

Rittal - The System.

Faster - better - everywhere.

Compatibilidad electromagnética para los sistemas de control y distribución de corriente de máquinas y equipos



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Independientemente de si las actividades son en entornos privados o profesionales, hoy en día apenas se realiza ninguna tarea sin equipos eléctricos.

La tecnología eléctrica no solo debe funcionar a la perfección y, por lo tanto, ser segura y estar libre de interferencias, sino que tampoco debe influir en ningún otro dispositivo durante el funcionamiento ni provocar un retorno de red inadmisibles. Los diseñadores, constructores y operadores de los sistemas y los fabricantes de los componentes deben ejecutar esta tarea, que a veces resulta compleja, de manera fiable.

Este artículo técnico proporciona una descripción general de los aspectos fundamentales y las normas, además de describir los principios y requisitos básicos, y los enfoques para las soluciones.

Resumen ejecutivo	4
Introducción	5
1. Principios básicos	7
2. Tareas CEM	12
3. Soluciones	14
4. Resumen	19
Índice de imágenes, tablas y fuentes	20
Glosario	21

Resumen ejecutivo

La compatibilidad electromagnética (CEM) es de vital importancia para que los equipos eléctricos de las máquinas, las plantas de producción y los sistemas de distribución de energía funcionen correctamente. Además de la tarea de salvaguardar la tecnología de control eléctrica y la distribución de corriente de las influencias ambientales, y proteger a los usuarios de los peligros de la corriente eléctrica, los armarios también contribuyen significativamente a un funcionamiento sin problemas gracias al efecto protector de sus carcasas metálicas y a las medidas de igualación de potencial.

En este artículo técnico aprenderá más sobre los requisitos básicos, las conexiones y las soluciones.



Hartmut Lohrey,
Director de formación y asistencia
en marketing de Rittal

Autor

Dipl.-Ing. (Univ.) Hartmut Lohrey

Dipl.-Ing. (Univ.) Hartmut Lohrey ha trabajado en el Departamento de Marketing de Rittal en Herborn desde 1988. En 1995 y 1996 fue director del Departamento de Ventas de Cuentas Clave para armarios de TI y luego especialista en tecnología de armarios en marketing. Desde julio de 2001, ha supervisado el Departamento de Formación y Asistencia en Marketing y de Consultoría Técnica para Clientes y Formación de Productos.

También ha participado en numerosos comités de normalización nacionales e internacionales y representa a Rittal en la Asociación Alemana de Tecnología CEM (DEMVTJ).

Introducción

Hoy en día, los dispositivos eléctricos son una característica constante tanto a nivel privado como profesional. El día a día de los países económicamente avanzados apenas sería concebible sin estos sistemas de dispositivos electrónicos activos, conectados entre sí directamente o mediante componentes de red.

La protección de los dispositivos para garantizar que todo el sistema funcione correctamente con un alto nivel de disponibilidad, así como la protección del usuario contra los peligros de la energía eléctrica en caso de avería, es de suma importancia en cualquier aplicación. Los posibles peligros en cualquiera de estos campos se pueden contrarrestar con las medidas de protección adecuadas.

