Estrategia en la realización de las pruebas para el marcado CE

Artículo cedido por Cemdal

CEMDAL
www.cemdal.com

Francesc Daura Luna, Ingeniero Industrial. Director de la Consultoría CEMDAL, Representante de Austria Mikro Sisteme (ams AG) para España y Portugal

Toda empresa que diseña productos electrónicos debe decidir su estrategia para realizar las pruebas de conformidad con las Directivas que afectan a sus productos, para poder etiquetarlos correctamente con el Marcado CE. Debe decidir si invierte en laboratorios internos o si realiza las pruebas de conformidad en laboratorios externos. Si decide equiparse con unas mínimas instalaciones, también puede alquilar algunos de los instrumentos más caros para así rebajar el valor total de la inversión.

Cualquier producto electrónico, para poder ser vendido en la UE está obligado, como mínimo, a cumplir con las Directivas de compatibilidad electromagnética (CEM) y de baja tensión,. Si además se trata de una máquina está también obligado a ser conforme con la Directiva de seguridad de máquinas. Otros equipos electrónicos más específicos tienen su Directiva concreta, como por ejemplo, los equipos de radio-comunicaciones. El proceso de conformidad de estas Directivas no es fácil ni barato. Una vez el producto es conforme con las Directivas que le corresponden, se le puede adjuntar la etiqueta del Marcado CE y puede ser vendido en la UE.

En el proceso de diseño de un nuevo producto electrónico se asume de forma muy natural que deberá ser sometido a diversas pruebas de tipo eléctrico, mecánico y electrónico mediante los instrumentos adecuados. Así, en el departamento electrónico de una empresa el uso de osciloscopios, fuentes de alimentación de laboratorio, generadores de señal de todo tipo, voltímetros, amperímetros, vatímetros, etc ... es continuo. En cambio, no es tan habitual el uso de instrumentos relacionados con el diseño electromagnético (o de CEM) tales como analizadores de espectro, antenas, sondas de corriente de alta frecuencia, generadores y amplificadores de RF, etc para realizar medidas electromagnéticas. Las principales razones para no tener este tipo de instrumentación son varias: alto coste de inversión, falta de conocimientos sobre como medir campos electromagnéticos, mayores costes de mantenimiento, etc. Además, el uso de estos instrumentos de CEM no es tan frecuente como el uso del anterior conjunto de instrumentos de laboratorio.

El conocimiento del uso de los instrumentos usuales de diseño electrónico es común en todos los ingenieros de diseño de hardware, pero no es así en el caso de los instrumentos de CEM. Si la empresa se plantea la inversión en los instrumentos de CEM, debe obligatoriamente formar a un ingeniero o contratarlo y dedicarlo prácticamente solo a la realización de este tipo de pruebas, para obtener un buen retorno de la inversión (ROI).

La figura 1 presenta un cuadro básico de los tipos de pruebas de CEM que se deben realizar en un producto para asegurar la conformidad con la Directiva de CEM. Éstas se dividen en pruebas de emisiones y de inmunidad. Luego se dividen en radiadas o conducidas. En las pruebas de emisiones, el generador de interferencias (EMIs) es el producto bajo prueba y los instrumentos de laboratorio miden su intensidad, que no debe pasar de los límites establecidos en la norma aplicada.

En las pruebas de inmunidad, el generador de EMIs son los instrumentos de laboratorio y el producto bajo prueba debe funcionar correctamente sometido a esas EMIs. En las pruebas de conducidas las EMIs se transmiten a través de cables, mientras que en las pruebas de radiadas las EMIs llegan al producto bajo prueba en forma radiada desde una antena.

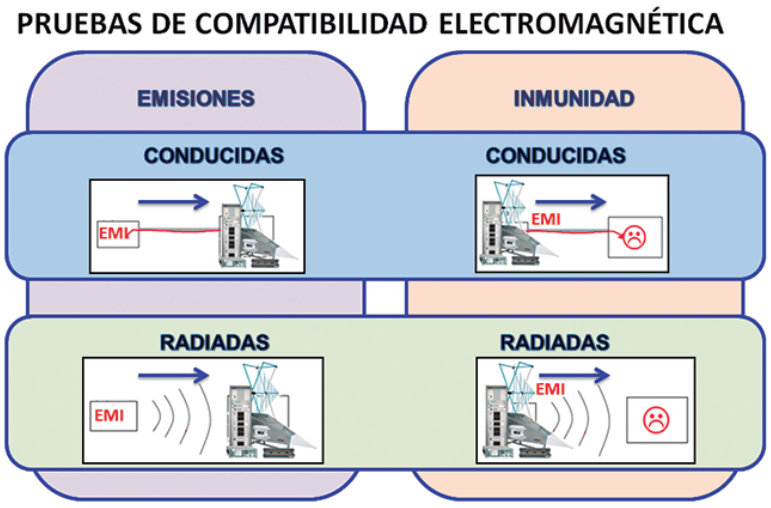

Figura 1. Tipos de pruebas de compatibilidad electromagnética.

