

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

IRAM

**GERENCIA ELÉCTRICA Y ELÉCTRÓNICA
DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN**

**Coordinador Técnico
Ing. Vicente Cartabbia**



**INSTITUTO ARGENTINO
DE NORMALIZACIÓN
Y CERTIFICACIÓN**

Organización de IRAM

Acerca del tema de Compatibilidad Electromagnética el IRAM trabaja a través de Subcomités

Subcomité de Compatibilidad Electromagnética

- Depende de la Gerencia Eléctrica y Electrónica
- Objetivos: Revisar y desarrollar normas técnicas de CEM en base a las normas internacionales de la IEC y las publicaciones de la CISPR

Comisión de Compatibilidad Electromagnética

- Objetivos: Desarrollo de normas Nacionales IRAM de CEM alineadas con las normativas internacionales que fijen los límites de emisión de armónicas ,fluctuación de tensión, radio interferencia, y límites de inmunidad

Comisión de Compatibilidad Electromagnética

- Alcance :
 - Intentar cubrir productos eléctricos fabricados localmente con mayor potencial para su exportación fundamentalmente en cuanto a los aspectos de emisión
 - Desarrollo de laboratorios locales aptos para la realización de los ensayos con reconocimiento en el extranjero

Participantes

- La participación del Subcomité como de la Comisión coordinada por IRAM es amplia a saber
 - Fabricantes de equipos electrodomésticos
 - Fabricantes de equipos de electromedicina
 - Entes Reguladores
 - Universidades
 - Entidades Científicas y Tecnológicas
 - Laboratorios
 - Otros

BENEFICIARIOS

- PyMES relacionadas con la fabricación de los productos mencionados, de manera que se vean beneficiadas no solo con normativas actualizadas sino con el desarrollo de laboratorios de ensayos locales

OTROS OBJETIVOS

- Tratar de establecer una conciencia entre los diversos actores del mercado eléctrico de fabricación local o elementos electrodomésticos de importación de la limitación de emisiones e inmunidad electromagnética

Definiciones

- COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)
- Entorno electromagnético , tipos de emisión e inmunidad , tipos de disturbios, logrando una seguridad en el funcionamiento de aparatos y equipos eléctricos

La teoría de EMC es compleja

- Toda tarea que involucre EMC trae como consecuencia un análisis de un sistema de tres componentes:
 - ✓ El generador o fuente de perturbaciones
 - ✓ El medio de propagación o acoplamiento
 - ✓ El dispositivo, equipo o sistema afectado

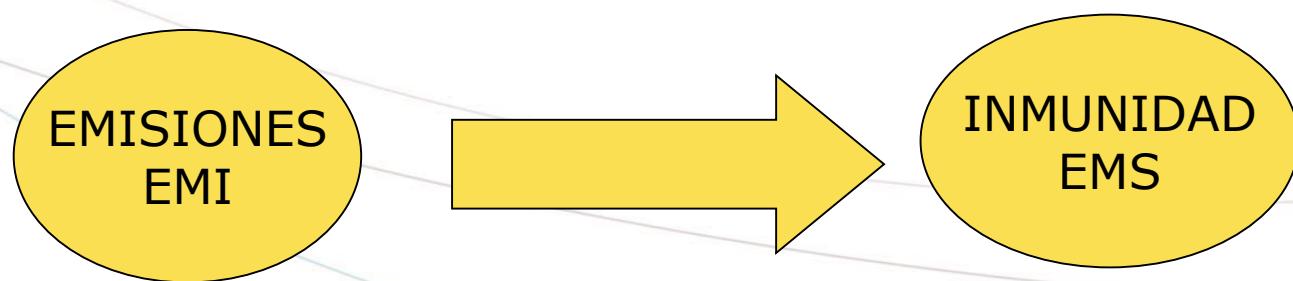
Beneficios de normalización de la EMC.

La EMC beneficia a:

- *consumidores de equipos*
 - *equipos confiables y robustos contra perturbaciones, bajo consumo de energía y menos propensos a contaminar, se traduce en ahorro por concepto de penalizaciones y reducción de riesgos de daño contra la salud.*
- *fabricantes de equipos,*
 - *Ofrecen un mejor producto (determinante en licitaciones), tienen oportunidad de competir en mercados extranjeros, evitan y se protegen contra la competencia desleal así como tener una mejor confiabilidad en sus procesos de producción.*
- *suministradores:*
 - *energía eléctrica*
 - *Mejoran y protegen la calidad de la energía eléctrica, ofrecen un mejor servicio determinante para empresas que lo demandan, gastan menos por concepto de robustecer su sistema y además tienen la opción de utilizar sus redes para otros propósitos.*
 - *servicios de telecomunicaciones,*
 - *Protegen su espectro radio eléctrico.*

DEFINICIONES

- Problemas de Compatibilidad Electromagnética



EMISIÓN

- **EMISIONES INTENCIONALES**

Emisiones asociadas con los sistemas de radiocomunicaciones los cuales tienen asignada una frecuencia y un canal en el espectro radioeléctrico.

EMISIONES

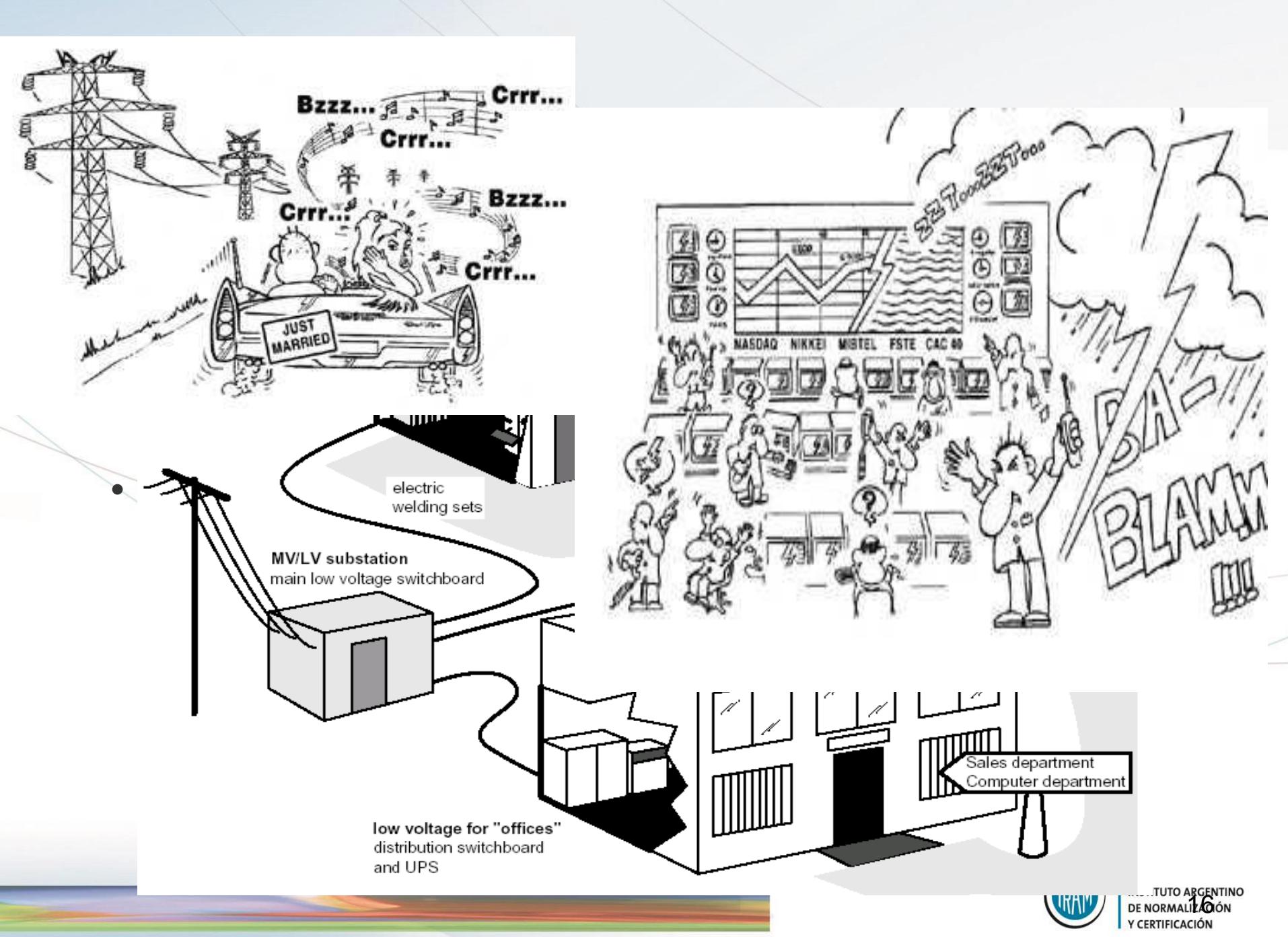
- Emisiones No intencionales

Son las asociadas a equipamientos eléctricos o electrónicos utilizados en diferentes entornos : residenciales, comerciales e industriales

TIPOS DE EMISIÓN

Emisiones Radiadas

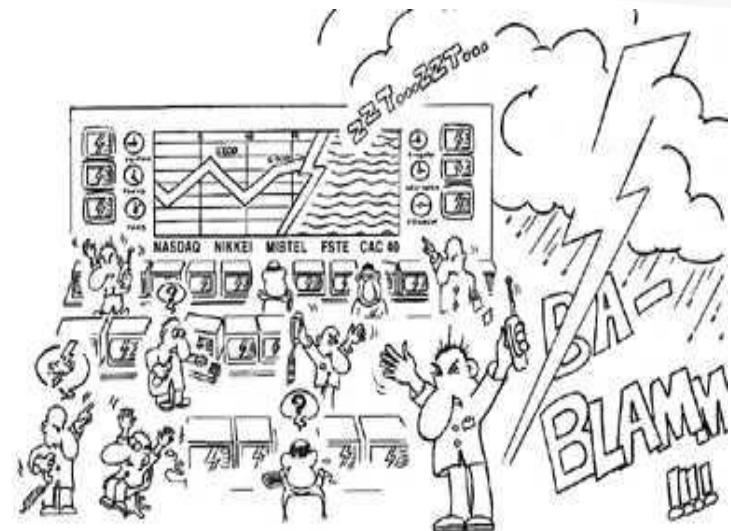
Emisiones Conducidas



Conceptos – Conducidas/Radiadas

Perturbación electromagnética

Fenómeno electromagnético que puede degradar el funcionamiento de un dispositivo, equipo o sistema, o de afectar desfavorablemente la materia viva o la inerte.



1. BAJA FRECUENCIA (<9 kHz,)

Conducidas

Radiadas

2. ALTA FRECUENCIA (>9 kHz)

Conducidas

Radiadas

3. DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS

Contacto

Aire



INSTITUTO ARGENTINO
DE NORMALIZACIÓN
Y CERTIFICACIÓN

Emisiones

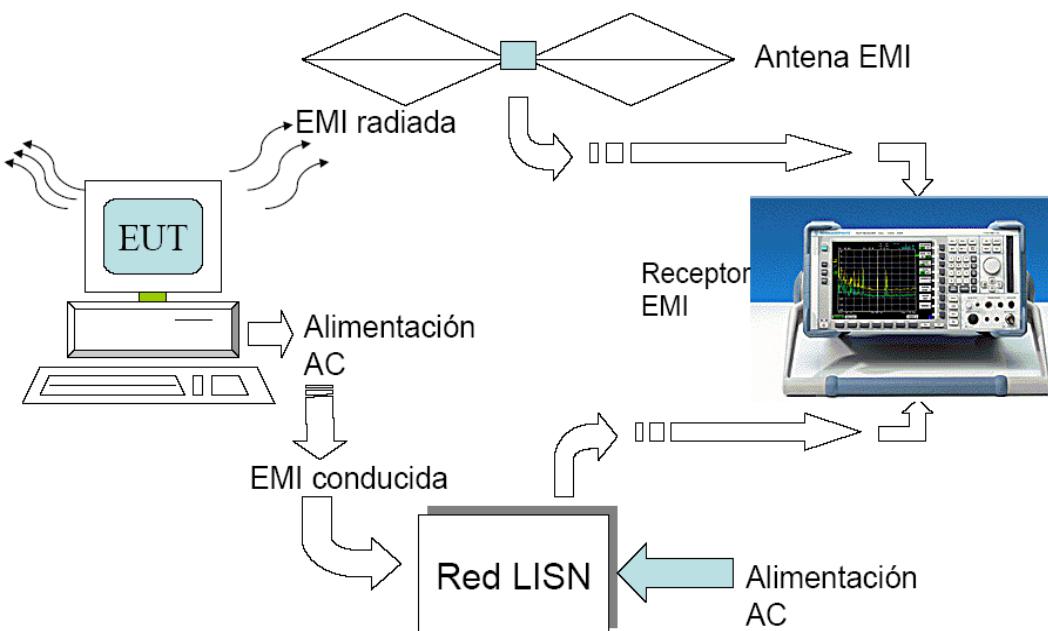
- Emisión (Electromagnética) Fenómeno por el que una fuente proporciona energía hacia el exterior
- Radiación (electromagnética)
Fenómeno por el que una fuente genera energía hacia el exterior en forma de ondas electromagnéticas

Pruebas - Emisiones

Emisiones

Emisión radiada (electromagnética)

Fenómeno por el que una fuente acoplada por el ambiente u entorno proporciona energía electromagnética hacia el exterior.



Objetivo en esta parte de la EMC:

asegurar que el equipo no perturbe a otros equipos, servicios de radiocomunicación, redes de suministro u otros



CANALES DE ACOPLAMIENTO

- Conducida (corriente eléctrica)
- Inducida magnéticamente (campo magnético)
- Inducida capacitivamente (campo eléctrico)
- Radiada (a través de propagación de ondas en forma de campo electromagnético)

INMUNIDAD

- Es la actitud de un dispositivo , equipo o sistema para funcionar sin degradación de su propia calidad en presencia de una perturbación electromagnética

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

- 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

Entorno Electromagnético

- Es el conjunto de fenómenos electromagnéticos que existen en un lugar dado

Este conjunto depende del tiempo y su descripción puede necesitar de un enfoque estadístico

SUSCEPTIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

- Es la inaptitud de un dispositivo , aparato o sistema para funcionar sin degradación alguna en presencia de una perturbación electromagnética
- La susceptibilidad es la falta de inmunidad

CEM (Compatibilidad electromagnética)

- CEM: Compatibilidad Electromagnética
 - EMI :Interferencia Electromagnética
 - EMS : Susceptibilidad Electromagnética
-

CEM : EMI +EMS

Nivel de umbral de inmunidad

- Es el nivel máximo de una perturbación electromagnética que incide sobre un dispositivo para el cual sigue siendo capaz de funcionar dentro del criterio de aceptación exigido

Mercado Internacional

- El cumplimiento de normas sobre CEM es un requisito básico para que cualquier dispositivo eléctrico o electrónico entre al mercado

Estructura de las Normas IRAM

- PARTE 1 Consideraciones generales, definiciones y terminologías
- PARTE 2 Entornos electromagnéticos, niveles de compatibilidad
- PARTE 3 Límites de emisión e inmunidad
- PARTE 4 Pruebas y mediciones técnicas
- PARTE 5 Guías de instalación y atenuación

Etapas para aprobación de una norma

Elección del proyecto de norma a analizar	En base a las necesidades de los usuarios
Análisis del Proyecto	En el seno del Subcomité de Compatibilidad Electromagnética
Discusión pública	Puede intervenir cualquier persona interesada haciendo llegar observaciones o preguntas
Aprobado del Proyecto con sus observaciones	Elaboración del documento
Aprobación final del Proyecto de norma	CGN (Consejo general de normas)



Normas IRAM vigentes

2491-3-2	Límites para las emisiones de corriente armónica equipos con corriente de entrada menor a 16 A
2491-3-3	Límites de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y parpadeo "flicker "en redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente menor a 16 A y no sujetos a una conexión condicional
2491-3-11	Límites de variación de tensión ,fluctuaciones y flicker en los sistemas públicos de baja tensión .Equipos con corrientes menor o igual a 75 A y sujetos a conexiones condicionales
IRAM-IEC CISPR 14-2	Requisitos para aparatos electrodomésticos , herramientas eléctricas y aparatos análogos .Parte 2 Inmunidad

**IRAM-IEC
CISPR
14-1**

**Compatibilidad electromagnética-Requisitos para aparatos electrodomésticos ,herramientas eléctricas y aparatos análogos
Parte 1 Emisión**

IRAM-IEC 63547

Equipos para alumbrado de uso general –Requisitos de inmunidad -CEM

**IRAM –IEC CISPR
15**

**Límites de perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares
Límites y métodos de medición**

IRAM-IEC CISPR 13

**Receptores de Radiodifusión y Televisión y equipos asociados
Características de perturbaciones radio eléctricas –Límites y métodos de medición**



Nº de Norma IRAM	Título de la norma	Etapa en que se encuentra
2491-4-30	Técnicas de ensayo y medición .Métodos de medición de la calidad de suministro (servicio)	Aprobada como norma
2491-4-1	Técnicas de ensayo y de medida .Visión de conjunto de la serie 2491-4	Aprobada como norma
2491-4-3	Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia	Aprobada como norma
2491-4-6	Técnicas de ensayo y de medición –Inmunidad a las perturbaciones conducidas , inducidas por los campos radioeléctricos	Aprobada como norma
2491-4-5	Técnicas de ensayo y de medida . Ensayos de inmunidad a las ondas de choque	Aprobada como norma el 31/7/2012
2491 -4-8	Técnicas de Ensayo y medición .Ensayo de inmunidad a campos magnéticos a la f de la red de alimentación	Aprobada como norma el 8/11/2012
2491-3-4	Límite de emisión de corrientes armónicas en la red de alimentación de baja tensión para equipos con un rango de corriente superior a 16 A	Aprobada por CGN en la reunión del 16/04/2014

2491-4-7	Técnicas de Ensayo y medición. Guía general relativa a medición de armónicas e interarmónicas .Instrumentos de medición utilizados en la red de alimentación	Aprobada por CGN en la reunión del 16/04/2014
2491-3-5	Límites para las fluctuaciones de tensión y de parpadeo “flicker” en los sistemas de distribución de baja tensión	Aprobada por el CGN el dia 19 /03/2015
IRAM IEC CISPR 11	Equipos industriales, científicos y médicos .Características de las perturbaciones de radiofrecuencia .Límites y métodos de medición	Aprobada por CGN en la reunión del 5/12/2013
IRAM 62969	Compatibilidad Electromagnética en Sistemas de señalización del tránsito vehicular	Aprobada por CGN en la reunión de 16/04/2014
IRAM IEC CISPR 22	Equipos de Tecnología de la información – características de radio interferencia –Límites y métodos de medición	Aprobada por CGN en la reunión del 13/08/2015



IRAM –IEC 2491-4-18	Compatibilidad Electromagnética .Técnicas de ensayo y medición. Prueba de inmunidad a la onda oscilatoria amortiguada	Aprobada como norma
IRAM IEC 60050	Vocabulario Electrotécnico Internacional capítulo 161 –Compatibilidad Electromagnética	Aprobada como norma como mod de la actual en el CGN para su aprobación
IRAM IEC CISPR 24	Equipos de tecnología de la información – Características de inmunidad –Límites y métodos de medición	Terminó el estudio en sin observaciones de discusión pública para aprobación del CGN
IRAM IEC 2491-4-4	Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas (actualización)	En discusión pública volvió sin observaciones para aprobación del CGN
IRAM IEC CISPR 20	Receptores de radiodifusión y de televisión característica de inmunidad	En estudio en el Subcomité



Normas /Proyectos a tratar durante 2018

- **IRAM IEC CISPR 24**

- Equipos de tecnología de la información –Características de inmunidad –
Limites y métodos de medición

- **IRAM IEC CISPR 20**

Receptores de radiodifusión y de televisión característica de inmunidad

- **IRAM 2491-4-4**

- Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas
(actualización)

- **IRAM 2491-4-13**

Ensayo de inmunidad a baja frecuencia de armónicos e
interarmónicos

- **IRAM 2491 4-2 (actualización)**

- Ensayo de inmunidad a Descargas electrostáticas



- MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCION PRESTADA

- Ing Vicente Cartabbia

NORMAS IRAM RELACIONADAS

- Aparatos electrodomésticos , herramientas portátiles y aparatos eléctricos similares. Límites y métodos de medición de las características de radiointerferencia

Norma IRAM 2392

NORMAS IRAM RELACIONADAS

- COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA
Definiciones y términos fundamentales

NORMAS IRAM
2491-1-139

NORMAS IRAM RELACIONADAS

- Descripción del entorno electromagnético para las perturbaciones conducidas

Normas IRAM
2491-2-1
2491-2-5



NORMAS IRAM RELACIONADAS

- COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Normas que fijan Límites para :Emisión de corrientes armónicas ,Fluctuaciones de tensión y de parpadeo (flicker)

Normas IRAM
2491-3-2
2491-3-3
2491-3-11



NORMAS IRAM RELACIONADAS

- COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Normas relacionadas con Técnicas de Ensayo y Medición, Ensayos de inmunidad a las caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión

Norma 2491-4-1
Norma 2491-4-2
Norma 2491-4-3
Norma 2491-4-4
Norma 2491-4-11



NORMAS IRAM RELACIONADAS

- COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA
Técnicas de Medición y Ensayo

Norma IRAM
2491-4-30

NORMAS IRAM RELACIONADAS

- Aparatos electrodomésticos y equipos eléctricos similares, perturbaciones producidas en redes de alimentación

Norma IRAM 2492-1
Norma IRAM 2492-2
Norma IRAM 2492-3

NORMAS IRAM RELACIONADAS

- SERIE DE NORMAS IRAM-IEC-CISPR

Requisitos de emisión y de inmunidad que deben tener los aparatos electrodomésticos ,herramientas eléctricas y aparatos análogos

Norma 14-1
Norma 14-2

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

NORMA	DESCRIPCION
2491-1-1	<p>Definición de términos</p> <p>BASICOS: por ejemplo Compatibilidad electromagnética ,emisión e inmunidad</p> <p>COMPUESTOS nivel de emisión ,nivel de compatibilidad y límite de inmunidad</p> <p>INTERRELACIONADOS relaciona los términos compuestos , margen de emisión y margen de compatibilidad</p>

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma 2491-2-1	Descripción de las perturbaciones conducidas en la gama de frecuencia de hasta 10KHz, esta norma informa sobre diferentes tipos de perturbación y sirve como base para las normas que fijan niveles de Compatibilidad (definición de armónicas, fluctuaciones de tensión ,cortes breves , Variación de frecuencia)
2491-2-5	Establece normas de inmunidad , define los fenómenos del entorno <ul style="list-style-type: none">-Fenómenos de baja frecuencia conducidos y radiados-Fenómenos de alta frecuencia conducidos y radiados-Fenómenos de descargas electrostáticas (DES)

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma IRAM 2491-3-2	Determina los límites de armónicas de corrientes que pueden producir equipos eléctricos y electrónicos con corriente de entrada menor a 16 A por fase , clasifica los equipos en 5 grupos y establece para cada uno los diferentes límites y el método de ensayo
IRAM 2491-3-3	Determina los límites de variación de tensión (flicker) de equipos eléctricos y electrónicos con corriente de entrada menor a 16 A por fase destinados a ser conectados en redes públicas de baja tensión, valores del Pst admisible

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma IRAM 2491-3-11	Determina del mismo modo que la norma 2491-3-3 los límites de fluctuaciones de tensión (flicker) para los equipos de corriente comprendida entre 16 A a 75 A por fase
----------------------------	--

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

<p>Norma IRAM 2491-4-1</p>	<p>Esta norma tiene como objetivo dar un panorama a los usuarios de las técnicas de medición y de ensayo dando recomendaciones generales de los ensayos pertinentes Divide a los ensayos en 1)Ensayos de diseño 2)Ensayo de tipo 3) Ensayo de aceptación 4)Ensayo de producción La selección de ensayo a realizar depende de varios factores tipos de perturbaciones ,condiciones de entorno, características del equipo</p>
<p>2491-4-2</p>	<p>La norma establece los límites de inmunidad que deben tener los equipos ante descargas estáticas producidas por los operadores y por objetos próximos Establece la gama de ensayos y los procedimientos</p>



BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

<p>Norma IRAM 2491-4-3</p>	<p>Establece la inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos a la energía electromagnética radiada-Evalúa las características de funcionamiento de los equipos sometidos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la gama de f de 800MHz a 6GHz</p>
<p>Norma IRAM 2491 -4-4</p>	<p>Requisitos de inmunidad y métodos de ensayo para el equipamiento eléctrico y electrónico a los transitorios rápidos repetitivos (salvas) que ingresan a través de la fuente de alimentación o a través de las entradas de señales o comando .La norma define: forma de onda, gama de niveles de ensayo, equipos y procedimientos</p>

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma IRAM 2491-4-11

Define los métodos de ensayo de **inmunidad** para equipos eléctricos y electrónicos conectados a redes de baja tensión para las **caídas de tensión, las interrupciones breves de energía** y las variaciones de tensión. Se aplica a equipos que no exceda os 16 A por fase y se establece los niveles de % de U a aplicar y la duración del ensayo

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

- **NORMA IRAM 2491-4-30**

Define métodos de medición de los **parámetros de calidad de suministro** en redes de c.alterna de 50 Hz y el modo de interpretar los resultados .Los parámetros considerados son la frecuencia, la amplitud de la tensión de alimentación, el flicker (parpadeo),los huecos de tensión ,las sobretensiones temporales ,las interrupciones de tensión y el desbalance de la tensión de suministro

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma IRAM -IEC- CISPR 14-1

Esta norma se aplica a la **conducción y a la radiación de perturbaciones a frecuencia radioeléctrica** procedentes de aparatos cuyas funciones principales se realizan mediante motores y dispositivos de regulación o conmutación, siempre que la radiación de radiofrecuencia no sea generada intencionadamente, ni esté destinada a la iluminación.