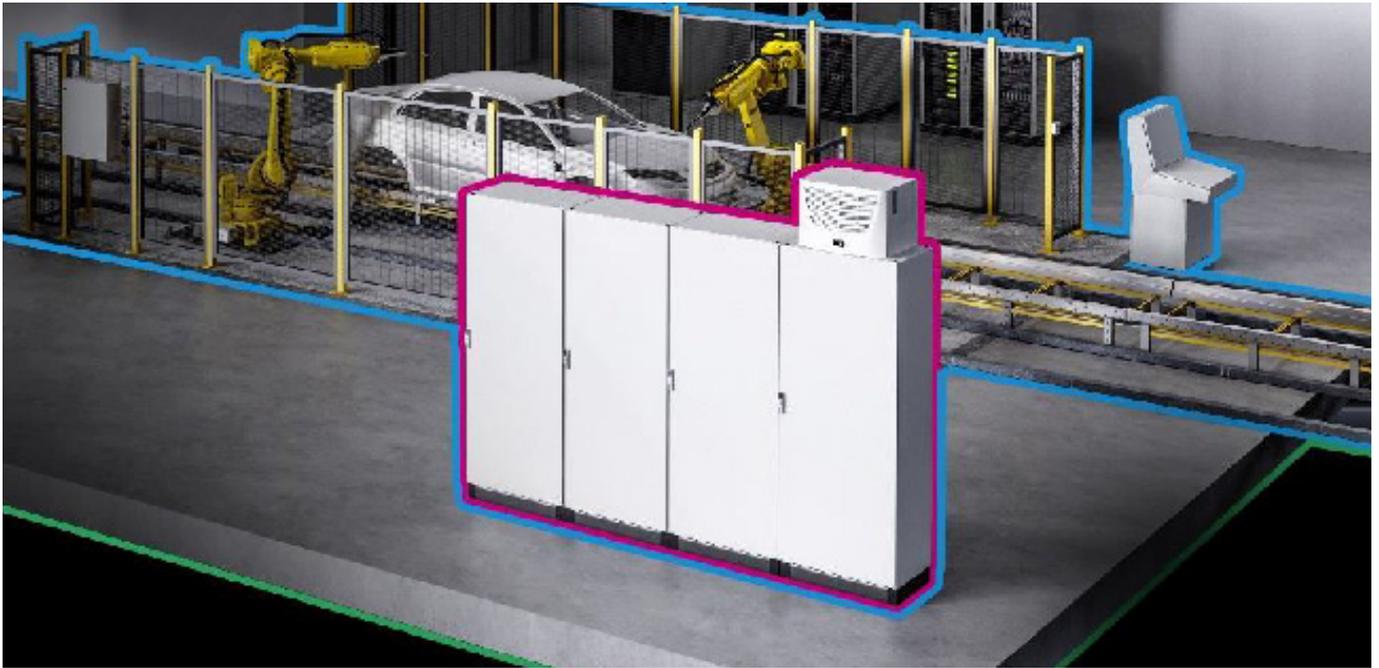


Figura 1
Zona de producción con armarios para equipos eléctricos

En la mayoría de los casos, la estructura de los sistemas eléctricos modernos se compone del sistema de control, la distribución de energía y la red de TI.

Los dispositivos que se utilizan para la distribución de corriente controlada y para el intercambio y el procesamiento de información se alojan en armarios diseñados para ofrecer una protección múltiple:

Es decir, una protección contra:

- un acceso no permitido al dispositivo
- polvo y humedad
- interferencias electromagnéticas
- el contacto con tensiones peligrosas en caso de avería.

Este artículo técnico se centra en las medidas para evitar las interferencias electromagnéticas en los armarios para las máquinas y los sistemas relacionados con los procesos, así como en sistemas de distribución de corriente.

Medidas para evitar las interferencias electromagnéticas en los armarios para las máquinas y los sistemas relacionados con los procesos, así como en sistemas de distribución de corriente.

1. Principios básicos

1.1 La amenaza

Cada vez se está prestando más atención a la compatibilidad electromagnética al seleccionar envolventes y armarios.

A menudo se producen errores en sistemas complejos que pueden atribuirse a interferencias electromagnéticas debido a las altas densidades de empaquetamiento en la instrumentación y la electrónica de control, unas velocidades de procesamiento de señales cada vez más altas y unos niveles de señal cada vez más bajos de los circuitos electrónicos utilizados.

A continuación se muestran dos ejemplos:

- Fallo del sistema de control de una prensa cuando un dispositivo de radio móvil está transmitiendo.
- Mensaje de error de un sistema BUS cuando se enciende un dispositivo de refrigeración.

Existen numerosas normas y reglamentos internacionales que definen los valores límite para las emisiones de interferencia y los criterios de inmunidad a las interferencias para proteger al material y al personal de los efectos de las interferencias electromagnéticas. El cumplimiento de estas normas se documenta mediante las identificaciones adecuadas en los dispositivos o sistemas.

El objetivo (protector) de estas normas y reglamentos se resume bajo el concepto «compatibilidad electromagnética».

La alta densidad de empaquetamiento de los componentes electrónicos, las mayores velocidades de procesamiento de la señal y los niveles más bajos de la señal hacen que la tecnología sea cada vez más sensible.

1.2 Fuentes de interferencia

En el armario o su entorno, las influencias electromagnéticas y las perturbaciones pueden ser generadas por fuentes internas de interferencia (artificiales, es decir, técnicamente inducidas) o fuentes externas de interferencia (naturales, como relámpagos o descargas electrostáticas, así como por fuentes artificiales, es decir, técnicamente inducidas).