Nueva Directiva de CEM 2014/30/UE

El Consejo de la Unión Europea ha redefinido recientemente la actual Directiva de CEM 2004/108/CE. Los fabricantes, importadores y distribuidores deben ir pensado en adaptar su Marcado CE a los procesos de evaluación de conformidad a la nueva Directiva CEM 2014/30/UE. A partir de abril de 2016, se requerirá la nueva Directiva para el cumplimiento de la CEM y la Directiva CEM 2004/108/CE ya no será válida. En la práctica, a nivel técnico, el cumplimiento de la nueva Directiva 2014/30/CE, no tendrá un impacto significativo en la evaluación de la conformidad. Los requi-

sitos esenciales que figuran en el anexo I de la Directiva siguen siendo los mismos que antes y continúan siendo expresados en términos muy generales. Los requisitos limitan las emisiones electromagnéticas a un nivel que no afecte a las telecomunicaciones o a otros equipos y requiere que los productos tengan inmunidad suficiente a las perturbaciones electromagnéticas externas. Para las instalaciones fijas de forma estable, el anexo I sigue especificando la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería para evaluar la conformidad.

Como resultado de la nueva Directiva redefinida, las normas EN armonizadas en el Diario Oficial de la UE no cambian, por lo que los requisitos técnicos utilizados en el presente seguirán siendo los mismos en el futuro. Pero sigue siendo conveniente tener en cuenta que todas las normas armonizadas se actualizan periódicamente para adaptarse a las nuevas tecnologías. Es obligación del fabricante revisar el Diario Oficial de la UE de forma regular y asegurarse de que sus productos siguen siendo conformes con la versión más actual de las normas armonizadas correspondientes. Algunos de los cambios más significativos de la redefinición en la Directiva 2014/30/UE se refieren al funcionamiento de los organismos notificados y otras prácticas que no afectan a los fabricantes y define con mucho detalle las obligaciones, requisitos, procedimientos, competencias, coordinación de los organismos notificados. Por ejemplo, en el capítulo 24 se explicita que "el organismo de evaluación de la conformidad, sus máximos directivos y el personal responsable de la realización de las tareas de evaluación de la conformidad no serán el diseñador, el fabricante, el proveedor, el instalador, el comprador, el dueño, el usuario o el encargado del mantenimiento de los aparatos que deben evaluarse, ni el representante de cualquiera de dichas partes" y además "no intervendrán directamente en el diseño, la fabricación o construcción, la comercialización, la instalación, el uso o el mantenimiento de los aparatos, ni representarán a las partes que participan en estas actividades. No efectuarán ninguna actividad que pueda entrar en conflicto con su independencia de criterio y su integridad en relación con las actividades de evaluación de la conformidad para las que están notificados. Ello se aplicará en particular a los servicios de consultoría".

	Directiva Anterior	Nueva Directiva a partir de 20/04/2016
Ascensores	Directiva 2014/33/UE	Directiva 95/16/CE
Baja tensión	Directiva 2014/35/UE	Directiva 2006/95/CE
Compatibilidad electromagnética (CEM)	Directiva 2014/30/UE	Directiva 2004/108/CE
Equipos y sistemas de protección para uso en atmósferas explosivas (ATEX)	Directiva 2014/34/UE	Directiva 94/9/CE
Explosivos para usos civiles	Directiva 2014/28/UE	Directiva 93/15/CEE Directiva 2004/57/CE
Instrumentos de medida	Directiva 2014/32/UE	Directiva 2004/22/CE
Instrumentos de pesaje no automático	Directiva 2014/31/UE	Directiva 2009/23/CE
Recipientes a presión simples	Directiva 2014/29/UE	Directiva 2009/105/CE

Figura 2. Tabla de las nuevas Directivas a aplicar a partir de abril de 2016.

Se recomienda una lectura cuidadosa de la nueva Directiva para entender el impacto que pueden tener estos cambios en los operadores individuales (fabricantes, importadores y distribuidores). El Anexo VI de la nueva Directiva presenta una útil tabla de correspondencias que relaciona los requisitos de la 2004/108/CE con la 2014/30/UE.

Para que los productos estén bien preparados a partir de abril de 2016, se recomienda seguir como mínimo, las siguientes medidas para garantizar el cumplimiento continuo de los requisitos europeos de CEM:

- Comprobar las fechas de revisión de las normas armonizadas que figuran en los informes técnicos.
- Revisar el Anexo IV y actualizar la Declaración de Conformidad (DoC) aplicándolo adecuadamente:
  - Enumerar todas las revisiones actuales de las normas armonizadas aplicadas.
  - Para los productos autocertificados, actualizar la documentación técnica que se especifica en el anexo II.
- Revisar la etiqueta CE y confirmar que se ha aplicado correctamente.
- Confirmar que la información para el usuario y las instrucciones técnicas cumplen con el artículo 18.

