

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC)



*Av Libertador 1109 (oeste)
San Juan - Argentina
Tel: 0054 - 264 - 4226444
Fax: 0054 - 264 - 4210299
email: ieedir@iee.unsj.edu.ar
Web: www.iee.unsj.edu.ar*



INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA - UNSJ

1

EMC

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC)

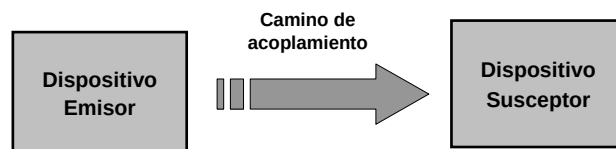
- Definiciones y terminología relacionada según normativa IEC 1000-1-1
- Aspectos de Incertidumbres y Probabilidad de EMC



INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA - UNSJ

2

Esquema básico de elementos que intervienen en un problema de EMC



Emisor:

Dispositivo, equipo o sistema que emite o genera una perturbación electromagnética (tensión, corriente, campo).

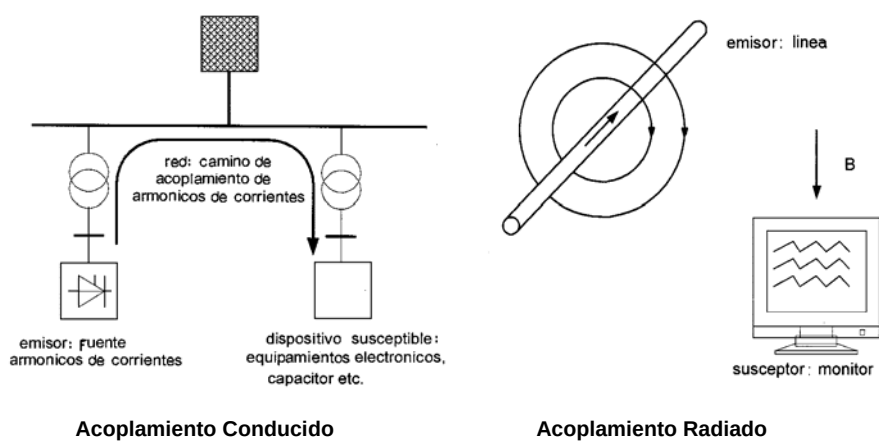
Camino de acoplamiento:

Medio de propagación o de acoplamiento de la perturbación.

Susceptor:

Dispositivo, equipo o sistema cuya operación puede ser degradada por la perturbación.

Ambiente Electromagnético



Términos Básicos

Ambiente Electromagnético: La totalidad de los fenómenos electromagnéticos existentes en una ubicación dada. Las características particulares de cada ambiente electromagnético pueden cambiar con la ubicación y con el tiempo y pueden necesitar herramientas estadísticas para su descripción.

Perturbación Electromagnética: Cualquier fenómeno electromagnético que puede degradar la performance de un dispositivo, equipo o sistema, o afectar adversamente a materia viviente o inerte. (Causa). Ej. Ruido electromagnético en comunicaciones, armónicos de tensión, campos magnéticos que afectan a personas, cambios en el medio de propagación, etc.

Interferencia Electromagnética (EMI): Degradación de la performance de un dispositivo, equipo o sistema causado por una perturbación electromagnética. (Efecto).

Compatibilidad Electromagnética (EMC): Es la capacidad o aptitud de un equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente en un ambiente electromagnético, sin introducir perturbaciones intolerables en ese ambiente.



Términos Básicos (II)

Emisión (Electromagnética): Fenómeno mediante el cual la energía electromagnética emana de una fuente.

Degradación (de la performance): Desviación o apartamiento no deseado en la performance operacional de cualquier dispositivo, equipo o sistema de su performance de diseño. La degradación puede ser temporal o permanente.

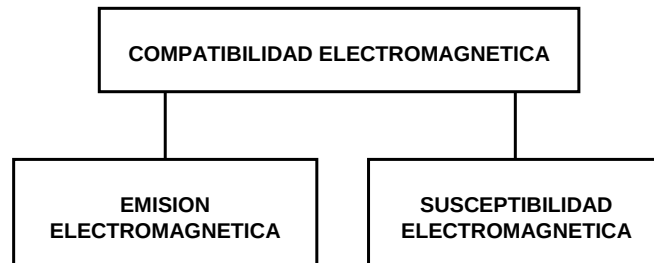
Inmunidad (a la perturbación): Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema de operar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética. La inmunidad se indica mediante el cumplimiento de ciertas pruebas o ensayos normalizados.