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

- **Norma IRAM -IEC-CISPR 14-1**
- Comprende equipos tales como: aparatos electrodomésticos alimentados por la red y por baterías, herramientas eléctricas, mandos de regulación que utilizan dispositivos semiconductores, aparatos electromédicos accionados a motor, juguetes eléctricos/ electrónicos, máquinas dispensadoras automáticas, así como proyectores de cine o de diapositivas La gama de frecuencias cubiertas es de 9 kHz a 400 GHz.

BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

Norma IRAM-IEC- CISPR 14-2

El objeto de esta norma es definir los requisitos para los ensayos de **inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas continuas y transitorias, conducidas y radiadas**, incluyendo las descargas electrostáticas, para los aparatos definidos en el campo de aplicación.



BREVE DESCRIPCION DE CADA NORMA

- **Norma IRAM-IEC-CISPR 14-2 4**
CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS
- **Categoría I.** Aparatos que no contienen ningún circuito electrónico de control. Ejemplos: aparatos que funcionan con motor, juguetes de iluminación, conjuntos de pistas sin unidades de control electrónicas, herramientas, aparatos de calentamiento **Categoría II.** Juguetes con transformador juguetes con alimentación dual, aparatos a motor, **Categoría III.** Aparatos alimentados a pilas o baterías (integradas o externas) que, en uso normal, no están conectados a la red **Categoría IV.** Todos los demás aparatos cubiertos por el campo de aplicación de esta norma.

NORMA IRAM 2491-3-2

- LIMITES PARA LAS EMISIONES DE CORRIENTE ARMÓNICA (para equipos con corriente de entrada menor o igual a 16 A. por fase)

NORMAS IRAM ACTUALIZADAS

- La Comisión BID/FOMIN ha finalizado el tratamiento de las normas

IRAM 2491-3-2

IRAM 2491-3-3

IRAM 2491- 3-11

Objeto de la norma 2491-3-2

- Especificar los límites de las componentes armónicas de la corriente que pueden ser producidas por equipos ensayados bajo condiciones específicas

Campo de aplicación

- Se aplica a equipos eléctricos y electrónicos de corriente de entrada menor o igual a 16 A por fase y diseñados para ser conectados a redes públicas de suministro en baja tensión
- Los equipos de soldadura por arco de corriente menor a 16 A se incluyen en esta norma , para corrientes mayores ,quedan sujetos a restricciones de instalación según indica la norma IEC 61000-3-12

Equipos de iluminación incluidos

- Lámparas y luminarias para alumbrado
- Parte destinada al alumbrado de los equipos con funciones múltiples
- Balastos independientes para lámparas de descarga y los transformadores para lámparas incandescentes
- Equipos de radiación ultravioletas o infrarroja
- Anuncios luminosos publicitarios

Clasificación de los equipos

- Los equipos se clasifican en base a la limitación de la corriente armónica en equipos de Clase A , B , C, D

Equipos Clase A

- Equipos trifásicos equilibrados
- Equipos electrodomésticos , salvo los especificados en clase D
- Herramientas a excepción de herramientas portátiles
- Reguladores de luz para lámparas incandescentes
- Equipos de audio

Equipos de clase A

- La norma incluye dentro de esta clase todo aquellos equipos no especificados, no incluidos en las otras tres clases

Equipos de clase B

- Herramientas portátiles
- Equipos de soldadura por arco que no sean profesionales

Equipos de clase C

- Equipos de iluminación

Equipos de Clase D

- Se incluyen los equipos de una potencia especificada inferior o igual a 600 w siguientes
 - Ordenadores personales y pantallas de ordenadores
 - Receptores de televisión

Requisitos generales de los ensayos

- Repetibilidad

Debe ser mejor que 5% cuando se cumplen:

- el mismo equipo sometido a ensayo
- condiciones de ensayo idénticas
- condiciones climáticas idénticas

Requisitos generales de los ensayos

- Arranque y parada

No se tienen en cuenta las corrientes armónicas cuando se pone en marcha un equipo o cuando se para, por otra parte, el equipo sometido a ensayo no debe estar en modo de espera durante más del 10% del período de observación

Requisitos generales de los ensayos

- La aplicación de los límites, para cada orden de armónico todos los valores de corriente armónica eficaz 1,5 s deben ser
 - inferiores al 150% de los límites aplicables
 - inferiores al 200% de los límites aplicables cuando el equipo pertenece a la clase A, o cuando los valores superiores al 150% de los límites duran menos del 10% del período de observación

Requisitos generales de los ensayos

- El período de observación de los ensayos varia según el tipo de comportamiento de un equipo
 - cuasiestacionario tiempo de observación suficiente (no especificado)
 - cíclico corto (Tciclo menor a 2,5 min) Tobs mayor o igual a 10 ciclos
 - Aleatorio tiempo de observación suficiente (no especificado)
 - Cíclico largo (Tciclo mayor a 2,5 min) Tobs el ciclo completo del programa del equipo

Límites de corrientes armónicas

- Límites para equipos de clase A

Orden armónico	I máxima admisible
3	2,3 A
5	1,14
7	0,77
9	0,4
11	0,33
13	0,21
15 a 39	0,15*15/n

Límites de corrientes armónicas

- Límites para equipos de clase A

n:nº de armónica

Orden armónico	I máxima admisible
2	1,08 A
4	0,43
6	0,30
8 a 40	$0,23*8/n$

Límite de corrientes armónicas

- Límite para equipos de clase C

En este caso la I se expresa en % de la I de entrada a la f fundamental

Orden de armónico	I max admissible % I entra
2	2
3	30*factor de poten.
5	10
7	7
9	5
11 a 39	3



Límite de corrientes armónicas

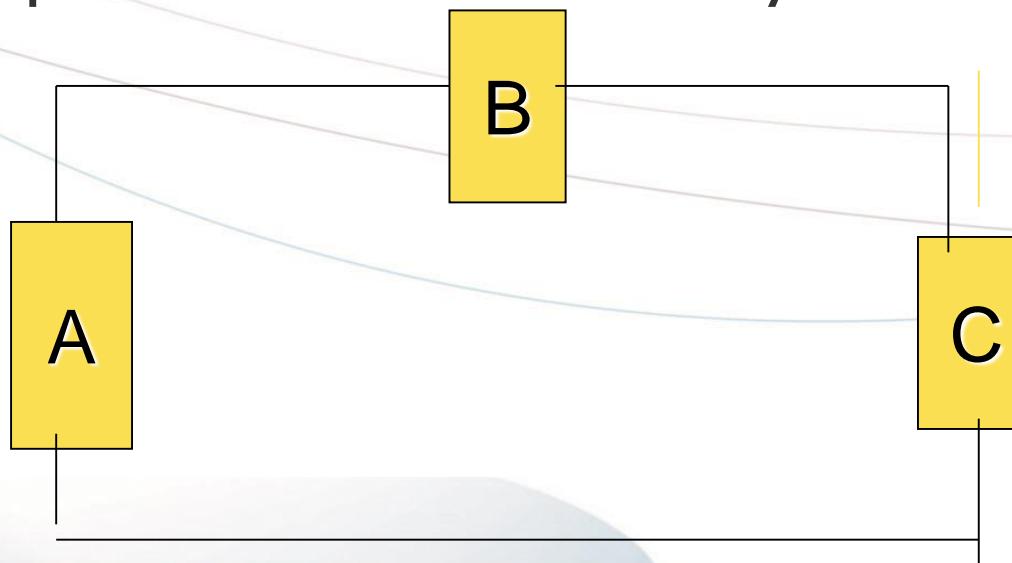
- Límite para equipos de clase D
- I_{max} admisible en ampere (A)

Orden armo.	I_{max}
3	2,3
5	1,14
7	0,77
9	0,4
11	0,33
13a39	Idem clase A



Círculo de medición

- A: Fuente de alimentación (fuente e impedancia interna)
- B: Impedancia de entrada del equipo de medición
- C: equipo sometido a ensayo



Condiciones de ensayo

- La norma finaliza con el anexo C donde describe las condiciones de ensayo para diversos equipos por ejemplo

Alcance de la norma

- receptores de TV
- Amplificadores de sonido
- Equipos de iluminación
- Lámparas de incandescencia
- Aspiradoras
- Lavadoras
- Hornos de microondas
- Acondicionadores de aire
- Cocinas eléctricas
- Equipos de soldadura
- OTROS EQUIPOS BAJO REQUERIMIENTO

NORMA IRAM 2491-3-3

- Límites para las variaciones de tensión y de parpadeo (flicker) en las redes públicas de suministro de baja tensión para aparatos con corrientes de entrada menor o igual a 16 A

NORMA IRAM 2491-3-3

- Las perturbaciones se producen básicamente cuando la Z de la red es superior a la Z dentro de la instalación del usuario
- Esta norma especifica las variaciones de tensión que pueden ser producidas por el equipo sometido a ensayo en las condiciones especificadas

NORMA IRAM 2491-3-3

- El valor relativo de la variación de tensión esta dado

$$d: \Delta U/U_n$$

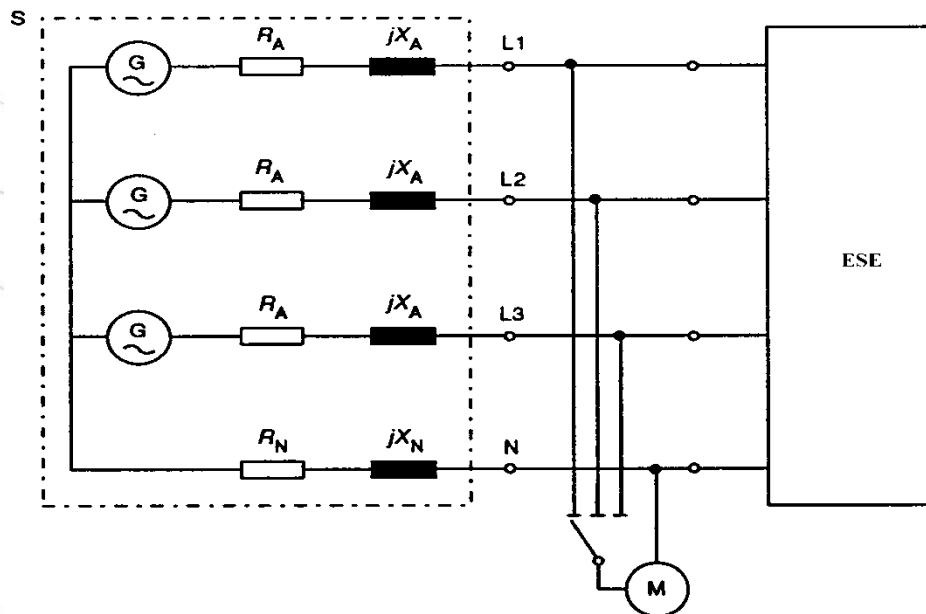
Se define el Pst medida del flicker de corta duración y el Plt evaluado en un período de larga duración, estos índices se miden con un flickerímetro

NORMA IRAM 2491-3-3

- Los límites se aplican a las fluctuaciones de tensión y al flicker en los bornes de alimentación del equipo sometido bajo ensayo
- Los límites admisibles son Pst : 1
- Plt : 0,65
- El valor d durante una variación de tensión no debe sobrepasar el 3,3% para una duración de más de 500 ms

NORMA IRAM 2491-3-3

- Circuito de ensayo



NORMA IRAM 2491-3-3

- **1**
- ESE Equipo sometido a ensayo
- M Equipo de medición
- S Fuente de alimentación constituida por un generador de tensión G y una impedancia de referencia Z con los elementos:
 - $RA = 0,24 \Omega$; $jXA = 0,15 \Omega$ a 50 Hz
 - $RN = 0,16 \Omega$; $jXN = 0,10 \Omega$ a 50 Hz
- Los elementos incluyen la impedancia real del generador.
- G Fuente de tensión, conforme a 6.3.

NORMA IRAM 2491-3-3

- Período de observación para la evaluación de los valores de flicker

Para Pst :10 min

Para Plt : 2 horas

NORMA IRAM 2491-3-3

- ANEXO A
- Aplicación de los límites y condiciones de ensayo tipo para equipos particulares por ejemplo Parrillas ,Hornos de microondas, aparatos de iluminación ,lavadoras , secadoras ,aspiradoras ,refrigeradores, secadores de pelo, acondicionadores de aire, soldaduras de arco etc

4 y 5 de mayo

CONGRESO
DE INGENIERIA
ELECTRICISTA



- Agradezco la atención prestada a esta presentación

Ing. Vicente Cartabbia
vcartabbia@iram.org.ar



Normativa aplicable y Regulaciones vigentes de Compatibilidad Electromagnética

Disertante:
Ing. Edmundo Gatti

Definición de Compatibilidad Electromagnética – EMC (CEM)

Aptitud de un aparato ó un sistema para funcionar en forma satisfactoria en su entorno electromagnético, sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en dicho entorno.

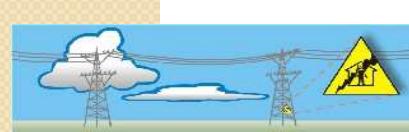
$$\text{EMC} = \text{EMI} + \text{EMS}$$

- # **EMC** = *Compatibilidad Electromagnética*
- # **EMI** = *Interferencia Electromagnética*
- # **EMS** = *Susceptibilidad Electromagnética*

EMISIONES

Fuente de

energía EM



Tres áreas de estudio de la EMC

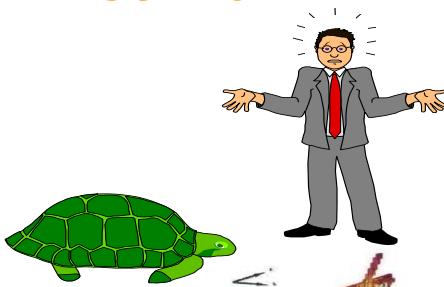
EMISOR → SUSCEPTOR

Canal de
acoplamiento

1. Conducida (corriente eléctrica)
2. Inducida magnéticamente
(campo magnético)
3. Inducida capacitivamente
(campo eléctrico)
4. Radiada (campo electromagnético)

INMUNIDAD

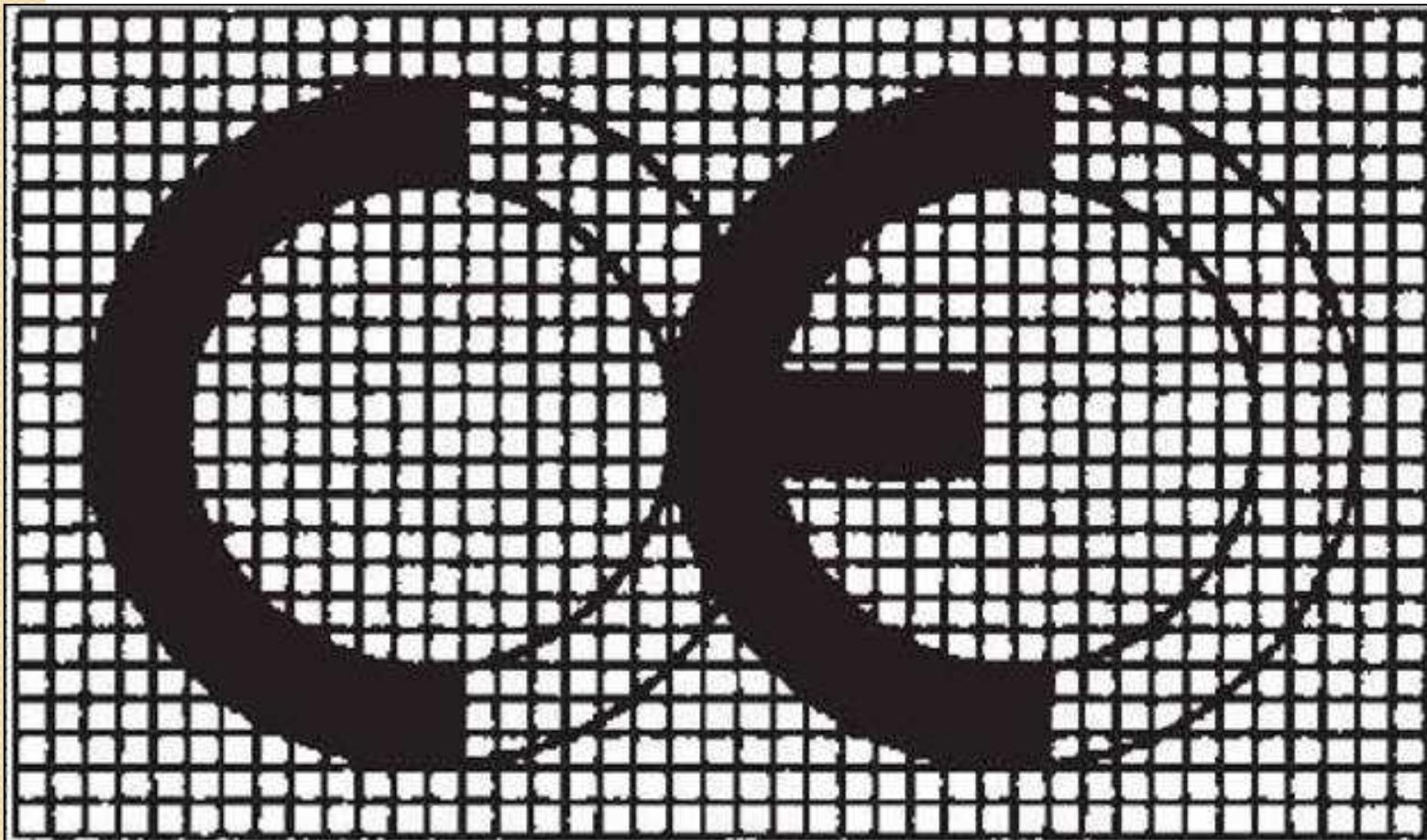
El receptor o la
“victima”



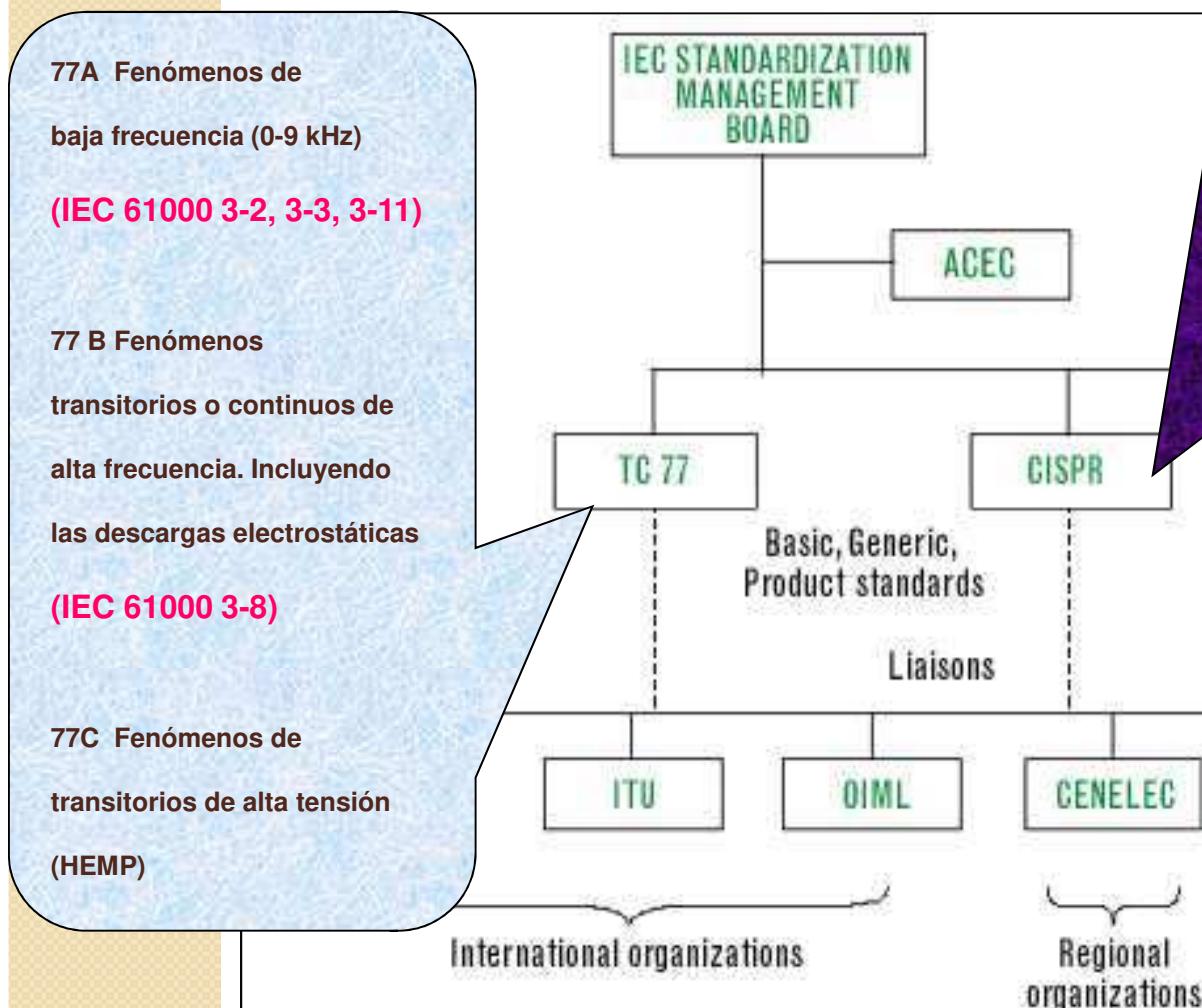
Normativa Internacional en Compatibilidad Electromagnética

El cumplimiento de normas sobre EMC es un requerimiento básico para que cualquier dispositivo eléctrico o electrónico entre al mercado.

Marcado CE para la Comunidad Económica Europea



Organización de la IEC



CISPR/A Radio Interferencia y

métodos estadísticos

(CISPR 16-1, 16-2, 16-3, 16-4).

CISPR/B Interferencia relacionada a
equipo médico, científico e industrial de
RF (CISPR 11).

CISPR/D Interferencia relacionada a
vehículos y máquinas de motor

(CISPR 12, 21, 25)

CISPR/F Interferencia relacionada
con aparatos domésticos, herramientas,
alumbrado y equipos similares

(CISPR 14-1, 14-2, 15)

CISPR/I Interferencia relacionada a
equipo de tecnología de la información,
multimedia y receptores

(CISPR 13, 20, 22, 24)

Publicaciones del IEC sobre EM



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

- **Básicas**

- IEC 61000
- CISPR 16

- **Normas generales:**

Normas de producto

Normas de familia de productos

Aplican a un grupo de productos que tienen características generales comunes, que pueden operar en el mismo entorno EM.

