

# La nueva directiva de compatibilidad electromagnética (2014/30/CE) entrará en vigor el próximo abril de 2016

Artículo cedido por Cemdal



## Introducción

[www.cemdal.com](http://www.cemdal.com)



Autor: Francesc Daura Luna, Ingeniero Industrial. Director de la Consultoría CEMDAL, Representante de Austria Mikro Systeme (ams AG) para España y Portugal. [www.cemdal.com](http://www.cemdal.com)  
[fdaura@cemdal.com](mailto:fdaura@cemdal.com)

Cualquier equipo electrónico, máquina o instalación que se deba vender en la UE debe ser conforme con dos Directivas europeas como mínimo, además de la propia aplicable a su tipo específico, si existe. Estas dos Directivas son: la Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM) y la Directiva de baja tensión (LVD). Si además se trata de una máquina, también debe cumplir con la Directiva de seguridad de máquinas.

La vigente Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE es de obligado cumplimiento para todos los productos incluidos en su ámbito de aplicación (equipos, sistemas, instalaciones o máquinas que lleven cualquier tipo de electrónica en su interior) desde el 20 de julio de 2009, hasta que sea vigente la nueva Directiva 2014/30/UE el próximo abril de 2016. La vigente Directiva de CEM 2004/108/CE, sustituyó a la primera Directiva de CEM en Europa, la 89/336/CEE, que entró en vigor en 1989. La Directiva de CEM 2004/108/CE se publicó en el DOUE de 15 de Diciembre de 2004 y el RD 1580/2006 de transposición se publicó, en el BOE del 22/12/2006. La nueva Directiva de compatibilidad electromagnética, 2014/30/UE, se ha publicado el 29 de Marzo de 2014 y entrará en vigor el día 20 de Abril de 2016.

Así pues, en 2014 se cumplieron 25 años de aplicación de las Directivas de CEM de la UE. Incomprendiblemente después de 25 años todavía hoy hay empresas que no son plenamente conscientes de que la Directiva de CEM es de obligado cumplimiento y que afecta a su producto electrónico. Estas empresas son fabricantes, ingenierías, importadores, representantes y distribuidores. Tal vez una de las razones de este desconocimiento es el bajo nivel de inspección en

esta materia por parte de las Administraciones. Las últimas noticias auguran un incremento del nivel de inspección en toda Europa. Cada nueva Directiva de CEM ha ido mejorando su redactado y aclarando muchas dudas de aplicación. La nueva Directiva de CEM, 2014/30/UE se puede encontrar en [www.boe.es/doue/2014/096/L00079-00106.pdf](http://www.boe.es/doue/2014/096/L00079-00106.pdf).

La actual Directiva de Máquinas, 2006/42/CE, se publicó en el DOUE de 9/6/2006 y el RO 1644/2008 de transposición, en el BOE del 11/10/2008. Se está preparando una nueva Directiva de Máquinas, pero todavía no hay fecha de aparición. Para últimas novedades, ver el interviú con Ian Fraser, (Former European Commission Policy Officer for Machinery Directive) el día 17/04/2014, sobre la interpretación de la Directiva de máquinas: [www.cemarking.net/interpretation-machinery-directive-200642ec-interview-ian-fraser/](http://www.cemarking.net/interpretation-machinery-directive-200642ec-interview-ian-fraser/)

La actual Directiva de Baja Tensión (LVD), 2006/95/CE se publicó en el DOUE de 12/12/2006. Sustituyó sin cambios a la Directiva 73/23/CEE ya transpuesta. La nueva Directiva de baja tensión 2014/35/UE, se ha publicado el 29 de Marzo de 2014. Entrará en vigor el día 20 de Abril de 2016. Así pues, el pasado 29/03/2014, se publicaron en el Diario Oficial de la Unión Europea ocho nuevas Directivas de Mercado CE ([www.eic.cat/promocio/normativa/pdf/DOUE\\_L\\_96\\_20140329.pdf](http://www.eic.cat/promocio/normativa/pdf/DOUE_L_96_20140329.pdf)). Se trata de refundiciones que permiten modificar aspectos, aclarar conceptos y unificar los conceptos de las Directivas y sus modificaciones en un solo texto para mayor claridad. En particular, se detallan las obligaciones que deben cumplir: fabricantes, representantes autorizados, importadores y distribuidores.

En concreto, a nivel técnico, la nueva Directiva de CEM 2014/30/UE no cambia lo que dispone la

Directiva actual 2004/108/UE. No añade nuevos requerimientos técnicos para los fabricantes, pero si añade responsabilidades a los importadores en la UE, si el fabricante está fuera de la UE. Muchos importadores no son conscientes de sus responsabilidades ante la UE. También amplía varios aspectos relacionados con la coordinación los organismos nacionales de acreditación, los organismos notificados y los organismos de evaluación de la conformidad y clarifica y refuerza que legalmente un laboratorio no puede actuar como consultor al mismo tiempo.

La Directiva de CEM no cubre directamente la seguridad y los problemas de seguridad funcional en las máquinas. Cuando los errores o las averías en aparatos eléctricos, electromecánicos o electrónicos, o en los dispositivos electrónicos programables o sistemas o instalaciones pueden aumentar los riesgos de seguridad de las personas, el trabajo que se requiere para controlar la CEM, para lograr niveles aceptables de riesgo podría ser incluso mucho mayor que el requerido simplemente para la conformidad de la Directiva de CEM.