Descargas de rayos

Como se ha demostrado en estudios realizados por aseguradoras de la propiedad, el daño causado por las sobretensiones provocadas por rayos es mayor incluso que la destrucción provocada por los impactos directos.

La intensidad del rayo depende de la distancia desde su punto de impacto. Podemos distinguir entre impacto directo, cercano y remoto.

En caso de impacto directo o cercano, el campo magnético de la corriente de fuga (ruta del rayo, rutas parciales de la corriente a través del sistema de puesta a tierra) provoca sobretensiones en los circuitos conductores o las genera a través de la resistencia de la toma de tierra (= aumento del potencial de tierra).

En el caso de un impacto remoto, las ondas de sobretensión que se desplazan se generan por impactos directos en líneas aéreas de alta tensión o por la influencia de rayos de nube a nube que se propagan a lo largo de las líneas aéreas.

Además de estas sobretensiones, cada rayo también genera un impulso electromagnético, un campo electromagnético transitorio (LEMP - impulso electromagnético del rayo), con un espectro de frecuencia en un rango de kHz a MHz. Este LEMP puede generar tensiones disruptivas o incluso destructivas en circuitos de señales.

Descargas electrostáticas

Pueden surgir cargas electrostáticas si las sustancias sólidas entran en contacto y se rozan entre sí.

En superficies con una buena conductividad, se vuelven a descargar rápidamente. Por el contrario, pueden permanecer durante mucho tiempo en superficies menos conductoras. Estas cargas en los elementos no conductores, como las corrientes de fuga, pueden dañar o incluso destruir componentes electrónicos con tensiones electrostáticas al tocar partes conductoras.

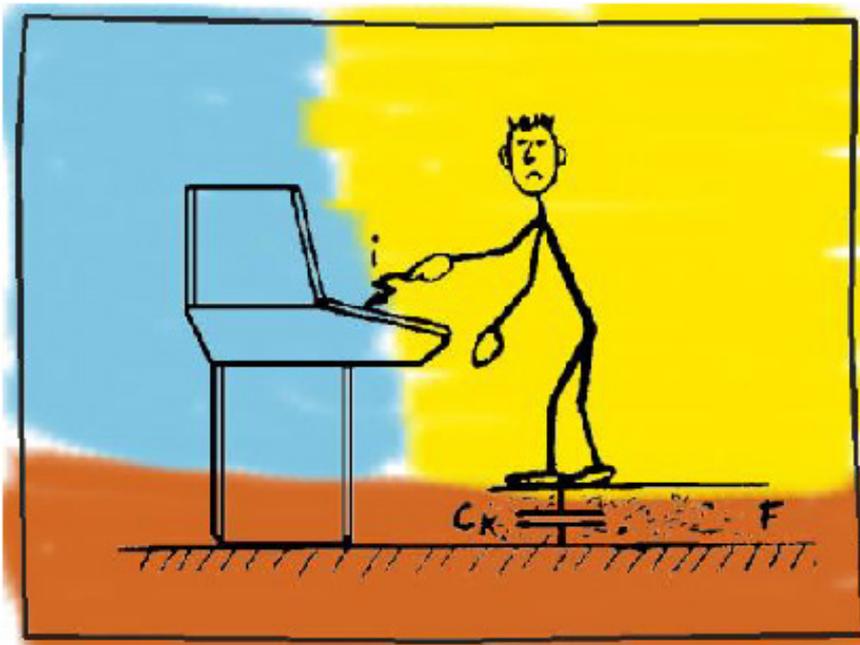


Figura 2
Carga o descarga electrostática

Las descargas electrostáticas de una persona a los componentes de control y las carcasas de los dispositivos son muy importantes. Las tensiones que se producen en tales casos pueden llegar hasta 15 000 V, con corrientes de descarga de hasta 5 A y con tasas de aumento de la corriente de hasta 5 kA/ μ s.

Existe un mayor riesgo de averías o daños si los revestimientos del suelo tienen una mala conductividad y hay un bajo nivel de humedad en el aire.

