMI y material de montaje.

Para armario		Ref.
An	P	
600	600	CBPE0606
	800	CBPE0608
800	600	CBPE0806
	800	CBPE0808

CABP, Barra fijación cables

Descripción: Suspendida bajo la tapa inferior, así maximiza el pleno uso del espacio interior del armario. Permite fijar los cables de acometida utilizando las abrazaderas CAC.

Totalmente ajustable en profundidad. Cuando el cable de puesta a tierra EMC se conecta al soporte de la barra el efecto Faraday se mantendrá intacto en el apantallamiento EMI

Material: Acero cincado de 2mm.

Cantidad por embalaje: 2 barras con accesorios de montaje, 4 barras para armarios de 1200 mm de ancho.

Requisitos de montaje: Elija grapas CAC según el diámetro de los cables.

An	Ref.
400	CABP400
500	CABP500
600	CABP600
800	CABP800
1000	CABP1000
1200	CABP1200

Armarios EMC

EMC, Rejillas y ventiladores con protección electromagnética



EMC, Ventiladores con filtro y filtros de salida

Cuando se utilicen ventiladores y filtros en un armario, se han de realizar ranuras de ventilación. Esto da como resultado inmediatamente una fuga en términos de la regulación de EMC. Si son aplicables los requisitos de EMC, se deberán usar filtros y ventiladores especiales protegidos contra EMC. Eldon ofrece una solución mediante presión tipo clic, ¡por lo que no se necesitan tornillos! Para impedir el ataque de la corrosión al apantallado EMC, las partes exteriores del filtro y ventiladores se montan con un marco de acero inoxidable en combinación con una junta de Berilio-cobre. Combinando de ese modo una elevada resistencia a la corrosión con un alto nivel de atenuación.

Características técnicas:

- Amplio rango de caudal desde 61 m³/h hasta 845 m³/h.
- No son necesarios tornillos para su fijación.
- Sólo es necesario un taladro cuadrado.
- Sólo sobresalen 6 mm de la superficie del armario.
- el filtro se puede cambiar rápidamente sin desmontar la unidad completa.
- Material conforme con los requerimientos de ISO 14000 (Sistema de Gestión Medioambiental).
- Material de carcasa autoextinguible.

Efectividad de apantallamiento en filtros y ventiladores con filtro EFE / EFAE:

Pruebas sobre atenuación EMC según EN 95 50 147 - 1 (1996).

Ventilador con filtro EMC	EFE200R5	EFE220R5	EFE250R5	EFE300R5	EFE500R5	EFE600R5	EFE700R5
Volumen de flujo de aire (flujo libre) (m³/h)	61	110	156	256	480	640	845
Capacidad de enfriamiento (flujo libre) (W/K)	20	37	52	85	160	213	282
Flujo de aire combinado (Ventilador+Rejilla) (m³/h)	44	82	116	231	370	445	560
Capacidad de combinación (Ventilador+Rejilla) (W/K)	15	27	39	77	123	148	187
Tipo de tejido del filtro	IP 54-filtro G3				IP 54-filtro G4		
Máxima presión estática (Pa)	60	66	52	116	76	134	192
IP	IP 54, IP 55 bajo petición*						
Voltaje nominal AC	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*,400V 2~3	230V,115V**	230V,115V*,3x400V*	230V,115V*,3x400V*
Voltajes disponibles DC*	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V			
A x An (mm)	145 x 145	202 x 202	252 x 252	252 x 252	320 x 320	320 x 320	320 x 320
Dimensiones (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224	292 x 292	292 x 292	292 x 292
Temperaturas de funcionamiento (°C)	Desde -15 C hasta +55 C						
Material	Termoplástico, Autoextinguible, UL 94 V0						
Apantallamiento EMC	Acero inoxidable						
Aprobaciones	Aprobación UL						

Ventilador con filtro. IP55 disponible bajo pedido, referencia EFEPxxxR5*
*Bajo pedido

Filtro de escape de EMC	EFAE200R5	EFAE220R5	EFAE250-300R5	EFAE500-700R5
A x An x P (mm)	145 x 145 x 26	202 x 202 x 34	252 x 252 x 38	320 x 320 x 39
Dimensiones (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	292 x 292
IP	IP 54, IP 55 bajo petición*			
Material	Termoplástico, Autoextinguible, UL 94 V0			
Apantallamiento EMC	Acero inoxidable			