Susceptibilidad (Electromagnética): Incapacidad de un dispositivo, equipo o sistema de operar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética.

Nivel (de una cantidad): Magnitud de una cantidad evaluada de una manera específica. Ej db (decibelios) respecto de un valor de referencia.



Compatibilidad Electromagnética: Requerimientos



Para que un equipo o sistema tenga compatibilidad debe satisfacer dos requerimientos:

- ✓ “*Funcionar satisfactoriamente*”, significa que el equipo o sistema es “tolerante a otros”. Esto implica que el equipo o sistema no es susceptible (es inmune) a las perturbaciones presentes en ese ambiente.
- ✓ “*No introducir perturbaciones intolerables*”, significa que el dispositivo no genere emisión de perturbaciones que resulten en interferencia electromagnética en otros equipos presentes en ese ambiente.

Términos Combinados

Nivel de Emisión: Nivel de una perturbación electromagnética emitida desde un dispositivo, equipo o sistema, medido en una forma específica (mediante ensayos normalizados).

Límite de Emisión: Máximo nivel de emisión permitido.

Nivel de Inmunidad: Máximo nivel de una perturbación electromagnética dada, incidente en una forma específica sobre un dispositivo particular, equipo o sistema, para la cual no ocurre degradación en la operación.

Límite de Inmunidad: Mínimo nivel de inmunidad requerido.

Nivel de perturbación: Nivel de una perturbación electromagnética dada, medida en una forma específica (especificación de las condiciones de carga y de la fuente de perturbación y la descripción detallada de las condiciones de ensayo).

Nivel de Compatibilidad: Nivel de perturbación especificado para el cual debiera existir una aceptable y alta probabilidad de compatibilidad electromagnética.

Términos Interrelacionados

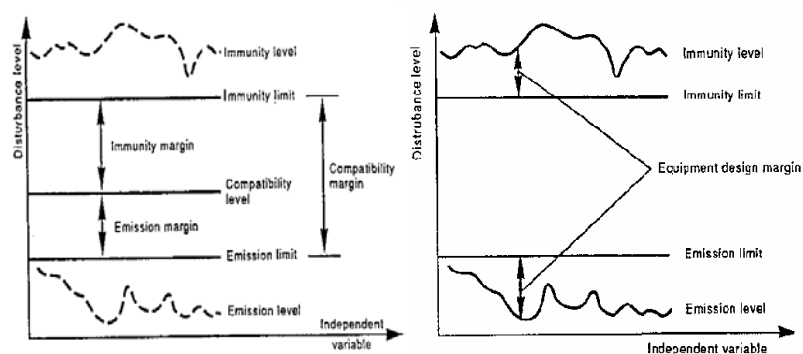
Margen de emisión: Es la relación entre el Nivel de Compatibilidad y el Límite de Emisión.

Margen de Inmunidad: Es la relación entre el Límite de Inmunidad y el Nivel de Compatibilidad electromagnética.

Margen de Compatibilidad: Es la relación entre el Límite de Inmunidad y el Límite de Emisión.

Todos estos términos se pueden visualizar en la figura siguiente.

Situación de Compatibilidad Electromagnética



Nivel de Emisión < Límite de Emisión

Límite Inmunidad < Nivel Inmunidad

Límite Inmunidad < Nivel Compatibilidad < Límite de Emisión

Margen Inmunidad y Margen de Emisión dependen de Nivel Compatibilidad

Nivel de Compatibilidad - Consideraciones

- Si el ambiente electromagnético es “Controlable”, es posible elegir el Nivel de Compatibilidad deseado y a partir de él derivar los Límites de Emisión y de Inmunidad tal que aseguren una aceptable y alta probabilidad de Compatibilidad electromagnética en ese ambiente.
- Si el ambiente electromagnético es “No Controlable”, el Nivel de Compatibilidad se elige sobre la base de los niveles de perturbación existentes o esperados. En este caso, los Límites de Emisión e Inmunidad tienen que ser valorados tal que aseguren que los niveles de perturbación existentes o esperados no se incrementen cuando nuevos equipos sean instalados, y que tales equipos sean suficientemente inmunes.

En ambientes No Controlables, el no aseguramiento de compatibilidad da lugar al reajuste del Nivel de Compatibilidad y consecuentemente de los límites de Emisión y Compatibilidad.



