



## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

DR. CARLOS ROMO FUENTE (FI),  
DR. FREDERIC TRILLAUD (IINGEN) Y  
DR. FERNANDO VELÁZQUEZ VILLEGAS

El concepto de compatibilidad electromagnética (EMC, del inglés *electromagnetic compatibility*) formalmente se entiende como la aptitud de un aparato o sistema para funcionar en forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en dicho entorno.

Normalmente se considera un aspecto adicional al diseño y a la ingeniería; sin embargo, el interés sobre el tema, en la mayoría de los casos, se relaciona con el número de desastres ocasionados por las interferencias electromagnéticas (EMI, del inglés *electromagnetic interference*) que surgen durante el funcionamiento de los sistemas.

En la mayoría de los casos se tiene la premisa de que si no surge ningún problema en cualquiera de las etapas de diseño de algún sistema, entonces nadie se preocupa por el tema de la EMC hasta que surge algún desastre, dejando de lado la posibilidad de reducir la probabilidad de que se presente un mal funcionamiento del mismo.

Durante la historia del desarrollo tecnológico han ocurrido diferentes casos en los que debido a interferencias electromagnéticas se han provocado accidentes en todas las escalas, desde el mal funcionamiento de dispositivos electrónicos hasta pérdida de vidas debido a estos accidentes.

Podemos mencionar como ejemplos, a modo de establecer la importancia del análisis de la EMC y su impacto directo en la sociedad, diferentes situaciones comunes en la vida cotidiana, como la activación de bolsas de aire en la industria automotriz debido al uso de los teléfonos celulares, esto como producto de la generación del campo electromagnético de altos niveles que generan corrientes parásitas en la red de cableado a lo largo del vehículo, lo cual a su vez genera el encendido de los dispositivos de emergencia; esto ha ocasionado el retiro de millones de automóviles del mercado, lo cual se reflejó en pérdidas millonarias para proteger estos dispositivos. Incluso existen reportes de apagado de los motores de vehículos debido a la alta intensidad del campo electromagnético en el interior del automóvil.

Uno de los ejemplos más críticos en la industria militar es el lanzamiento no previsto de misiles a bordo de portaviones debido a transmisiones de radar no deseadas.

En la industria médica se han presentado casos de malfuncionamiento de marcapasos en las puertas de seguridad de las tiendas comerciales, lo que genera que las personas que tienen estos dispositivos biomédicos enfrenten situaciones de emergencia.

Es entonces que, ante la tendencia en el aumento de la cantidad de elementos electrónicos, medios de comunicación y navegación, sistemas automáticos de control, uso de nanotecnología, optimización en sistemas estructurales, etc., durante la etapa de diseño de sistemas de a bordo de objetos móviles (satélites, naves espaciales, aviones, helicópteros, barcos, automóviles, electrodomésticos, sistemas de comunicación, etc.), el análisis de la EMC adquiere mayor importancia.

Para lograr una compatibilidad electromagnética donde se garantice el rendimiento y la funcionalidad de los productos, es necesario contar con métodos, modelos y algoritmos que ayuden a la disminución o eliminación del ruido electromagnético, sea cual sea la industria.



Los investigadores y desarrolladores de tecnología así como la sociedad en general debe tomar un papel proactivo en el desarrollo de productos bajo criterios de EMC, y no una actitud reactiva a las crisis que puedan presentarse durante el ciclo de vida de los mismos.

Se ha trabajado intensamente en tener un acercamiento al estudio de la EMC a través de la definición del ambiente electromagnético en donde se encuentra el sistema a estudiar, esto es, evaluar e identificar los niveles de campo electromagnético presente en el espacio donde esté funcionando el sistema.

Para esto, es necesario identificar las fuentes de campo electromagnético (fuentes de alimentación, redes de comunicaciones o alimentación eléctrica, antenas transmisoras o receptoras); los medios de propagación o de acoplamiento de los campos presentes (medios de conducción o radiación, acoplamiento inductivo o capacitivo); y los sistemas receptores de dichos campos (equipos de medición, instrumentación, computadoras de vuelos, sistemas de electrónicos). Es en este punto donde los temas de física, como electromagnetismo aplicado, análisis de medios de transmisión, campos y ondas electromagnéticas, propagación, teoría de blindajes y física de materiales nos proporcionan el conocimiento fundamental para analizar estos problemas.

Parte esencial de un análisis de EMC es evaluar el estándar asociado con la industria en la que se trabaja, lo cual garantizará la conformidad del mismo. El impacto de conformidad estándar de EMC a nivel internacional es aquel que permitirá la exportación del producto a nivel internacional y el reconocimiento de los productos generados bajo un marco de seguridad electromagnética.

Así, la EMC tiene cabida en el desarrollo de nuevas tecnologías, como la generación de sistemas electrónicos de alto desempeño, lo cual sucede en industrias a nivel internacional; el desarrollo de normas nacionales e internacionales para observar la conformidad de los estándares; el desarrollo de tecnología y de infraestructura de laboratorios para el estudio de EMC; la generación de nuevos campos de estudio con el apoyo de otras áreas, como análisis numérico y optimización para la generación de nuevas herramientas de estudio de EMC en las diferentes industrias establecidas en las distintas regiones del país y, por supuesto, la formación de recursos humanos para cubrir las necesidades de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en nuestro país.

El análisis de compatibilidad electromagnética deberá convertirse en parte fundamental de la propuesta de desarrollo de nuevas tecnologías, para lo cual deberán generarse los mecanismos

que permitan establecer las bases para llevar a cabo estos análisis, desde la formación de recursos humanos capacitados en el área hasta la realización de pruebas de certificación y de conformidad a los estándares que la industria en nuestro país necesita. Dado el contexto alrededor de la EMC, su importancia y su complejidad, un grupo de académicos del Instituto de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería de la UNAM se han dado a la tarea de formular acciones específicas para formar ingenieros expertos en este tema a mediano plazo.

Esta futura formación académica se apoyará sobre conocimientos sólidos y multidisciplinarios que contemplarán los diseños de productos electrónicos bajo los criterios de EMC. Los alumnos deberían recibir, además de cursos sobre la teoría de EMC, formaciones en electrónica, en teoría electromagnética y propagación de ondas, técnicas numéricas y experimentales. Esos cursos deberán enfocarse sobre el diseño de productos que cumplan con los requerimientos de emisión y susceptibilidad electromagnética con base en estándares.

No existen en México cursos dedicados a este tema, tampoco una carrera específica. Por lo anterior y respondiendo a una demanda industrial creciente en el país, el grupo mencionado está proponiendo la creación de cursos especializados sobre el tema de la EMC en la UNAM, con el objetivo de formar ingenieros especializados de alto nivel en este tema. A largo plazo, esta semilla permitirá a esos ingenieros traer su experiencia del tema respondiendo a necesidades de tipo industrial. Esos cursos incluyen análisis numérico con base a elementos finitos y herramientas de optimización, técnicas experimentales de generación y medición de ondas electromagnéticas, teoría de la EMC y de propagación de ondas. Los cursos permitirán confrontar la teoría y la práctica, y dar a los aspirantes la oportunidad de diseñar equipos sencillos que cumplan con algunos aspectos de la EMC que se caractericen a través del apoyo de investigadores y laboratorios existentes 🏢.