Rejilla con filtro. IP55 disponible bajo pedido, referencia EFAEPxxxR5*



Ventiladores con filtro apantallados IP54 Gestión térmica

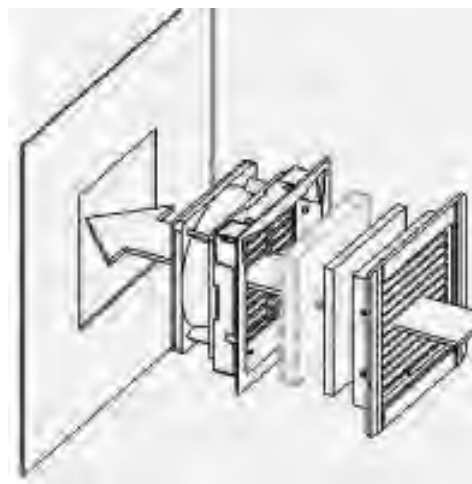
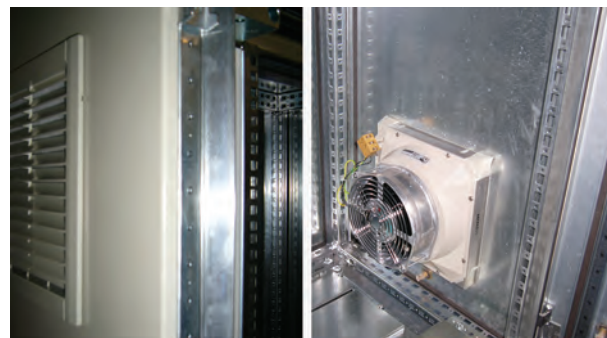
Nuestros ventiladores con filtro apantallados para EMC afectan al apantallado del armario de la siguiente forma:

Amortiguación a 30 MHz aprox. 71 dB
Amortiguación a 30 MHz aprox. 71 dB
Medido según EN 50 147 – 1 (1996)

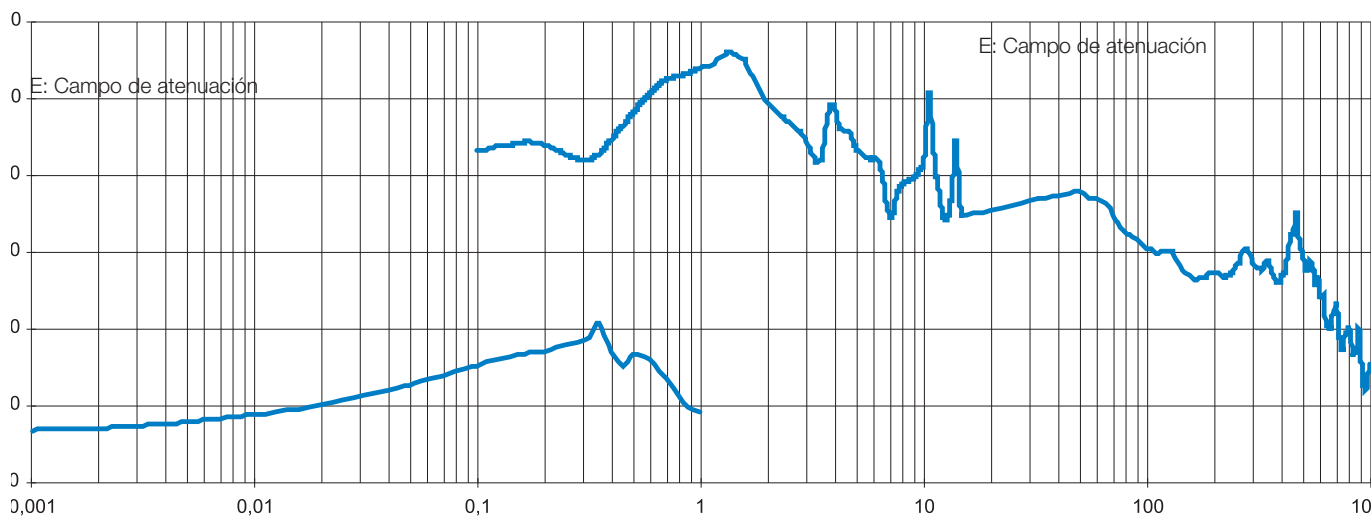
No se precisa un amplio trabajo adicional en el corte de instalación

- No hay que adherir una banda de cobre o materiales similares
- No se precisa raspar capas de material para asegurar un contacto superficie a superficie

1. El contacto entre superficies se logra a través del borde del corte para el ventilador con filtro o el filtro de salida
2. El innovador contacto entre superficies a lo largo del borde de corte hace del montaje una tarea simple
3. Un contacto entre superficies por medio de muelles de contacto especialmente dispuestos sobre la rejilla de pantalla
4. Bajo impacto medioambiental gracias al uso de rejillas de pantalla separadas hechas de acero inoxidable (1.4301)
5. Bajo impacto medioambiental porque las placas de rejilla y las superficies de contacto están en una pieza; no son necesarias las bandas de cobre al berilio para obtener un contacto, y los materiales pueden separarse fácilmente para el reciclado.



Efectividad de apantallamiento en filtros y ventiladores con filtro EFE / EFAE:
Pruebas sobre atenuación EMC según EN 50 147 - (1996)



Armarios EMC

1. El mecanismo de la interferencia electromagnética (EMI)

Definición de EMC

El Consejo de la Unión Europea define la EMC en el artículo 4 de su "directiva del consejo para la aproximación de las leyes de los Estados Miembros relacionadas con la Compatibilidad Electromagnética (89/336/EEC)" como la característica de un "aparato": -El aparato deberá estar construido de forma que la perturbación electromagnética que genere no exceda de un nivel tal que permita el normal funcionamiento de los equipos de radio y telecomunicaciones y otros aparatos, (requerimientos de emisión). - El aparato dispondrá de un adecuado nivel de inmunidad intrínseca a las perturbaciones electromagnéticas que le permita su normal funcionamiento [requerimientos de inmunidad]. Ésta es una definición muy somera. El camino a seguir para el cumplimiento es la aplicación de las normas. Hay normas de producto, aplicable a un tipo específico de producto (por ejemplo alumbrado) y cuando no hay disponibles, hay normas genéricas que pueden ser utilizadas. Cuando un producto supera todas las pruebas requeridas, ello supone la "presunción de cumplimiento".