Las fuentes de interferencia electromagnética son una amenaza tanto interna como externa

Fuentes técnicas de interferencia

Cuando intervienen fuentes de interferencia inducidas, debemos distinguir entre los efectos de las variables electromagnéticas creadas y utilizadas con fines operativos (como transmisores de radio, radares, etc.) y las variables electromagnéticas que se producen en el contexto de las operaciones o en el caso de un fallo y que no se generan deliberadamente (por ejemplo, descargas de chispas en los terminales del interruptor o los campos magnéticos generados por corrientes altas, etc.).

Los procesos electromagnéticos en dispositivos y sistemas pueden causar interferencias continuas periódicas en frecuencias que van desde unos pocos Hz hasta unos 100 GHz, por ejemplo:

- convertidores de corriente,
- fuentes de alimentación conmutables,
- sistemas de calentamiento por inducción y sistemas radar,

o emitir interferencias (impulsos) aleatorias, como:

- conmutación de inductancias (transformadores, inductores o motores eléctricos),
- encendido o apagado de dispositivos electrónicos de potencia,
- los procesos de ignición de los sistemas de soldadura por arco, y
- el rebote de contactos en los terminales del interruptor.

Debido a las fuentes de interferencia con mayor riesgo en las redes de baja tensión (conmutación mecánica de inductancias), en el peor de los casos pueden producirse los siguientes fenómenos de interferencia:

- Sobretensión de desconexión en origen, hasta 10 kV.
- Tasa de aumento de la tensión, hasta 100 V/ns.
- Tiempo de aumento de la sobretensión, 1 ns a 1 μ s.
- Tasa de disminución de la tensión para impulsos, de 2 a 5 kV/ns.
- Duración del impulso de 100 ns a 1 ms.
- Valores de la tensión de interferencia provocados en la red o las líneas de datos, hasta 3 kV.

Las perturbaciones provocadas por fuentes de interferencia internas o externas pueden ser tensiones, corrientes o campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos que pueden producirse de manera continua, periódica o aleatoria como los impulsos.

En ambos casos, hay manifestaciones de banda estrecha (espectro de frecuencia de 0 a unos 100 kHz) o de banda ancha (de unos 10 kHz a unos 100 MHz).

Para las variables que se presentan en forma de impulsos, se pueden determinar los correspondientes espectros de frecuencia mediante los métodos de cálculo apropiados (transformada de Fourier).

1.3 Tipos of influencia

Las perturbaciones pueden afectar a los dispositivos y sistemas a través de varios mecanismos de acoplamiento:

Influencias conducidas

- Acoplamiento galvánico
- Acoplamiento capacitivo
- Acoplamiento inductivo
- Interferencia de ondas

Influencias vinculadas al campo

- Interferencia de campo (baja frecuencia)
- Interferencia de radiación (alta frecuencia)

Las perturbaciones pueden afectar a los dispositivos y sistemas a través de varios mecanismos de acoplamiento:

Interruptor térmico (temperatura)	de 30 a 300 kHz
Arcos de conmutación	de 20 a 200 MHz
Motores	de 10 a 400 KHz
Fuentes de alimentación conmutables	de 100 KHz a 30 MHz
Dispositivos de conmutación de electrónica de potencia	de 100 kHz a 300 MHz
Relés	de 10 KHz a 200 MHz

Tabla 1
Espectro de frecuencias de las perturbaciones vinculadas al campo

2. Tareas CEM

2.1 Tareas de los fabricantes de componentes, dispositivos y sistemas de ingeniería eléctrica

Al diseñar y fabricar sus productos, los fabricantes deben asegurarse de que prestan atención a los aspectos de CEM y, además, cumplen con las normas para garantizar el cumplimiento de los objetivos de seguridad establecidos en la directiva CEM de la UE.

2.2 Situación legal y normalización

La Directiva del Consejo del 3 de mayo de 1989 sobre la armonización de las leyes de los Estados miembros sobre compatibilidad electromagnética, 89/336/CEE (versión actual: 2014/30/UE) creó un documento básico para los Estados miembros de la UE en el que se define la CEM como un objetivo de seguridad para dispositivos eléctricos y electrónicos.

Esta directiva se ha transpuesto a las legislaciones nacionales mediante la legislación correspondiente en los Estados miembros, por lo que es vinculante en toda la UE.

En Alemania, la ley de CEM regula las condiciones para el lanzamiento al mercado, la exhibición y el funcionamiento de dispositivos que pueden provocar interferencias electromagnéticas o cuyo funcionamiento puede verse afectado por dichas interferencias.