Hay otras Directivas de la UE que también han sido objeto de redefinición, como la Directiva de Baja Tensión. La figura 2 presenta la tabla de las Directivas europeas revisadas en marzo de 2014. Se destacan en verde las Directivas de CEM y de baja tensión por tener que ser aplicadas de forma genérica a los productos electrónicos.

¿Por qué realizar pruebas de pre-conformidad?

En el proceso de asegurar la conformidad con la Directiva de CEM de un nuevo producto es recomendable realizar algunas pruebas preliminares de pre-conformidad antes de realizar todo el conjunto de pruebas de conformidad. Si se busca mejorar las posibilidades de superar positivamente las pruebas

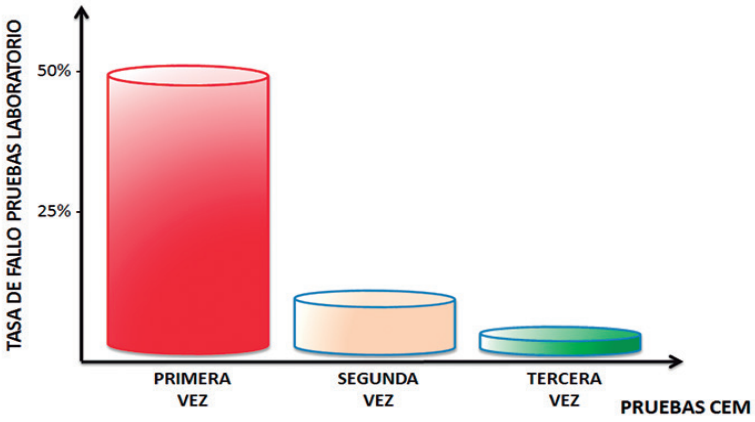

Figura 3. Tasa de fallo en las pruebas de compatibilidad electromagnética en el laboratorio.

de CEM y se desea reducir el riesgo de fracasar, se pueden realizar pruebas de pre-conformidad electromagnética en el laboratorio de CEM en la propia empresa o en un laboratorio externo, realizando pruebas preliminares de pre-evaluación. Hay muchas opciones y enfoques para realizar las pruebas de emisiones y de inmunidad, que afectan al costo, a su utilidad efectiva y a la planificación del proyecto.

Bastantes empresas no hacen ninguna prueba de pre-conformidad antes de enviar su producto a un laboratorio de CEM, para realizar todas las pruebas de CEM para el Marcado CE. Algunas no tienen en cuenta en su diseño las mínimas reglas de diseño óptimo electromagnético. De vez en cuando alguna empresa tiene suerte y pasa las pruebas de CEM a la primera. Estadísticamente, la tasa media de fallo en las pruebas de laboratorio es del orden del 50% en su primera vez (figura 3). Considerando la observación y mejora de los puntos de incumplimiento de las normas en la primera vez, la segunda vez mejora mucho, pero se 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 esto sucede se pueden resumir en:

- Poco conocimiento de los principios básicos de la CEM.
- Fallos en la aplicación de los principios básicos de la CEM.
- Aplicación incorrecta de las normas de la CEM que aplican.
- Impredecibles interacciones entre elementos del equipo.
- Incorporación de módulos que no cumplen las normas de CEM que fallan al añadirlos en el equipo final.
- Poca involucración de los diseñadores mecánicos en el buen diseño EM de la envoltura del producto.
- Diseño EM incorrecto de la tarjeta de circuito impreso (TCI), del cableado o de la envoltura.

Para la mayoría de las empresas, la posibilidad de fallar en las pruebas de CEM supone un riesgo importante porque si fallan en las pruebas, se alargan los plazos y aumentan los gastos. Esto les concienciа de que es conveniente realizar las pruebas de pre-conformidad. Otras empresas ni tan siquiera son conscientes de la obligatoriedad del cumplimiento de la Directiva de CEM y no tienen en cuenta en su diseño la CEM, ni la llevan a evaluar a ningún laboratorio. Ponen la etiqueta del Marcado CE ilegalmente y venden sus productos en la UE sin aparentemente mayores problemas. Se ahorran costos a corto plazo, pero en el futuro esta irresponsabilidad puede tener altos riesgos económicos. Estos riesgos pueden ser: multas administrativas por incumplimiento de la Directiva debido a posibles denuncias, rechazo de su producto en mercados más exigentes, pérdida de pedidos por incumplimiento, retirada de su producto en el mercado por manifiesto incumplimiento de la Directiva, posibles responsabilidades penales por aspectos de seguridad demostrables a consecuencia de un mal funcionamiento debido a interferencias, costes de imagen de marca, etc.

