

ELECTROMAGNETIC EMISSIONS STUDY AND ANALYSIS**ESTUDIO Y ANALISIS DE LAS EMISIONES ELECTROMAGNETICAS****Ing. José David Méndez Acosta, PhD. Aldo Pardo García, MSc. Jorge Luis Díaz R.****Universidad de Pamplona**

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 156

E-mail: {josemendez, apardo13, jdiazcu}@unipamplona.edu.co

Abstract: This paper presents different types of electromagnetic interferences and the possible ways or means of its transmission, with the purpose of keeping in mind in the moment of the production or the design of any device. The correct operation of the different electric and electronic devices in the offices, homes or in the industry is due to the electromagnetic harmony of the different devices in this way. To achieve this, the different devices, should have subjected to electromagnetic compatibility study and accomplish the corresponding available standards.

Resumen: En este artículo se presentan los diferentes tipos de perturbaciones electromagnéticas y los modos o medios posibles de transmisión de esta, esto con el fin de tener en cuenta al momento de la fabricación o el diseño de cualquier equipo. El correcto funcionamiento de los diferentes equipos eléctricos y electrónicos en las oficinas, hogares o en la industria, se debe al armonía electromagnética de los diferentes dispositivos que se encuentran en este medio. Para lograr esto, los diferentes aparatos, se han debido someter a un estudio de compatibilidad electromagnética y alcanzar el cumplimiento de toda la normatividad correspondiente.

Keywords: Electromagnetic compatibility, Electromagnetic emissions, Electromagnetic interferences, Electromagnetic immunity, Emission levels.

1. INTRODUCCION

Todos los procesos, ya sean industriales, de oficina u hogareños, utilizan dispositivos de alta emisión electromagnética, relacionados con tensiones y corrientes de alta frecuencia "AF". Estos fenómenos modifican el comportamiento de los dispositivos o sistemas electrónicos que se encuentran en este entorno.

Los problemas de Compatibilidad Electromagnética se presentan en muchas áreas de la ingeniería, la mayor parte de los dispositivos que se utilizan en la industria son instrumentos de medición sensibles a la exposición electromagnética, por tal razón es importante tener cierto tipo de consideraciones y parámetros esenciales para el buen desarrollo de un entorno electromagnético adecuado y así lograr el correcto funcionamiento de todos los dispositivos ubicados en este medio.

La Compatibilidad Electromagnética se sostiene sobre tres ejes primordiales:

- Caracterización de la fuente de perturbaciones, determinación de las perturbaciones generadas y como reducirlas.
- Estudio de los modos de acoplamiento del sistema perturbador y el sistema perturbado, a nivel cuantitativo como cualitativo.
- Simulación y ensayos para la elaboración de técnicas de protección contra susceptibilidad electromagnética.

Este estudio se hace con el fin de dar a conocer los diferentes tipos de emisiones electromagnéticas, el comportamiento que puede llegar a tener algunos equipos si no son electromagnéticamente compatibles y los posibles daños que pueden producir estas emisiones.

En la figura 1 se representa el esquema básico de los elementos que intervienen en un problema de “Compatibilidad Electromagnética (EMC)”. Hay que remarcar que solo se habla de interferencia siempre y cuando se provoque un mal funcionamiento en el receptor.

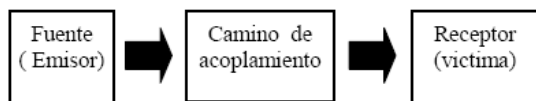


Fig. 1. Elementos básicos de un problema de EMC

Aportar soluciones a estos problemas concretos de la Compatibilidad Electromagnética y al desarrollo de nuevos diseños, es el principal objetivo de este estudio.

2. FUENTES DE INTERFERENCIA¹

Además de los artefactos de creación humana, hay fuentes naturales de interferencia, como el ruido térmico, que se produce por las fluctuaciones estadísticas del movimiento electrónico en los conductores debido a la temperatura. Estas fluctuaciones, de muy baja intensidad, pueden crear efectos de ruido en señales de baja intensidad y producir fallas de funcionamiento en circuitos muy sensibles.