Las normativas europeas armonizadas se utilizan para evaluar la conformidad de los dispositivos con las directivas.

Las normas para la CEM tienen una estructura de tres partes:

las normas básicas definen los requisitos fundamentales, así como los instrumentos y métodos de medición, mientras que las normas genéricas definen los requisitos para productos en entornos electromagnéticos específicos.

Al diseñar y fabricar sus productos, los fabricantes deben asegurarse de que cumplen con los requisitos CEM y las normas.

A continuación se describen las principales áreas identificadas:

- Áreas residenciales, áreas empresariales y comerciales y pequeñas empresas.
- Entornos industriales.

Para estas áreas, existen normas específicas en relación con las emisiones de interferencia.

Por último, **las familias de productos y las normas de productos** definen las disposiciones de medición especiales y típicas del producto y las condiciones de funcionamiento durante la medición, así como los requisitos de inmunidad a interferencias definidos.

En principio, dada esta jerarquía estándar, la norma del producto debe aplicarse desde el inicio. Si no existe una norma correspondiente para un dispositivo o sistema, la norma genérica será la vinculante. Las normas CEM actuales se pueden encontrar en el Diario Oficial de la Unión Europea (UE).

El cumplimiento de un dispositivo o sistema con los requisitos de protección de la Directiva CEM debe estar documentado por la marca CE.

2.3 Medidas para la CEM

La Directiva CEM mencionada anteriormente también insta al fabricante del dispositivo a realizar un análisis de riesgos, a partir del cual se puedan definir las medidas necesarias para cumplir con los objetivos de seguridad.

El diseño que cumpla con la CEM debe tener en cuenta todas las medidas para prevenir o reducir las emisiones de interferencias y para lograr una inmunidad a interferencias definida para el funcionamiento de un dispositivo o sistema en un entorno específico.

Se pueden distinguir las siguientes medidas CEM:

- Filtrado y protección contra sobretensión por influencias conducidas.
- Apantallamiento contra influencias vinculadas al campo.

Asimismo, la instalación que cumpla con la CEM en el armario desempeña un papel importante, centrado en la colocación de componentes, el trazado de los cables, la toma de tierra y la igualación del potencial en las máquinas y los sistemas, así como en la tecnología de la construcción.

3. Soluciones

3.1 Armario, requisitos y posibilidades; apantallamiento del armario como contribución a la CEM

La contribución del armario a la protección de la CEM se define mediante los siguientes objetivos:

- Reducción de la radiación no deseada para evitar perturbaciones en el entorno y evitar la recepción ilegal de datos relevantes para la seguridad.
- Reducción de la radiación del entorno para proteger el sistema instalado mediante un efecto de apantallamiento definido.
- Soporte para medidas internas de CEM.

El armario de chapa de acero ofrece al usuario las mejores condiciones posibles para implementar controles para máquinas y sistemas con buenas propiedades CEM en relación con las influencias relacionadas con el campo.

Existe una restricción para los campos magnéticos (H) de baja frecuencia, en los que solo se puede conseguir un buen efecto de apantallamiento mediante un material adecuado con propiedades específicas del material (alta permeabilidad relativa μR), como «Mu-metal». Esto es muy importante en la práctica, por ejemplo, en dispositivos médicos como EEG o ECG.

Las medidas de atenuación del apantallamiento se llevan a cabo conforme a las normas IEC 61000-5-7 o IEC TS 61587-3 para evaluar las propiedades de apantallamiento de los armarios básicos (vacíos). Estas medidas permiten realizar una declaración cualitativa.

Las declaraciones cuantitativas solo pueden determinarse comprobando el armario terminado, incluidos los componentes instalados en él, durante el funcionamiento. Esto es necesario, por ejemplo, para documentar el cumplimiento de valores límite específicos de las correspondientes normas aplicables, por ejemplo, la supresión de interferencias de radio de equipos de tecnología de la información (ITE) según la norma EN 55022.

El objetivo de un apantallamiento RF óptimo es lograr la mejor conexión conductora posible sin ranuras de todas las superficies exteriores del armario entre sí para disipar las corrientes de alta frecuencia generadas por los campos electromagnéticos que inciden en ellos.

Deben tenerse en cuenta las paredes desmontables, las puertas que se abren y los recortes para los elementos montados. En los armarios de chapa de acero tampoco se debe olvidar la protección contra la corrosión.