Las pruebas de pre-conformidad

Esperar a encontrar los problemas de CEM en el laboratorio puede costar un retraso de tiempo, costos de re-diseño, costos de repetición de pruebas y retrasos en la llegada del producto al mercado. Pero los costos de encontrar estos problemas de CEM en el producto cuando éste ya está en el mercado pueden ser muchísimo mayores.

La realización de pruebas de pre-conformidad previas a la conformidad final de la Directiva es esencialmente un ejercicio para reducir el riesgo en el proceso de conformidad.

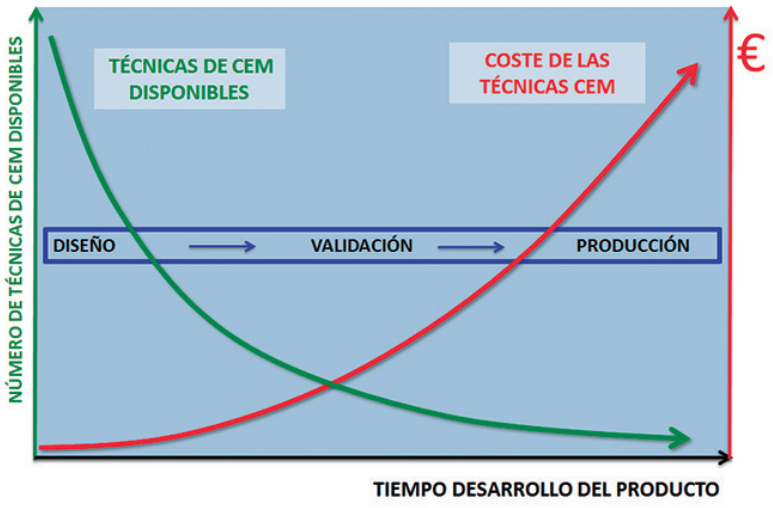

Figura 4. Técnicas de CEM disponibles y sus costes.

Se trata de transformar un riesgo relativamente desconocido en un riesgo conocido, para tener un mayor nivel de confianza de que el producto pasará las pruebas finales a la primera. Uno de los factores más importantes en las pruebas de pre-conformidad es el concepto de que los problemas de CEM son mucho más baratos y más fáciles de corregir si se detectan durante el ciclo de diseño.

Según la figura 4, el número de técnicas de CEM disponibles al principio del proyecto es mayor que al final. El coste de aplicar de estas técnicas va en aumento conforme se va desarrollando el nuevo producto.

Es mucho más barato implementar una solución de CEM en una tarjeta de circuito impreso (TCI), que añadir una solución externa, una vez que el diseño está finalizado. Por ejemplo, un filtro de paso bajo R-C o una ferrita en las señales de datos justo antes de que salgan a través de un cable radiante, puede costar mucho menos integrado en la TCI, que si la TCI está finalizada y es necesario añadir una ferrita para los cables radiantes, sin alterar la TCI, con un mayor coste por cable más el tiempo de rediseño y la puesta a punto. Otro ejemplo es la solución al ruido en una fuente de alimentación integrada en una TCI, en lugar de tener que comprar una fuente de alimentación externa de bajo nivel de ruido, más cara. El diseño cuidadoso de la red de distribución de la alimentación en la TCI puede ahorrar varios euros por unidad.

Por experiencia, aproximadamente el 70% de los problemas de CEM en un nuevo producto son debidos a un mal diseño de las TCIs desde el punto de vista electromagnético. El 30% restante es debido a un mal diseño del cableado, falta de filtrado o falta de apantallado. Por ejemplo, muchas empresas deciden usar cajas de plástico en sus productos, sin evaluar sus consecuencias electromagnéticas.

A veces, el uso de una caja de plástico implica mayores costes globales al tener que añadir más filtros, aumentar el número de capas en las TCIs o tener que usar cables apantallados.

Estrategia de diseño y pruebas de conformidad

Debe establecerse una estrategia de diseño de CEM desde el inicio del proyecto que sea coherente con las especificaciones funcionales, mecánicas y electromagnéticas. La toma de decisiones debe ser realizada en equipo integrando a diseñadores de hardware, software, mecánica y expertos de CEM internos o externos. Cualquier problema encontrado a tiempo se puede solucionar más fácilmente en la TCI o en la revisión del producto que se iba a hacer de todos modos por otras razones.

Pocas empresas disponen de los medios internos para poder autocertificar sus productos sin necesidad de ir a laboratorios de CEM externos a la empresa. Las pruebas de pre-conformidad realizadas en la empresa son generalmente más baratas que hacer las pruebas completas en un laboratorio de CEM. Los costes típicos del laboratorio están entre 180 €/h y 250 €/h. Pero las pruebas de pre-conformidad realizadas en la empresa tienen algún inconveniente:

- La realización de una importante inversión en instrumentos y en una cámara de Faraday anecoica.
- La necesidad de contratar un ingeniero experto en CEM para obtener los réditos de la inversión.