Nivel de Emisión y de Inmunidad - Incertidumbres

La determinación de los niveles de emisión y de inmunidad están afectados por las siguientes incertidumbres:

- Incertidumbres asociadas a ensayos estandarizados modifican los márgenes entre el Nivel de Compatibilidad y los Límites:
 - Relevancia de los métodos de Ensayos
 - Dispersión normal de características de componentes para equipos fabricados en forma masiva
- Incertidumbres asociadas a Ensayos in-situ:
 - Superposición y combinación de efectos perturbadores
 - Características de carga dependientes del tiempo
- Incertidumbre por Falta de Datos:



Relevancia de Ensayos Estandarizados

- Los métodos de ensayos cubren un número limitado de situaciones en los cuales el equipo debe funcionar satisfactoriamente.
- Los métodos de ensayos de emisión e inmunidad son realizados bajo condiciones estandarizadas definidas, que intentan lograr situaciones similares a las del equipo interactuando con otros emisores y susceptores.
- En general los ensayos consideran un fenómeno a la vez, cuando en realidad, los fenómenos electromagnéticos pueden ocurrir simultáneamente o en forma combinada.

Consecuencia:

La importancia de los resultados obtenidos de ensayos es válida solo si cubren una situación de operación similar.

Esto crea la necesidad de establecer márgenes o tolerancias entre el Nivel de Compatibilidad y los Límites de Emisión e Inmunidad .



Dispersión de Características en Componentes

- Los Niveles de Emisión e Inmunidad de equipos fabricados en forma masiva varían estadísticamente debido a la dispersión en las características de los componentes.
- La dispersión está afectada también por la reproducibilidad de los métodos de ensayo.

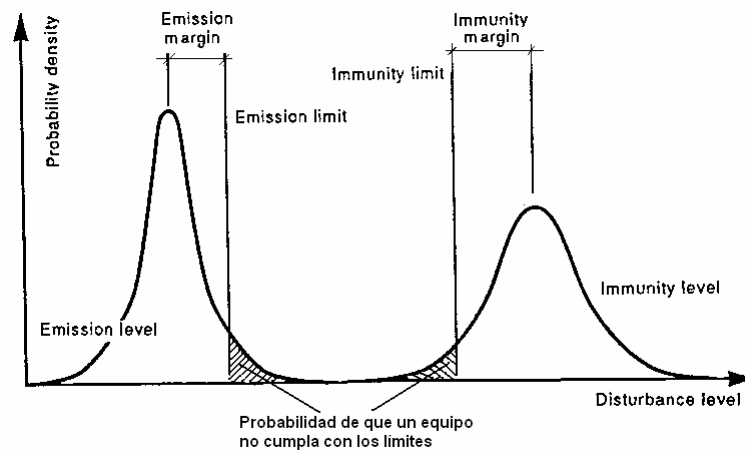
Consecuencia:

Es necesario describir a dichos niveles por la densidad de probabilidad.

Incertidumbre en el cumplimiento de límites en equipos elegidos aleatoriamente o al azar.



Densidad de Probabilidad para Niveles de Emisión e Inmunidad



Superposición de Efectos

Para una ubicación del equipo susceptible, el ambiente electromagnético está determinado por todos los dispositivos, equipos y sistemas que emiten energía electromagnética.

Diferentes tipos de perturbaciones pueden estar presentes simultáneamente (perturbaciones del mismo tipo y de tipo diferente).

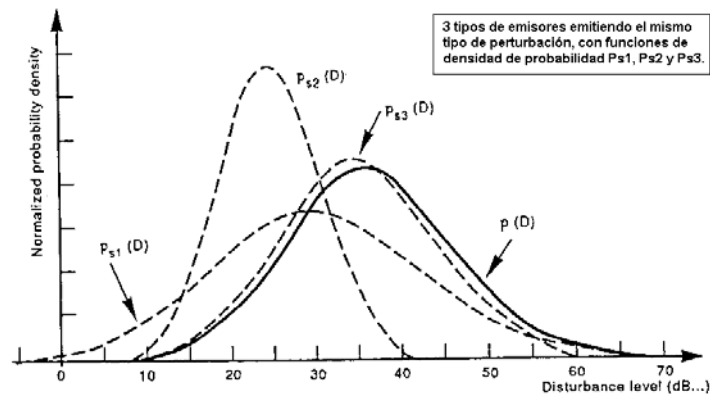
El nivel de perturbación resultante en una ubicación dada estará determinado por:

- La superposición de perturbaciones del mismo tipo, donde la contribución de cada perturbación depende de las condiciones de carga de sus emisores, de las propiedades de propagación entre emisor y susceptible y del tiempo.
- La condición de carga de un emisor en general es desconocida y variable en el tiempo (la impedancia de la red es variable en el tiempo).
- Las contribuciones de otros tipos de perturbaciones, donde cada una de ellas está sujeta a consideraciones similares a las anteriores.

