

Estrategias a adoptar para su cumplimiento

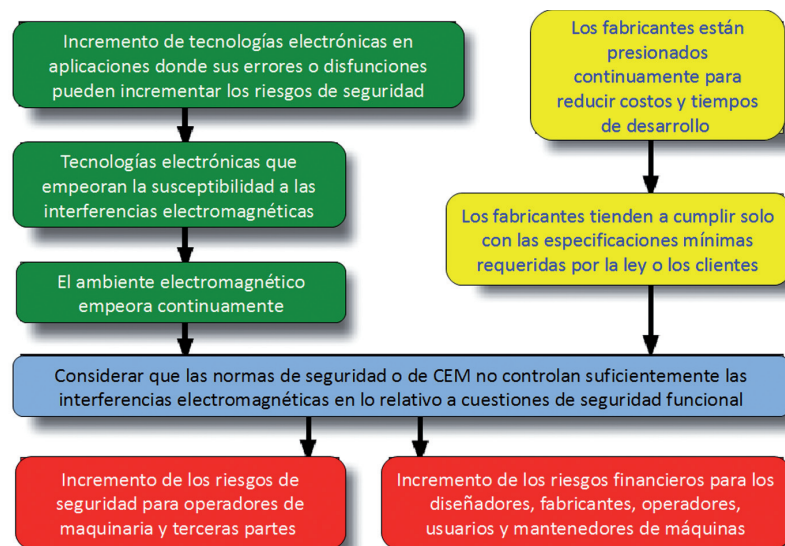
La Directiva de compatibilidad electromagnética y las máquinas

La Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM) 2004/108/CE, de obligado cumplimiento desde el 20 de julio de 2007, aplica obligatoriamente también a todas las máquinas e instalaciones fijas. Cualquier fabricante o importador de máquinas debe preocuparse por cumplir esta Directiva al mismo nivel que se preocupa por cumplir la Directiva 2006/42/CE de seguridad y la Directiva de baja tensión 2006/95/CE. El nivel de obligación legal es el mismo. El objetivo de la Directiva es proteger el espectro radio-eléctrico y así proteger las comunicaciones.

84

Potencialmente, un problema de CEM también puede provocar un problema de seguridad. Cuando se detectan errores o mal funcionamiento en los circuitos electrónicos de la máquina, puede haber implicaciones negativas de seguridad funcional. Cumpliendo la Directiva de CEM y evitando problemas de interferencias electromagnéticas (EMI) internas y externas, se aumenta la calidad de la máquina y también su seguridad, aportando mayor fiabilidad. Así se establece una línea básica de calidad del producto, asegurando al cliente usuario un buen nivel de confiabilidad y seguridad. La solución no pasa solo por cumplir la Directiva de CEM, pero puede ayudar.

Específicamente, la Directiva de CEM no se ocupa de los asuntos de seguridad. De hecho, la Directiva de seguridad trata temas de CEM con muy poco detalle y, como consecuencia, los efectos de las interferencias electromagnéticas (EMI) sobre los riesgos de seguridad funcional no se consideran con el nivel que se debe. La figura superior muestra los riesgos en una máquina debidos a las EMI. La tendencia continua al aumento de la velocidad de los circuitos electrónicos provoca un aumento de



■ Incremento de los riesgos en una máquina debido a las interferencias electromagnéticas.

emisiones y disminuye la inmunidad de los equipos de control.

Es vital entender que la Directiva CEM, en realidad, no requiere que se realice ninguna prueba en concreto, simplemente requiere que se cumpla con los requisitos de CEM. En equipos electrónicos simples que contienen solo los controles electromecánicos y motores, se puede asegurar razonablemente que el equipo cumplirá con estos requisitos de CEM y será conforme con los niveles definidos en las normas sin llegar a tener que hacer pruebas.

Puede ser que solo se necesiten pruebas parciales para determinar el rendimiento en un aspecto en particular.

Pueden adoptarse una serie de estrategias para hacer frente a la Directiva de CEM. Poner a prueba cada módulo de una máquina por separado es costoso y no garantiza realmente el cumplimiento, ya que es posible que las normas no sean las apropiadas para la aplicación real de la máquina. Otra estrategia poco responsable consiste en ignorar completamente el tema

CEM, o asumir que los productos cumplen y que las pruebas solo son una manera costosa de probarlo. Los peligros de este enfoque son obvios y no se puede recomendar a ningún fabricante que desee tener un alto nivel de calidad. La mejor estrategia es aprender lo suficiente acerca de CEM y los requisitos de la Directiva, dedicando un presupuesto razonable para asesoramiento y pruebas de forma que aporten la información necesaria y cierta confianza de que las máquinas cumplen con la Directiva que nos ocupa.

La Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE

La CEM está definida en la Directiva como *la capacidad de los equipos para funcionar de forma satisfactoria en su entorno electromagnético, sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para otros equipos situados en ese mismo entorno*, y abarca dos principios básicos:

- **Emisiones:** no perturbar a los otros equipos, es decir, no emitir perturbaciones por encima de un nivel determinado por la norma correspondiente.

- **Inmunidad:** no ser perturbado por otros equipos, es decir, tener un nivel de protección suficiente para no ser perturbado fácilmente.

Debido a sus características específicas, en las máquinas grandes o en las instalaciones fijas no es obligatorio adosar la marca CE ni la Declaración de Conformidad. La Directiva ofrece tres procedimientos de evaluación de la conformidad, dos para los llamados *aparatos* y uno para las *instalaciones fijas*. Los procedimientos de evaluación para los *aparatos* son:

- La correcta aplicación de todas las normas armonizadas que hayan sido publicadas en el Diario Oficial de la UE.

- Si no se aplican las normas armonizadas o se aplican solo en parte, se puede realizar una evaluación de la CEM del aparato, según los aspectos pertinentes, con el fin de cumplir los requisitos de protección de la Directiva.

El diagrama del proceso de mar-

Análisis de las directivas de aplicación a un producto

Verificar el campo de aplicación de la directiva
Analizar el Procedimiento de evaluación de la conformidad
Análisis de los Requisitos Esenciales de Seguridad

Preparación de la documentación técnica y Evaluación de la conformidad

Documentación:
Expediente técnico, Manual de instrucciones
Soluciones ante las no conformidades encontradas en el análisis
Elaboración de la declaración de conformidad

Declaración de conformidad con respecto a las directivas de Nuevo Enfoque

Firma de la declaración de conformidad

COLOCACIÓN DEL MARCADO CE

■ Proceso del Marcado CE.

cado CE se presenta en la figura superior. La implicación de un Organismo Notificado (denominado Organismo Competente en la Directiva de CEM anterior 89/336/CE) no es obligatorio, incluso si se sigue el segundo procedimiento, pero puede estar implicado en el procedimiento de evaluación de la conformidad si así se desea.

Según el procedimiento de evaluación de las *instalaciones fijas*, estas deberán instalarse aplicando unas buenas prácticas de ingeniería y respetando la información sobre la función y uso de sus componentes, con el fin de cumplir los requisitos de protección de la Directiva. Dichas buenas prácticas deberán estar documentadas, y mientras la instalación fija se encuentre en servicio, la documentación correspondiente deberá ser guardada por la persona o personas responsables, y a disposición de las autoridades nacionales pertinentes para su posible inspección. Su incumplimiento puede ser causa de sanción administrativa en caso de inspección. Esto también es válido en los *aparatos* y las máquinas.

Aplicación de la Directiva de CEM a las máquinas

El fabricante o el importador de la máquina es responsable de su producto y esta responsabilidad se define mediante una Declaración

de Conformidad con la Directiva de CEM. La Directiva de CEM indica que se considerará que existe una presunción de conformidad con los requisitos de protección de CEM (emisión e inmunidad) por parte de todos los equipos (aquí máquinas) que cumplan las normas armonizadas (EN) identificadas como relevantes para ese producto. El camino más sencillo para dicho cumplimiento es que el fabricante utilice las normas que abarcan todos los requisitos de protección CEM de la Directiva, aplicando todos los requisitos normativos CEM de las normas indicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, cuyo alcance es aplicable al producto en particular. En ausencia de normas de producto apropiadas, para demostrar el cumplimiento se aplicarán las normas genéricas.

Se puede proponer un enfoque pragmático para validar las soluciones innovadoras de CEM basándose en el principio de $CE + CE = CE$, según el cual si cada elemento de una máquina cumple la Directiva, al instalarlos juntos también se cumplirá. Sin embargo, esta práctica es arriesgada y no garantiza el cumplimiento de la Directiva al 100%.

Hay que considerar que los riesgos típicos debidos a las EMI pueden ser causados por el uso de *walkie-talkies* o teléfonos móviles cercanos, por perturbaciones de los equipos de



■ Elección del procedimiento para gestionar la Directiva de CEM en máquinas.

medida integrados, distorsiones de las señales digitales de comunicación, fallos creados en la máquina que exigen una reinicialización, pérdida de referencias espaciales (*encoders*), fallos funcionales esporádicos, etc .