Si la empresa tiene un número suficiente de desarrollos de nuevos productos, a la larga puede amortizar la inversión, no solo a nivel económico si no también para obtener un buen rendimiento, al mejorar su "know-how" interno en todo lo relacionado con el diseño óptimo de la CEM.

Si se asume optimistamente que el producto va a pasar las pruebas de CEM y se planifica el inicio de la producción del producto que ya se ha vendido a los clientes y no se prueba el equipo, entonces se pueden tener riesgos que pueden salir caros.

A veces es posible volver a rediseñar el producto existente para implementar las soluciones de CEM, pero no es fácil. Esto sucede más a menudo de lo que se piensa. Hay muchas razones para hacer las pruebas de pre-conformidad. Si no se hacen, es probable que haya más costos y demoras en el proyecto. Las pruebas de pre-conformidad pueden realizarse de muchas formas. En la mayoría de los casos, realizar las pruebas de pre-conformidad implica una aproximación a simular los métodos que un laboratorio emprendería para certificar el producto. Para la CEM, esto significa que se deben medir las emisiones procedentes del producto, tanto por radiación como por conducción y los ensayos de inmunidad conducida y radiada, descargas electrostáticas, transitorios, etc.

Entre todas las soluciones disponibles para realizar las pruebas de pre-conformidad, se debe considerar algunos aspectos para elegir una opción:

- Presupuesto - ¿Cuánto es el costo de comprar o alquilar la solución?
- Tiempo - ¿Cuánto tiempo se tarda en realizar la prueba de pre-conformidad?
- Experiencia - ¿Qué formación se necesita para poder realizar la prueba con suficiente precisión?
- Probabilidad de fallo - ¿Cuáles son los modos de fallo más probables en el producto?
- ROI - ¿Qué tipo de retorno de la inversión se va a tener en términos de tiempo, conocimientos y dinero para las inversiones?

Todos estos puntos se deben analizar para determinar la estrategia a seguir en la gestión interna de la CEM en una empresa que desea mejorar la calidad de sus productos y cumplir con la Directiva de CEM a través de tener los instrumentos correspondientes en la empresa. Hay dos opciones para realizar las medidas en las pruebas de pre-conformidad: en la propia empresa o en un laboratorio externo.

En el laboratorio

Un laboratorio de pruebas alquila sus servicios por hora para realizar las pruebas de pre-conformidad.

El laboratorio tiene todos los instrumentos de pruebas necesarios para comprobar el cumplimiento total, por lo que esta opción aporta una gran confianza de que si el producto pasa las pruebas de

pre-conformidad, luego pasará las pruebas finales de certificación. Las pruebas de laboratorio miden el producto y pueden determinar los puntos más débiles en los que enfocar los esfuerzos de mejora. Algunos laboratorios ofrecen medio día o un día completo de pruebas de pre-conformidad, dando la coordinación de las pruebas al cliente, con la ayuda de un técnico de pruebas del laboratorio. Algunas ventajas son:

- Las pruebas de pre-conformidad se llevan a cabo de la misma forma en que se realizan en las pruebas de conformidad final, con un alto grado de precisión en los resultados.
- La empresa no necesita realizar inversiones (es decir, no debe comprar los equipos de pruebas)
- La empresa tiene a su disposición a un experto en medidas de CEM que garantiza que las pruebas se están realizando correctamente (destacar que realizar medidas de CEM con precisión no es una tarea fácil).

Y algunas desventajas son:

- Alto costo por hora.
- A veces se tienen plazos de ejecución largos por problemas de reserva de espacio en el laboratorio.
- Mientras se modifica el producto para mejorarlo se sigue pagando por el tiempo de laboratorio.
- Se debe pensar muy bien en como preparar el equipo con varias soluciones para no perder tiempo en el laboratorio en su preparación.
- Se necesita estar presente con el producto en el laboratorio.
- El dinero que se gasta no se está invirtiendo en un activo a largo plazo, tal como en equipos de prueba o en un mejor conocimiento en la realización de las pruebas.
- Puede surgir alguna sorpresa y no tener la solución preparada, con lo que es obligado volver al laboratorio.