Algunos ejemplos son:

Los dispositivos médicos

Equipo de tecnología de la información

Electrodomésticos de baja tensión

Normalización IRAM en EMC

- IRAM 2491-1-1
- IRAM 2491-2-1
- IRAM 2491-2-5
- IRAM 2491-3-2
- IRAM 2491-3-3
- IRAM 2491-3-5
- IRAM 2491-4-1
- IRAM 2491-4-2
- IRAM 2491-4-3
- IRAM 2491-4-6
- IRAM 2491-4-4
- IRAM 2491-4-11
- IRAM 2491-4-30
- **IRAM 2491-4-5**
- **IRAM 2491-4-8**
- **IRAM 4220-1-2 para Aparatos Electromédicos (Rev.) para ANMAT**

Normalización IRAM en EMC

- **IRAM-IEC CISPR 14-1**
- **IRAM-IEC CISPR 14-2**
- **IRAM-IEC CISPR 15**
- **IRAM-IEC 63547**
- **IRAM-IEC CISPR 13**
- **IRAM-IEC CISPR 11**

EMC en Campo Regulado – Programa de Metroología Legal - INTI

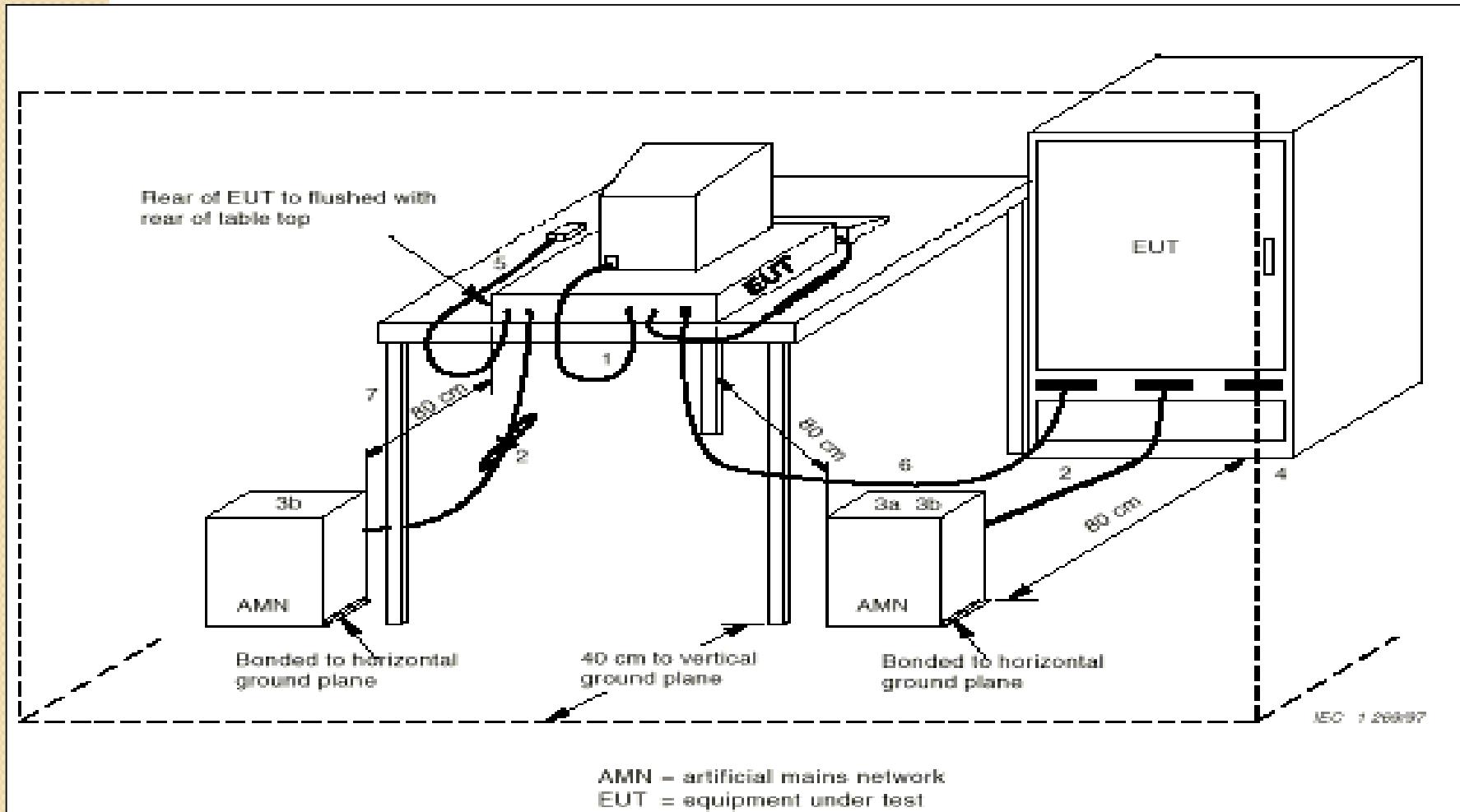
- Taxímetros: Resolución 169/01 exSecretaría de la competencia, la desregulación y defensa del consumidor (M. Economía)
- Cinemómetros: Resolución 753/98 exSec. de la industria, comercio y minería (M. Economía)
- Balanzas: Resolución 2307/80 exSecretaría de Comercio y Negociaciones Económicas Internacionales (M. Economía)
- Medidores de energía eléctrica
- Alcoholímetros ó etilómetros

EMC en Campo Regulado

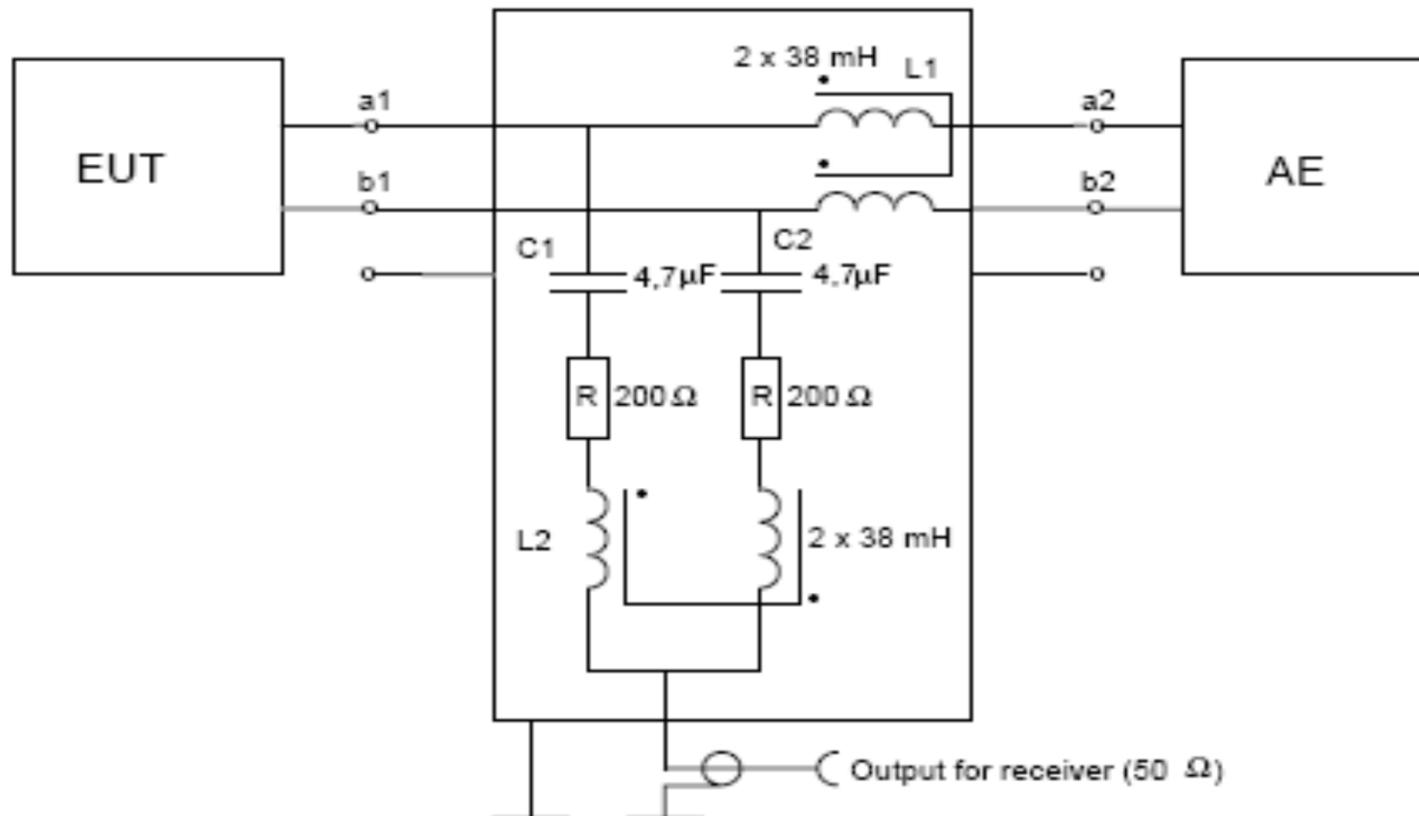
- **Controladores Fiscales:**
Homologación de acuerdo con Resolución 219 de AFIP.
- **Impacto Ambiental:** Medición de niveles de Radiación No Ionizante (RNI) de acuerdo con la Resolución 3690/04 de la CNC.

- Condiciones que debe cumplir cualquier ensayo
- **Realístico**
- **Realizable**
- **Repetible**

Ensayo de EMISION CONDUCIDA (CISPR 16/CISPR 11/CISPR 22)



Red de acoplamiento artificial normalizada según CISPR



IEC 1279/97

AE - Associated equipment
EUT - Equipment under test

Analizador de EMI según Norma CISPR 16

- Instrumento especialmente diseñado para comprobar el cumplimiento de normas EMC
 - Analizador de espectro
 - Mayor sensibilidad
 - Mayor resolución

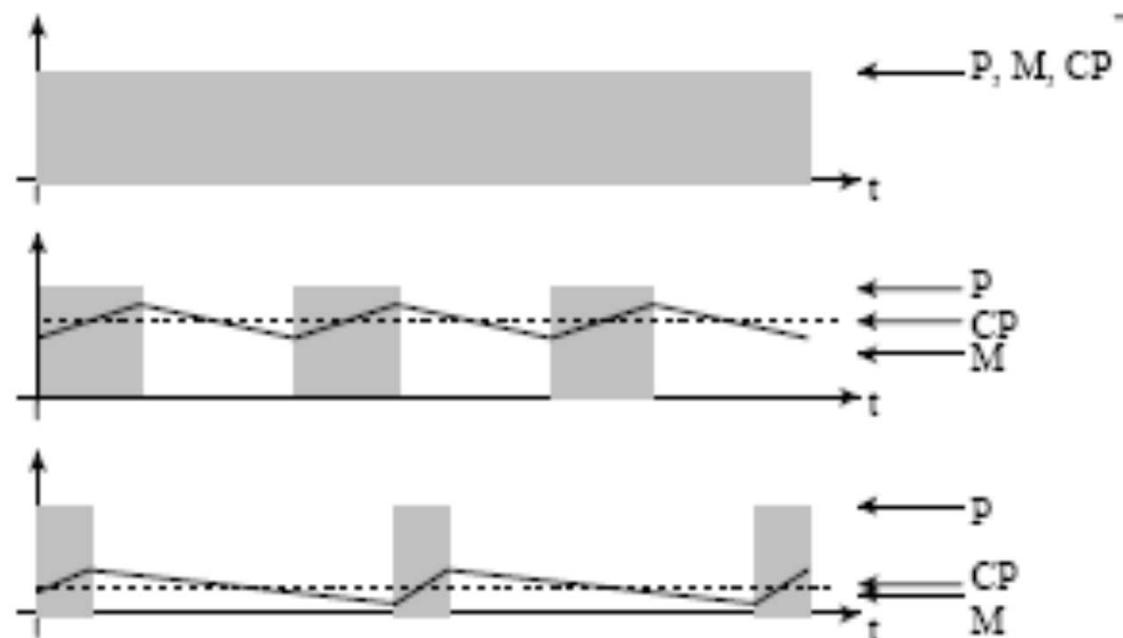


Analizador de EMI según norma CISPR 16

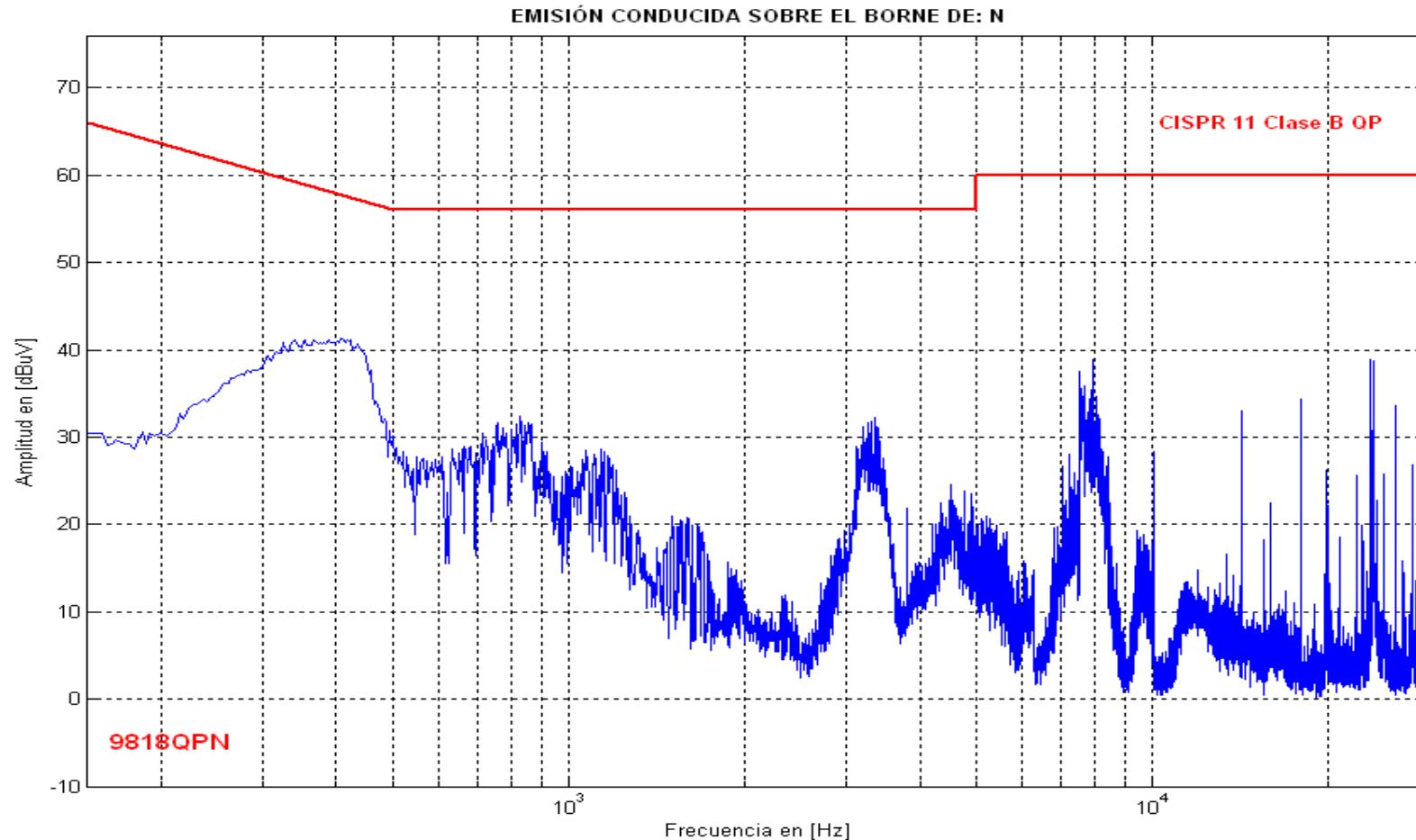


DETECTORES DE EMI NORMALIZADOS

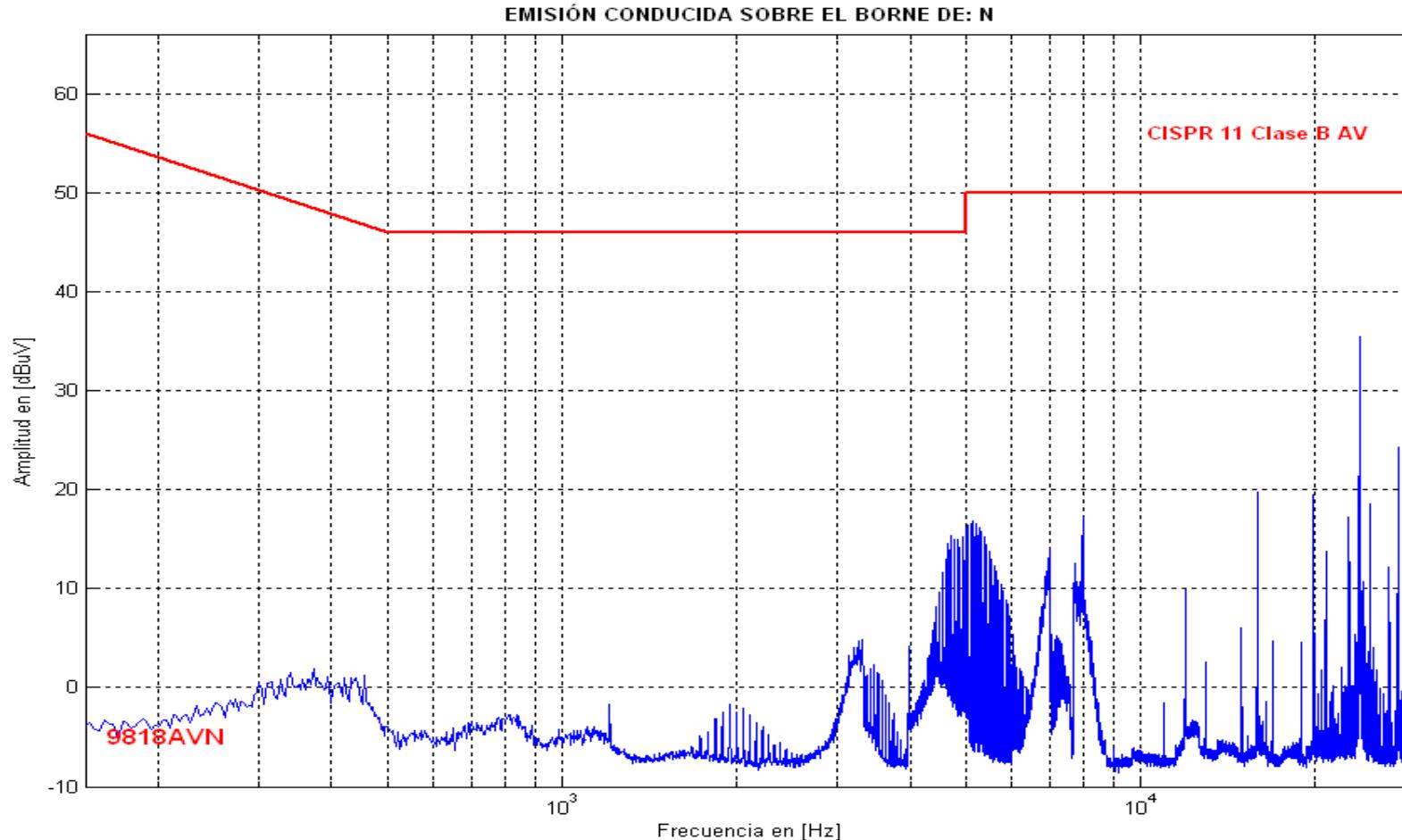
- Pico
 - Pico instantáneo
 - Std. militares
 - Rápido, precertificaciones
- Media
 - Penaliza emisiones continuas
- Cuasi-pico
 - CISPR



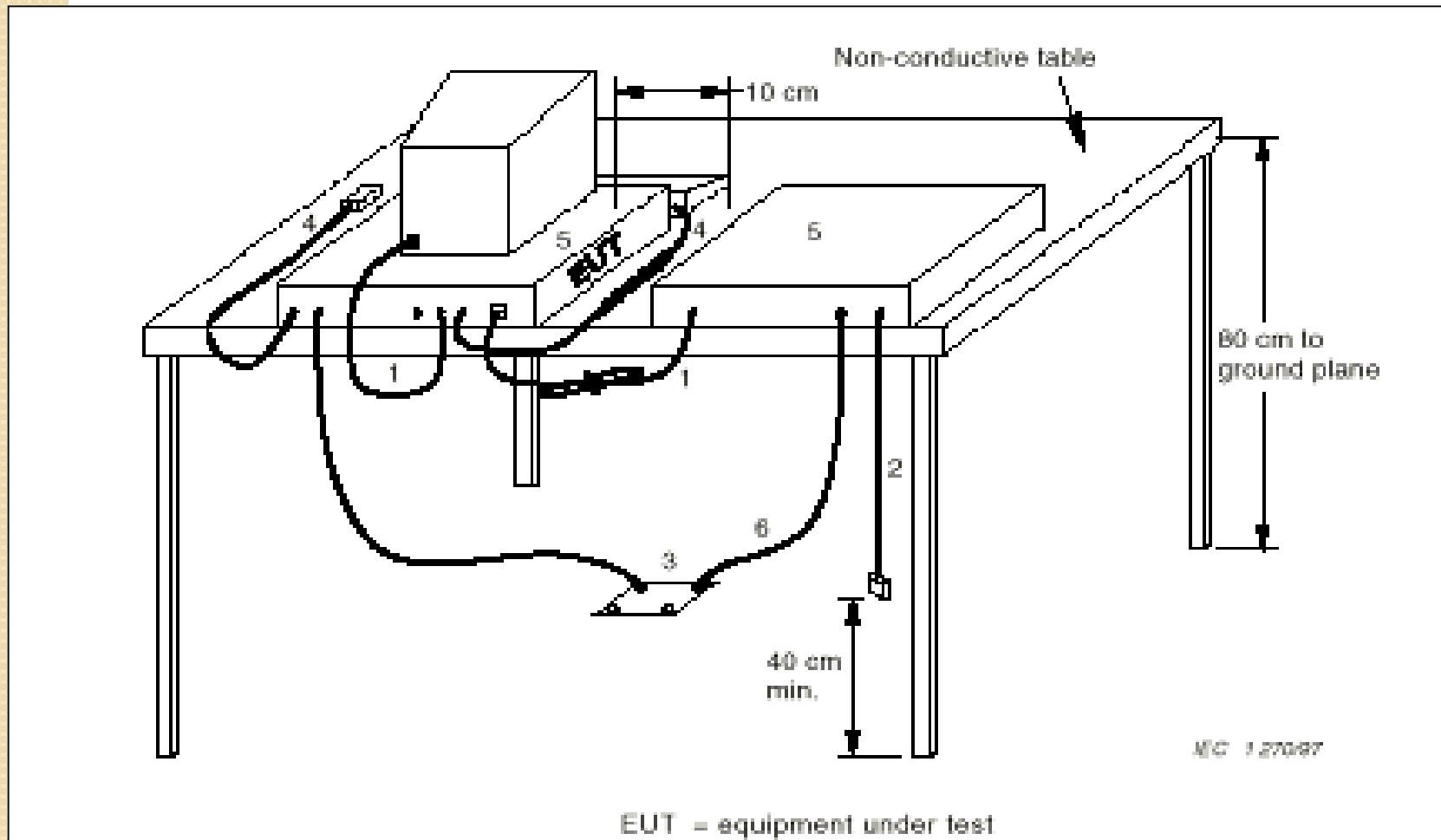
Emisión Conducida - Detector cuasípico - CISPR II-Clase B



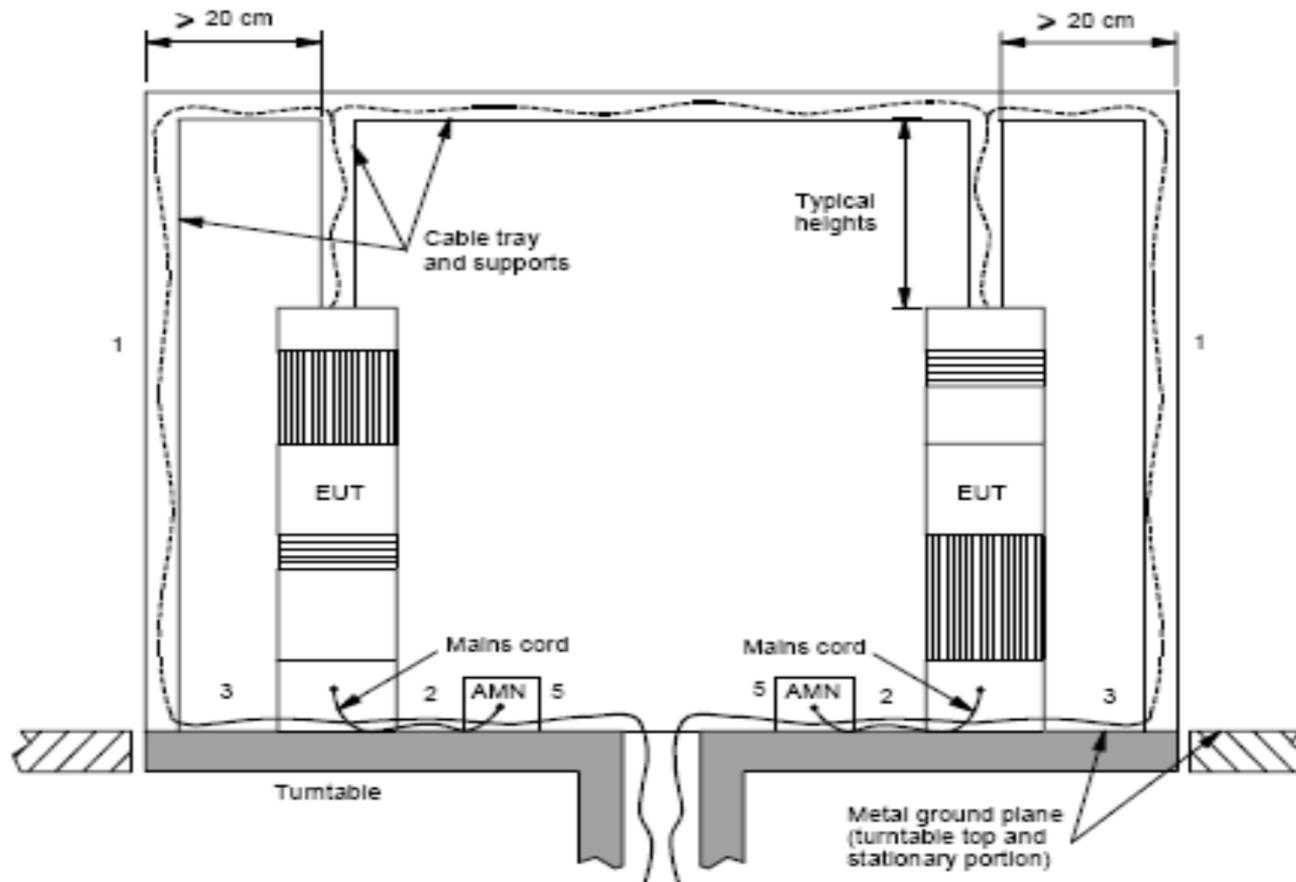
Emisión Conducta – Detector valor medio – CISPR II Clase B



Disposición de ensayo para Emisión Radiada



Disposición de ensayo para emisión radiada

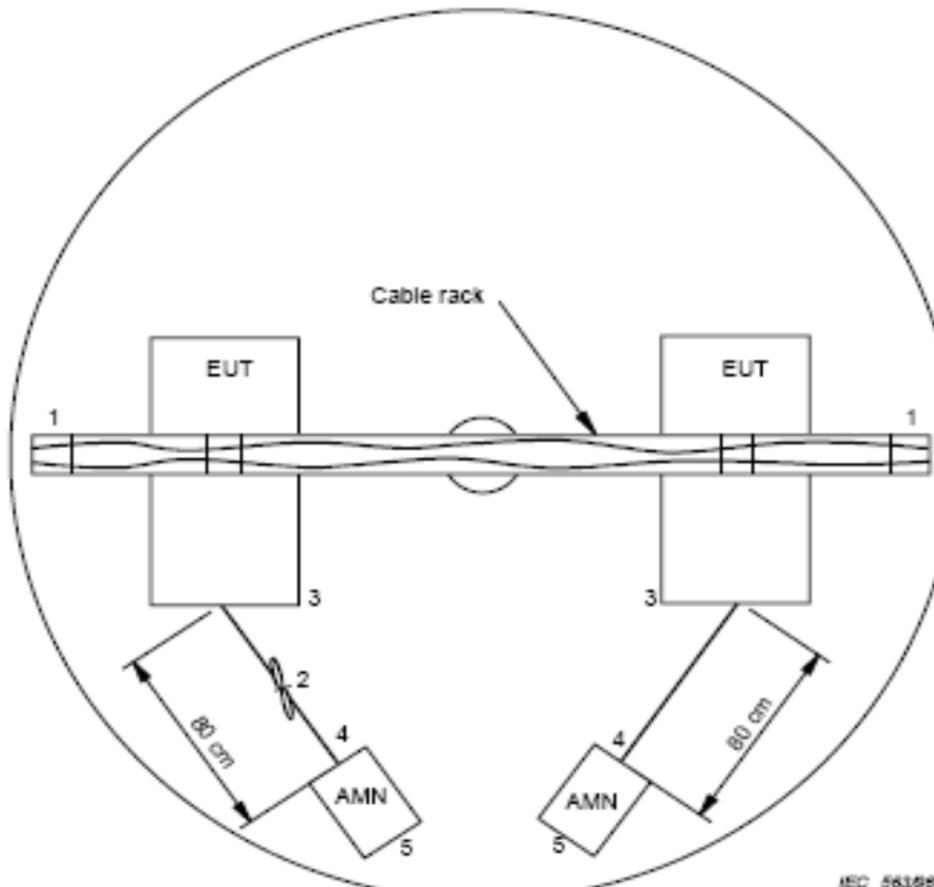


I/O cables to remote peripherals and/or auxiliary equipment.
These cables may be terminated, if required, with correct Impedance

NEC 127297

AMN = artificial mains network
EUT = equipment under test

Disposición de ensayo para emisión radiada



IEC 663-66

AMN - artificial mains network
EUT - equipment under test

Tipos de absorbentes de ondas electromagnéticas



Absorbente híbrido .