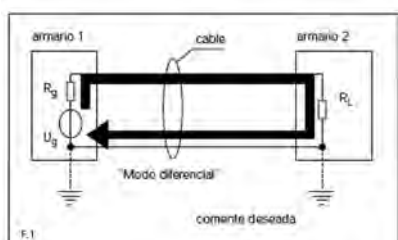
¿Qué se puede hacer?

El problema es que no hay una relación directa entre las pruebas para establecer el hecho EMC y las medidas que se pueden obtener que aporten seguridad al respecto. Es necesario analizar los mecanismos que se producen en la interferencia electromagnética.

Corrientes diferenciales y en modo común.

Todas las corrientes eléctricas circulan en circuitos. Cuando se mide una corriente en un cable hay una corriente de retorno a la fuente original en alguna parte. Las corrientes que determinan las características funcionales de un diseño son llamadas corrientes en modo diferencial, (dm abreviadamente). Sin embargo hay otro tipo de corrientes: el 98% de los problemas de interferencias son causados por corrientes en modo común (cm).

Considerando el circuito en la figura 1.

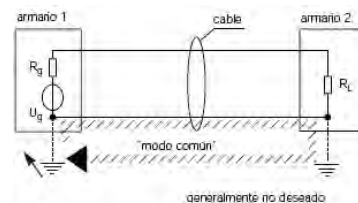


Representa un lazo de corriente intencionado o deseado formado por un cable: una línea de señal transfiriendo corriente desde una fuente U_g a una carga R_L y su retorno. Esta es una corriente en modo diferencial, que significa que en el si usásemos una sonda de intensidad alrededor del cable para medir la intensidad neta que pasa por la sonda, obtendríamos un valor cero: toda la corriente que circula de la fuente hacia la carga vuelve a través del conductor de retorno intencionado.

Las cosas se complican cuando existen pasos de retorno alternativos, por ejemplo a través de conexiones de puesta a tierra por motivos de seguridad. Figura 2.



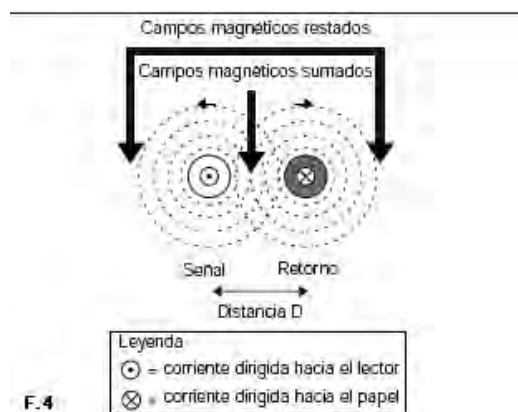
Cuando una parte de la corriente de retorno toma un camino alternativo, se puede medir una cantidad neta de corriente con una sonda de corriente alrededor del cable. Figura 3.



Estas corrientes no deseadas no están previstas por el diseñador del equipo y, mucho peor, generalmente no están contempladas en sus análisis. Son estas corrientes olvidadas las que crean la mayoría de las algunas veces dañinas interferencias en los sistemas electrónicos.

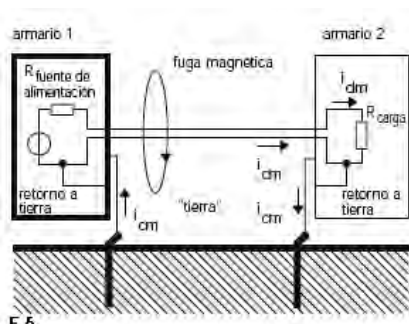
Los cables convierten las corrientes dm en cm y viceversa o, más generalmente, las interconexiones tienen la propiedad de convertir corrientes en modo diferencial en corrientes en modo común y viceversa. Esta propiedad se llama "impedancia de transferencia". Este es básicamente el fenómeno que es responsable de la interferencia electromagnética.

Lo demás son temas relacionados. Por ejemplo: todas las corrientes van acompañadas de un campo electromagnético. La figura 4 muestra un cable de dos hilos. Cada hilo transporta la misma corriente pero en direcciones contrarias.

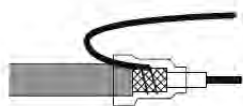


Las líneas del campo electromagnético se suman entre los dos hilos y se restan en el exterior. En condiciones ideales, las magnitudes de los campos electromagnéticos combinados se podrían reducir a cero si fuera posible colocar los dos hilos uno sobre el otro y exactamente centrados. Entonces, los campos opuestos e iguales quedarían compensados en cualquier posición (situación llamada coaxial).