## Cumplimiento de la Directiva de CEM

Todo lo que se expone a partir de aquí es aplicable a las dos Directivas de CEM: la actual 2004/108/UE y la futura 2014/30/UE. La Directiva de CEM tiene dos objetivos principales. El primer objetivo es hacer respetar el espectro radioeléctrico para facilitar las radio-comunicaciones. El segundo objetivo es asegurar que todos los productos electrónicos pueden ser electromagnéticamente compatibles entre ellos y así puedan funcionar correctamente juntos en su ambiente electromagnético (EM).

El cumplimiento de la Directiva de CEM no es fácil con el aumento

continuo de la velocidad de procesamiento de datos y la mayor velocidad de las comunicaciones en los productos electrónicos. El diseño de los equipos electrónicos se realiza día a día con mayores frecuencias y ello complica el cumplimiento de esta Directiva. La participación de los Organismos Notificados es totalmente opcional en el proceso de conformidad de la Directiva es totalmente opcional. Es importante observar que, como resultado, no hay ningún requisito de involucrar nunca a terceros, ya sea para las pruebas de laboratorio, o la participación del Organismo Notificado, para el cumplimiento de CEM de cualquier equipo, tanto si se trata de un aparato, sistema o de una instalación. El fabricante del producto o máquina se puede auto-certificar siempre que pueda demostrar que tiene los medios para poder hacerlo.

Aunque han pasado 25 años desde el inicio de la aplicación obligatoria de la primera Directiva de CEM, actualmente todavía un gran porcentaje de los productos electrónicos no cumplen con los requisitos de compatibilidad electromagnética la primera vez que se ponen a prueba en un laboratorio de compatibilidad electromagnética (CEM).

Al mismo tiempo, sigue habiendo dudas en algunos casos en como aplicar la Directiva en función del tipo de producto.

Estadísticamente, la tasa media de fallo en las pruebas de laboratorio es del orden del 50% en su primera vez. Considerando la observación y mejora de los puntos de incumplimiento de las normas en la primera vez, la segunda vez mejora mucho, pero sigue teniendo un 5 o 7% de fallo.

En el caso de productos muy complejos o que se diseñan justo al límite del cumplimiento de las normas, la tasa de fallo llega a un 2% en su tercera vez. Las causas principales por las que sucede esto se pueden resumir en:

- Poco conocimiento de los principios básicos de la compatibilidad electromagnética.
- Fallos en la aplicación de los principios básicos de la compatibilidad electromagnética.

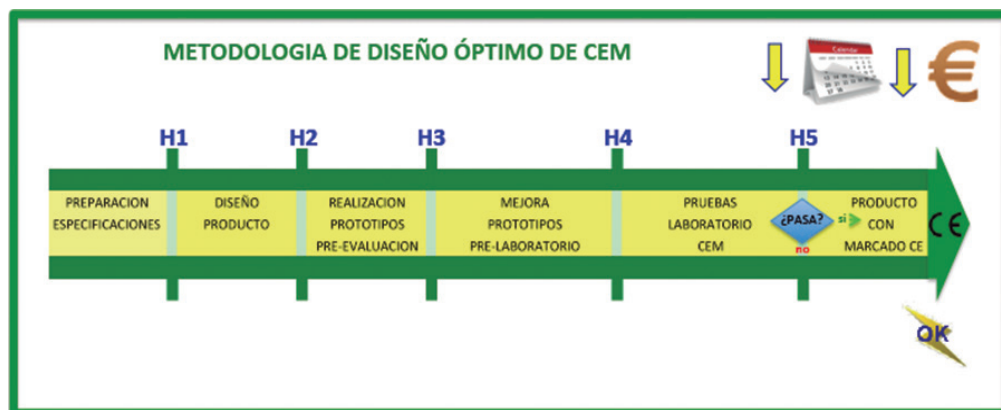


Figura 1. Cuando la metodología de diseño de CEM se aplica desde el principio del proceso de desarrollo de un producto, se obtienen importantes ahorros de tiempo y de costes en su diseño y en su producción. H1 a H5 : hitos en el proceso.

- Aplicación incorrecta de las normas de la compatibilidad electromagnética.
- Impredecibles interacciones entre elementos del equipo.
- Incorporación de módulos de compra que no cumplen las normas de CEM en el equipo final.
- Poca involucración de los diseñadores mecánicos en el diseño de los blindajes necesarios.
- Falta de estrategia clara en la gestión interna de la CEM en la empresa.

### Metodología general

Para evitar estos problemas de CEM conviene tener en cuenta los principios básicos de la CEM desde el inicio del desarrollo del nuevo equipo o máquina. Esta prevención inicial permite tener en cuenta las reglas del diseño óptimo de la metodología de CEM desde que se inicia el desarrollo del nuevo producto.

Esta metodología debe incluir revisiones regulares de un experto en CEM (interno o externo) durante el desarrollo del producto, hasta justo antes de llegar a la realización de las pruebas de certificación y para el Marcado CE.

Siguiendo la figura 1, en cada hito (H1 a H5), cada hito el experto en CEM tiene la oportunidad de proponer al equipo de diseño recomendaciones de mejora para evitar llegar al laboratorio con un equipo que no cumpla con las normas. En el hito inicial (H1), se debe realizar una revisión teórica del diseño del producto a nivel de especifica-

ciones y revisión de las normas a cumplir, estableciendo el plan de pruebas a ejecutar. Una vez se ha realizado el diseño, en el hito 2, de pre-realización, antes de lanzar la construcción del prototipo, se debe revisar el diseño del circuito impreso (si aplica), de la caja, las conexiones, los conectores, los filtros y la localización física de todos los componentes que forman el equipo o sistema completo. En el hito 3, de pre-evaluación, se debe realizar una evaluación práctica del primer prototipo, usando instrumentos sencillos de pre-evaluación. Al detectar posiblemente algún problema, se debe rediseñar la parte afectada.