86

Procedimientos de ensayo a elegir

Los fabricantes de máquinas pueden utilizar libremente tres procedimientos para comprobar si sus productos cumplen las normas (figura superior):

- Ensayar la máquina completa.
- Ensayar todas las partes eléctricas y electrónicas.
- Ensayar los módulos.

La selección será realizada en función del tamaño de la máquina, la naturaleza de los componentes de la máquina que van a ser subcontratados, los conocimientos de CEM de la empresa, la dificultad para realizar las pruebas, los medios específicos de ensayo y medida, la cantidad a producir, el presupuesto asignado a las evaluaciones de CEM y si existe o no un laboratorio de CEM próximo.

Ensayos de CEM de la máquina completa

En el caso de máquinas pequeñas se deben realizar ensayos de la máquina completa. La definición de "máquina pequeña" hace referencia a la posibilidad de ser validada en el

interior de una cámara de ensayos típica, cuyas características pueden variar entre los diferentes laboratorios. Incluso si la cámara es grande, es difícil realizar pruebas de CEM en una máquina de tamaño medio, debido principalmente a razones prácticas, tales como la dificultad del transporte, su instalación en la cámara de ensayo y la necesidad de desplazar a los operarios. Deben escogerse las normas correspondientes según el tipo de máquina.

Ensayos de CEM de todas las partes eléctricas y electrónicas

Este procedimiento se utiliza en máquinas que tienen la instrumentación y el control descentralizados. No es apropiado para configuraciones convencionales con grandes armarios de control que contienen los equipos de instrumentación y control. Este ensayo permite validar una máquina en condiciones bastante próximas a la realidad. En las pruebas, el programa, la disposición de los sensores y de los actuadores, así como las longitudes de los cables deben ser similares a la máquina final. Opcionalmente, se recomienda realizar una inspección visual de toda la máquina por un experto de CEM. Esta inspección permite la comprobación del cumplimiento de las reglas de buen diseño de CEM, en especial la arquitectura de las masas y las tierras, las conexiones de los blindajes de los cables apantalla-

dos, la instalación de los filtros para CEM, la separación de los cables por familias en función de la naturaleza de la señal transportada, el respeto de las distancias de separación entre familias de cables, etc.

Ensayos de CEM por módulos

Este procedimiento es aplicable a máquinas que incluyen módulos o subconjuntos que cumplen con los requisitos de CEM. En el caso de los módulos que no cumplen, deben efectuarse los ensayos tal y como establecen las normas CEM del producto (módulo), o deben aplicarse las normas armonizadas. Siempre que sea posible, el fabricante de la máquina debe respetar las instrucciones de instalación dadas por el fabricante del módulo en las instrucciones técnicas que lo acompañan. Este procedimiento incluye varios pasos: pruebas por módulos, inspección visual y ensayos adicionales de la máquina completa. El fabricante debe dividir la máquina en módulos de acuerdo con los siguientes criterios: el módulo es o no es electromagnéticamente relevante, la forma de realizar las conexiones eléctricas, la posibilidad de sufrir interferencias (EMI) debidas a una perturbación procedente del exterior de la máquina y el respeto de las instrucciones de instalación de los diferentes módulos. Finalmente, el fabricante deberá realizar una inspección visual de la máquina completa con criterios de CEM.

Decisiones estratégicas

Las normas CEM pueden ser utilizadas también para validar una gama de productos. Las normas proporcionan información sobre cómo escoger la configuración de máquina más compleja desde el punto de vista de la CEM, para una gama de productos. Si la configuración más completa y compleja cumple, una sub-configuración también cumplirá. Esto supone un ahorro de costes en el proceso de conformidad con la Directiva.

Los fabricantes de máquinas pueden subcontratar la fabricación de los módulos de instrumentación y control, y especialmente el cableado