En la realidad sin embargo, habrá alguna distancia entre los dos hilos. Esto significa que se podrá medir alguna cantidad del campo en el exterior del cable. Este campo a su vez induce corrientes en cualquier circuito conductor situado en sus proximidades. Esto también incluye el anillo formado por el mismo cable y cualquier conductor de retorno alternativo (en modo común o anillo de tierra). Figura 5.


F.5

Este conductor alternativo puede ser la estructura de la máquina, las conexiones a tierra para la seguridad, la pared del armario u otros cables. Esta corriente inducida en los anillos generalmente largos es una corriente en modo común. La impedancia de transferencia es una característica de una interconexión completa: cables y conectores, paneles, etc. desde la fuente a la carga. Las propiedades de un cable de gran calidad pueden verse perjudicadas por una instalación deficiente, por ejemplo la famosa construcción en "cola de cerdo" en cables apantallados. Figura 6.



2. Fuentes de interferencia y posibles amenazas

Las interconexiones son nuestra única preocupación en todos los temas relacionados con EMC. ¡Desde trazados de los circuitos impresos al cableado del sistema! Las posibles amenazas a los sistemas se pueden dividir en las producidas por el hombre y las de origen natural. La interferencia real es siempre un problema de susceptibilidad, el sistema afectado no es capaz de gestionar los campos o corrientes que le interfieren. Las normas EMC determinan si el sistema debe ser capaz de gestionarlas. Si el sistema es demasiado susceptible (las normas lo denominan "inmunidad insuficiente"), deberá mejorarlo trabajando las interconexiones del sistema, mejorando la impedancia de transferencia. Si el sistema está correcto, se deberá localizar la fuente de interferencia y se llevará a cabo un proceso similar para reducir sus emisiones.

Amenazas de origen humano

Interferencias de carácter continuo.

La mayoría de las interferencias surgen de equipos del mismo sistema o de otros cercanos. Fuentes de campos de alta-frecuencia muy conocidas son los transmisores de servicios públicos a teléfonos GSM. Los teléfonos portátiles son amenazas potenciales porque debido a su portabilidad pueden estar muy cerca de equipos sensibles. Los campos relacionados con transmisores y otros equipos de alta frecuencia están dentro del rango desde 1 a 100 V/m (valor del campo eléctrico). Típicamente 10V/m en un entorno industrial (¡pero no se garantiza!). Como regla aproximada cada voltio por metro origina una intensidad en modo común de 10 mA en un cable sin protección. Una corriente por cm de 100 mA se considera generalmente un valor crítico en la mayoría de las instalaciones de control de procesos. Además de los transmisores intencionados hay otras fuentes accidentales formadas por interconexiones que generan corrientes en modo común y sus correspondientes campos. Una corriente de alta frecuencia en un cable con una impedancia de

Esta corriente en modo común puede o bien circular en un cable sensible (por ejemplo de sensores analógicos) o crear un campo electromagnético de alta frecuencia que induce corrientes en modo común en los cables sensibles. Interferencia de carácter intermitente. Un tipo especial de interferencia son perturbaciones de tipo de impulso producidas por ejemplo por conexión de cargas inductivas. Relés, convertidores de frecuencia para control de motores y fuentes de alimentación UPS. Cuando no están suficientemente protegidas, se alcanzan altos valores de pico en voltaje y corriente en el momento de su conexión. Estas corrientes se transmiten a través de los cables y se convierten en cm. El mecanismo de la interferencia es similar al de las fuentes de tipo permanente pero debido a su intermitencia las fuentes causantes del problema son más difíciles de localizar. Las corrientes en modo común de estas fuentes son de consideración: varios cientos de miliamperios, especialmente las originadas por relés que se han degradado con el paso del tiempo. Sin las adecuadas medidas de protección es de esperar importantes problemas de interferencia.

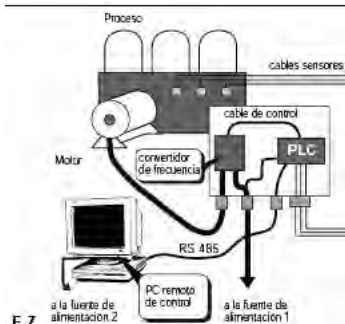
Fuentes naturales son las descargas atmosféricas y las descargas electrostáticas ESD. Los fenómenos están relacionados. En ambos casos se produce una descarga eléctrica. Las descargas atmosféricas involucran un circuito con dimensiones que llegan a muchos kilómetros. En el caso de ESD, generalmente una persona es portadora de una carga que transmite al equipo al tocarlo. La descarga atmosférica es un fenómeno de alta energía y relativamente baja frecuencia. Consecuentemente la mayoría de la interferencia se transmite por conducción. La ESD es un fenómeno de alta frecuencia con baja energía. Las altas frecuencias sin embargo pueden ir "por el aire" (efecto capacitivo) y la correspondiente corriente perjudicial no se puede desviar fácilmente en el equipo. Si hay un componente sensible en su recorrido: muy malo para el componente. Las corrientes en modo común resultantes de estos fenómenos naturales pueden alcanzar valores muy altos. No son raros niveles de amperios. (Un impulso por descarga atmosférica puede alcanzar típicamente 50 KA -es decir 50000 A-, y una ESD de 5 a 40 A).