Pérdida eléctrica y magnética

Preferente para EMC



La espuma tiene un contenido bajo de carbono para un buen acoplamiento con la ferrita. A altas frecuencias la absorcion es menor que el absorbente tradicional piramidal con alto contenido de carbono.

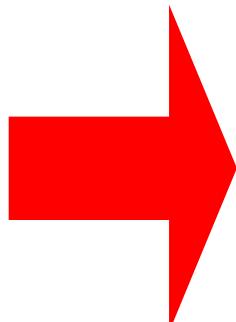
Tipos de absorbentes de ondas electromagnéticas



Azulejo de Ferrita .

Pérdida magnética

Preferentemente para bajas frecuencias por debajo de 1.5GHz

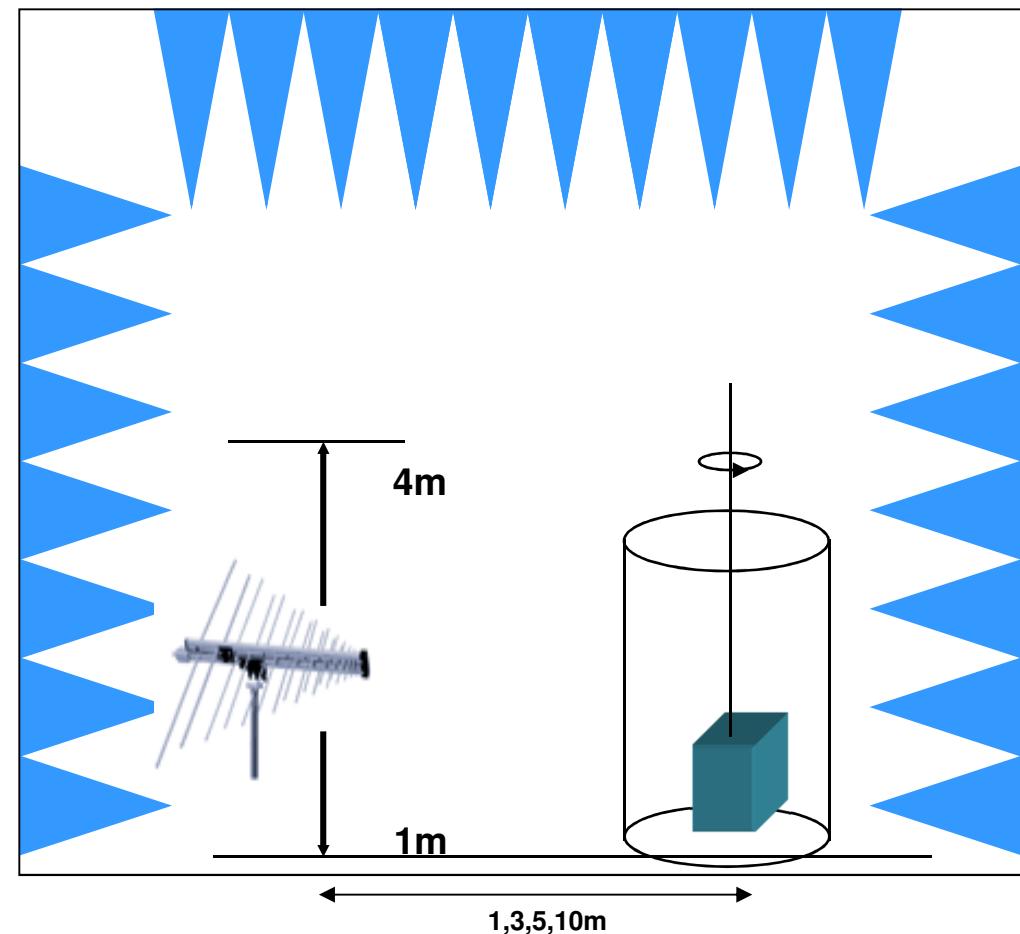


No funciona a altas frecuencias.

Conos de ferrita en plástico funcionan a altas frecuencias pero son muy caros. Y necesitan azulejo para las frecuencias bajas.

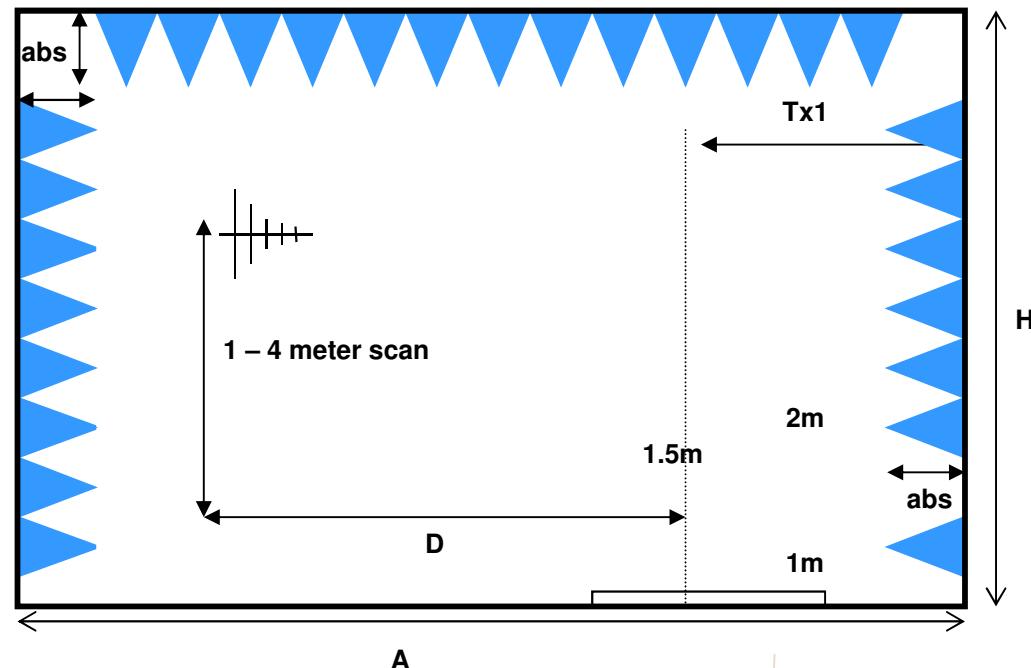
Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

- # Diseño está dirigido por normativas y estándares
- # A que distancia se hace el ensayo? Estamos midiendo emisiones o inmunidad?
- # La cámara debe simular un área abierta
- # La medición del NSA indica la calidad de la cámara y como compara con el área abierta.

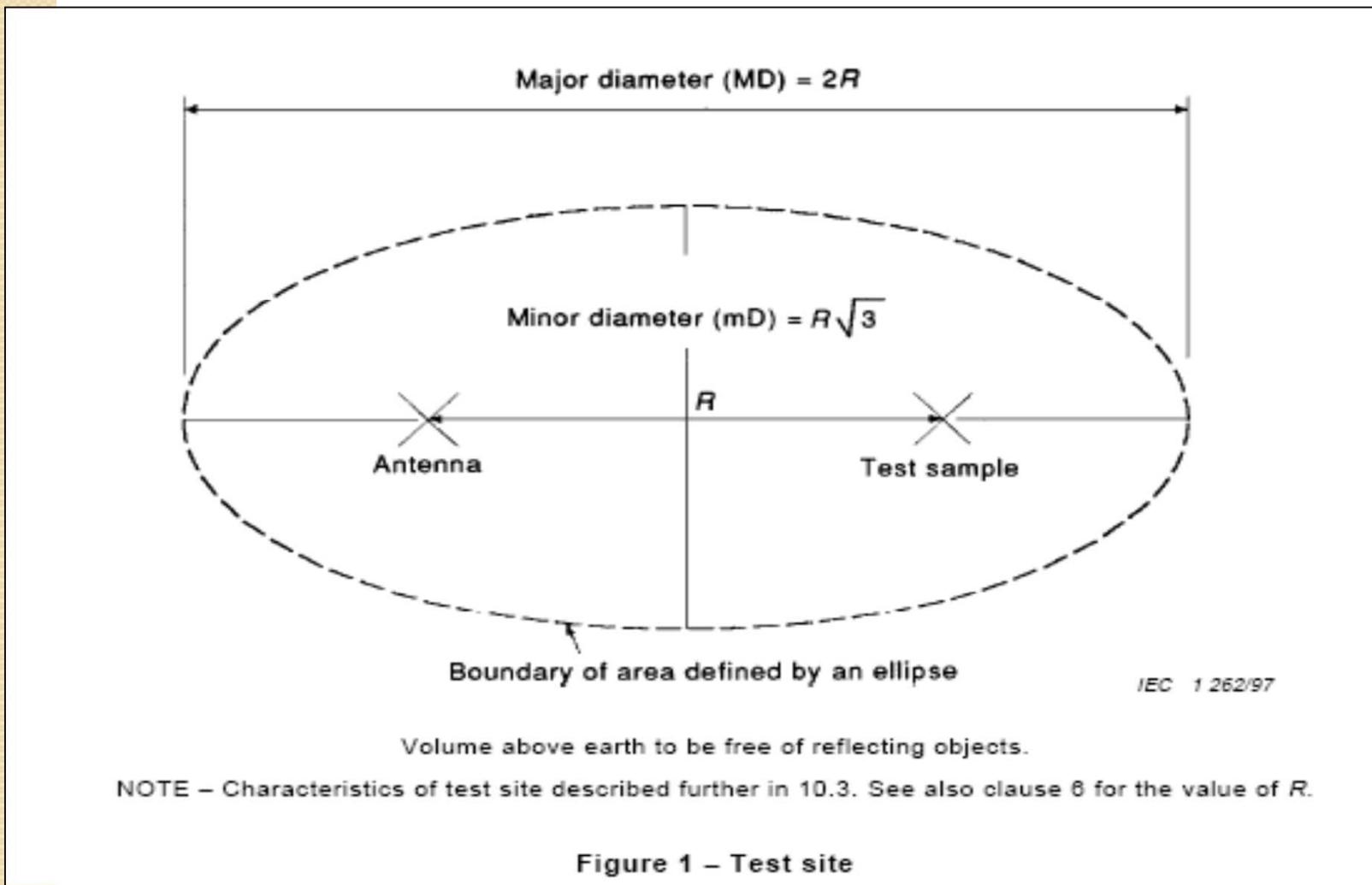


Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

Para la altura de la cámara ésta debe acomodar un barrido de 1 a 4m de altura y los elementos de la antena deben estar al menos a 1 metro de las puntas del absorbente



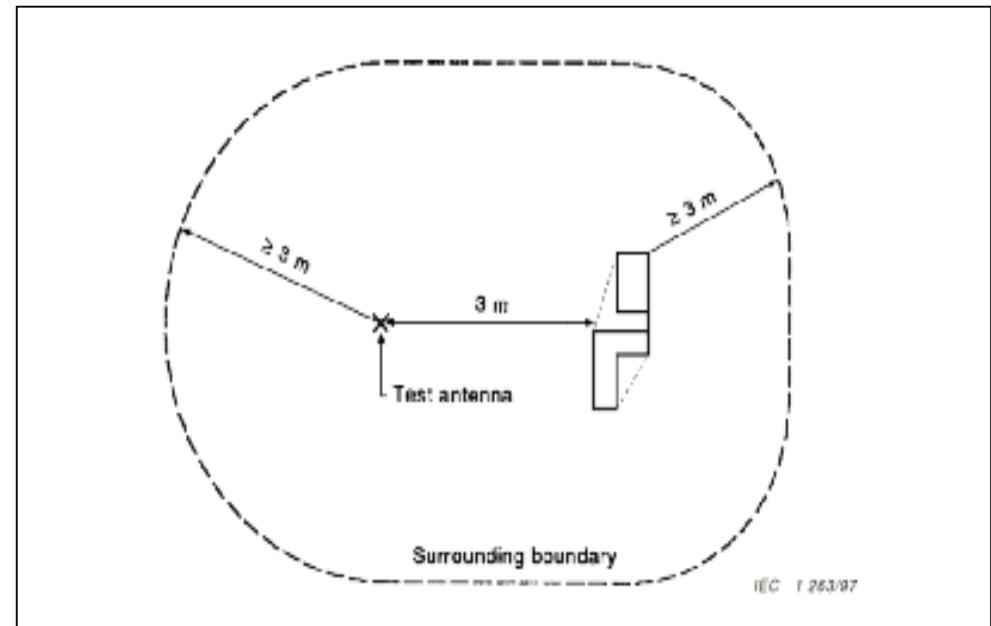
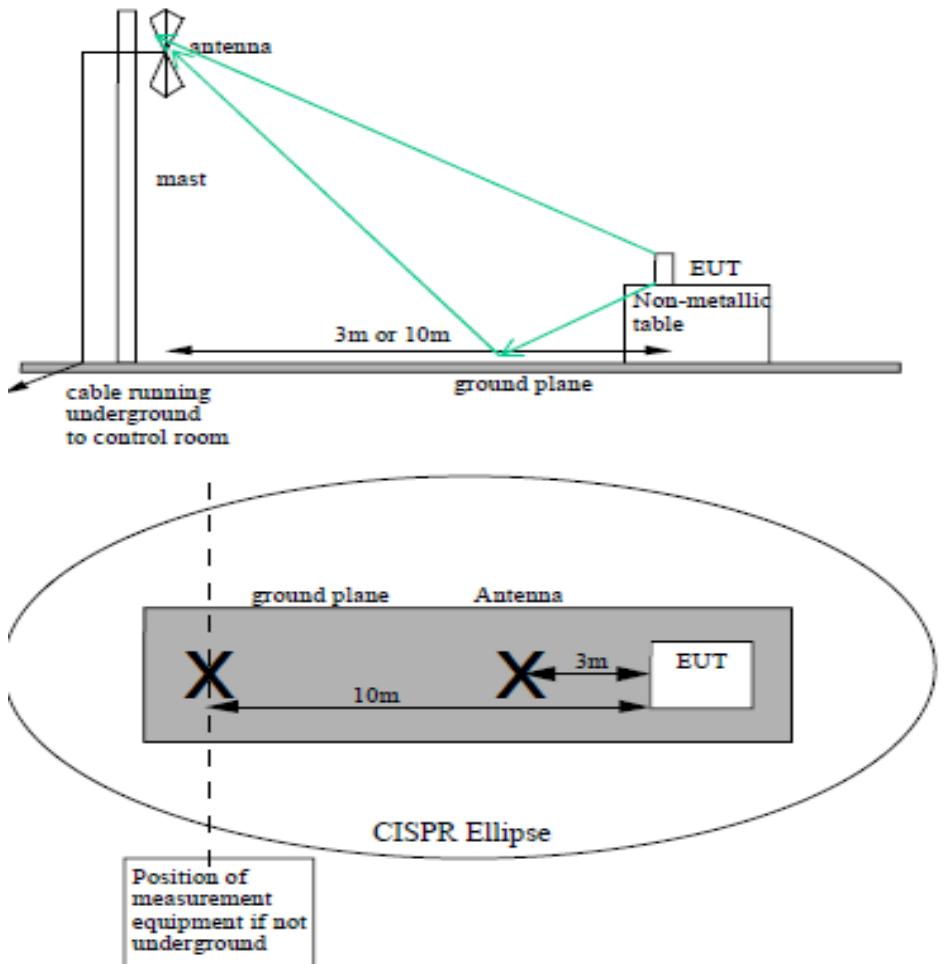
Emplazamiento de ensayo para Emisión Radiada



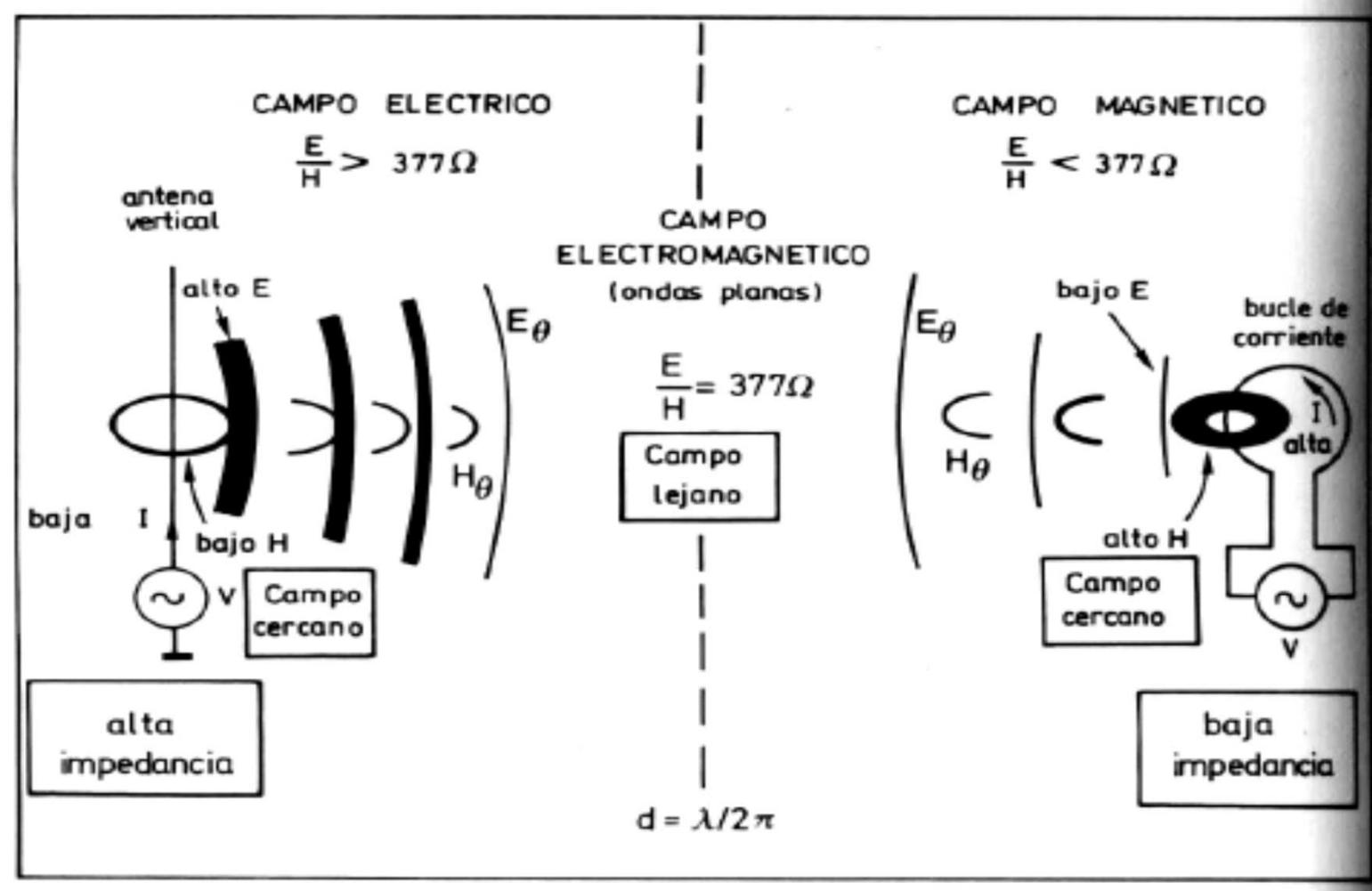
OATS: Open Area Test Site



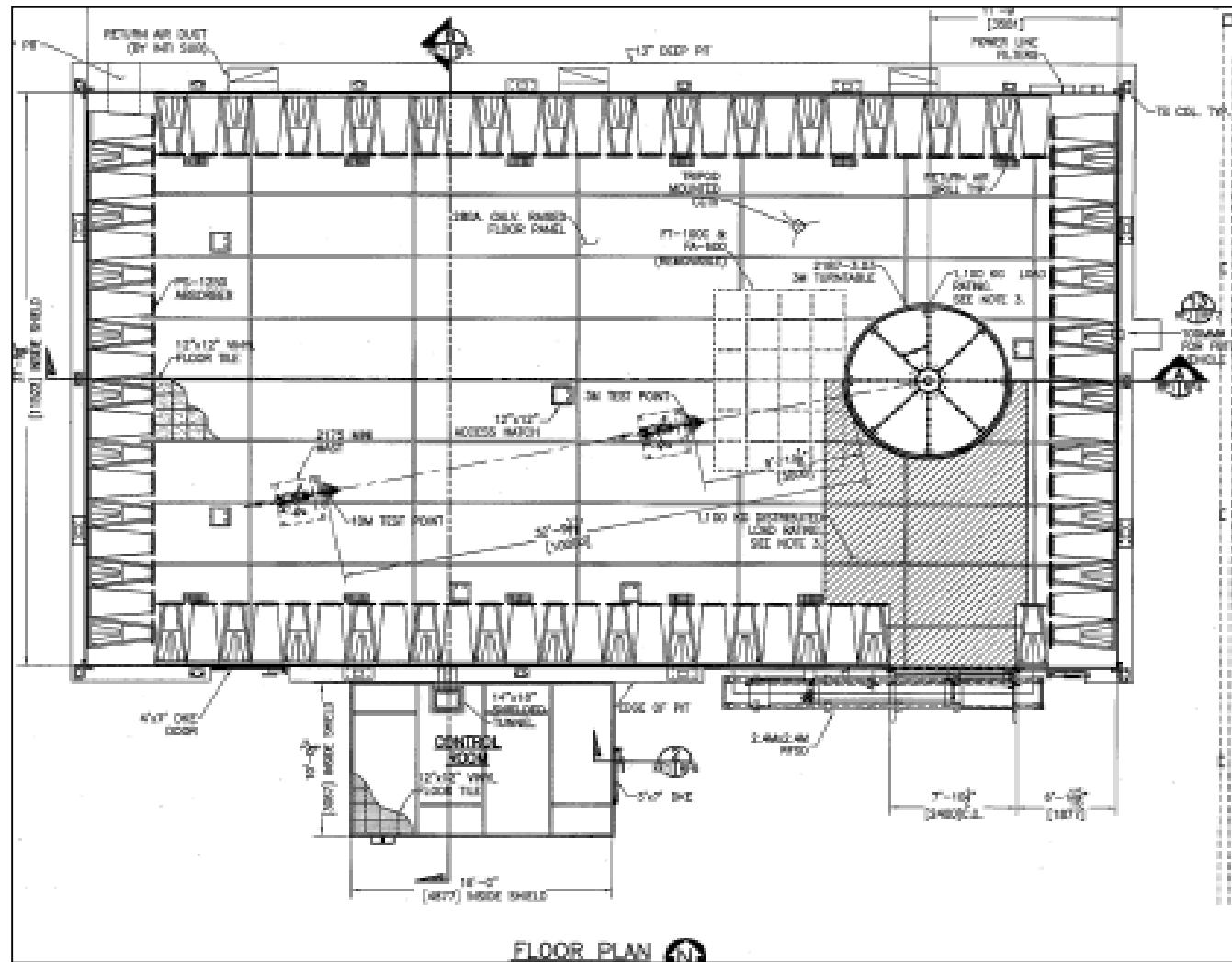
Emplazamiento de ensayo para Emisión Radiada