Las tormentas eléctricas, crean descargas por ruptura dieléctrica del aire ante los campos

eléctricos producidos entre nubes y/o entre nubes y la tierra, dado que las nubes acumulan carga eléctrica estática. Las tormentas y actividad electromagnética atmosférica inducen cambios en las partes altas de la atmósfera, donde existen regiones de partículas cargadas por la radiación solar y la radiación cósmica. Estas regiones (troposfera e ionosfera) actúan como guías de onda para radiaciones de RF y generan también campos electromagnéticos propios que varían a lo largo del año y de acuerdo a la situación geográfica [1].

Los fenómenos extraterrestres (ruido cósmico), como las manchas solares, generan radiación cósmica en forma de partículas de alta energía que interactúan con los átomos y moléculas de la alta atmósfera. La presencia del campo magnético terrestre ejerce fuerzas sobre estas partículas modificando su trayectoria y “enfocándolas” hacia los polos, donde las interacciones producen las llamadas auroras.

Dentro de las interferencias producidas por la actividad humana, debe señalarse que todos los equipos que usan campos electromagnéticos producen algún tipo de interferencia, pero su importancia varía con muchos factores ligados a la susceptibilidad (o inmunidad) de los equipos posibles víctimas de esa interferencia, fundamentalmente dependientes de la frecuencia e intensidad de los campos de interferencia [1].

Suele clasificarse el origen de la interferencia como “radiada o conducida”. La interferencia radiada es la producida por los campos electromagnéticos (deseados o no) creado por el agente que interfiere. La interferencia conducida se produce por las señales eléctricas que viajan por conductores que conectan los dispositivos, equipos o instalaciones que se interfieren.

Dentro de los campos de interferencia radiada pueden estar los campos de inducción que son cuasiestáticos o cercanos y los verdaderos campos de radiación que son los que transportan potencia neta. Puede disminuirse la susceptibilidad de dispositivos, equipos o instalaciones a campos externos mediante técnicas de apantallado o blindaje. Estas técnicas son particularmente efectivas en el caso de los campos eléctricos, pero son poco eficaces para campos magnéticos de baja frecuencia, que podrían inducir corrientes y tensiones parásitas sobre el equipo susceptible.

¹ Tomado de [1]

La interferencia conducida se clasifica según el camino de las corrientes, sean los puertos de señal o los puertos de alimentación de un circuito, y aún más de acuerdo si la interferencia es en modo común (entre los caminos de señal y tierra) o en modo diferencial (entre los propios caminos de señal). La interferencia conducida se puede disminuir utilizando distintos tipos de filtros, en el caso de la interferencia de modo común, mediante acoples optoelectrónicos que son inmunes a interferencias electromagnéticas.

3. TIPOS DE PERTURBACIONES ELECTROMAGNETICAS²

La IEC (*Comisión Electrotécnica Internacional*) clasifica los principales fenómenos de perturbaciones electromagnéticas en seis categorías:

- Perturbaciones de bajas frecuencias conducidas.
- Perturbaciones de bajas frecuencias radiadas.
- Perturbaciones de alta frecuencia conducidas.
- Perturbaciones de alta frecuencia radiada.
- Descargas electrostáticas.
- Transitorios electromagnéticos especiales de alta intensidad incluyendo pulsos electromagnéticos nucleares [2-3].

Las perturbaciones electromagnéticas suelen ser ruidos electromagnéticos, señales no deseadas o la modificación del medio de propagación. Entre los diferentes tipos de perturbaciones, se encuentran las de bajas frecuencias, que van desde los 0Hz hasta 5MHz y se producen en las instalaciones principalmente por conducción (cables,...), la duración de estas perturbaciones generalmente dura algunos mseg., aunque en algunos casos suelen ser permanentes (armónicos).

Otro tipo de perturbaciones son las altas frecuencias, que van desde los 30MHz en adelante y se producen principalmente por radiación (aire). Existen también las perturbaciones transitorias, que dan referencia a las sobretensiones por impulsos acoplados en los circuitos eléctricos, que se encuentran en forma conducida en los cables de alimentación y en las entradas de control y señal de los equipos eléctricos o electrónicos, ejemplo de estos son los rayos, fallos de la conexión a tierra.

Los motores eléctricos constituyen una fuente importante de perturbaciones conducidas y/o radiadas. En funcionamiento normal (marcha continua) las perturbaciones dependerán del tipo de motor que se utilice, los motores de inducción son poco perturbadores y los motores con escobillas y colector generan perturbaciones de tipo transitorios que se producen en la fase de conmutación de las escobillas.