Todos los armarios de metal ya ofrecen un buen apantallamiento primario en un amplio rango de frecuencias. Atenúa los campos electromagnéticos, aunque a menudo no lo suficiente para cumplir con los requisitos en rangos de alta frecuencia (consulte el esquema de atenuación, fig. 3). A menudo, en las piezas extraíbles o que se pueden abrir, solo existe una conexión de igualación de potencial.

Para armarios grandes, se puede lograr una mejor atenuación del apantallamiento adoptando medidas rentables para crear múltiples conexiones conductoras entre todas las partes del armario, por ejemplo, mediante contactos directos en el sistema de armarios VX.25 de Rittal.

Se pueden lograr altos niveles de atenuación por apantallamiento en el rango de frecuencia de hasta 1 GHz mediante sellados especiales que conectan de manera conductora las superficies internas metálicas vacías de las puertas y los paneles laterales desmontables, así como las placas de techo y las placas de prensaestopas a los bordes de sellado conductores del cuerpo del armario o el marco, principalmente sin usar ranuras. Cuanto más altas son las frecuencias que surgen, más críticas son las aberturas del armario. Por esta razón, también es necesario tener en cuenta varios puntos al mecanizar los armarios, como el uso de juntas especiales para los dispositivos o componentes instalados, así como el uso de prensaestopas o conectores filtro.

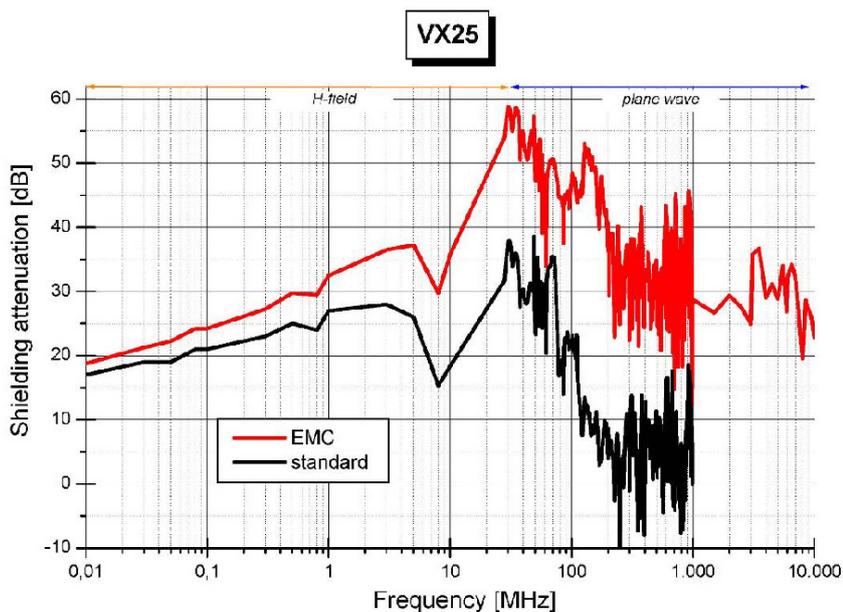


Figura 3
Esquema de atenuación

Explicación:

La atenuación de RF (dB), abreviada como a (dB), indica la relación entre el campo en los alrededores — eléctrico (E), magnético (H) o electromagnético (onda plana)— y el campo dentro del armario, en una escala logarítmica.

$$a = 20 \log E_0/E_1 \text{ o } a = 20 \log H_0/H_1$$

con índice 0 para los valores no atenuados e índice 1 para los valores apantallados.

- Junta conductora entre el armario y los paneles desmontables.
- Las ventanas apantalladas deben mantenerse lo más pequeñas posible.
- Igualación de potencial mediante carriles adecuados.
- Aberturas de control de climatización con filtros de RF.
- Filtro de red o protector de sobretensión, con contacto en una superficie grande en el punto de entrada.
- Líneas de señales sin apantallar que pasan a través de casquillos filtro conectados al punto de entrada del armario.
- Cables apantallados mediante prensaestopas CEM.
- Posiblemente, un armario dentro de otro armario.