En el hito 4, de pre-laboratorio, se revisa prácticamente el prototipo definitivo, usando de nuevo instrumentos de pre-evaluación, antes de ir al laboratorio de pre-certificación. Con ello nos aseguramos que el equipo está bien preparado para pasar las pruebas de pre-certificación.

El hito final (H5), consiste en la revisión final de los resultados de las pruebas de certificación provenientes del laboratorio, para comprobar que el equipo ha pasado correctamente todas las normas de CEM acordadas en el plan de test. El equipo ya está a punto para ser producido.

Las técnicas de buen diseño disponibles al principio del desarrollo son muchas más que al final y los costes de rediseño se disparan conforme pasan, según se detalla en la figura 2. El orden de magnitud de los costes indeseados en caso de

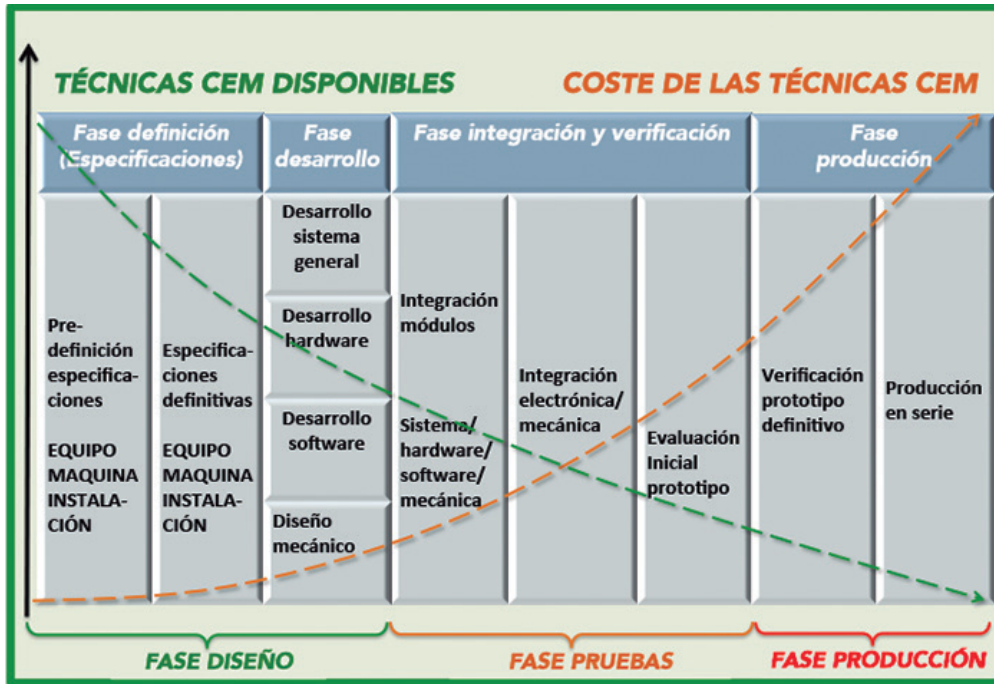


Figura 2. Técnicas de CEM disponibles y costes.

tener problemas de CEM aumenta conforme nos acercamos a la producción. Si no los prevenimos a tiempo, es claro que debemos evitar tener los problemas de CEM cuando nuestro equipo ya está en el mercado. Sería el peor caso porque tiene muchos costes de imagen para la empresa y también muchos costes para solucionar el problema, además de mayor tiempo.

La prudencia dicta que, un producto que nunca antes ha sido sometido a pruebas de CEM, debe ser diseñado con unos elementos de CEM extra que se puedan utilizar en caso de tener problemas durante las pruebas reglamentarias en el laboratorio. Estos elementos extra de CEM pueden ser tan simples como dejar espacio para añadir algunas ferritas, o conexiones opcionales para un filtro de red más eficiente. Los ingenieros de diseño deben ser conscientes de que deben revisar todos los modelos, o versiones, del producto a ser probado. La Directiva exige que todas las posibles configuraciones de los productos se incluyan en la evaluación de la CEM.

### Ámbito de aplicación

La Directiva de CEM regula la compatibilidad electromagnética de los equipos electrónicos. En ella se definen "equipos" como:

a) cualquier "aparato", es decir, cualquier aparato acabado, o una combinación de ellos, comercialmente disponible como una unidad funcional única destinada al usuario final, y que pueda generar perturbaciones electromagnéticas, o cuyo funcionamiento sea susceptible de verse afectado por estas perturbaciones.

Aparato también significa «componente», «subconjunto» o «módulo electrónico» destinado a ser incorporado en un sistema por el usuario final, que pueda generar perturbaciones electromagnéticas, o cuyo funcionamiento sea susceptible de verse afectado por estas perturbaciones.

b) cualquier "instalación fija", es decir, una combinación particular de varios tipos de aparatos y, en su caso, de otros dispositivos, ensamblados, instalados y destinados a ser utilizados de forma permanente en un sitio predefinido. Ejemplos: plantas industriales, centrales eléctricas, redes de suministro de energía, redes de telecomunicaciones, redes de televisión por cable, redes de ordenadores, instalaciones de manejo de equipaje de aeropuertos, instalaciones de iluminación de pista en aeropuertos, almacenes automáticos, centrales de turbinas de viento, plantas de montaje de automóviles, estaciones de bombeo de agua, plantas de trata-

miento de aguas, infraestructuras ferroviarias, instalaciones de aire acondicionado, "fingers" en aeropuertos, grandes máquinas, etc

La Directiva de CEM no es aplicable a:

- los equipos cubiertos por la Directiva 1999/5/CE (RTTE);
- los productos aeronáuticos, componentes y equipos;
- equipos de radio utilizados por radioaficionados;
- equipos con características físicas naturales inherentes tales que:

- Son incapaces de generar o contribuir a las emisiones electromagnéticas,
- Funcionan sin una degradación funcional inaceptable en presencia de perturbaciones electromagnéticas normales derivadas de su uso previsto.