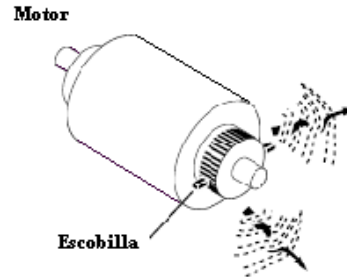


Fig. 2. Motor con escobillas.

Existen otro tipo de perturbaciones entre las que se tienen la Descargas Electrostáticas (DES), Conmutación de cargas inductivas por contactos secos.

Las perturbaciones por DES son en el que las cargas electrostáticas proceden del intercambio de electrones entre los materiales o entre el cuerpo humano y los materiales. La combinación de materiales sintéticos (plásticos, tela,...) y un ambiente seco favorece este fenómeno.

En Conmutación de cargas inductivas por contactos secos, no genera ninguna, o casi ninguna, perturbación, aunque en régimen estable, un contacto que alimenta una carga inductiva no genera perturbaciones.

Estas perturbaciones no tienen ningún efecto sobre los componentes electromecánicos tradicionales, pero pueden perturbar algunos circuitos electrónicos por conducción, puede provocar el accionamiento imprevisto de tiristores, triacs... y la conmutación o la destrucción de entradas sensibles, y por radiación: Estas perturbaciones de las altas frecuencias pueden perturbar los circuitos vecinos (cables colocados en la misma canaleta, pistas de tarjetas electrónicas...). Además, pueden perturbar los aparatos de telecomunicaciones próximos (televisión, radio, circuito de medida...).

² Tomado de [3]

4. MODOS DE TRANSMISION DE LAS PERTURBACIONES³

La Comisión Electrotécnica Internacional IEC, (*International Electrotechnical Commission*) especifica que en un ambiente electromagnético dado pueden distinguirse tres componentes básicas [2]:

1. Un equipo que emite una cantidad de energía electromagnética cuyo nivel debe estar limitado; de acuerdo con la IEC este equipo se identifica como “fuente”.
2. Un canal de acoplamiento.
3. Un objeto que recibe o capta la energía electromagnética y cuyo nivel de inmunidad debe respetarse. De acuerdo con la IEC este equipo se define como “víctima”.

En lo que son los modos de perturbaciones, se pueden dar por conducción, por radiación y por tierras.

En cuanto a los modos por conducción, los acoplamientos constituyen el mecanismo mediante el cual las perturbaciones afectan a los dispositivos.

Existen tipos de acoplamiento por conducción en los circuitos de masa y de tierra, en efecto todos los conductores de masa electrónica, están conectados a la masa y a la tierra de la instalación a través de conductores eléctricos de impedancia Z no nula y como consecuencia se genera una diferencia de potencial entre las tierras y las masas y entre las propias masa, provocando la circulación de corrientes perturbadoras por los diferentes circuitos. Por otra parte, El nivel de compatibilidad electromagnética (EMC) está relacionado con los acoplamientos entre los circuitos, acoplamientos que, a su vez, dependen directamente de las impedancias entre dichos circuitos.

Los conductores utilizados, así como su instalación, son determinantes para el comportamiento electromagnético de la instalación, en la figura 3 se muestra el comportamiento de los conductores en función con la frecuencia.

En baja frecuencia BF, la corriente circula por el interior del conductor, mientras que en alta frecuencia AF predomina el efecto pelicular. La corriente circula por la superficie del conductor [1].

Por otra parte en cuanto a las perturbaciones radiadas según la naturaleza de la perturbación emitida, los acoplamientos pueden ser de dos tipos, acoplamiento inductivo o acoplamiento capacitivo.

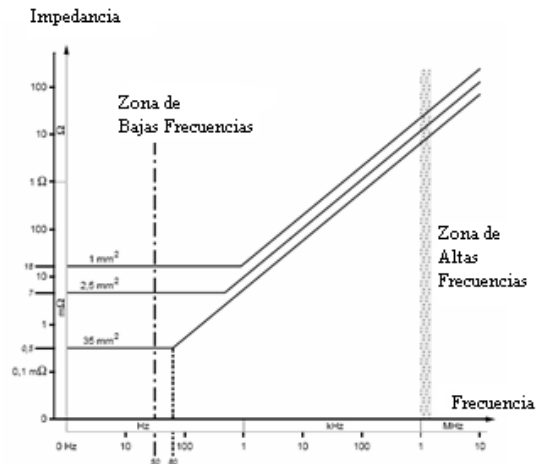


Fig. 3. Valores característicos de la impedancia de un conductor eléctrico de longitud $L = 1$ m. [3].