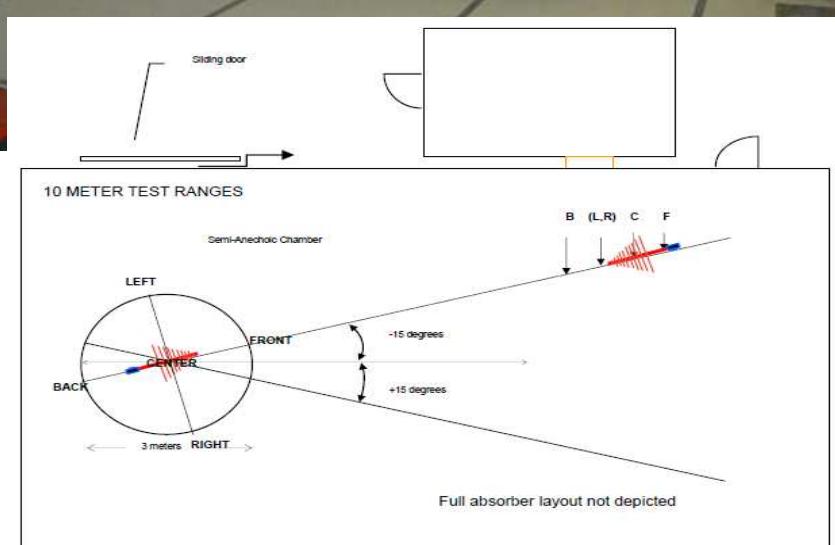
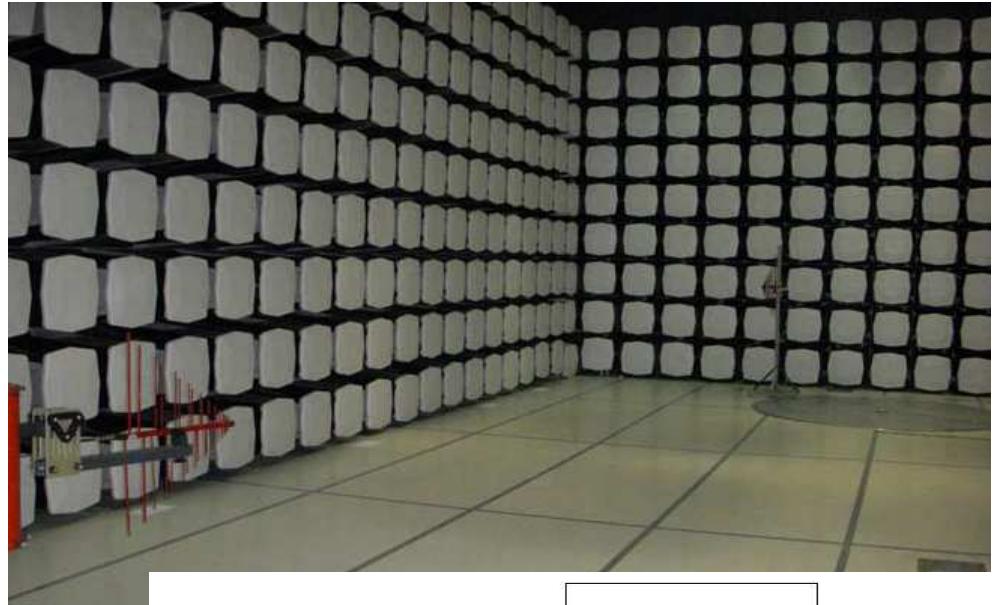
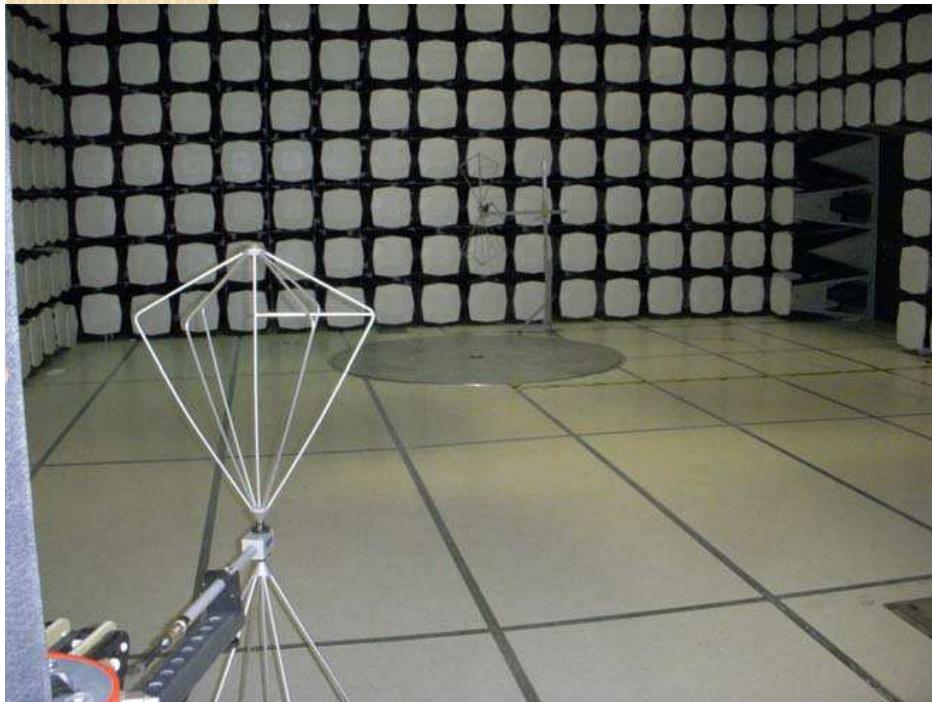
Interfase Campo Cercano – Campo Lejano



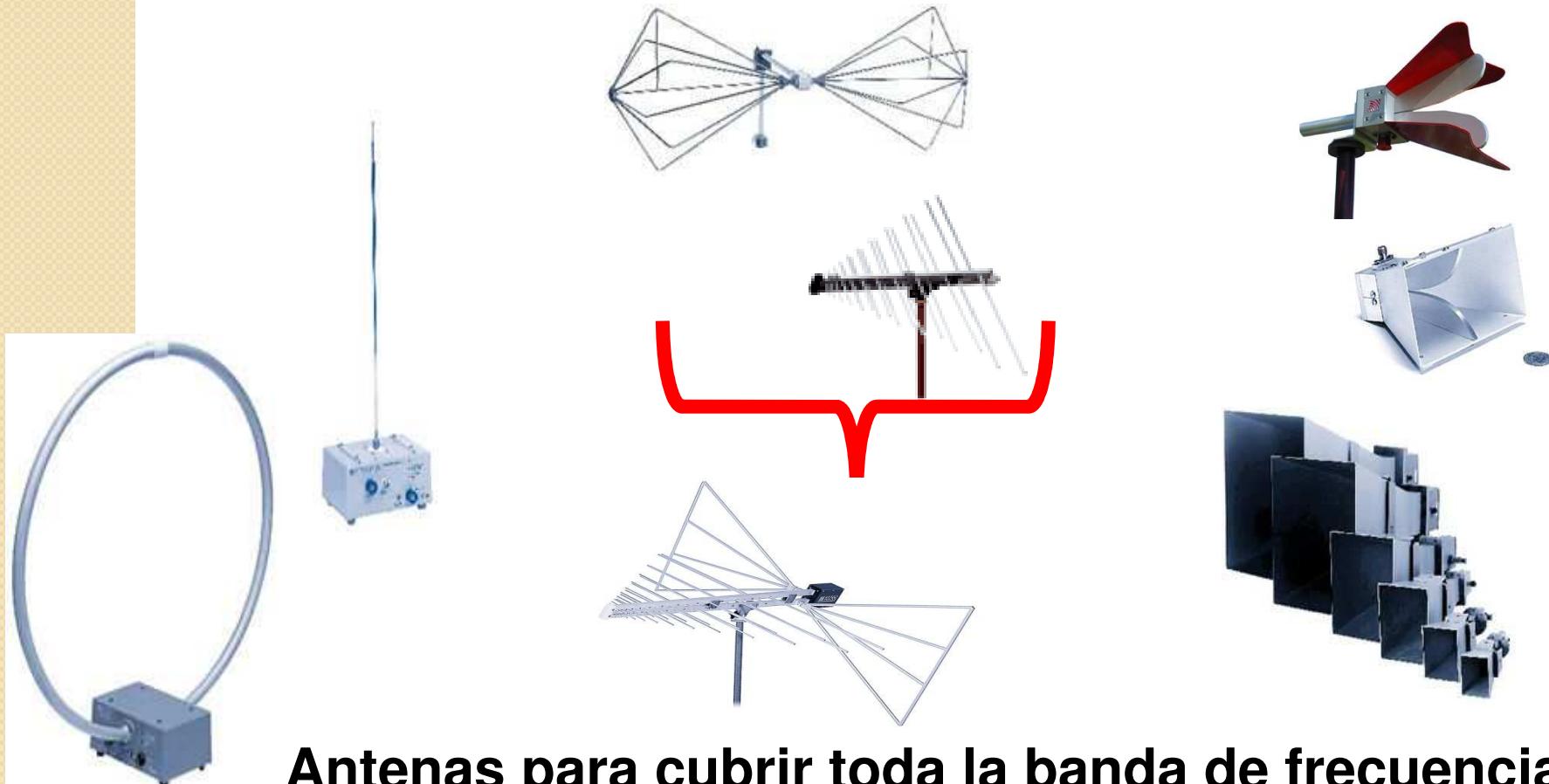
Cámara Semianecoica INTI



Medición de la Atenuación del emplazamiento normalizado



Antenas normalizadas para medir Emisión Radiada

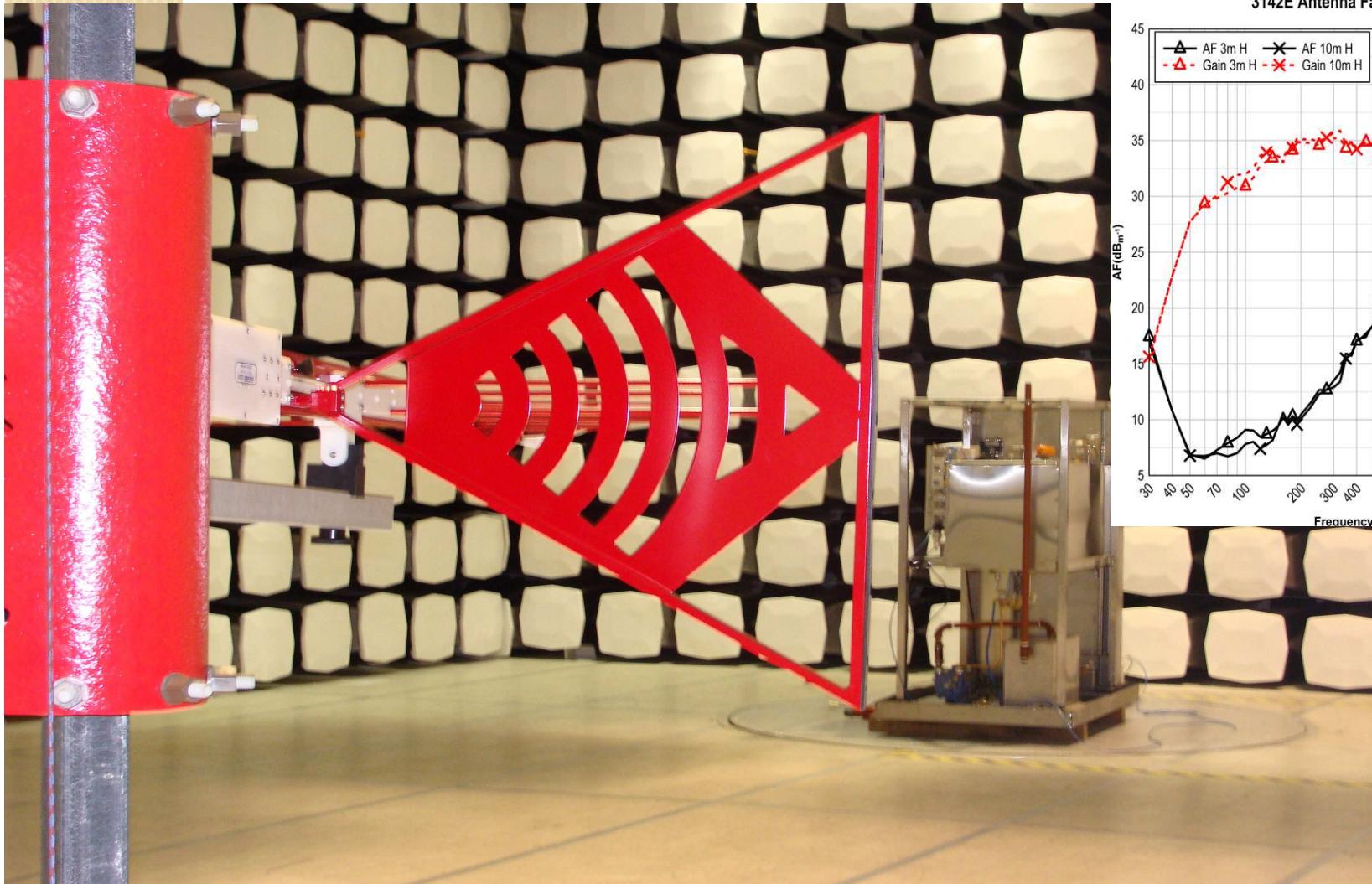


Antenas para cubrir toda la banda de frecuencias

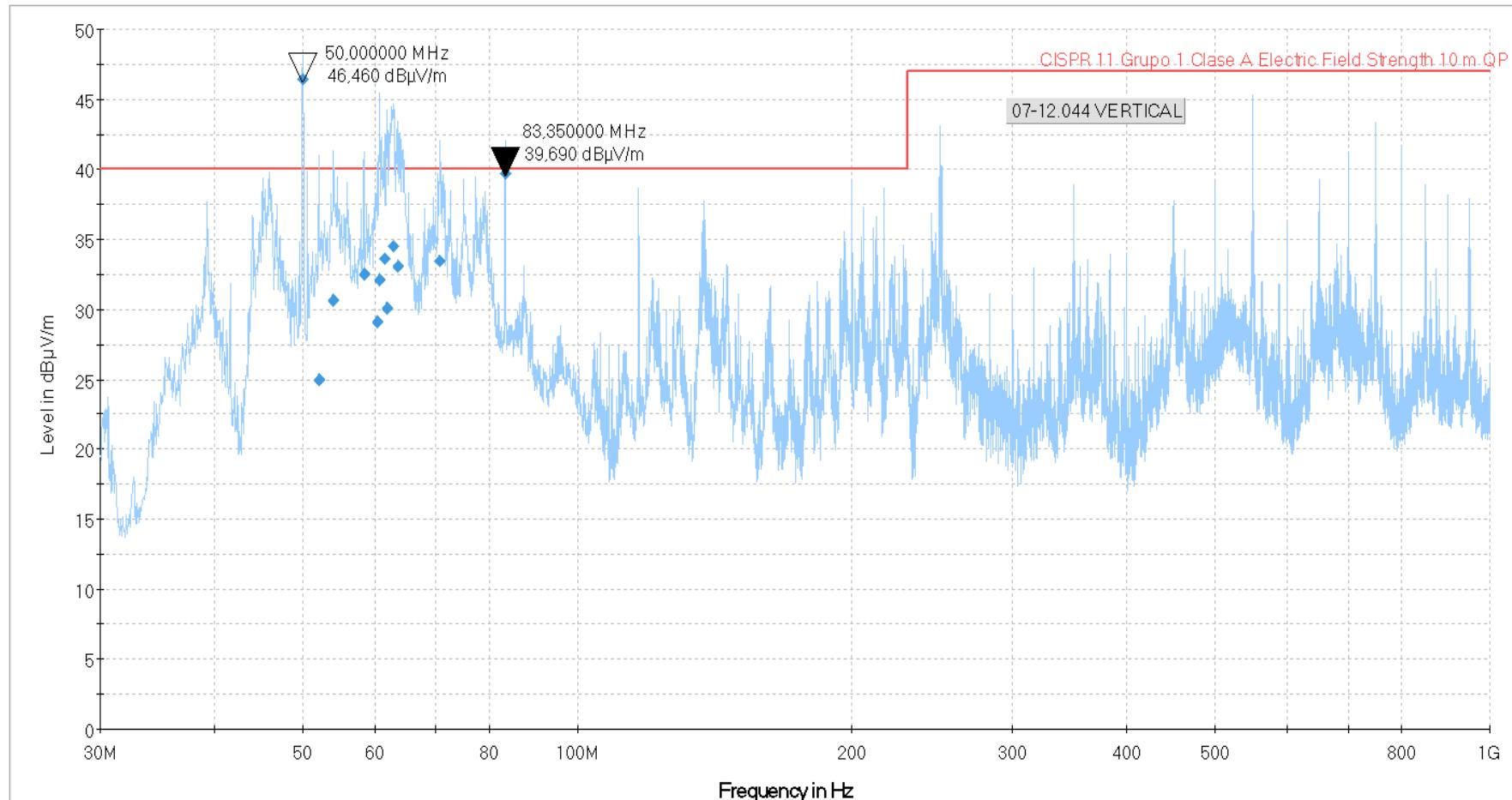
Equipo adicional para ensayo de Emisión Radiada



Ensayo de Emisión Radiada



Medición de Emisión Radiada según CISPR II



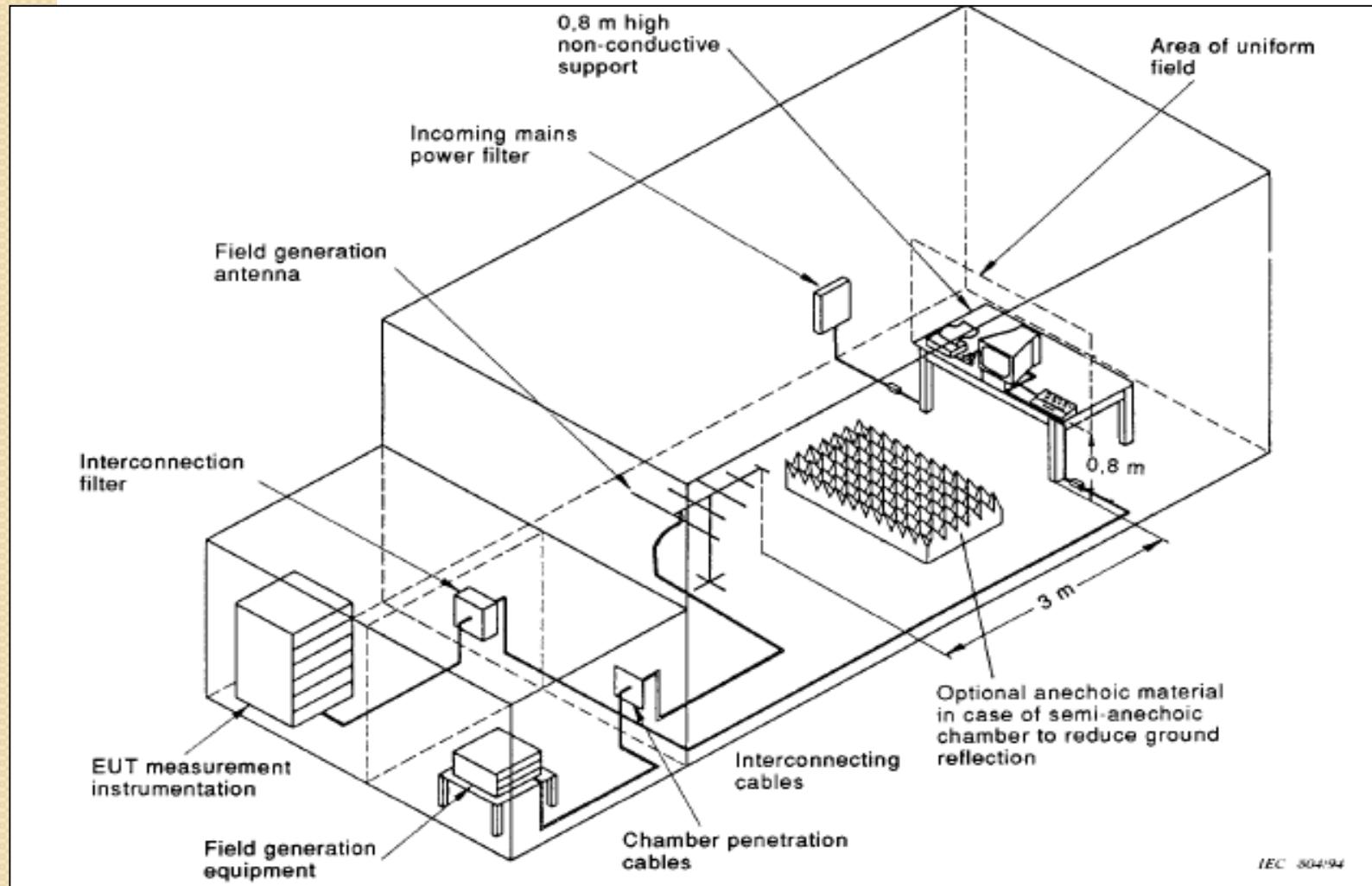
Emisión Electromagnética Radiada – CISPR 12



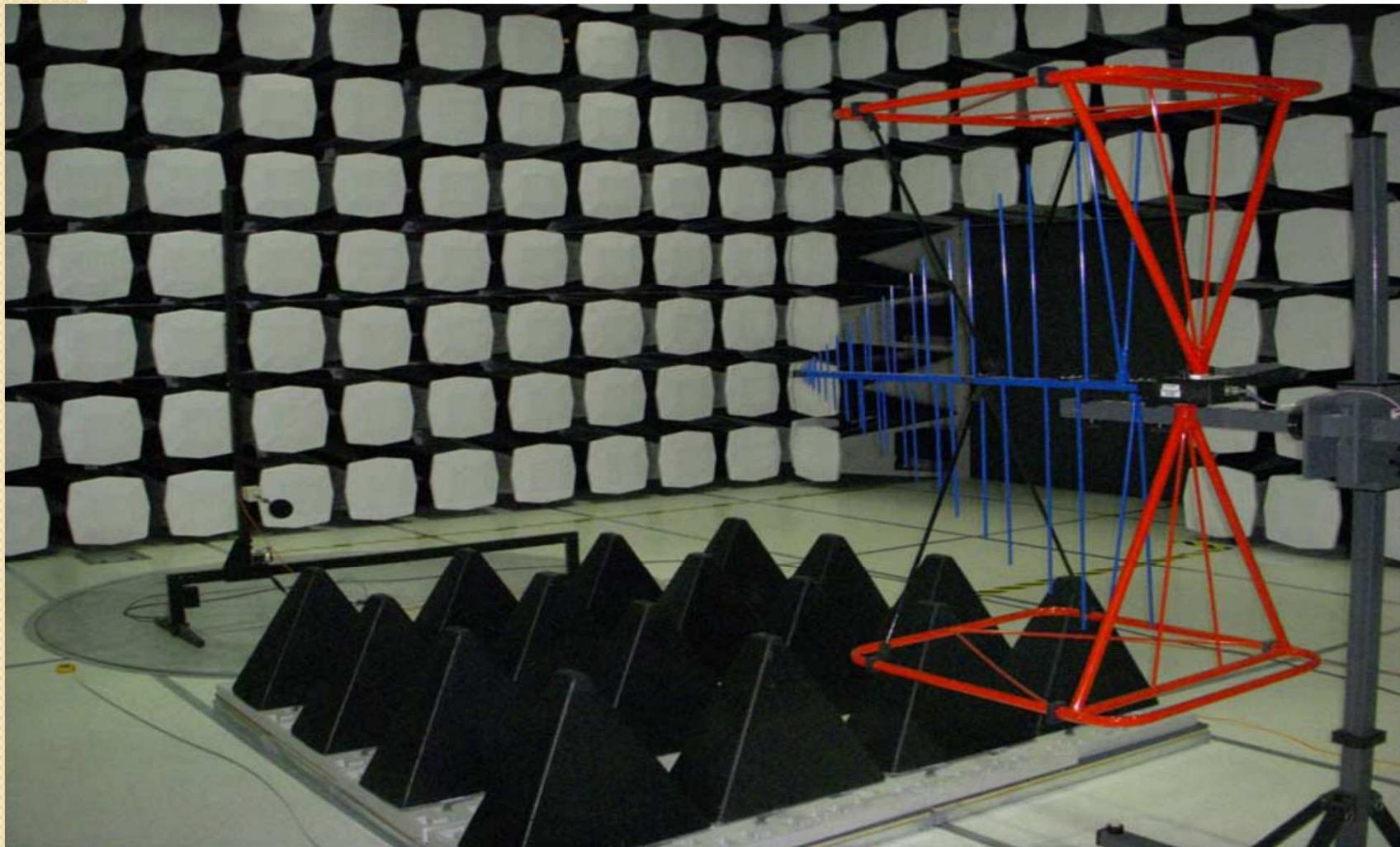
IEC 60601-1-2- Requisitos de Inmunidad

- IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática – ESD
- IEC 61000-4-3: Campos Radiados de RF
- IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos eléctricos
- IEC 61000-4-5: Onda de choque
- IEC 61000-4-6: Inyección de RF conducida
- IEC 61000-4-8: Campo Magnético de 50 Hz
- IEC 61000-4-11: Microcortes y huecos de tensión