Un componente o módulo fabricado por un proveedor para ser instalado en un producto final puede necesitar el Marcado CE. Si el componente se puede vender en el mercado y utilizarse de forma independiente, como tarjetas electrónicas, motores eléctricos, o unidades de disco de ordenador, entonces se requerirá el Marcado CE. Si el componente no tiene una función directa, entonces no necesita el Marcado CE. Cables y accesorios de cableado, termostatos mecánicos simples y diodos emisores de luz (LED) son ejemplos de componentes que no necesitan el Marcado CE.

### Proceso de la Directiva de Compatibilidad Electromagnética

Para facilitar el proceso de conformidad con la Directiva de CEM, veamos una visión general para comprender las principales características de la Directiva, para guiar a los fabricantes a través del proceso de certificación de los requisitos de la marca CE.

El Mercado CE sólo se puede aplicar a un producto una vez que el fabricante puede declarar la conformidad con todas las Directivas aplicables a su producto. Antes no puede comercializarse. Aquí nos centraremos solo en la compatibilidad electromagnética.

### *FASE 1: ¿La Directiva de compatibilidad electromagnética aplica a su producto?*

Como fabricante de equipos, usted necesita obtener copias de las Directivas y juzgar si se aplican a su producto. El objetivo de la Directiva de CEM es tener productos eléctricos o electrónicos que funcionan correctamente cuando están próximos a otros productos eléctricos y electrónicos:

a) asegurando que los productos eléctricos y electrónicos no emiten perturbaciones electromagnéticas que afecten negativamente a otros productos;

b) haciendo el aparato o instalación inmune a las perturbaciones electromagnéticas entrantes.

### *FASE 2: Requisitos del Mercado CE para la compatibilidad electromagnética*

La Directiva de CEM afirma que el equipo deberá estar diseñado y fabricado, teniendo en cuenta el estado de la técnica, para asegurar que:

a) las perturbaciones electromagnéticas generadas no exceden los niveles en los que la radio y los equipos de telecomunicaciones u otros equipos no pueden funcionar como se espera;

b) tiene un nivel de inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas esperadas en su uso previsto y que le permite funcionar sin una degradación inaceptable de su uso previsto.

Los fabricantes pueden auto-certificarse según lo descrito en los Anexos de la Directiva para ser conforme con la Directiva. El fabricante debe efectuar una evaluación electromagnética del producto con el fin de satisfacer los requisitos de protección mencionadas en los puntos a) y b) anteriores.

El fabricante puede identificar las normas europeas correspondientes de la lista de normas de CEM y demostrar que cumple con esas normas. Los fabricantes también pueden emplear los servicios de un laboratorio independiente para demostrar que el producto cumple con los requisitos de las normas.

Los fabricantes deben preparar un expediente técnico que debe estar a disposición de las autoridades competentes y debe incluir información como el diseño del producto, las normas utilizadas, y el certificado de conformidad de las pruebas de laboratorio con las normas.

### *FASE 3: Identificar las normas europeas de la Directiva de CEM que se aplican a un producto*

Aunque los fabricantes no están obligados a aplicar las normas europeas armonizadas en la certificación de la conformidad de la Directiva CEM, es muy recomendable aplicarlas, ya que más fácil para la auto-certificación. Se pueden utilizar otras normas internacionales, nacionales o regionales, sin embargo, se prefiere el uso de las normas europeas armonizadas ya que confieren una mejor presunción de conformidad con los requisitos de la Directiva, cuando se aplican en su totalidad.

Además de decidir qué normas son las más relevantes para su producto, el fabricante debe tener en cuenta el ambiente electromagnético (EM) donde se utilizarán sus productos.

### *FASE 4: Conformidad con las normas apropiadas y establecimiento de un sistema de calidad*

Una vez que el fabricante del equipo ha establecido cuáles son las normas europeas correspondientes, la ingeniería o el departamento técnico puede empezar a aplicarlas en la fase de diseño y en la producción de sus productos. Las normas contienen todas las informaciones detalladas, diagramas, y las pruebas que son necesarias para cumplir con los requisitos de la Directiva.

La empresa también tendrá que establecer un sistema de calidad para garantizar que los productos fabricados en el futuro seguirán cumpliendo con los requisitos de la marca CE.

Esto es importante ya que el fabricante declara que todos los productos fabricados cumplen con las Directivas pertinentes.

Si el fabricante no utiliza las normas europeas armonizadas, o no las aplica en su totalidad, tendrá que mostrar las soluciones que utiliza para cumplir con los requisitos de la Directiva CEM en su ficha técnica.

### *FASE 5: Pruebas de laboratorio para demostrar la conformidad con las normas de CEM*

Una vez que la empresa ha seleccionado las normas pertinentes, será necesario efectuar unas pruebas de laboratorio para demostrar que se cumplen las normas. Se puede seleccionar cualquier laboratorio en la UE y su informe será válido para toda la UE. Si una compañía tiene el instrumental y conocimientos para poder realizar las pruebas de las normas europeas, puede auto-certificarse internamente.

La Directiva de CEM indica que un producto debe cumplir con los requisitos de emisiones y la inmunidad, pero no dice cuáles son las pruebas, los límites o los valores de esos requisitos. La Directiva deja esta cuestión a las normas europeas. Para más información sobre las normas armonizadas y actualizadas consultar la web:

[http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/index_en.htm)

Después de que el producto ha superado las pruebas, el fabricante necesita obtener el certificado del laboratorio elegido que muestra que el producto ha cumplido con las normas.