En el acoplamiento inductivo una corriente i que circula por un conductor eléctrico genera un campo magnético que irradia alrededor del conductor, siempre que un conductor eléctrico forma un bucle de superficie S bañado en un campo magnético variable aparece una tensión U alternativa en sus bornes.

En el capacitivo siempre existe una capacidad no nula entre un circuito eléctrico (cable, componente) y otro circuito cercano (conductor, masa...). Cualquier diferencia de potencial variable entre estos dos circuitos genera una corriente eléctrica que circula de uno hacia otro a través del aislante (el aire...) formando un condensador llamado capacidad parásita, la corriente parásita aumenta con la frecuencia de la tensión en los bornes de la capacidad parásita. Aunque estas capacidades parásitas son totalmente despreciables a 60Hz, tienen una importancia considerable en alta frecuencia AF y provocan fallos en el funcionamiento de las instalaciones.

En cuanto a la mayor parte de los otros fenómenos de EMC (transitorios, corrientes o campos radiados de alta frecuencia AF), los conductores de tierra cuya longitud y topología de distribución (conexión en estrella, en paralelo, a los conductores activos) presentan impedancias muy elevadas en alta frecuencia AF no tendrán utilidad alguna si no se dispone además de una red de mallado de las masas.

³ Tomado de [3]

El nivel de compatibilidad electromagnética (EMC) está relacionado con los acoplamientos entre los circuitos, acoplamientos que, a su vez, dependen directamente de las impedancias entre dichos circuitos.

5. CONCLUSIONES

La Compatibilidad electromagnética (EMC), es la capacidad de de un dispositivo electrónico o eléctrico de trabajar en un entorno electromagnético sin provocar ningún daño o mal funcionamiento a los demás equipos que se encuentran en ese entorno y de igual manera sin ser perjudicado por ellos.

La EMC se tiene como una metodología para ensayar los elementos con los que se puedan prevenir, superar o mermar las consecuencias o resultados de acoplamientos de los diferentes equipos, ya sean acoplamientos por radiación o acoplamientos de conductores, teniendo en cuenta las normas estandarizadas universales.

En estos momentos se hace preciso contar con elementos para ejecutar procesos de inspección, acreditación y certificación, de la fabricación o diseños de los dispositivos eléctricos o electrónicos creados en Colombia, debido a que podría cristalizarse en un problema para el mercadeo internacional.

REFERENCIAS

- [1] Jardón A., H., Compatibilidad electromagnética de los sistemas de radiocomunicaciones, Editorial Alfaomega, México, 1996.
- [2] <http://www.iec.ch>
- [3] dispositivo o sistema.
Viv Cohen, CEM - BEYOND 1996.
<http://www.cbi.co.za/papers/18/Emc.pdf>
- [4] Méndez, J. Estudio y Análisis de las Emisiones Electromagnéticas en los Convertidores de Frecuencia (compatibilidad Electromagnética). Tesis de Pregrado, Universidad de Pamplona (Colombia), 2006.
- [5] M. Grandolfo, D. Harder, B. Knave, J. Marshall. Interim guidelines on limits of espousure to 50/60 Hz electric and magnetic fields., Internacional radition protection association, May. 1989.
- [6] www.irpa.net
- [7] Pardo G., A. y otros, Fundamentos de Accionamientos Eléctricos de Corriente Alterna, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 1996.
- [8] Crespo, E., y otros, Principios de la Teoría Unificada de las Maquinas Eléctricas y su aplicación al mando por frecuencia, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 1984.
- [9] Rodrigo A., José, Informe de las medidas de atenuación del sitio de la cámara semianecoica de la up de valencia. DOCUMENTO DE IRSA REF.: 0801.014. Madrid, España, 1993
- [10] C. R. Paul, Introduction to electromagnetic compatibility. John Wiley & Sons, 1992
- [11] T. Williams, EMC Control y limitación de energía electromagnética, Paraninfo, 1997.
- [12] C. Christopoulos, Principles and techniques of electromagnetic compatibility, CRC Press, 1995.
- [13] J. Sebastian, Fundamentos de compatibilidad electromagnética, Addison-Wesley 1999.