Consecuencia:

La incerteza del valor real del Nivel de perturbación crea la necesidad de utilizar márgenes

Superposición de efectos



En este caso la función resultante $P(D)$, está mayormente influenciada por P_{s3} y representa el nivel de perturbación para todos los susceptores posibles en esa ubicación.

En general la función de densidad es dependiente del tiempo y del número de fuentes que emiten.

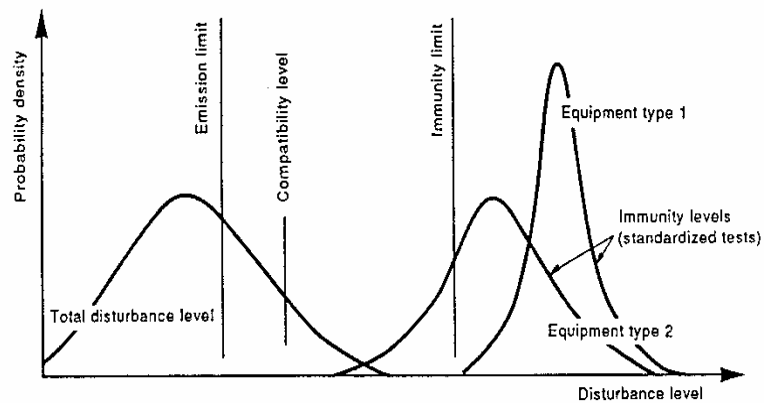
Falta de Datos

- Generalmente es imposible medir los niveles de perturbación para todas las posibles ubicaciones donde un equipo susceptible puede estar instalado.
- Esto hace que las curvas de densidad de probabilidad de perturbación son poco conocidas.
- También la distribución del Nivel de Inmunidad es a veces desconocida (superar dicho nivel puede provocar daños destructivos en los ensayos de inmunidad).

Consecuencia:

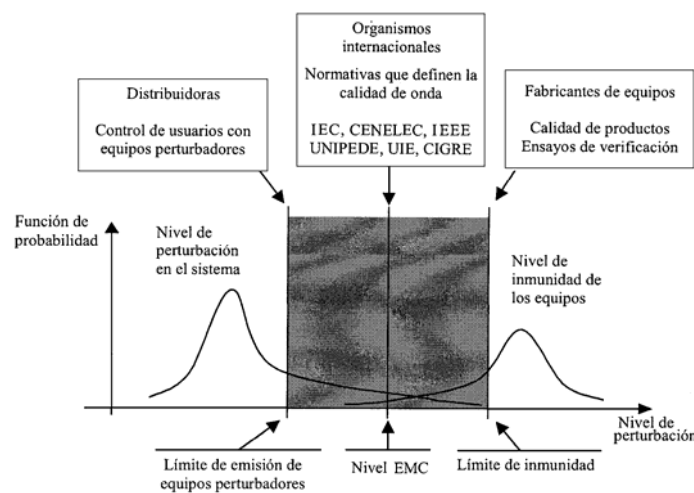
Es necesario emplear márgenes entre el Nivel de Compatibilidad y los Límites de Emisión y de Inmunidad.

Ejemplo de Compatibilidad



Densidad de probabilidad de suma de Niveles perturbaciones y Límites de Inmunidad para dos tipos de susceptores

Actualidad en la Calidad del Suministro Eléctrico



Ambiente Electromagnético - Tipos de acoplamiento:

Acoplamiento Conducido:

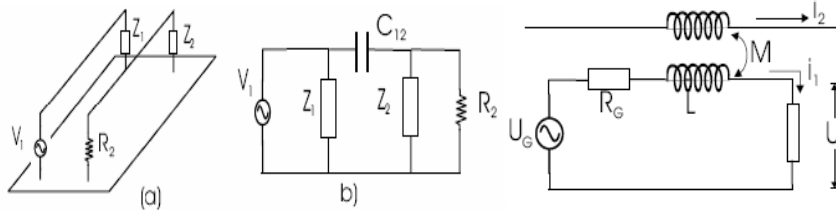
El medio de propagación es un conductor eléctrico que une la fuente de interferencias con el receptor (cables de alimentación o señal, pantallas o chasis metálicos, etc.).

Acoplamiento Radiado:

La propagación se realiza mediante radiación del campo electromagnético, esto es, cuando: distancia de propagación $>$ longitud de onda $/2\pi$.

Casos particulares (acoplamiento radiado):

Acoplamientos capacitivo y el inductivo con distancia de propagación $<$ longitud de onda $/2\pi$.



Capacitivo: acoplamiento a través del campo eléctrico. Su principal fuente son los puntos donde existen dv/dt .

Inductivo: acoplamiento a través del campo magnético. Su principal fuente son los lazos de corriente intensidad con di/dt .