3. Actuaciones para mejorar la compatibilidad

La envolvente del equipo puede tener un importante efecto en entornos electromagnéticamente hostiles. En las secciones siguientes se muestran varias aplicaciones. La mayoría de las soluciones presentadas son muy baratas cuando se tienen en cuenta en la fase de diseño. Las medidas correctoras en la fase de funcionamiento del sistema pueden ser complicadas y de coste elevado.

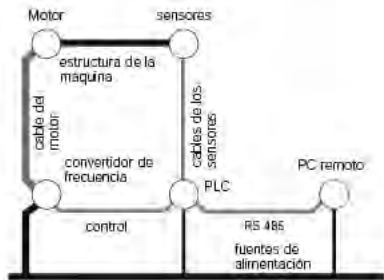
Identificar los circuitos de tierra y en modo común
Dividir los cables en categorías.

Todos los problemas de EMC (bien, el 98%) son problemas en modo común. Intente desarrollar un instinto para los bucles en modo común o de tierra. Una vez establecido, se puede tratar siguiendo los pasos descritos a continuación. Un primer ejemplo se muestra en la figura 5, un ejemplo algo más complejo se muestra en la figura 7.


F.7

Armarios EMC

Se pueden observar en este diagrama varios tipos de cable. Normalmente es útil dibujar un diagrama simplificado que muestre al equipo como círculos con los conductores de interconexión. No olvidar incluir la alimentación, "tierra" y estructura de la máquina como conductores. En el diagrama de la figura 8 se pueden reconocer varios tipos de conductores:



- Cables con corrientes grandes y/o de alta frecuencia. Indique este tipo usando un color rojo o la letra "E" para emisión: debido a la impedancia de transferencia se generarán corrientes en modo común posiblemente grandes. Ejemplo: el cable entre el convertidor de frecuencia y el motor.
- Cables que ni generan ni son susceptibles a corrientes en modo común. Indíquelos usando un color negro o la letra "N" de Neutro.

Ejemplo: cables de potencia, estructura de la máquina o construcción, tuberías de metal, etc.

- Cables que llevan señales analógicas pequeñas o son sensibles en otra forma a interferencias por corrientes en modo común a través de ellos. Indique este tipo usando color verde o la letra "S" de Susceptible.

Ejemplo: cable de sensor, línea RS-485, cable de control del convertidor de frecuencia/PLC. Figura 9.

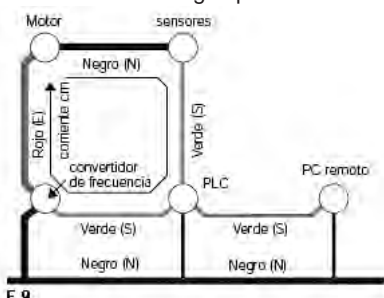
Naturalmente, se pueden realizar distinciones más detalladas. Los libros sobre EMC usan generalmente cinco a siete categorías de cables.

El cable RS-485 en nuestro ejemplo puede ser sensible a corrientes en mc desde el cable del motor aunque podría ser una fuente de interferencia para señales analógicas sensibles. Las tres categorías usadas aquí sólo se usan para demostrar el principio: se debería enfocar nuestro esfuerzo en mantener las fuentes de emisión separadas de los cables sensibles.

Reduzca su sensibilidad a corrientes en mc.

Mantenga cortas las interconexiones.

La primera cosa que podemos hacer es mantener las longitudes de cable cortas. Toda interferencia se acopla finalmente a través de la impedancia de transferencia, propiedad del cable que convierte las corrientes en modo común en modo diferencial y viceversa. Este efecto se aumenta con la longitud del cable. A menor longitud de cable menor será el efecto. Por esta razón los riesgos de interferencia en nuestro ejemplo de la figura 8 y 9 caerán dramáticamente si podemos lograr construir el convertidor de frecuencia directamente por debajo del motor. Ninguna longitud de cable sobre la que hablar, ninguna generación de corrientes en modo común. Naturalmente, los campos externos continúan siendo riesgos para los cables sensibles.

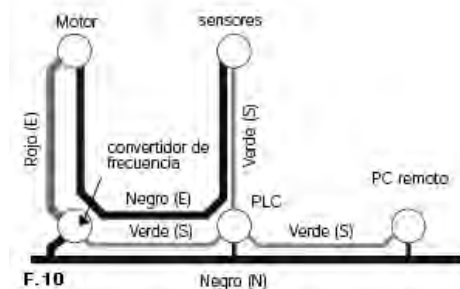


F. 9

Cables apantallados. La conversión de corrientes en modo diferencial a modo común y viceversa puede ser reducida considerablemente utilizando cables apantallados. En otras palabras, esto reduce su impedancia de transferencia. Es importante conectar el apantallado en ambos extremos del cable al equipo que conecta el cable. La mejor manera de hacer esto es utilizando un prensaestopas EMC o conector de metal apantallado, lo que aporta una conexión de 360° entre la trenza y la pared del armario que atraviesa. Las medidas descritas a continuación son en cualquier caso apropiadas cuando se trate de largas distancias.