La responsabilidad recae sobre el fabricante para demostrar que es conforme con la Directiva de CEM y quien tiene que explicar cómo las normas elegidas demuestran el cumplimiento de la Directiva. El fabricante también tiene la opción de obtener el producto probado, aprobado y certificado por un Organismo Notificado UE.

Cuando vamos al laboratorio y para pasar algunas las normas, en algunos casos, nos vemos obligados a añadir algunos filtros provisionales. Luego es obligatorio integrarlos en la producción y asegurar que las prestaciones EM no se degradan con el tiempo.

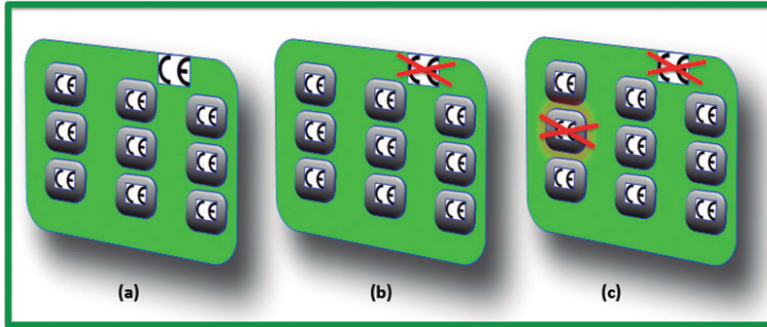


Figura 3. (a) Máquina formada por 9 componentes, todos con el Marcado CE. La práctica “CE+CE=CE” podría automáticamente adjudicar el Marcado CE a la máquina completa: no es correcto.

(b) Aunque todos tengan el Marcado CE, la máquina completa puede no ser conforme.

(c) Solo que un módulo no cumpla, la máquina completa no será conforme.

#### FASE 6: Preparación del expediente técnico

El expediente técnico deberá demostrar que la empresa ha cumplido con los requisitos de la marca CE para la Directiva de CEM. Debe cubrir el diseño y la fabricación del aparato, dando la siguiente información, junto con una descripción general del aparato:

- la evidencia del cumplimiento de las normas armonizadas, en su caso, en su totalidad o en parte;
- cuando el fabricante no haya aplicado normas armonizadas europeas, una descripción y una explicación de las medidas adoptadas para cumplir con los requisitos esenciales de la Directiva, que incluirá una descripción de la evaluación de la CEM estipulada en los anexos, los resultados de los cálculos de diseño, controles efectuados, los informes de ensayo, etc;
- una declaración del Organismo Notificado, cuando se ha seguido ese procedimiento.

#### FASE 7: Colocar el Marcado CE en el producto

La marca CE deberá colocarse en el aparato o en su placa de datos, una vez que el fabricante ha cumplido con los requisitos de todas las Directivas del Mercado CE que aplican a su producto.

Cuando esto no es posible o no pueda garantizarse debido a la naturaleza del aparato, deberá colocarse en el envase, y en su caso, en los documentos adjuntos. Si un

producto está cubierto por más de una Directiva de Mercado CE, entonces se asume que el Marcado CE no se puede poner en el producto y no se puede comercializar hasta que se hayan cumplido todos los requisitos de Mercado CE para todas las Directivas que afectan al producto.

#### FASE 8: Crear una declaración de conformidad

La declaración de conformidad es el documento que acredita que el fabricante ha cumplido con los requisitos del Mercado CE del envío del producto al mercado de la UE. La declaración de conformidad debe mantenerse en los archivos, disponible por si las autoridades de la UE tienen preguntas sobre su cumplimiento y el origen del producto.

Un responsable del fabricante deberá firmar la declaración de conformidad, incluyendo las normas que utiliza para cumplir con los requisitos de la Directiva.

Si el fabricante no está en la UE y no se hace responsable de la conformidad, el importador deberá hacerse responsable de la conformidad con la Directiva. La declaración de conformidad deberá incluir:

- referencias a las Directivas,
- una identificación del aparato, tal como tipo, lote, y número de serie,
- el nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, el nombre y dirección de su representante autorizado en la UE,

- una referencia fechada de las normas en virtud de las que se declara la conformidad del aparato con las disposiciones de la presente Directiva,
- la fecha de la declaración,
- la identificación y firma de la persona facultada para comprometer al fabricante o su representante autorizado

#### FASE 9: Mantenerse al corriente de las actualizaciones de las normas que puedan afectar a un producto

La Unión Europea revisa sus directrices y normas periódicamente. Las empresas que cumplen con el Mercado CE sobre la Directiva CEM deben consultar el sitio web de la Comisión Europea cada 6 meses para ver si se han emitido nuevas normas que podrían afectar a su producto.

#### Mercado CE + Marcado CE ≠ Mercado CE

El concepto “CE+CE=CE” trata de una práctica común en el sector de los fabricantes de maquinaria, las grandes instalaciones fijas eléctricas y las ingenierías integradoras de grandes sistemas complejos. Se basa en la idea de que si se compra un número de componentes o aparatos destinados a un sistema, todos ellos marcados CE, el sistema completo formado por estos componentes no necesita ningún trabajo adicional para poder tener el Mercado CE en el conjunto completo. Así se podría declarar compatible con todas las Directivas pertinentes de seguridad, baja tensión y compatibilidad electromagnética (CEM).