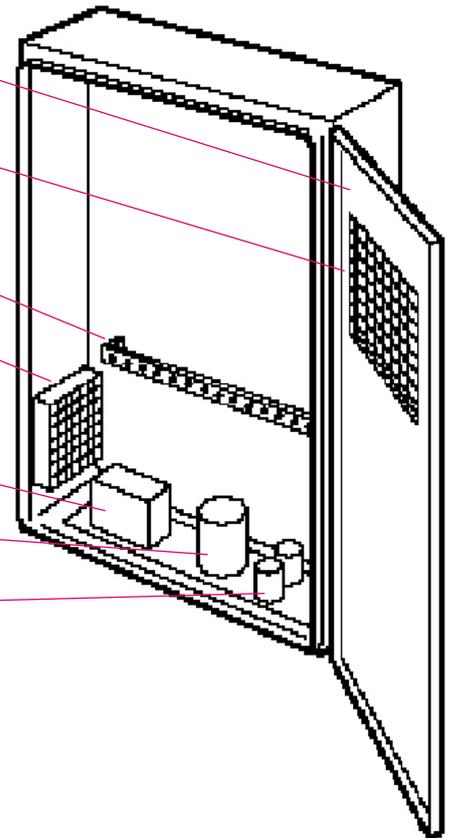


Figura 4

Diseño conforme CEM (alto efecto de apantallamiento) y montaje de un armario.

Para un análisis detallado de qué solución elegir, necesitamos conocer los requisitos del armario con respecto al tipo de campo (campo eléctrico, campo magnético o campo electromagnético), el rango de frecuencia (por ejemplo, de 100 MHz a 1000 MHz) y el efecto de apantallamiento necesario (atenuación «a») y otros requisitos mecánicos (por ejemplo, recortes para el control de climatización, ventanas de visualización, etc.); consulte la fig. 4.

3.2 Accesorios

Como ya hemos mencionado anteriormente, las entradas de cables y los recortes para los elementos de operación y visualización, o los componentes de control de climatización para armarios con unos valores de atenuación por apantallamiento altos, también deben incluirse en el apantallamiento. En el caso más simple, se utilizan piezas con un apantallamiento adecuado, cuya conexión conductora al armario ya se ha establecido durante la fase de instalación. De lo contrario, se deben desarrollar soluciones de diseño, en función de los requisitos.

De lo contrario, se deben desarrollar soluciones de diseño, en función de los requisitos.

Ventanas y puertas de visualización

Los dispositivos y las partes del sistema que contienen elementos de visualización se pueden colocar detrás de paneles apantallados. En este caso, se recomienda mantener la zona visible necesaria lo más pequeña posible.

Componentes de control de la climatización

Al instalar los componentes de control de la climatización, las rejillas de apantallado adecuadas, es decir, las aberturas necesarias para la ventilación con apantallamiento contra campos electromagnéticos, pueden proporcionarse mediante láminas perforadas o inserciones con estructura de panel.

Entrada del cable

Hay disponibles conexiones roscadas apantalladas o CEM adecuadas para insertar cables apantallados en armarios con apantallamiento RF que proporcionan un contacto completo entre el apantallamiento del cable y la superficie exterior conductora del armario sin romper el apantallado trenzado.

Incluso si no se necesita mejorar el efecto de apantallamiento, la igualación de potencial del apantallamiento del cable en el punto de entrada del cable se puede habilitar cuando se utilizan cables apantallados, por ejemplo, con convertidores de frecuencia.

La inserción de cables sin apantallamiento se puede realizar de manera compatible con CEM mediante el uso de casquillos y conectores filtro, que se ofrecen en una amplia gama de tensiones y prestaciones.

3.3 Instalación interior e instalación conforme la CEM

La instalación interior conforme la CEM se garantiza mediante una separación o ubicación espacial de los componentes, la igualación de potencial y el trazado de los cables.

La separación espacial se implementa preferiblemente mediante la colocación basada en un modelo de zona CEM, en el que los componentes se dividen en los grupos funcionales de conexión de alimentación o red eléctrica, tecnología de control y de comunicación, tecnología de sensores y electrónica de potencia, y se estructuran en consecuencia. Se debe tener en cuenta la necesidad de colocar la alimentación y el procesamiento de la señal lo más lejos posible entre sí.

Esto también se aplica al cableado, es decir, es preferible separar espacialmente los cables de alimentación de los cables con capacidad de transmisión de señal. Estas dos categorías de cable no deben tenderse en paralelo sin el apantallamiento adecuado del cable o el apantallamiento proporcionado por los conductos de los cables.