En la empresa

Una muy buena forma de hacer las pruebas de pre-conformidad es realizarlas en las propias instalaciones de la empresa. Algunas ventajas son:

- Fácil accesibilidad en cualquier momento a realizar las pruebas.
- Se puede dedicar fácilmente unas horas a modificar el producto y luego volver a probarlo sin incurrir en gastos adicionales.
- Una mejor puesta a punto, al poder probar su producto tempranamente durante el ciclo de diseño.
- El producto se puede volver a verificar con frecuencia para asegurarse de que cualquier cambio realizado no afecta al rendimiento electromagnético.
- Los equipos de pruebas se pueden utilizar en muchos proyectos diferentes, mejorando así su amortización.
- El retorno de la inversión de la compra de equipos de pre-conformidad por lo general se puede justificar a medio plazo.
- La rapidez de aprendizaje en el buen diseño electromagnético es muy alta
- El "know-how" de cómo realizar las pruebas de pre-conformidad se queda en la empresa

Algunas desventajas son:

- Es difícil conseguir la misma precisión en los resultados que en un laboratorio de CEM externo.
- Algunos métodos sólo son buenos para las mediciones relativas entre un equipo inicial y el mejorado, pero no en las mediciones absolutas necesarias para la certificación.
- Se necesita un tiempo de formación para obtener un buen nivel de resultados en las pruebas que sean estables, fiables y repetitivos.

Alquiler de equipos

Si la empresa tiene un mínimo nivel de instalaciones e instrumentos para realizar pruebas de pre-conformidad, puede plantearse alquilar puntualmente los instrumentos más caros para las pruebas que son menos usuales. Por ejemplo, cuando un prototipo ya ha pasado la prueba de emisiones radiadas tiene más probabilidad de poder pasar la prueba de inmunidad radiada.

Los instrumentos necesarios en la prueba de inmunidad radiada son muy caros y no conviene alquilarlos si no se está seguro de que el prototipo ya pasa las emisiones radiadas. Sería tirar el dinero al saber que la probabilidad de no pasar la prueba de inmunidad radiada es muy alta, sin necesidad de realizarla.

A veces, las pruebas de CEM no se realizan de forma continua y tienden a suceder en ráfagas cortas durante un ciclo de diseño, por lo que los instrumentos de pruebas a menudo permanecen inactivos durante meses en el laboratorio de CEM interno. Por ello conviene analizar cuales son los instrumentos de CEM de mayor uso y comprarlos, dejando los demás en la opción de alquiler esporádico, cuando su uso sea necesario. Otra posibilidad es asignar estas pruebas poco frecuentes a un laboratorio externo y realizar previamente las pruebas más frecuentes en la empresa.

Riesgo de no comprobar la CEM de un cambio de diseño

Ante un cambio necesario en el diseño de un producto ¿es demasiado arriesgado no volver a comprobar la CEM? Esta pregunta aparece a menudo cuando se debe realizar un cambio menor de hardware en un producto ya probado y puede significar tener que pasar de nuevo por la realización de pruebas de CEM. Es difícil encontrar una respuesta concisa: siempre depende. En última instancia, es difícil saber de forma segura cuan grande es el riesgo de no volver a probar el producto.

Se debe tener en cuenta que la incertidumbre en la medición de las emisiones radiadas en un laboratorio de CEM puede estar dentro +/- 4 dB en una situación "ideal", aunque puede llegar a los +/-6 dB.

Esto significa que la diferencia en las medidas de emisión entre laboratorios puede ser de 8 a 12 dB. Esta diferencia es apreciable.

Si hay una discusión con un producto que no es conforme, es probable que la duda siga existiendo ya que una emisión puede ser de 8 a 12 dB más alta que cuando se mide el mismo producto en otro laboratorio.

En última instancia se deben revisar las mediciones en comparación con los límites reales, pero