La figura 3 muestra los bloques de una máquina formada por 9 componentes, todos ellos con el Mercado CE. La práctica “CE+CE=CE” podría automáticamente aplicar el Mercado CE a la máquina completa (figura 3(a)). Pero, lo más seguro es que si se realizan las pruebas de CEM, no sea así y la máquina completa no cumpla y no pueda marcarse CE (figura 3(b)). Es evidente que si alguno de los componentes incorporados a la máquina no es conforme y no tiene el Mercado CE, la máquina

completa tampoco será conforme y no podrá llevar el Marcado CE (figura 3(c)).

La CE+CE=CE práctica es totalmente incorrecta en todos los sentidos y no se acepta legalmente. Nunca ha habido ninguna justificación jurídica o técnica para esta práctica, pero esto no ha impedido que sea ampliamente utilizada en todos los niveles de muchas industrias de toda Europa, sobre todo para el cumplimiento de la Directiva de compatibilidad, además de la Directiva de seguridad y la Directiva de baja tensión. Las razones principales por las que se ha seguido incorrectamente esta práctica son:

#### a) Desconocimiento

Si las empresas usan directamente la práctica "CE+CE=CE" consideran, con falsa confianza, que ya cumplen automáticamente la Directiva de CEM. Muchas empresas fabricantes de maquinaria o grandes sistemas, por desconocimiento no saben que están obligadas a cumplir también con la Directiva de CEM, además de las Directivas de baja tensión y de seguridad de máquinas.

#### b) Costes altos

Muchas empresas fabricantes de maquinaria, a pesar de saber que están obligadas a cumplir también con la Directiva de CEM, solo cumplen las Directivas de baja tensión y de seguridad porque consideran, incorrectamente, que el cumplimiento de la CEM es demasiado costoso o no les afecta.

#### c) Complejidad

Muchas empresas fabricantes de maquinaria, a pesar de saber que están obligadas a cumplir también con la Directiva de CEM, consideran que asegurar su cumplimiento es complejo, no saben como hacerlo, no lo intentan y tampoco piden asesoramiento externo.

#### d) Consecuencias graves

Muchas empresas fabricantes de maquinaria o grandes sistemas piensan que el no cumplimiento de la Directiva de CEM no les va a provocar consecuencias graves.

Muchas empresas solo están preocupadas por la seguridad por

las posibles consecuencias de accidente en la manipulación de sus máquinas o sistemas. Erróneamente no consideran que la CEM puede ser también un aspecto que puede afectar a la seguridad personal.

#### e) Menor calidad

El cumplimiento de las Directivas es un factor de mayor calidad para el producto. Si no se cumple la Directiva se provoca una menor calidad en las máquinas o grandes sistemas. A veces los proveedores de aparatos engañan cuando declaran la conformidad de CEM de sus productos.

#### f) Pruebas sin sentido real

Algunas configuraciones de las pruebas de CEM en el laboratorio no se corresponden a la instalación real del producto y pierden el sentido de obtener resultados realistas para su aplicación real.

#### g) Normas incorrectas

Los proveedores de módulos destinados a ser incorporados en una máquina final, a veces, aplican las normas más fáciles para obtener el Marcado CE y no las normas más estrictas que sus clientes deben aplicar a su máquina o instalación final.

#### h) Sin control de CEM en producción

Sin un proceso que garantice la calidad que controle la CEM en la fabricación en serie, las pruebas iniciales de los primeros prototipos pueden dar resultados sin sentido al ser mejores que los de la producción. Ello provoca que la producción no sea conforme.

Si debido a una inspección se comprueba que el producto, máquina o instalación no cumple con alguna Directiva de la UE, la empresa responsable puede ser multada e incluso sus directivos incurrir en responsabilidades penales.

Así, en promedio, cualquier máquina o instalación que incorpora tres o más componentes comprados con el Marcado CE y ha sido construida solo con el concepto "CE+CE=CE" tiene casi asegurado su incumplimiento de la CEM, provocando interferencias a terceros. Esto podría provocar denuncias a

Telecomunicaciones y atraer el interés de los inspectores, que tienen el poder de cerrar las instalaciones o retirar el producto del mercado si comprueban que no cumplen con los límites. También podrían poner multas o, en casos más graves, imputar responsabilidades penales.

### Alternativas en grandes equipos o máquinas

La única manera de estar seguro de que una máquina es conforme con la Directiva de CEM es hacer las pruebas correspondientes. Pero pueden surgir varias dificultades. La empresa tiene tres alternativas:

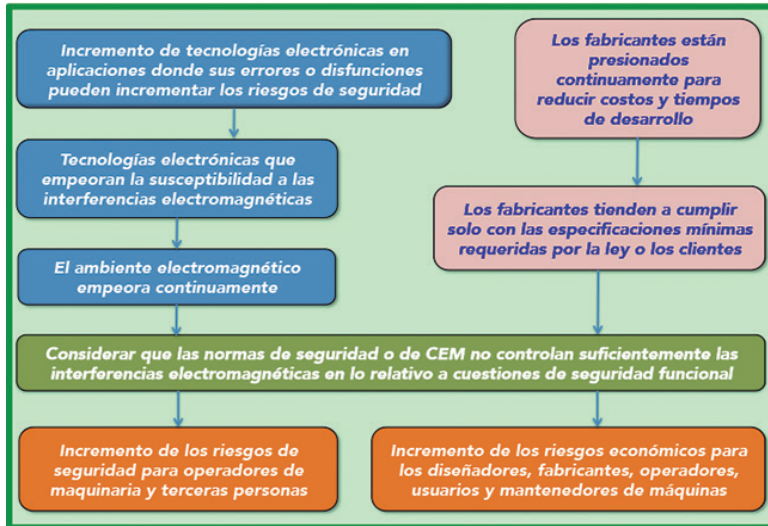
1. No hacer nada con el riesgo correspondiente.
2. Hacer todas las pruebas de CEM.
3. Tratar de cumplir la Directiva de CEM con un bajo perfil técnico y de gastos, generando un documento técnico de construcción (Technical Construction File, TCF).