IEC 61000-4-3: Inmunidad a campos radiados de alta frecuencia



Inmunidad Radiada: Area de campo uniforme



IEC 61000-4-3:Area de campo Uniforme

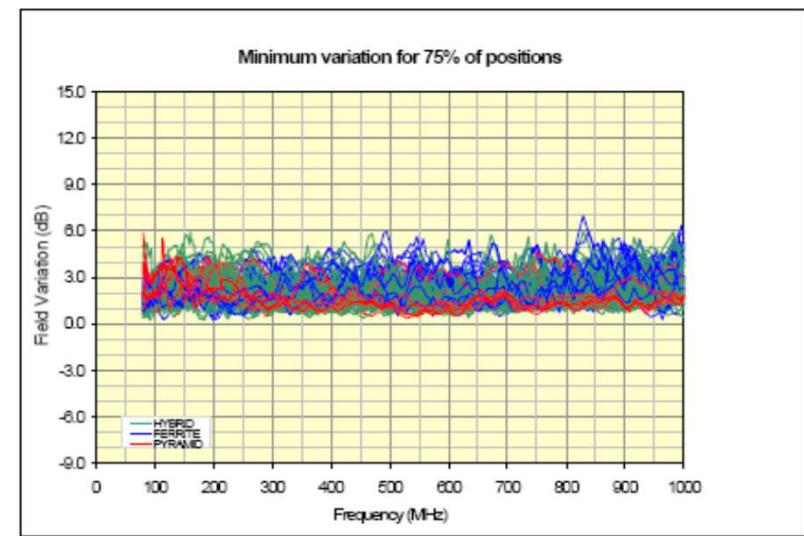
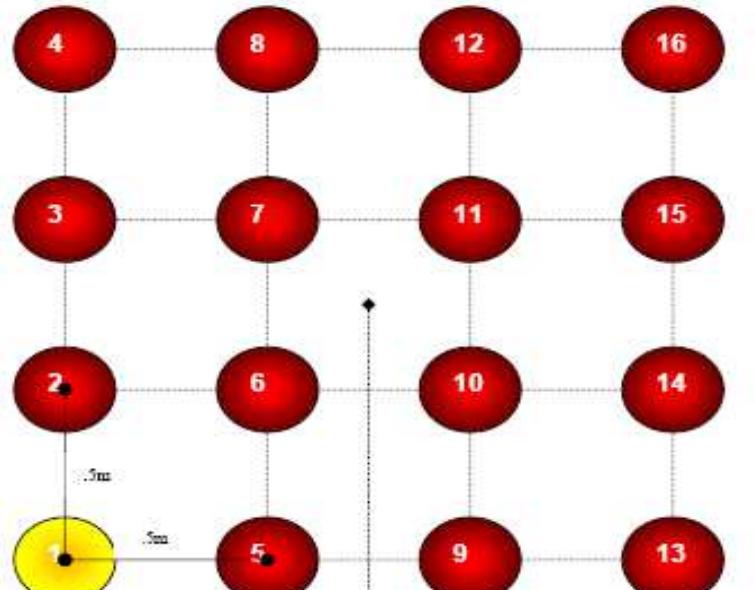
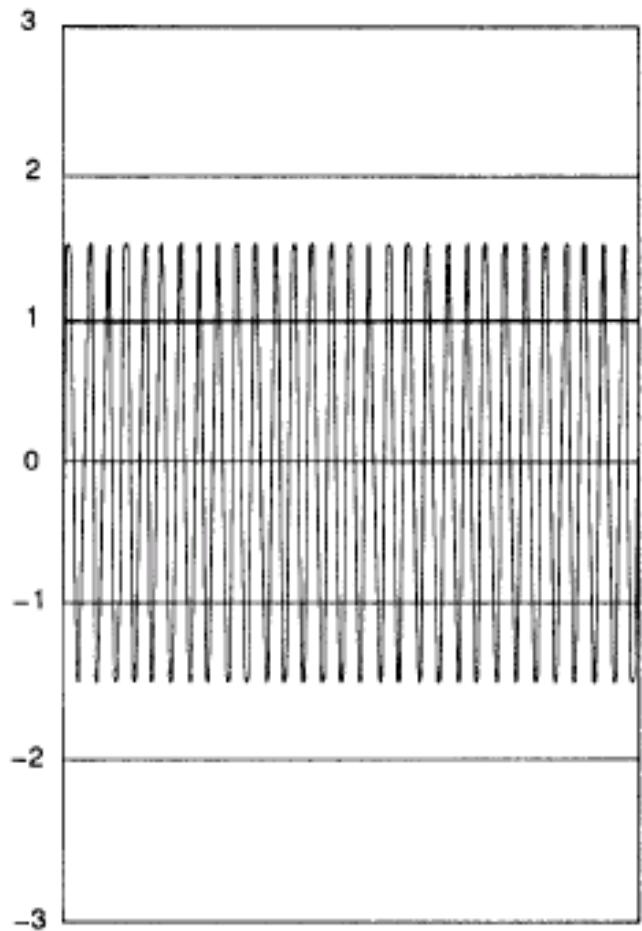
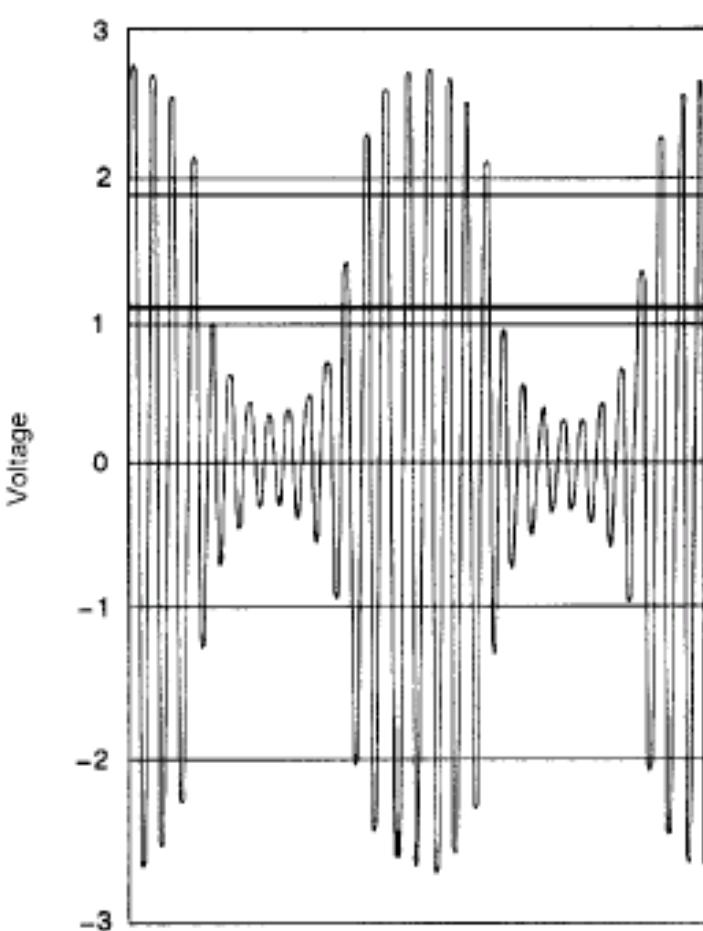


Figure 17 Chamber measurements – 75% of positions

IEC 61000-4-3: Señal de ensayo normalizada



a) Unmodulated RF-signal



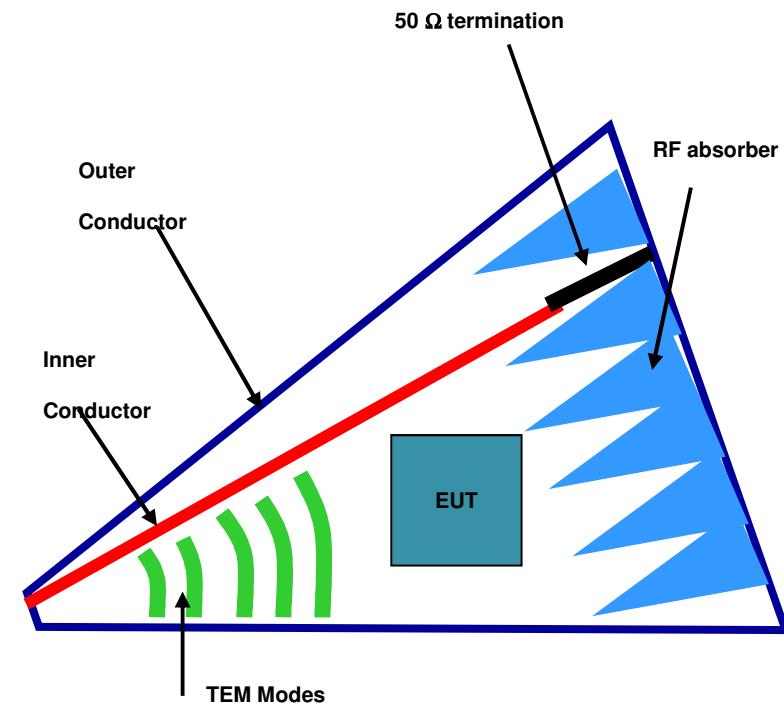
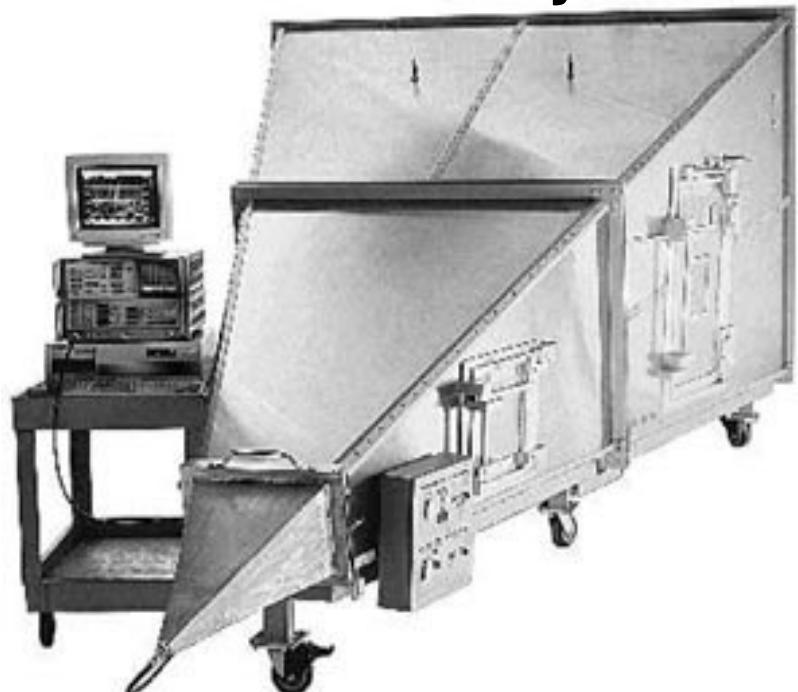
b) Modulated RF-signal 80 % AM

IEC 61000-4-3: Inmunidad Radiada

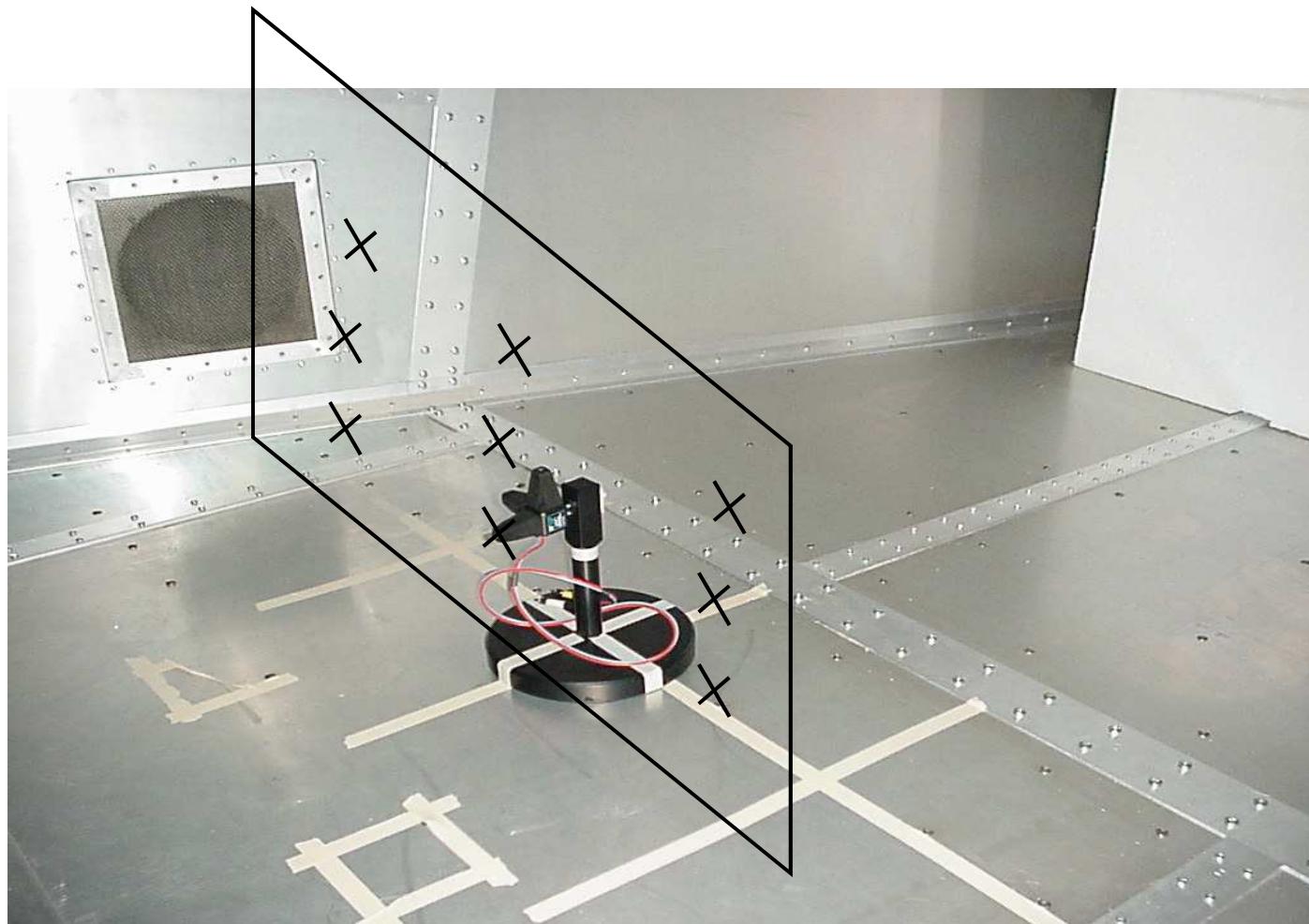


Celdas GTEM

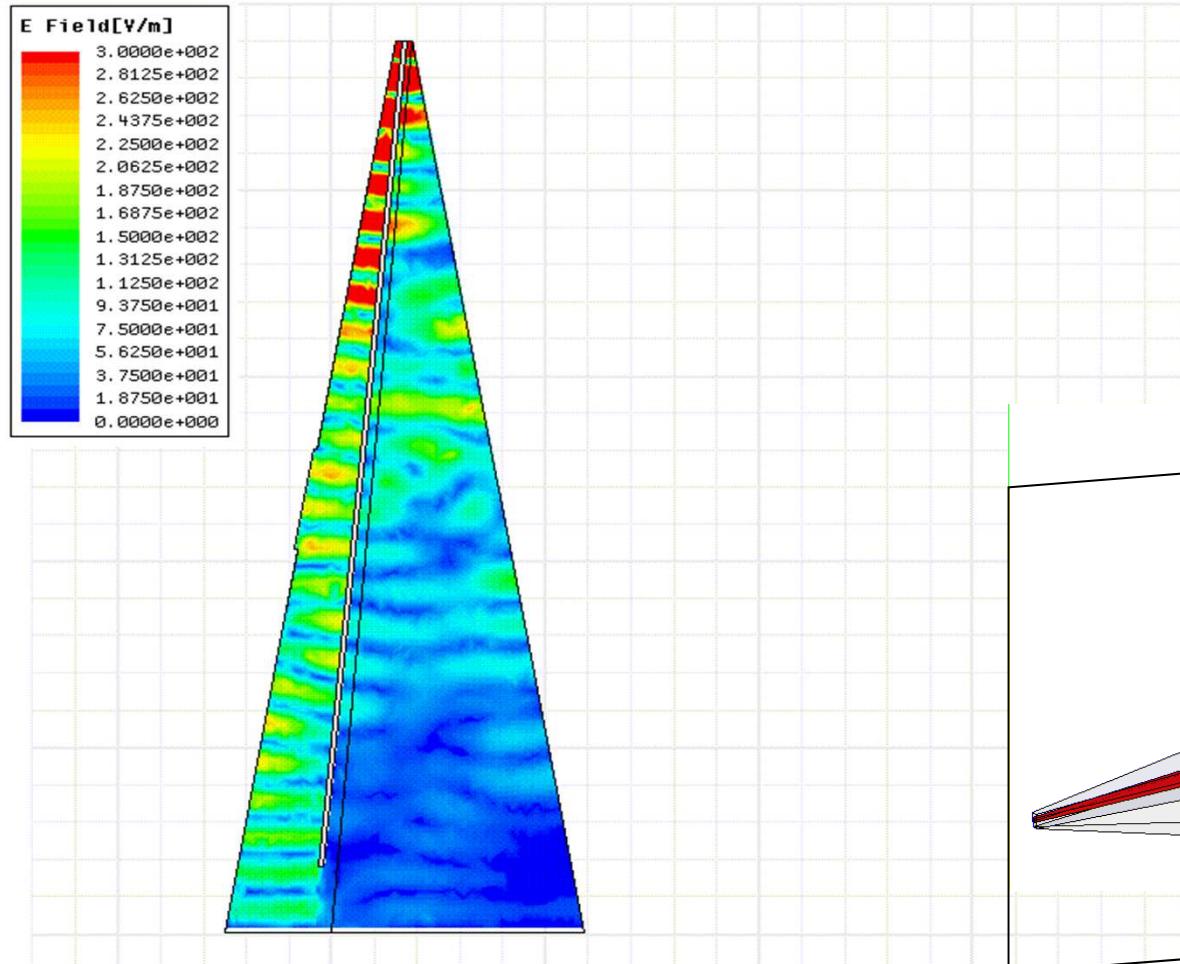
Una GTEM es una linea de transmisión coaxial de 50 Ohm, cuyo interior es accesible y es usada para mediciones preliminares de inmunidad y emisión en EMC



Campo uniforme en una GTEM

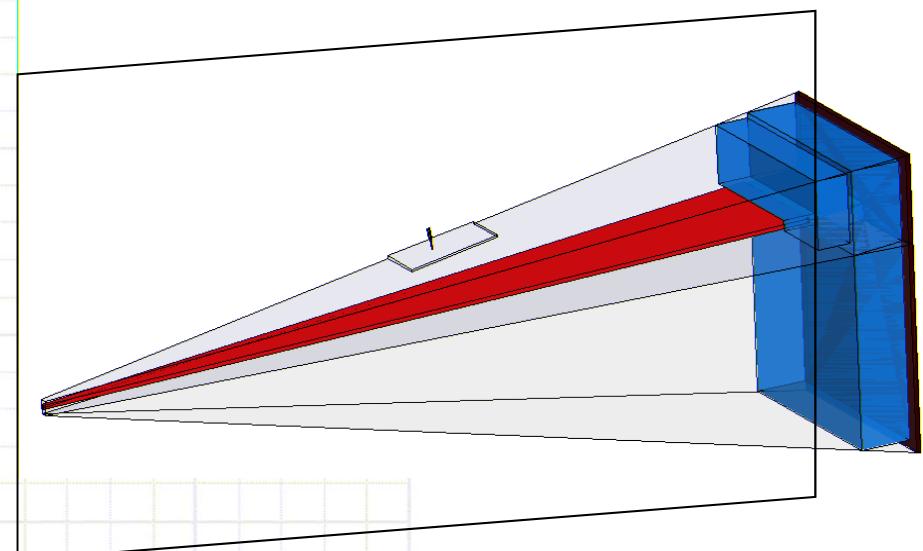


Campo dentro de una GTEM



At 3GHz.

magnitude of the Electric field
on a plane cutting the cell at
the middle of the test port.
Notice TEM wave propagation
on the upper portion of the cell



IEC 61000-4-6:Acoplamiento via CDN (Inyección Directa)

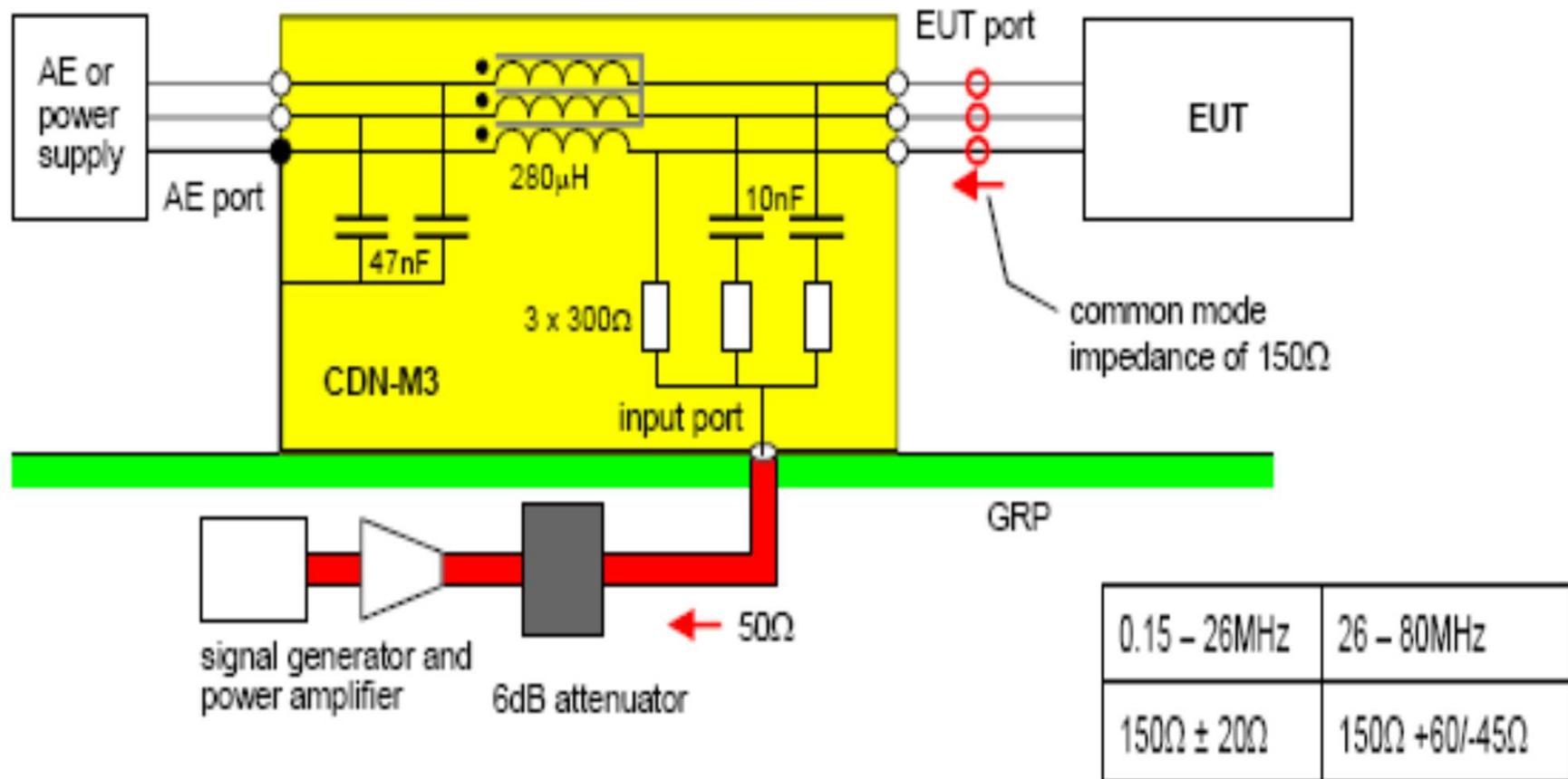
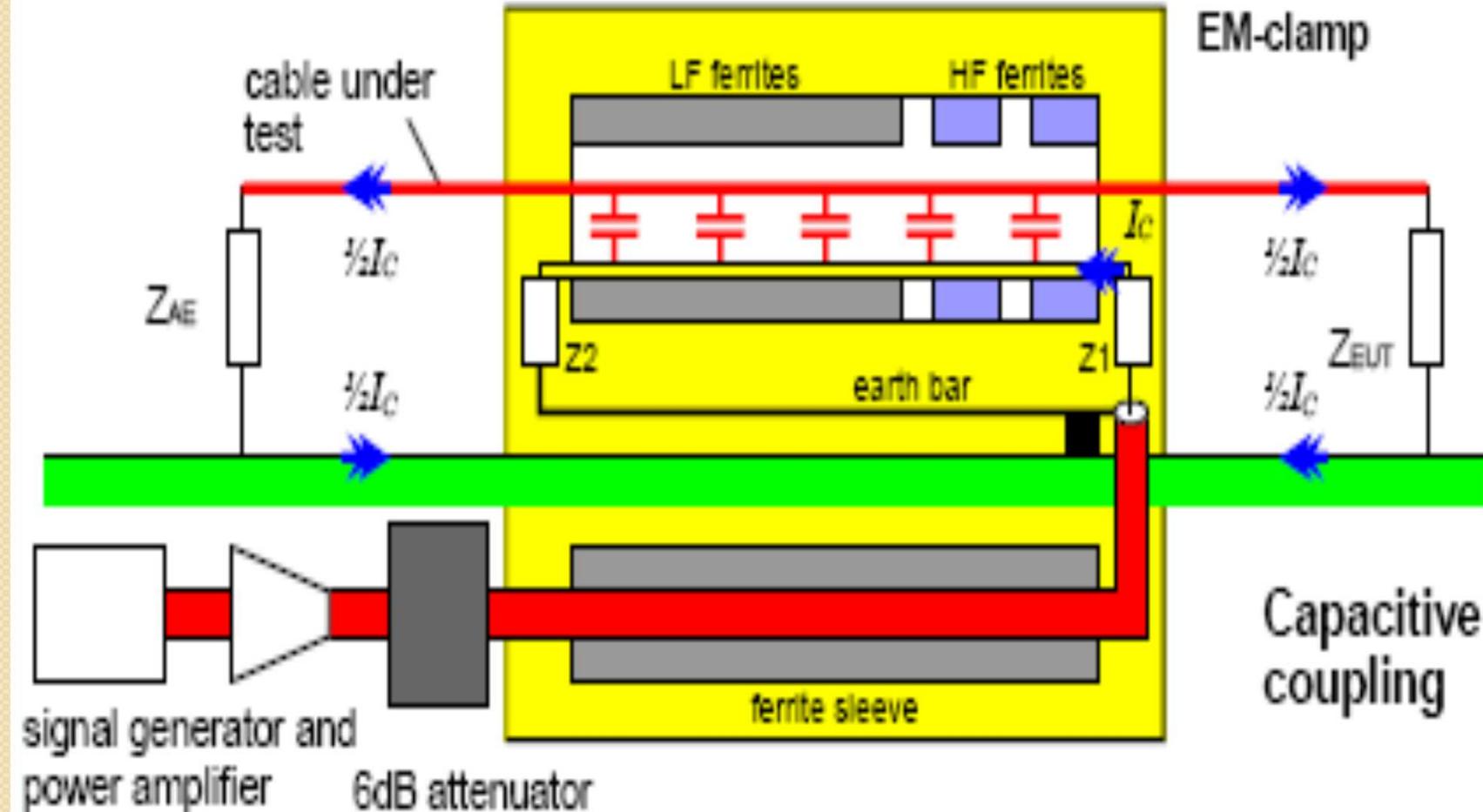


Figure 2 Coupling via CDN or direct injection (example for 3 line mains cable)