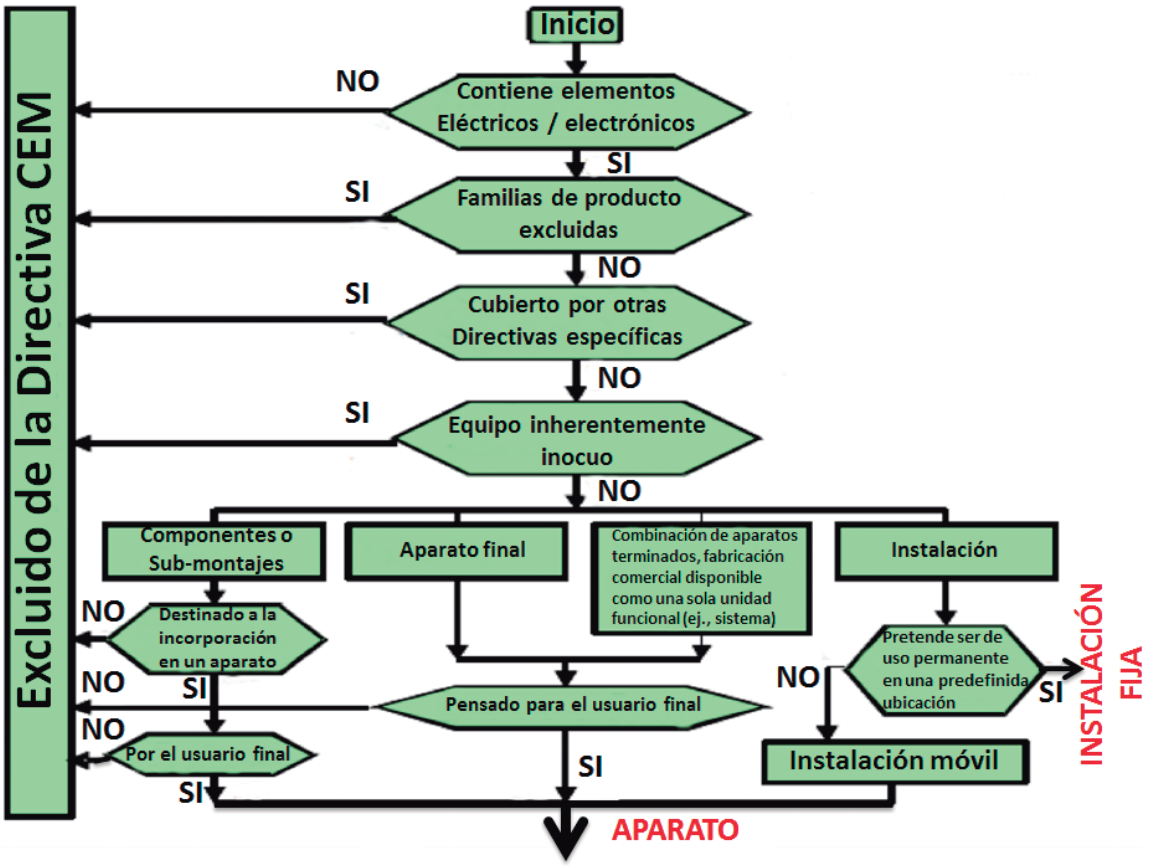

Figura 5. Diagrama del flujo del proceso de conformidad con la Directiva de CEM.

desde la perspectiva del análisis de riesgo. Esto significa en esencia que se tiene un margen de maniobra para hacer cambios menores si se empieza con un margen suficiente en relación a los límites de la norma aplicada.

En términos prácticos, un laboratorio de pruebas que mide de nuevo las emisiones de un producto no es capaz de decir si el valor del incremento en la emisión particular, proviene de:

(a) El montaje de la prueba ("setup"): ¿se recrea la configuración idéntica a la prueba anterior?

(b) Una variación entre las unidades de un mismo producto en producción.

(c) La variación de medición de un laboratorio a otro.

(d) Una modificación en el diseño del producto.

Si se desea saber cuánto margen de maniobra se tenía, se debe considerar cuáles son los impactos perceptibles del cambio realizado y cuánto margen hay por debajo de los límites antes y después de modificar el producto. Si se cambiara por ejemplo, el valor de un condensador, el riesgo de afectar negativamente a las emisiones es bajo. Por otro lado, si se cambia el microprocesador por un modelo completamente diferente, casi seguro que el perfil de las nuevas emisiones es diferente, por lo que es conveniente volver a probar el producto.

Si se cambian las resistencias de terminación de las señales del bus que tenían una oscilación a una frecuencia con un valor cercano a -2dB por debajo de la línea del límite, es arriesgado no volver a probar el equipo.

Una lista no exhaustiva de los cambios que se perciben como de alto riesgo es:

- Cambio de un componente activo a un componente con características completamente diferentes de conmutación y potencia.
- Cambio del material de la caja o envolvente del equipo.
- Cualquier componente en la fuente de alimentación que pueda afectar a las emisiones conducidas (fuentes conmutadas, circuitos estabilizadores o amortiguadores, filtros, rectificadores, etc).
- Cambio de la pantalla LCD.
- Aumento del número de los puertos de E/S.
- Cambios del número de capas en la TCI.
- Cambios en la asignación funcional de las capas en la TCI.
- Rediseño general de la TCI.

Y una lista de cambios de medio y bajo riesgo es:

- Cambio de resistencias de "pull-up".
- Cambio ligero de los circuitos de protección en las entradas.
- Cambio en el trazado de señales de tipo serie de baja velocidad.
- Sustitución de componentes idénticos.
- Re-ajuste leve en la colocación de un conector.

En todo caso, debe prevalecer el sentido común. Si realmente no se sabe el impacto que puede tener el cambio sobre las emisiones o la inmunidad, es mejor volver a probar para estar seguros.

Productos exentos del cumplimiento de la Directiva de CEM

En la guía de ayuda de 2010 sobre la actual Directiva de CEM 2004/108/CE se describen muchos productos que están exentos del cumplimiento de la Directiva. La figura 5 muestra el diagrama de flujo que da una visión general de la aplicabilidad de la Directiva. El lector de este artículo, lo más probable es que esté involucrado en el diseño de algún tipo de equipo electrónico o eléctrico, por lo que es seguro omitir la exención en la parte superior del diagrama (punto 1, figura 5).