La alternativa 1 no es aceptable legalmente y debemos olvidarla. La alternativa 2 puede ser inviable debido a varias dificultades. Se puede tratar de maquinaria muy grande y difícil de medir por falta de espacio físico. El entorno industrial es ruidoso y es difícil hacer medidas EM, al no estar la máquina dentro de una cámara de Faraday. El presupuesto del laboratorio para las medidas puede ser muy elevado. Si no es posible aplicar la alternativa 2 por cualquier razón, debemos aplicar la alternativa 3, tomando muchas precauciones y asumiendo un mayor riesgo. Para ello se debe seguir las recomendaciones de análisis EM de los módulos que componen la máquina final. El resultado final es un documento técnico de construcción (Technical Construction File, TCF). Se debe recalcar que la alternativa 3 no asegura el cumplimiento de la Directiva de CEM al 100%.

### Emisiones aditivas

Las emisiones electromagnéticas se suman. Por ejemplo, un sistema inversor/motor conforme, a menudo tiene emisiones justo un poco por debajo de los límites de

Figura 4. Incremento de los riesgos en una máquina debido a las interferencias electromagnéticas.



la norma de la prueba correspondiente. Cuando dos o más sistemas inductor/motor se montan en una máquina, sus emisiones combinadas superan a menudo los límites en la máquina final.

Las normas de emisiones tienen límites para los componentes individuales de una máquina y ésta tiene los mismos límites de emisión aplicados igual como en los componentes individuales con los que está construida. Así, cuando debemos elegir los componentes a utilizar, debe considerarse la posibilidad de la acumulación de emisiones.

Por ejemplo, la instalación de 100 o 150 lámparas con LED con sus convertidores AC/DC conmutados (“transformadores electrónicos”) puede ser problemática porque los límites obligatorios son los mismos que para una sola lámpara. Si cada lámpara no está muy bien filtrada, la generación de interferencias (EMI) será inaceptable. Las emisiones de los armónicos combinados de los “transformadores electrónicos” son debidos a la distorsión de la forma de onda de la corriente en la red donde se conectan y por ello deben estar bien filtrados.

El total de las emisiones EM de una serie de componentes incorporados a una máquina sobrepasarán sus emisiones individuales. En algunos casos, esto dará lugar a un espectro radioeléctrico más ocupado, sin ningún aumento en los niveles emitidos, pero en otros casos, las emisiones de las distintas

unidades estarán tan juntas en el espectro que se medirán niveles de emisiones más altos.

Se pueden añadir filtros y blindajes para reducir el nivel de emisión total, pero en estos casos es muy importante utilizar una selección correcta y buenas técnicas de montaje en su instalación. El aumento en los niveles emitidos es más probable que ocurra cuando se incorporan un número de unidades idénticas en un sistema final.

### Comprobación de la conformidad de CEM de los componentes

El comportamiento electromagnético real de un componente o módulo es desconocido hasta que se comprueba. No hay muchos proveedores que proporcionen los resultados obtenidos por sus componentes durante las pruebas de CEM.

Los componentes para los cuales no esté disponible la evidencia necesaria no deberían comprarse, a menos que se quiera arriesgar tener problemas de CEM en la máquina final, tener gastos imprevistos y alargar los plazos de entrega de la máquina al cliente.

Si los posibles proveedores aducen cuestiones de secreto industrial como razón para no ofrecer el informe de las pruebas de laboratorio, debemos insistir en tener un informe que confirme que el producto en cuestión cumple con la CEM, sin necesidad de revelar ningún supuesto secreto. Estos informes

simplemente dan los resultados de las pruebas según las normas y no necesitan entrar en los detalles del diseño interno del módulo.

Las declaraciones de conformidad son útiles como una guía del uso previsto del producto y la aptitud profesional del proveedor. Los detalles a tener en cuenta en la declaración deben incluir la lista de normas requeridas.

En la práctica es bueno requerir un amplio margen de confianza para las emisiones (por ejemplo, unos -10dB por debajo de los límites solicitados a la máquina completa) para tener en cuenta las variaciones inevitables en su propia fabricación en serie y la adición de las emisiones que a menudo se produce en las máquinas.

Pero si cada componente sólo tiene un margen de -2 ó -3 dB a varias frecuencias, las posibilidades de tener algunos sobrepasos del límite de la norma es probablemente de un 50% o más.

Para mitigar la situación descrita, el método puede ser imponer un margen mínimo de -6 dB respecto a las emisiones radiadas y un margen de -3 dB para las emisiones conducidas.

### Control del proceso de calidad en los proveedores

Para controlar a nivel de CEM el funcionamiento de los productos en fabricación, el proveedor debe demostrar tener controles sobre los cambios de diseño y su paso a producción, los procesos constructivos, los rediseños y las actualizaciones, también en lo que se refiere a todos los problemas de CEM. Incluso con todos estos controles, una serie de aparatos aún podría estar sin control y esto hace que sea necesario para los proveedores tener una política de pruebas basada en muestras de la producción (así lo demanda la Directiva de CEM).

Cuanto mejor sean los controles de los proveedores respecto a su diseño en los departamentos de compras, producción y post-venta, menor será la necesidad de realizar pruebas por muestreo de los componentes comprados.