Reducción de la superficie del anillo en modo común.

Como siguiente paso es útil la reducción de las áreas de los circuitos en modo común detectados. Aunque esta medida no elimina las corrientes en modo común en los anillos, reduce el campo creado en el exterior. Adicionalmente, reduce la sensibilidad del circuito a campos externos. Esta reducción de área se puede lograr cableando los cables de categoría "N" o "negra" cerca a lo largo de los de categoría verde y roja. Fig10.



F. 10

En nuestra situación específica el conductor negro entre el motor y los sensores es la estructura de la máquina. Es problemático fijarlos a lo largo de los cables de manera que es más apropiada la solución en donde los cables se recorren a lo largo de la estructura. Pero, dado que el envolvente que contiene el PLC y el convertidor de frecuencia no se puede construir sobre la estructura de la máquina en sí, esto continúa siendo difícil. De modo que tenemos que buscar otras alternativas.

Puesta a tierra EMC: corriente circundante

Para eso daremos primero nuestro siguiente paso: tratar de separar el riesgo de corrientes en modo común lejos de los cables sensibles, es decir proporcionar una vía alternativa para ellas. Esta alternativa se denomina "corriente circundante" o conductor de referencia. Figura 11.



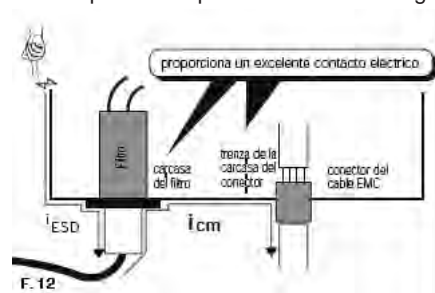
F. 11

Armarios EMC

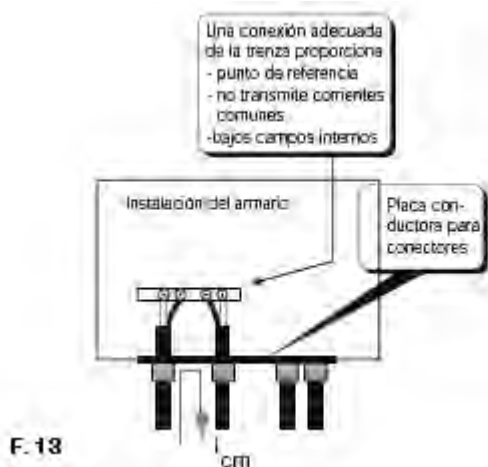
En la situación de la figura 10, esto requiere a conexión (alta frecuencia) entre el extremo inferior del cable rojo y el conductor negro próximo a él. Naturalmente, cuanto más cercano esté el límite de corriente al extremo del cable, mayor será el efecto.

Construcción de corrientes circundantes. La corriente circundante se define como una trayectoria para al menos la parte de alta frecuencia de las corrientes en modo común. En caso de que el cable rojo sea un cable del tipo apantallado (altamente recomendado, ver más abajo), la pantalla del cable se debería conectar al conductor negro. Si es esta la estructura de la máquina, se podría usar una abrazadera para conectar eléctricamente la trenza a la estructura. Si hay otro cable apantallado, las dos pantallas se deberán conectar juntas. En cualquier caso: mantenga este dispositivo de conexión tan pequeño como sea posible.

Cualquiera que sea la construcción, el punto obvio para localizarla es en la interfaz con nuestro equipo (los círculos en la figura 11). Es práctico usar siempre límites naturales para esta finalidad. Un límite natural que es obvio en la figura 7 es el envolvente que contiene el PLC y el convertidor de frecuencia. Suponiendo que sea una carcasa metálica, las interconexiones entre los diversos cables se podrían realizar en su punto de entrada. Hay disponibles comercialmente placas de cables para EMC para esta finalidad. Figura 12.



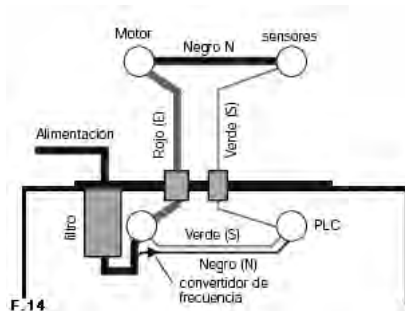
Se conectan las pantallas de los cables al metal del armario. Para cables sin apantallado existen filtros disponibles. Los filtros son aislantes para frecuencias de alimentación (50-400 Hz) pero forman un cortocircuito hacia el armario para frecuencias por encima de los 100 kHz. Lo que realmente sucede con los límites de la corriente (= pared del armario) es que anillo en modo común originalmente grande se divide en uno muy pequeño en el interior del armario y otro grande en el exterior. Figura 13.