El segundo punto (figura 5) es la exención llamada "familias de producto excluidas". Esto se refiere a los equipos cubiertos por otras normas o Directivas, tales como por ejemplo los equipos de radio (cubiertos por la Directiva R&TTE). Esto no significa necesariamente que no sea necesario realizar pruebas de CEM en el producto. En este caso simplemente las pruebas se definen de manera diferente en otra norma.

Los componentes, subconjuntos u otras unidades que están destinadas para su incorporación en el aparato, pero que no tienen "función directa" para el usuario final, no son considerados como un aparato para los fines de la Directiva (punto 3, figura 5). Esta es una buena ventaja a tener en cuenta si la empresa fabrica productos eléctricos o componentes que se integran en otros equipos como máquinas. Pero se debe tener en cuenta que el cliente final puede exigir la prueba de cumplimiento de la Directiva, aunque no sea obligatorio. Algunos ejemplos de estos componentes son:

- Componentes que forman parte de los circuitos eléctrónicos, por ejemplo, resistencias, condensadores, bobinas, transformadores, diodos, transistores.
- Las TCI o módulos necesarios para asegurar el nivel mínimo de la funcionalidad del aparato, por ejemplo, el procesador central o memoria mínima necesaria.
- Las fuentes de alimentación internas, incluyendo baterías, diodos emisores de luz (LED) o pantallas de cristal líquido (LCD).
- Equipos de telecomunicaciones privadas y redes de datos.
- Componentes de máquinas llamados "cuasi máquinas" en la Directiva de seguridad de maquinas 2006/42/CE.

Por último, los productos que son inocuos eléctricamente, lógicamente tampoco deben cumplir la Directiva (punto 4, figura 5).

Productos exentos del cumplimiento de la Directiva de Seguridad Eléctrica

En estrecha relación con la Directiva de CEM para el Marcado CE está el cumplimiento de la Directiva de baja tensión que cubre los requisitos de la seguridad eléctrica. Para muchos productos electrónicos y eléctricos destinados a la venta en la UE, la receta para poder tener el Marcado CE es:

Marcado CE = CEM + Seguridad Eléctrica

La Directiva de seguridad eléctrica se aplica a todo el material eléctrico destinado a utilizarse con una tensión nominal comprendida entre 50 y 1000 V en corriente continua y entre 75 y 1500 V en corriente alterna. Las tensiones nominales se refieren a la tensión de entrada eléctrica o de salida, no a las tensiones que puedan aparecer dentro del equipo. No hay un método conocido que una empresa pueda utilizar para evitar cumplir este requisito en las pruebas. Sobre la base de la cláusula de alcance de las tensiones de más arriba, se puede ver que si se reduce la tensión de entrada del producto por debajo de los 50 V en alterna o de los 75 V en continua, entonces la Directiva de baja tensión no se aplica.

Para evitar tener que cumplir con la Directiva de baja tensión, en lugar de tener una entrada de red de alterna en el producto, lo que se puede hacer es comprar una fuente de alimentación externa con el Marcado CE incluido y adjuntarla al producto. Pero si no se quiere tener problemas con la Directiva de CEM con el producto completo, es conveniente asegurarse que este adaptador de tensión cumple efectivamente con la Directiva.

Incluso llevando el Marcado CE, a veces, en el laboratorio de CEM aparecen problemas imprevistos por no cumplir correctamente con las pruebas de CEM en productos comprados con el Marcado CE. Las fuentes de alimentación baratas a menudo llevan el Marcado CE, pero en realidad no son conformes. Esto puede provocar problemas porque un adaptador de corriente no conforme puede causar que el producto falle en una serie de pruebas de CEM.

Conclusiones

Se ha presentado la estrategia de cómo realizar las pruebas de laboratorio para poder asegurar la conformidad de los productos con las Directivas de la UE. Se han dado unos consejos de cómo acometer la conformidad con la nueva Directiva de CEM 2014/30/UE. Se han presentado las razones para hacer las pruebas de pre-conformidad en la empresa o en los laboratorios externos. Se han dado las razones para alquilar los instrumentos de CEM más caros si se dispone de un mínimo de instalaciones en la empresa. Se ha explicado como evaluar el riesgo de no comprobar la CEM en un un cambio de diseño. También se han presentado algunas excepciones en el cumplimiento de las Directivas de CEM y de seguridad eléctrica. Ω

REFERENCIAS

- *Directivas de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE y 2014/30/UE*
- *Guide for the CEM Directive 2004/108/CE (8th February 2010)*
- *Guidelines on the Application of Directive 2006/95/EC , August 2007*
- *Francesc Daura, "Guía: Como Pasar La Directiva 2004/108/CE de Compatibilidad Electromagnética a La Primera", Revista Española de Electrónica, Junio 2013*
- *Tim Williams, "EMC for Product Designers: Meeting the European EMC Directive", 1995*