## La CEM y la seguridad funcional

El uso de la electrónica en aplicaciones de seguridad crece muy rápidamente. Desde el punto de vista de la seguridad, se ha llegado al punto en que la aproximación normal para la obtención de la conformidad con la CEM, solo en base a la realización de los ensayos de CEM normales, es inadecuada cuando se trata de la seguridad funcional en máquinas complejas. La consecuencia inevitable de todas estas tendencias es que no tener en cuenta la CEM en el análisis de la seguridad funcional de las máquinas o sistemas complejos, puede generar riesgos de seguridad no controlados para el usuario y tener riesgos económicos no controlados por el fabricante. Ver la figura 4.

La seguridad funcional en sistemas electrónicos previene la probabilidad de daños físicos, o riesgos en la salud de las personas, como resultado de fallos en la funcionalidad de los dispositivos electrónicos. La seguridad funcional es una parte de las medidas de seguridad que se implementan en los equipos, para que respondan correctamente a sus señales de control. Ejemplos de funciones de seguridad serían el apagado seguro de una planta de proceso si las temperaturas o presiones exceden ciertos límites, parar una máquina rotativa si se abre su puerta de protección, la detención de un brazo de un robot si una persona se acerca a su trayectoria programada, el cambio a un sistema alternativo cuando el sistema de control principal de vuelo de una aeronave falla, etc.

Desde el año 2000, la norma IEC 61508 (Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad) ha recomendado varias decenas de pruebas y medidas para los sistemas, hardware y software, para la detección y/o recuperación de errores, mal funcionamiento o fallas en señales y fuentes de alimentación. Las pruebas y medidas recomendadas en la norma IEC 61508 son especialmente eficaces para hacer frente a las interferencias electromagnéticas. Los ingenieros de CEM tienen que diseñar

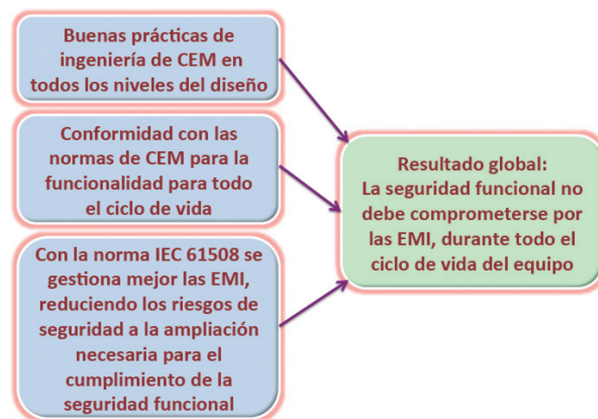
y construir equipos que continúen cumpliendo con sus normas de prueba de CEM pertinentes durante toda su vida útil en sus entornos reales. Así, un nuevo enfoque es aceptado ampliamente. Este nuevo enfoque tiene tres partes, que se muestran en la figura 5.

Las buenas prácticas de ingeniería de CEM ayudan a obtener la conformidad con las Directivas de CEM y de seguridad así como a la reducción de los riesgos de seguridad siguiendo la norma IEC 61508. Todo ello tiene como resultado global no tener que comprometer la seguridad funcional por culpa de las EMI durante todo el ciclo de vida del equipo.

La ingeniería de la seguridad y la ingeniería de la CEM se han desarrollado por separado. Esto significa que ahora los ingenieros de seguridad funcional por lo general no tienen un conocimiento profundo de la CEM y los ingenieros de CEM por lo general no tienen una buena comprensión de la seguridad funcional. Conviene pues trabajar juntos en equipo los dos tipos de especialistas para conseguir un buen nivel de seguridad funcional teniendo en cuenta la compatibilidad electromagnética.

## Conclusiones

La vigente Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE es de obligado cumplimiento para todos los productos incluidos en su ámbito de apli-



cación (equipos, sistemas, instalaciones o máquinas que lleven cualquier tipo de electrónica en su interior) desde el 20 de julio de 2009, hasta que sea vigente la nueva Directiva 2014/30/UE el próximo abril de 2016.

A nivel técnico, la nueva Directiva de CEM 2014/30/UE no cambia lo que dispone la Directiva actual 2004/108/UE. No añade nuevos requerimientos técnicos para los fabricantes y añade responsabilidades a los importadores en la UE, si el fabricante está fuera de la UE. También amplía varios aspectos relacionados con la coordinación los organismos nacionales de acreditación, los organismos notificados y los organismos de evaluación de la conformidad y clarifica que legalmente un laboratorio no puede actuar como consultor al mismo tiempo. La Directiva de CEM no cubre directamente la seguridad y los problemas de seguridad funcional en las máquinas.

Figura 5. Visión general de la aproximación tomada por la nueva estrategia de seguridad funcional

## REFERENCIAS

- Francesc Daura Luna, "Guía: Como Pasar La Directiva 2004/108/CE De Compatibilidad Electromagnética a La Primera", *Revista Española de Electrónica*, Junio 2013
- Francesc Daura Luna, "Mercado CE + Mercado CE ≠ Mercado CE: concepto aplicado a máquinas, sistemas complejos o instalaciones fijas", *Revista Española de Electrónica*, Noviembre 2013
- Francesc Daura Luna, "Mercado CE + Mercado CE ≠ Mercado CE: Gestión De Los Componentes", *Revista Española de Electrónica*, Diciembre 2013
- Francesc Daura Luna, "La Compatibilidad Electromagnética y La Seguridad Funcional", *Revista Española de Electrónica*, Mayo 2014
- Francesc Daura Luna, "La Gestión Conjunta de la Compatibilidad Electromagnética y la Seguridad Funcional", *Revista Española de Electrónica*, Junio 2014

Todos los artículos anteriores disponibles en [www.cemdal.com](http://www.cemdal.com)

- Actual Directiva de CEM 2004/108/UE
- Nueva Directiva de CEM 2014/30/UE