IEC 61000-4-6:Acoplamiento capacutivo



IEC 61000-4-6:Acoplamiento inductivo

If $I_{L2} = \frac{1}{2}I_0$ then maximum directivity is obtained

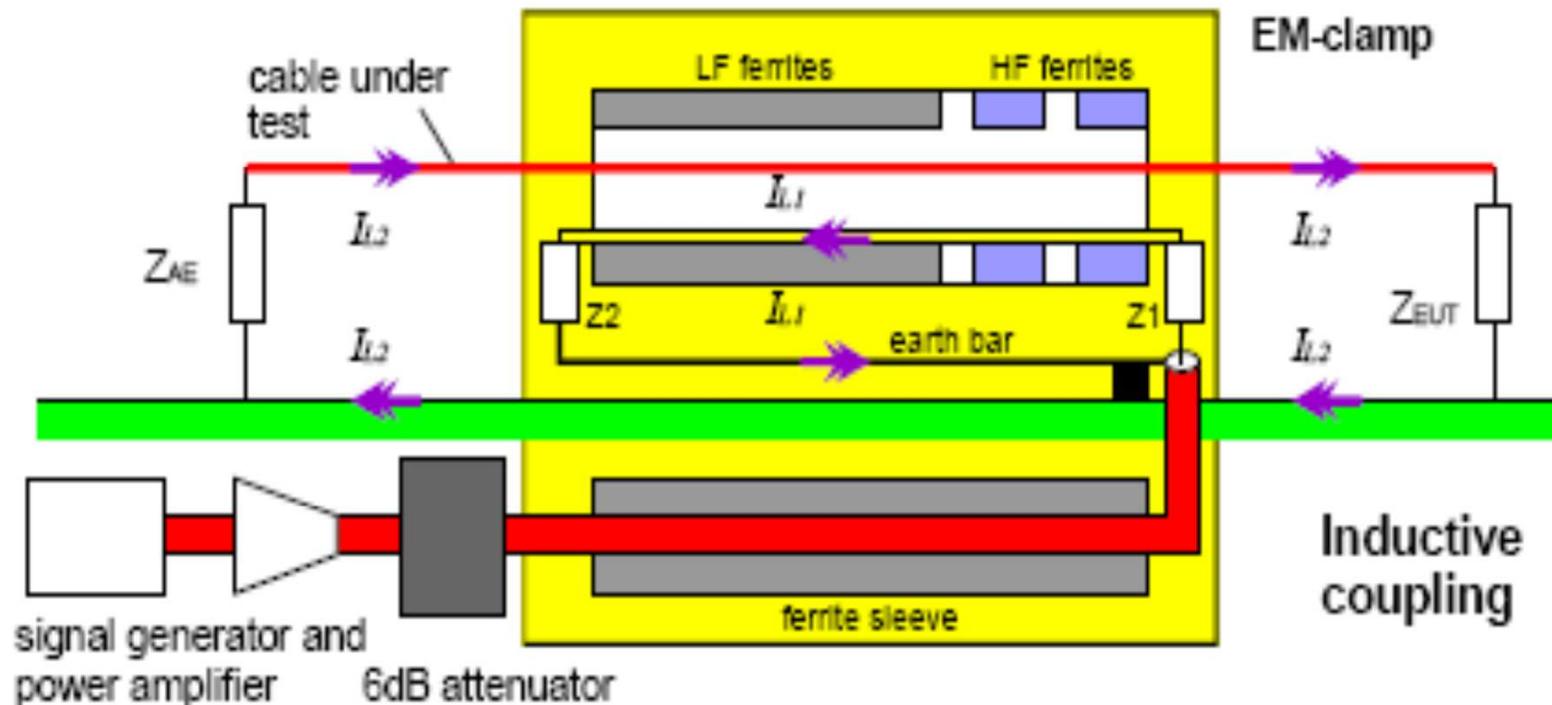


Figure 3 Coupling modes of the EM-clamp

IEC 61000-4-6: CDN (Coupling / Decoupling Network)

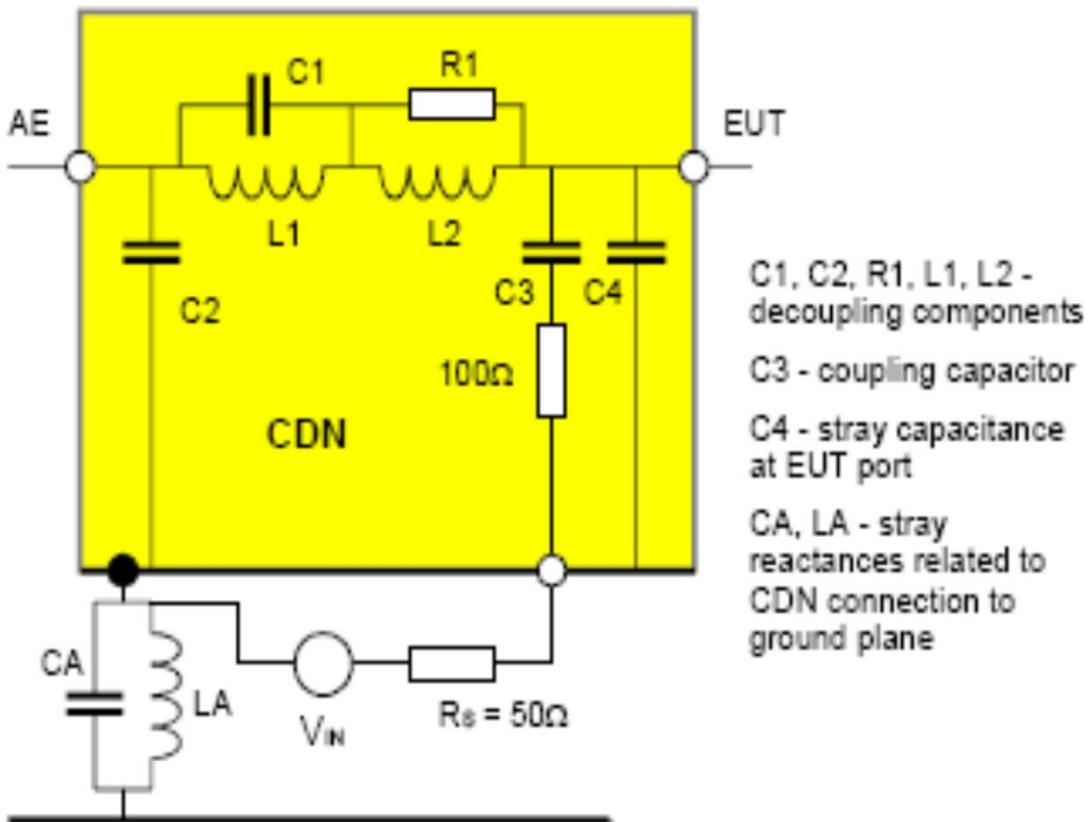


Figure 7 Circuit model of the CDN

IEC 61000-4-6: Disposición de ensayo

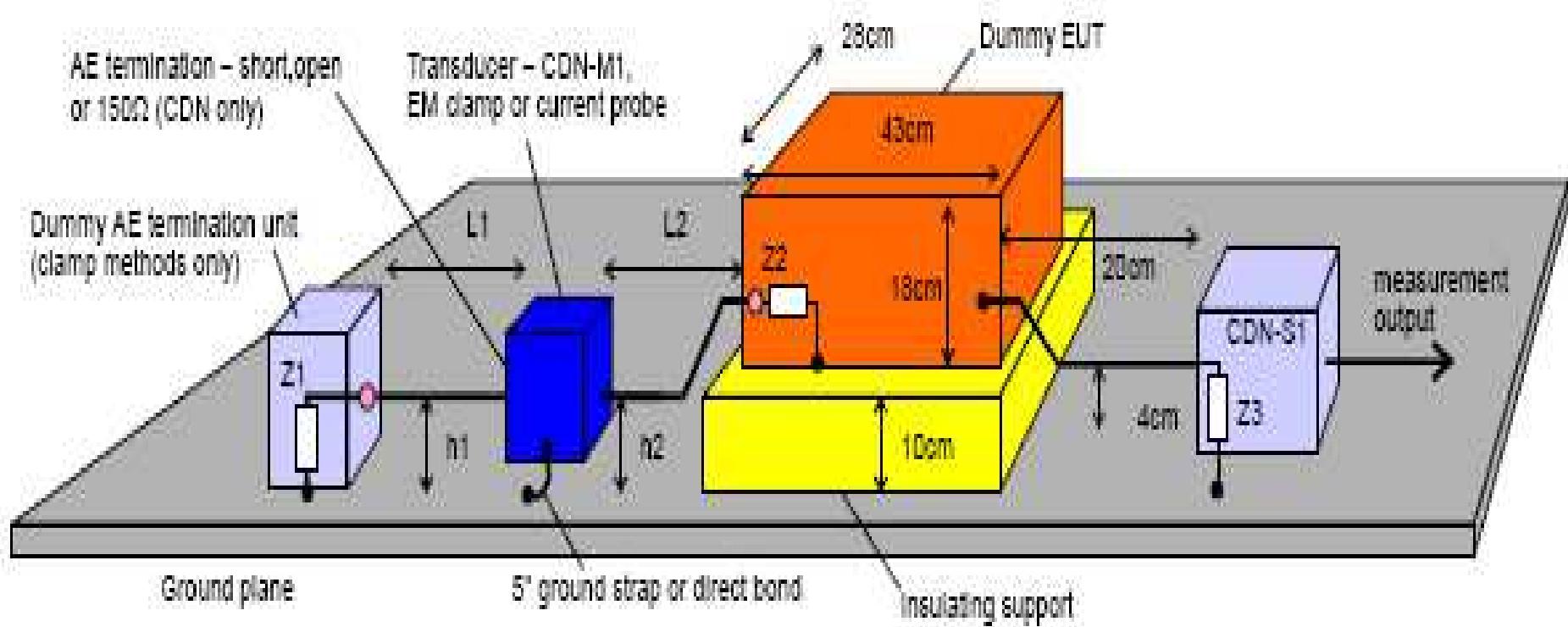
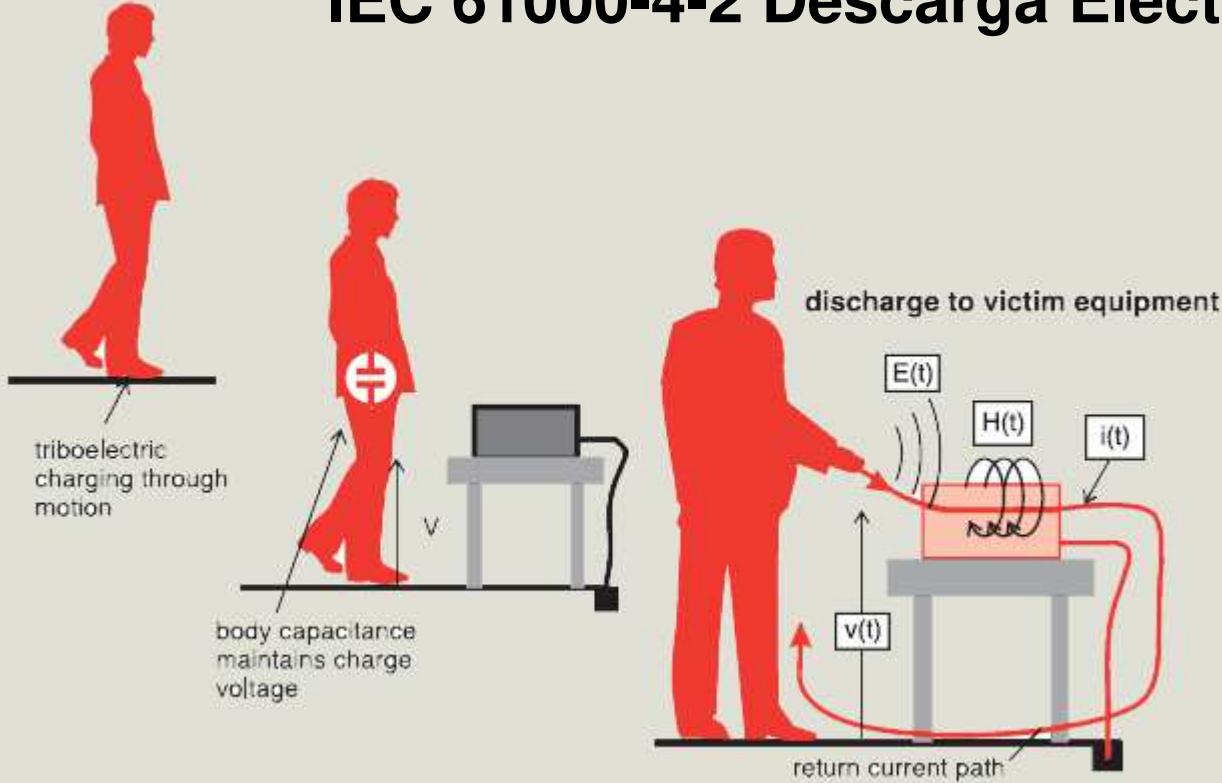
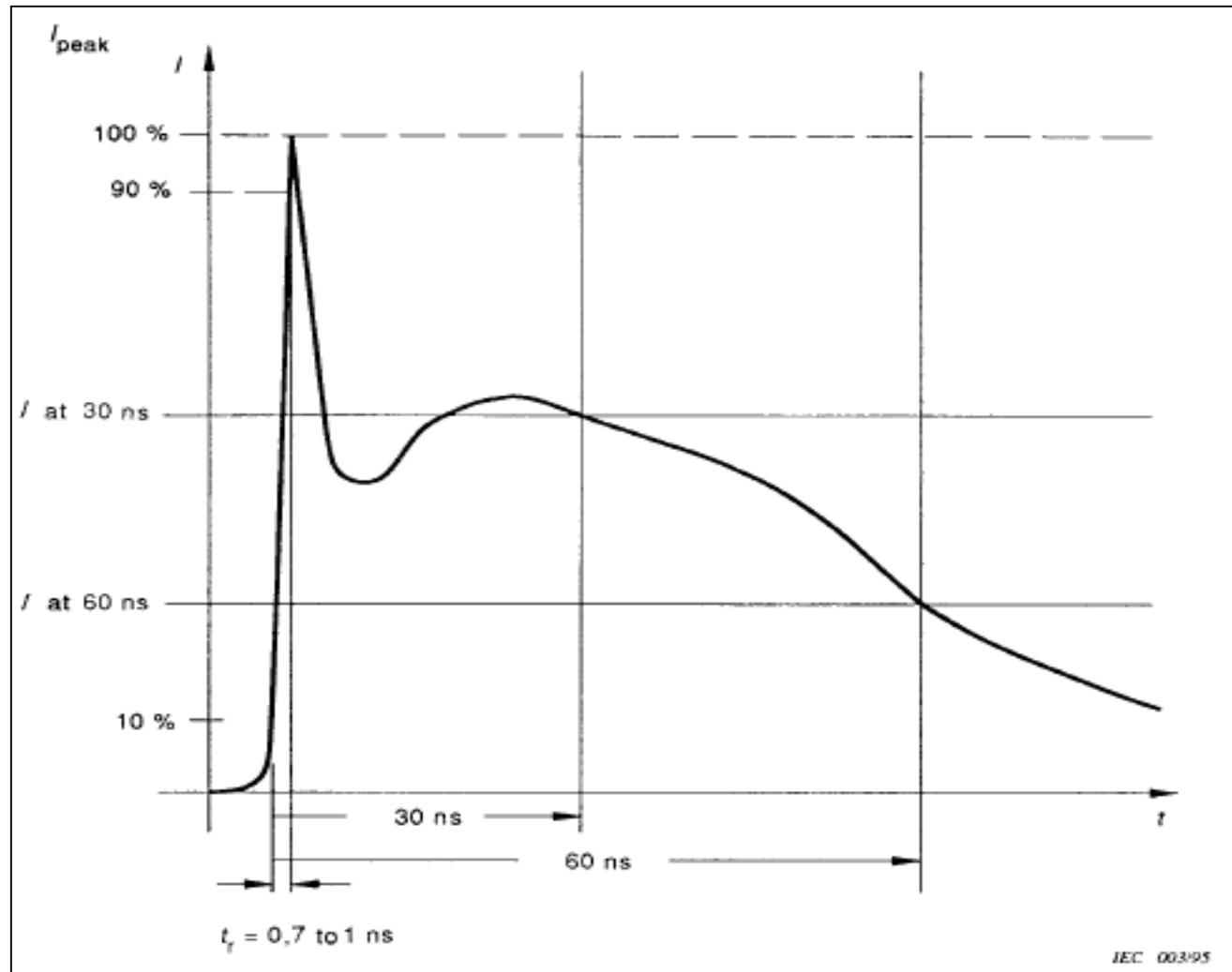


Figure 11 The test setup, showing parameters that were varied

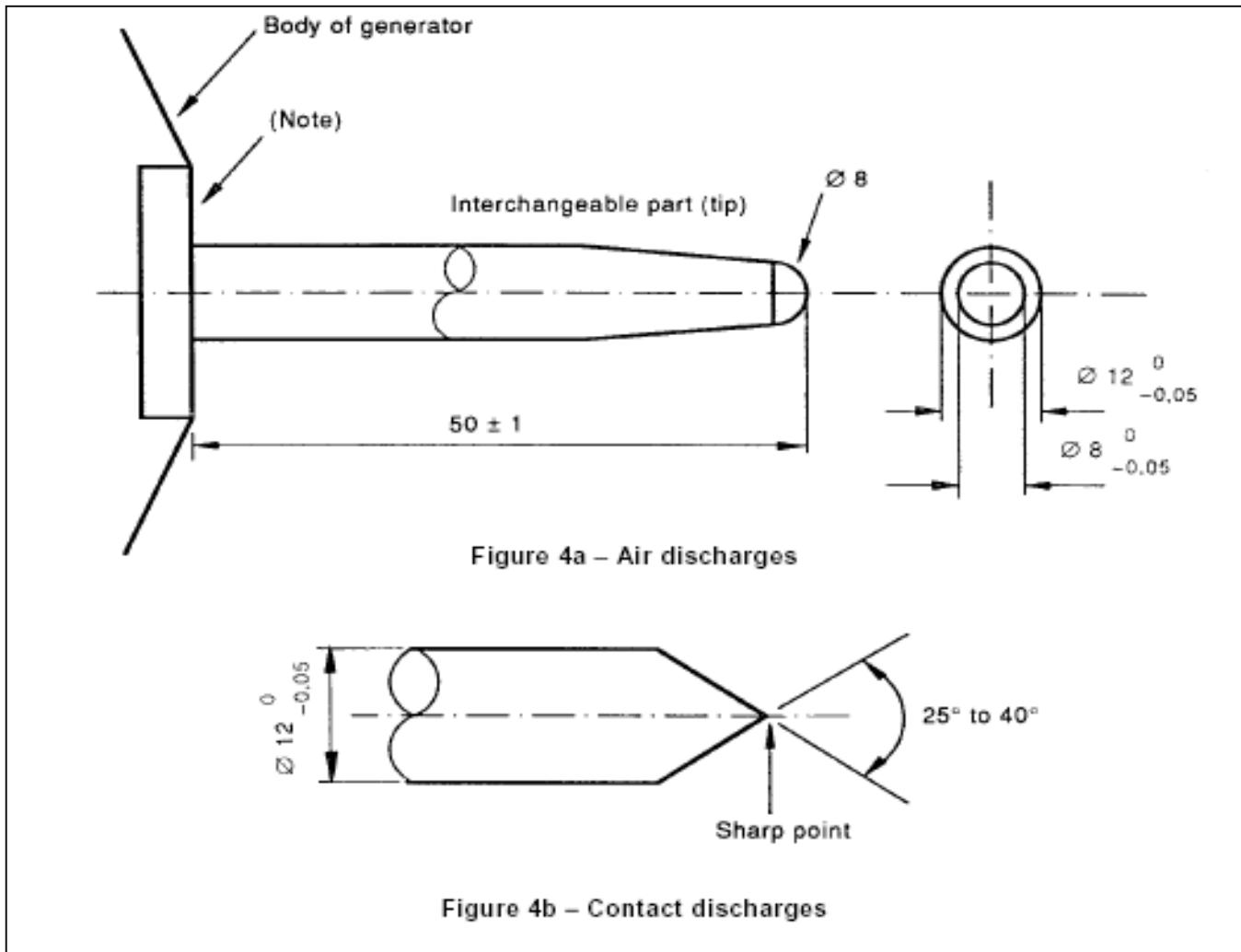
IEC 61000-4-2 Descarga Electrostática



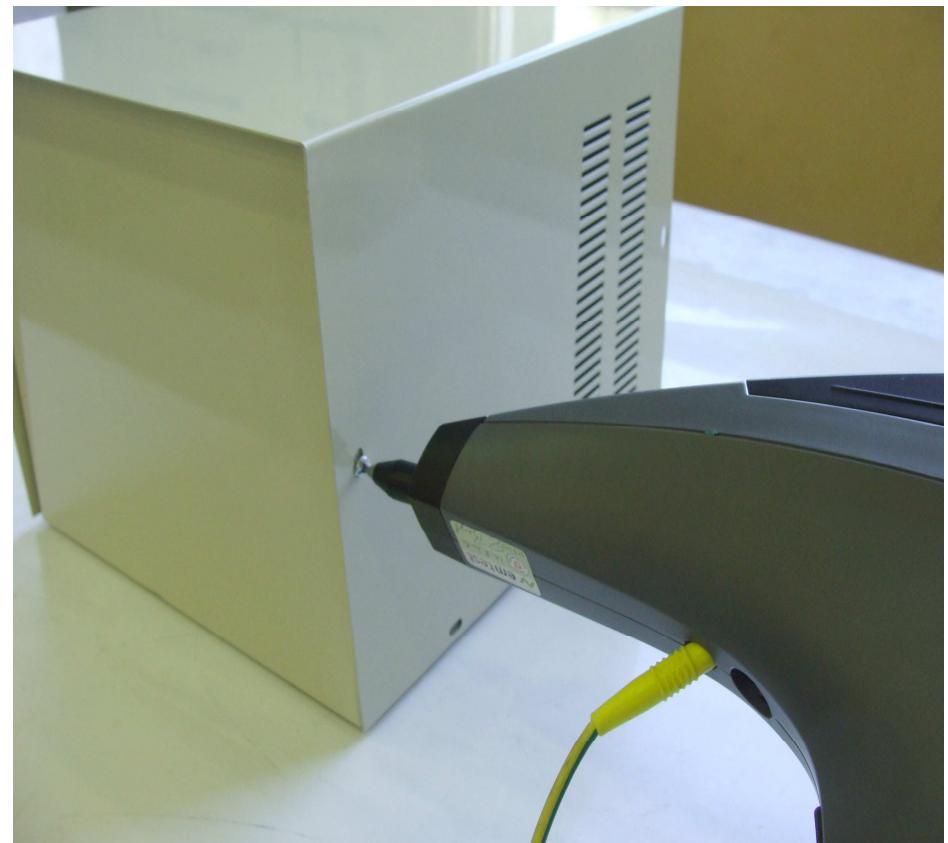
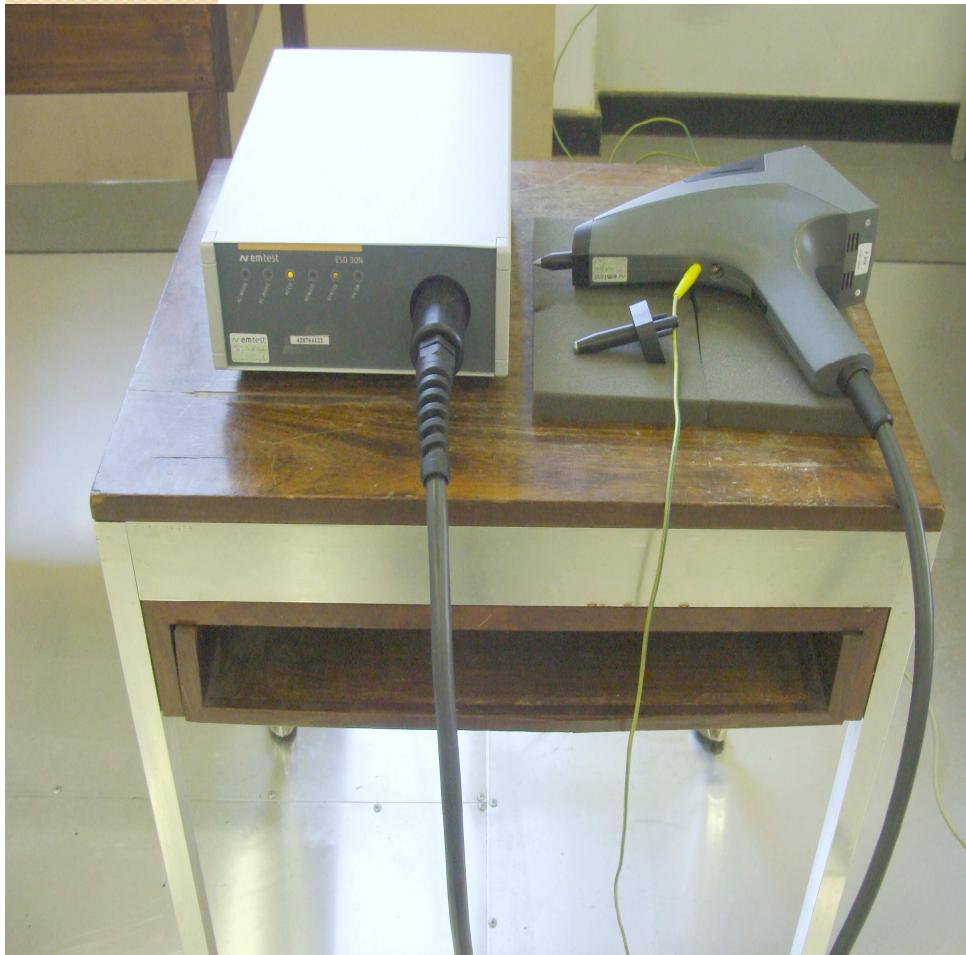
IEC 61000-4-2 : Generación de ESD (HBM)