La pequeña porción del cable rojo que permanece dentro solo causará una pequeña corriente en modo común. En muchos casos, pequeñas malas conexiones del apantallado (figura 6) pueden ser aceptables dentro del armario. Para permitir un contacto eléctrico excelente entre los conectores EMC, filtros y otras técnicas de limitación de corrientes, la placa de paso de cables del armario se le da a menudo un acabado conductor. Sino, las localizaciones para sus placas de M. que se deberían poner a tierra completamente o pulimentar completamente antes de montar las. Posteriormente se puede aplicar una capa de pintura protectora.

Utilización de guías para cables de metal

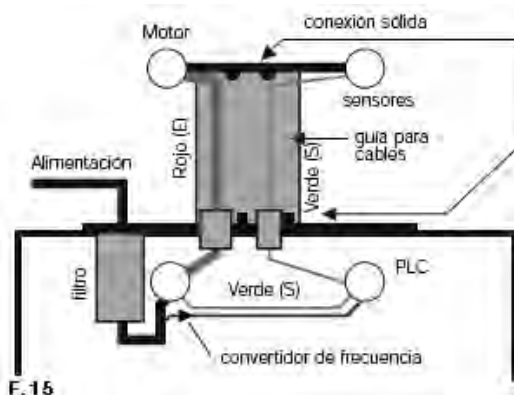
Supongamos que estas provisiones se hayan realizado en el armario de la figura 7. Nuestro diagrama tendrá un aspecto como el de más abajo. Figura 14.



Pueden presentarse dificultades para la instalación del filtro en la pared del armario. Desde el punto de vista de EMC, esta es sin embargo la mejor opción. Si se monta dentro, colóquese lo más cerca posible del punto de entrada del cable de alimentación (no hay placa de EMC ahí) y mantenga el cable entre el punto de entrada y el filtro muy cerca de la pared del armario. Asegúrese de que el filtro haga un buen contacto eléctrico con el armario.

Se recomienda comprobar todas las corrientes circundantes con un medidor de miliohmios entre el metal del armario y cada trenza o el filtro.

Una vez hecho todo nos enfrentamos a un nuevo problema: entre la instrumentación del armario y la máquina hay dos cables, el del motor (rojo) y el del sensor (tomados juntos, verde). No hay conductores negros para su protección. La solución es: la guía de cables. Para que sea efectivo deberá ser de metal (conductor). Esta guía de cables se conecta (directamente o con unas tiras de cable muy cortos) al armario de la instrumentación y a la estructura de la máquina. Los cables rojo y verde deberán estar cerca del metal de la guía de cables y a distancia entre sí. Figura 15.



Armarios EMC

La guía de cables proporciona el paso alternativo para las corrientes en modo común. Si se separan los dos cables en virtud del efecto de proximidad, una corriente siempre utilizará el conductor más próximo como retorno, si se conecta eléctricamente. Para altas frecuencias, la corriente de retorno (nuestra corriente en modo común) se concentrará en el conductor que la genere. Figura 16.



F.16

La distancia entre los cables rojo y verde (conjuntos) deberá ser de entre 5 a 10 veces el diámetro del cable mayor. Nota: El cableado deberá siempre hacerse a través de lo ancho de una superficie metálica. No es siempre necesaria una construcción separada. Se puede utilizar cualquier superficie metálica. Se puede utilizar la estructura de la máquina pero la pared del armario también es excelente para este propósito.

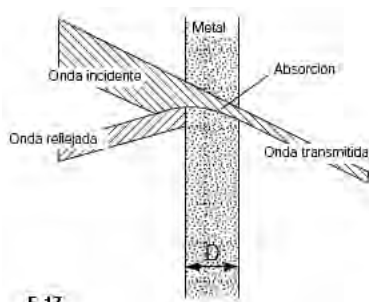
4. La opción definitiva: equipos apantallados contra campos electromagnéticos

Los efectos del apantallado

El apantallado es un medio para mantener los campos electromagnéticos fuera de un armario. Para ese propósito el armario debería fabricarse teóricamente completamente de metal y ser "estanco para gases". La pared del armario se podría considerar entonces, más o menos, de extensión infinita. Un modelo que se presenta frecuentemente para pared apantallada infinita es el modelo de línea de transmisión de la figura 17. Cuando una onda electromagnética se encuentra una pared de metal, parte de la energía es reflejada y parte pasa a través del metal. Al otro lado de la pared, un proceso similar refleja otra vez parte de la onda transmitida y pasa el resto. Esta onda final que pasa al interior de la pared en relación con la onda original incidente desde el exterior es denominada efectividad del apantallado (SE). Generalmente se expresa en dB.

$$SE = 20 \text{ Log } * \text{ onda incidente} / \text{ onda transmitida (db)}$$

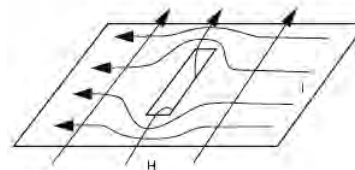
La absorción que reduce la intensidad de la onda a su paso a través de la pared es un fenómeno llamado efecto piel. Parámetros importantes en este mecanismo son el espesor de la pared y las propiedades del material como su conductividad y su permeabilidad magnética.