La igualación del potencial debe poder hacerse con una impedancia lo más baja posible mediante conexiones cortas de gran superficie y una malla ajustada.

No siempre es necesario apantallar todo el armario. A menudo, se puede lograr una solución más rentable para los requisitos de CEM protegiendo las partes del sistema en los subracks del sistema de montaje de 482,6 mm (19 pulgadas) o con armarios pequeños apantallados dentro del armario más grande.

Además, la igualación del potencial de baja inductancia y gran superficie es compatible con el interior del armario para lograr la CEM, por ejemplo, mediante carriles de igualación de potencial adecuados, tiras de igualación de potencial, terminales y placas de montaje de metal desnudo.

La ubicación de los componentes, la igualación del potencial y el trazado correcto de los cables garantizan una instalación interior conforme la CEM.

4. Resumen

En la mayoría de las aplicaciones de armarios industriales se puede conseguir la compatibilidad electromagnética siguiendo algunos principios fundamentales durante el montaje y la instalación, y con el efecto de apantallamiento que normalmente incorporan los armarios metálicos. El uso de convertidores de frecuencia no cambia la situación.

Sin embargo, es deseable una sensibilidad especial en relación con los requisitos si existen indicios de campos de fuertes interferencias en el lugar de instalación, por ejemplo, de máquinas de electroerosión, sistemas de soldadura de alta frecuencia o de la propia aplicación como en la comunicación por radar o satélite, etc. En este tipo de casos, debe preverse urgentemente un armario con apantallamiento RF como una medida CEM adicional.

La optimización de la CEM solo es posible con una combinación de todas las medidas y ayudas disponibles, como la elección del armario, las reglas de instalación, los filtros y la protección contra sobretensiones. En tales casos, es esencial llevar a cabo un análisis de CEM de la aplicación prevista.

La optimización de la CEM solo es posible con una combinación de la elección del armario, las reglas de instalación, los filtros y la protección contra sobretensiones.

Índice de imágenes, tablas y fuentes

Índice de imágenes

Figura 1 Zona de producción con armarios para equipos eléctricos.....	6
Figura 2 Carga o descarga electrostática.....	9
Figura 3 Esquema de atenuación.....	15
Figura 4 Diseño conforme CEM (alto efecto de apantallamiento) y montaje de un armario.....	16

Índice de tablas

Tabla 1: Espectro de frecuencias de las perturbaciones vinculadas al campo.....	11
--	----

Índice de fuentes

Ref 1

Rittal Whitepaper: "Rittal TS IT network and server enclosures", Link:
http://www.rittal.com/imf/none/5_1962/Rittal_Whitepaper_TS_IT_5_1962

Ref 2

Rittal TS IT Installation and Operating instructions, Link:
http://www.rittal.com/imf/none/5_619/Rittal_TS_IT_Montage_und_Bedienungsanleitung_Assembly_an_5_619

Glosario

CA: corriente alterna.

CC: corriente continua.

CEM: compatibilidad electromagnética.

TI: tecnología de la información o también el tipo de toma de tierra (isole terre): toma de tierra directa del cuerpo de un equipo o un sistema de distribución de energía.

FO: fibra óptica.

PE: toma de tierra (cable).

PEN: Protective Earth Neutral; conductor de protección combinado y conductor neutro (flotante).

MESH-BN: Meshed Bonding Network (sistema de igualación de potencial en malla).

NSHV: distribuidor de aparata de baja tensión.

RCD: Residual Current Device (dispositivo de corriente residual).

TN-C: Régimen de neutro (terre - neutre = tierra - neutro): conductor de protección combinado y conductor neutro; un sistema de distribución de energía.

TN-S: Régimen de neutro (terre - neutre = tierra - neutro): conductor de protección separado y conductor neutro; un sistema de distribución de energía.

TT: Régimen de neutro (terre - terre = tierra - tierra): toma de tierra directa de un punto de fuente de corriente y el cuerpo del equipo; un sistema de distribución de energía.

Rittal - The System.

Faster - better - everywhere.

- Armarios de distribución
- Distribución de corriente
- Climatización
- Infraestructura de TI
- Software y servicios

Aquí encontrará los datos de contacto de las filiales Rittal en todo el mundo.



www.rittal.com/contact

FRIEDHELM LOH GROUP