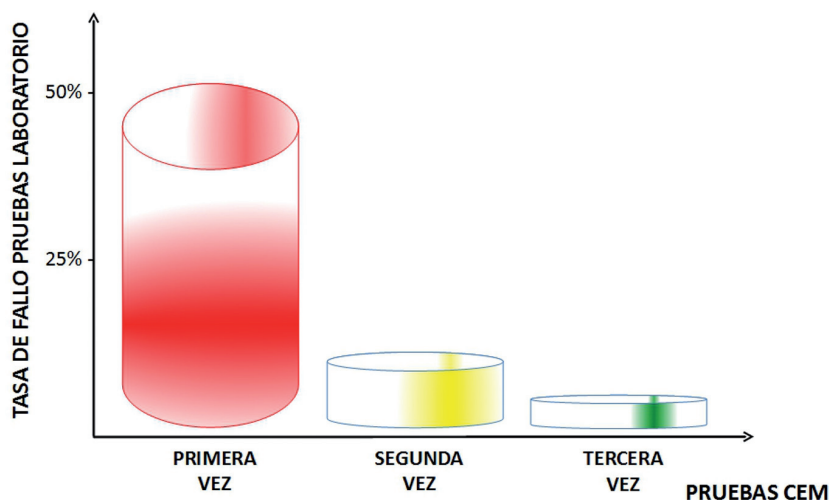
de los armarios y cajas de control. En este caso, el fabricante debe solicitar a sus proveedores el respeto de los requisitos impuestos por las normas de CEM armonizadas. Si la arquitectura de control está “descentralizada”, el fabricante deberá escoger el segundo procedimiento de prueba. El fabricante de máquinas debería escoger el tercer procedimiento, si en la empresa hay un especialista en CEM o subcontrata un asesor externo.

El fabricante de máquinas debe considerar las dificultades técnicas inherentes a la problemática CEM, como la testabilidad o capacidad de la máquina para ser sometida a pruebas, la posibilidad de realizar mediciones previas y durante los ensayos, el riesgo de defectos en los equipos y/o dispositivos de la máquina, el riesgo de perturbar a equipos que se encuentran cerca de la máquina, el riesgo de crear fallos latentes debido a descargas electrostáticas, etc.

Aplicación de la Directiva de CEM en las máquinas grandes

El fabricante tiene libertad para decidir qué procedimiento va a utilizar. Esta elección depende de varios factores: si existen o no normas armonizadas aplicables al producto, el nivel de capacitación técnica en CEM de la empresa y el coste y duración de las pruebas.

Estos tipos de equipos presentan las siguientes dificultades: son equipos que no pueden ser sometidos a los ensayos CEM convencionales debido a su tamaño y peso y a la necesidad de utilizar circuitos neumáticos o hidráulicos en algunos



■ Tasa de fallo en las pruebas de compatibilidad electromagnética en el laboratorio: hay empresas que deben pasar una misma máquina más de una vez por no haber tenido en cuenta la CEM desde el principio de su diseño.

casos. A veces se trata de equipos incluidos en instalaciones fijas. El fabricante de la máquina es frecuentemente un integrador de componentes, pero debe autoevaluar si su máquina cumple o no la Directiva CEM. Esto simplemente significa que debe emitir una Declaración de Conformidad CE y que debe guardar todos los documentos pertinentes (Declaración de Conformidad de los elementos integrados, copia de los informes de ensayo, instrucciones para el usuario, etc.) durante un periodo de tiempo de diez años (desde la venta de la última máquina) para su comprobación por las autoridades, si fuera necesario.

Aunque esta solución es frecuentemente la única económicamente viable para las grandes máquinas e instalaciones fijas, está lejos de ser técnicamente ideal. Por ejemplo, el personal no siempre está formado sobre los procedimientos de las normas CEM, y los equipos integrados

no se suministran siempre con las Declaraciones de Conformidad CE relativas a la Directiva CEM. Si el fabricante de la máquina no respeta estrictamente los procedimientos sugeridos (utilización de componentes no conformes, incumplimiento de las instrucciones de utilización, etc.), es esencial validar las opciones técnicas seleccionadas mediante ensayos CEM o recurriendo a la ayuda de un experto en CEM.

Conclusiones

Para evitar sobrecostes y problemas de última hora es necesario tener en cuenta el buen diseño de CEM y saber qué normas deberá cumplir desde el principio del diseño de la máquina. Cumpliendo la Directiva de CEM, automáticamente estamos aumentando la calidad de la máquina y también su seguridad, aportando mayor fiabilidad y evitando problemas de interferencias internas y externas. Así se establece una línea básica de calidad del producto de base, asegurando al cliente un buen nivel de confiabilidad y seguridad.

Para saber más

- Francesc Daura, *Guía: cómo pasar la directiva 2004/108/ce de compatibilidad electromagnética a la primera*, Revista Española de Electrónica. Junio, 2013.
- *Electromagnetic Compatibility for Functional Safety*, IET and Nutwood UK Ltd, 2008.
- Ken Webb, *The New EMC Directive-Good News for System Integrators?*, The EMC Journal. Noviembre, 2006.
- Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. 15 de diciembre, 2004.

Francesc Daura Luna
Ingeniero Industrial, experto en compatibilidad electromagnética. Director de CEMDAL.
Consultoría en diseño de compatibilidad electromagnética

www.cemdal.com