F.17

Tratamiento de las aperturas en el apantallado

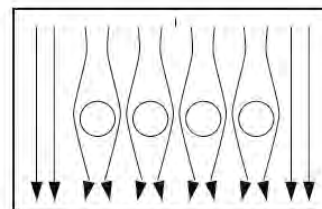
Los armarios sin embargo nunca son en la práctica "estancos para gases". Tiene aberturas, ranuras y juntas que producen "fugas" de energía electromagnética. Estas aperturas determinan el comportamiento global del apantallado del armario. El efecto se puede imaginar con ayuda de la figura 18.



F.18

El efecto del campo es una corriente en el apantallado. Esta corriente genera un campo que se opone al incidente. En esa forma incluso se pueden utilizar como pantalla materiales no magnéticos. Cuando se encuentra una abertura, la corriente ha de rodearla. Esto desvía el campo externo dentro de la apertura.

Una manera de reducir este efecto es reemplazar una abertura de gran tamaño por varias de menor tamaño. Esta técnica puede utilizarse para permitir ventilación e iluminación en el interior del armario. Figura 19.



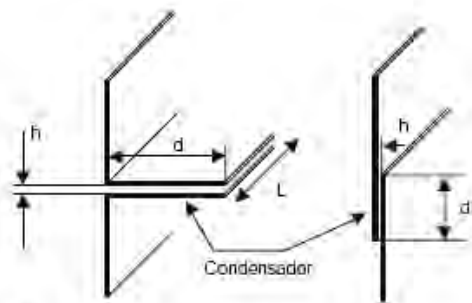
F.19

El efecto de ranuras y juntas de sellado

Los armarios EMC están formados con chapa metálica soldada por puntos. Así se forman pequeñas ranuras que son fugas potenciales de energía electromagnética. Esta fuga es pequeña cuando las ranuras son mucho más pequeñas que una semionda de la frecuencia más alta que se pretenda apantallar.

Para campos de teléfonos GSM (900 MHz), las ranuras deberán ser considerablemente menores de 16 cm (una semionda aproximadamente). Armarios que no han sido contruidos originalmente para EMC pueden ser mejorados conectando los diversos paneles con trenzas de cobre (cortas). El número de trenzas se puede determinar usando la misma regla dada para los anchos de las juntas (entre trenzas) anteriormente.

La superposición en las juntas puede ayudar a reducir también las frecuencias más altas (por ejemplo con longitudes de onda más cortas que el ancho de la junta). Esta medida funciona debido al efecto del condensador así creado. Figura 20.


F.20

Cableado de armarios apantallados

Nunca se debe permitir que un conductor entre en un armario sin contacto: ni cables ni otros conductores como ejes de controles o tubos metálicos. Figura 21.

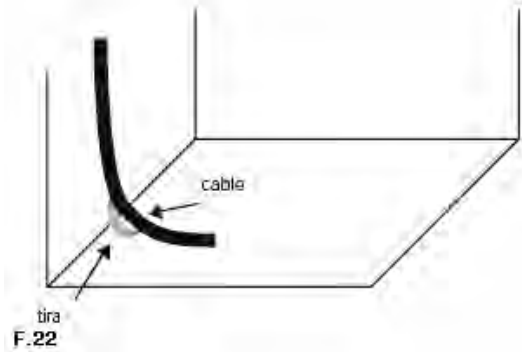

F.21

Debería haber una conexión eléctrica con la pared del armario. Si es cable, debería utilizarse un racor EMC (ver figura 12).

Si se permite que el cable pase por el agujero aislado mientras se conecta la malla por medio de un (largo) cable, el anillo formado captaría energía electromagnética (una corriente en modo común) y se conduciría por la malla al interior del armario.

Allí volvería a radiar formando una fuga. Un cable no apantallado que pase la pared del armario indicada para apantallado, se debería filtrar, si es posible, directamente en la pared.

Figura 22.


F.22

Casi tan malo como un cable sin filtrar por medio de una pantalla EMC es un cable que cruza una ranura en una pared de armario.

Cuando sea necesario, es una buena práctica conectar ambos lados de la ranura eléctricamente usando una corta trenza de cable.

¿Cuándo es necesario un armario EMC?

Pueden realizarse la mayor parte de las instalaciones para cumplir con la directiva de EMC usando las medidas descritas en la sección 3.

Mientras las distancias entre el cableado y las estructuras que protegen la máquina o guías de cables sean más pequeñas que una semionda de las secuencias más elevadas, se encontrarán pocos problemas.

Los niveles de intensidad de campo en un entorno industrial son del orden de 10 V por metro (campo eléctrico) mientras que el valor doméstico difícilmente excede de 3 V por metro. Hay que ser consciente sin embargo de que los riesgos exteriores tales como los teléfonos GSM están en cualquier lado y sus frecuencias llegan hasta 1800 MHz.

El método más sensato es apantallar en la escala más pequeña posible: al nivel de la tarjeta de circuito impreso (CI) o al nivel del bastidor de tarjetas. Cuanto mayor sea el armario (con respecto a la longitud de onda del campo) más difícil será el apantallado.