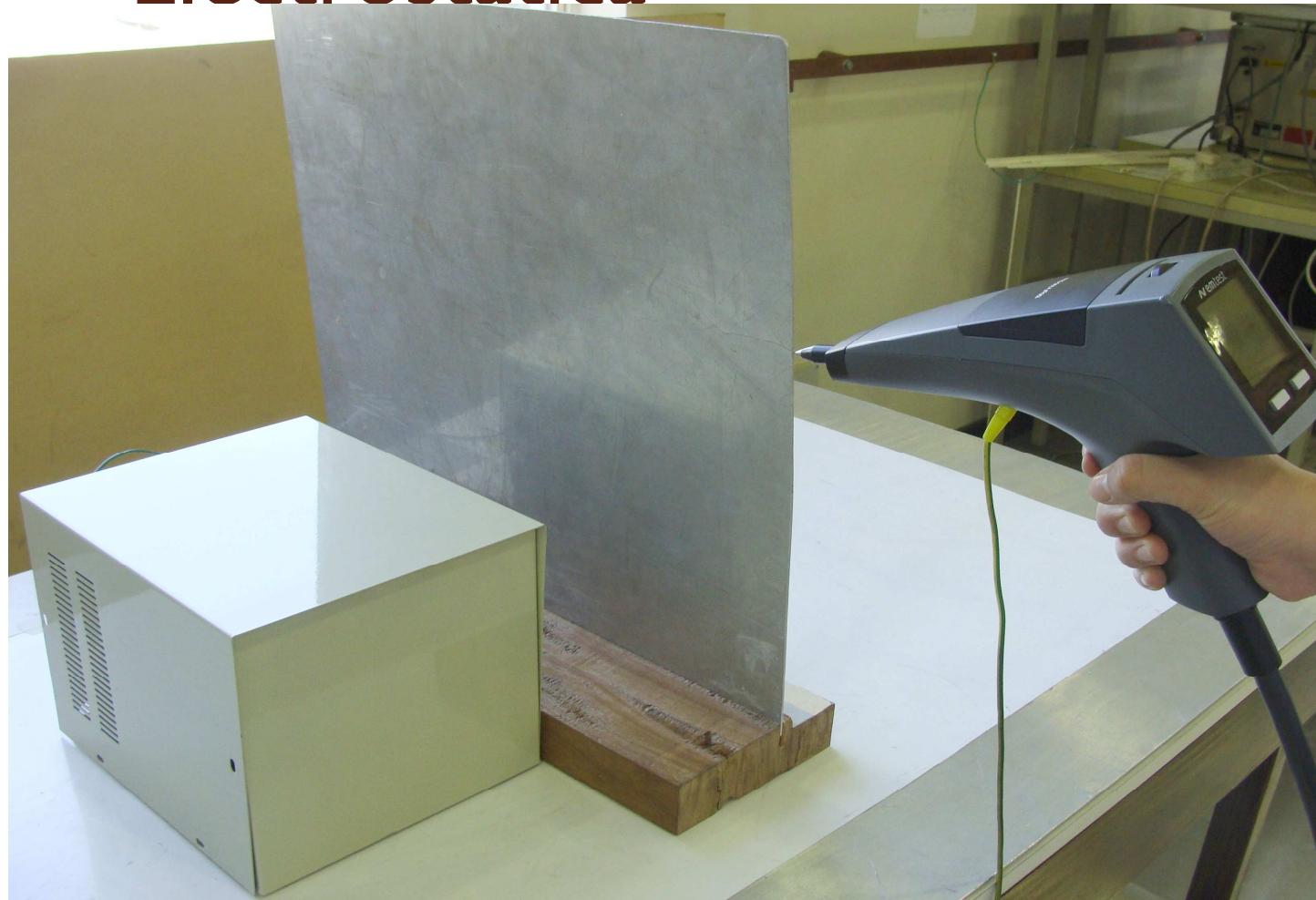
IEC 61000-4-2 : ESD – Puntas de prueba de aire y de contacto



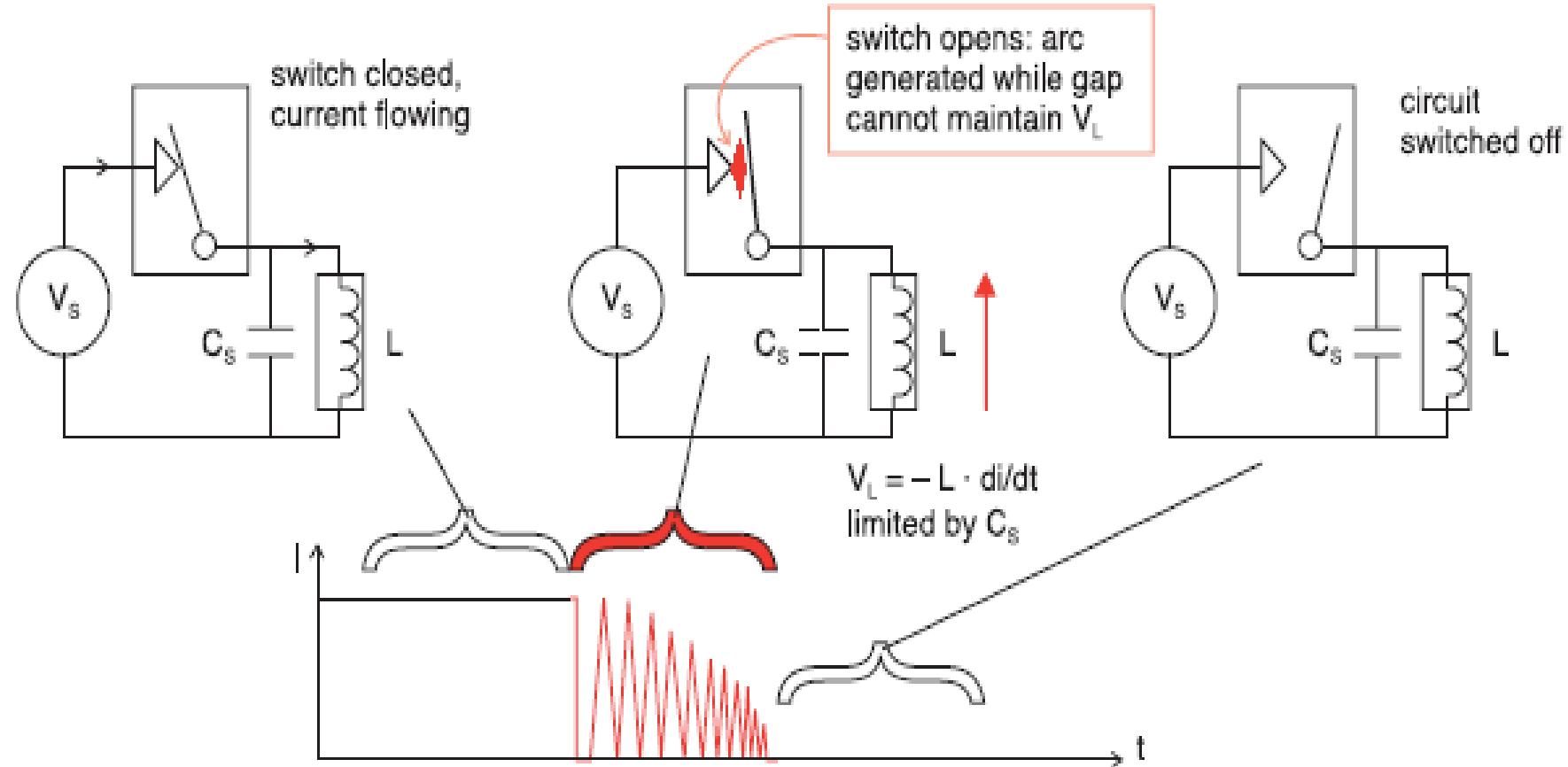
IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática



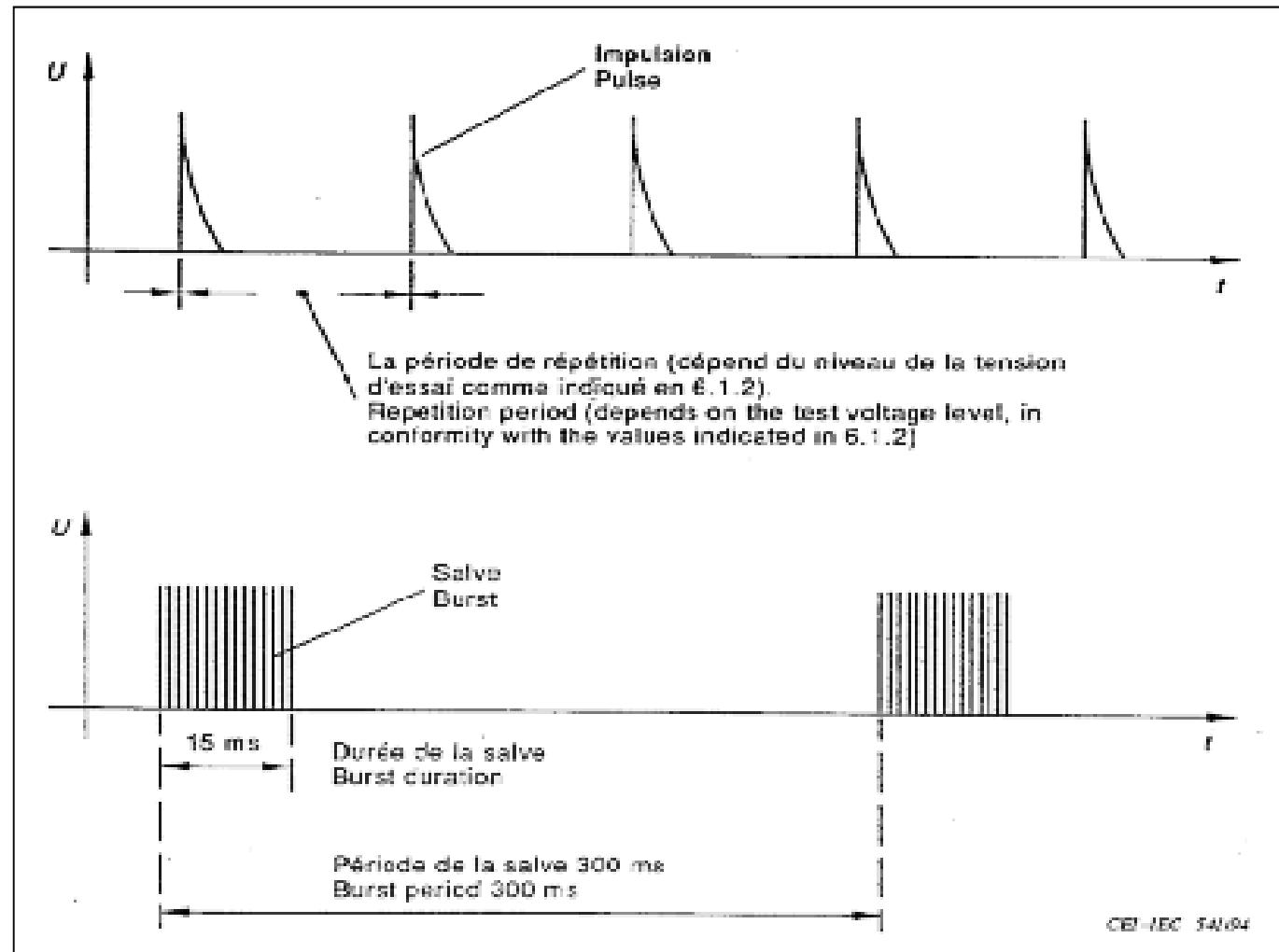
IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática



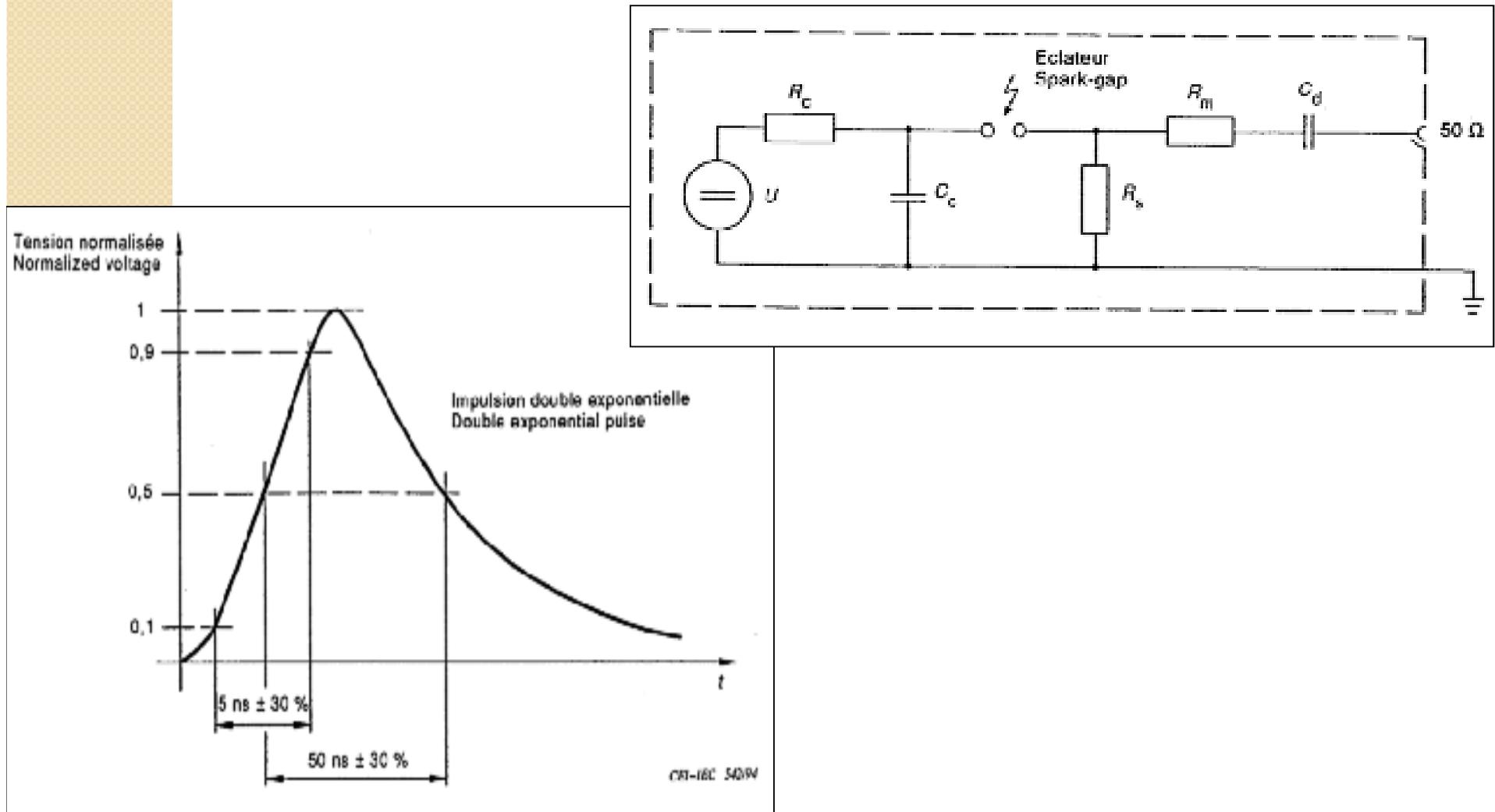
IEC 61000-4-4: Transitorios Eléctricos Rápidos (Burst)



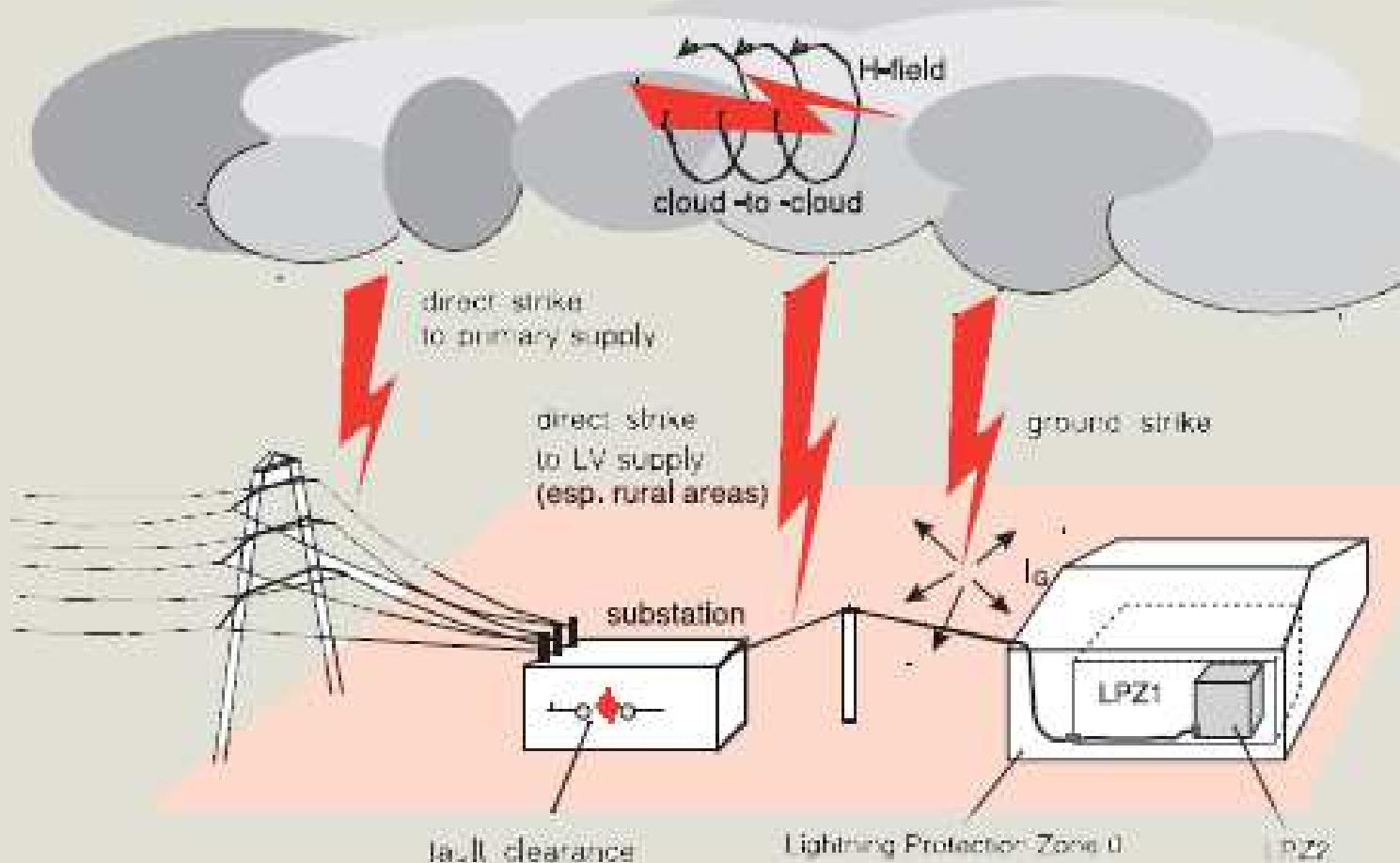
IEC 61000-4-4 : Generación de Transitorios Eléctricos Rápidos



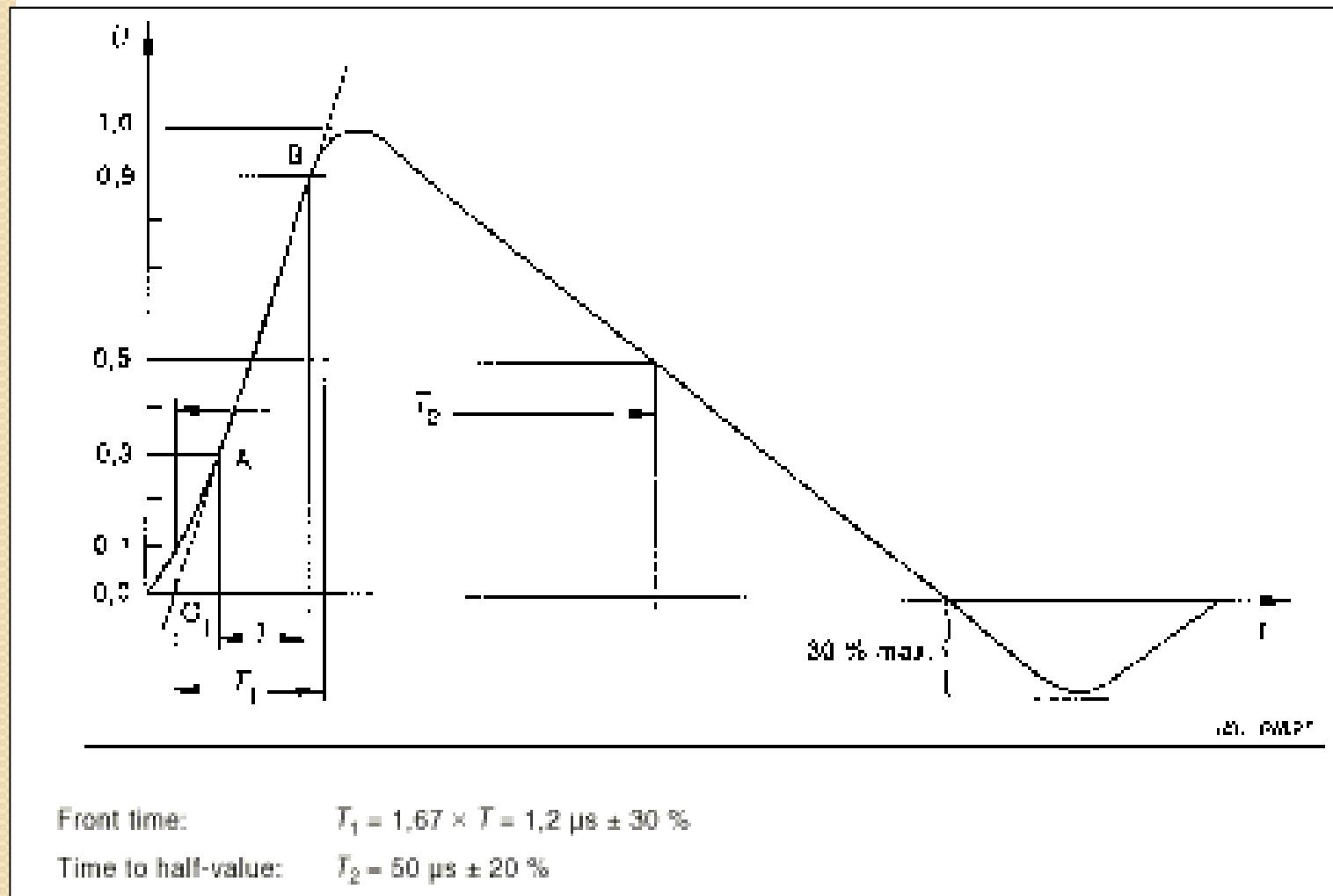
IEC 61000-4-4 : Generador de BURST



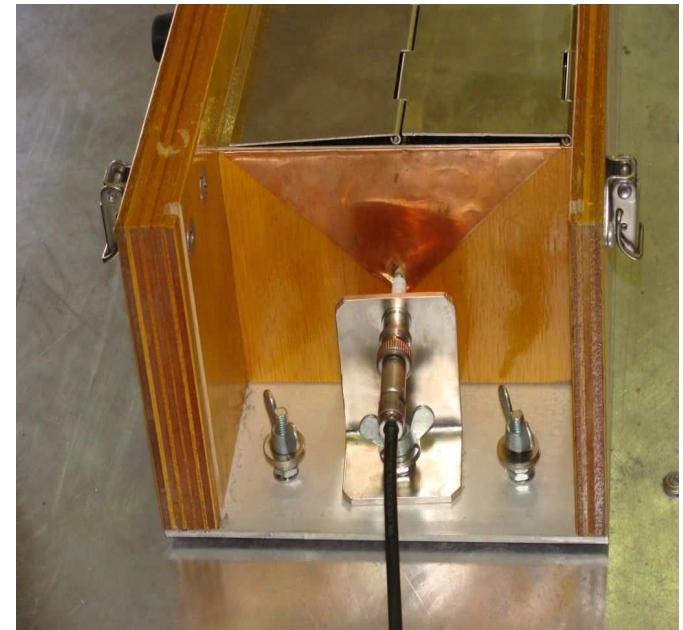
IEC 61000-4-5 : Inmunidad a la Onda de Choque (Surge)



IEC 61000-4-5 : Inmunidad a Onda de Choque de Tensión (Surge)



IEC 61000-4-4: Inmunidad a Transitorios Eléctricos Rápidos (Burst)



IEC 61000-4-11 : Inmunidad a huecos e interrupciones breves de tensión

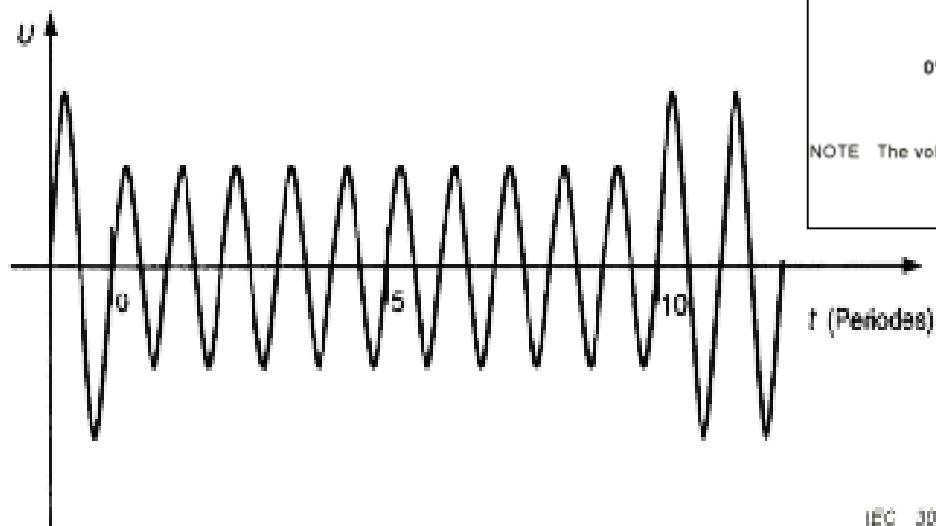
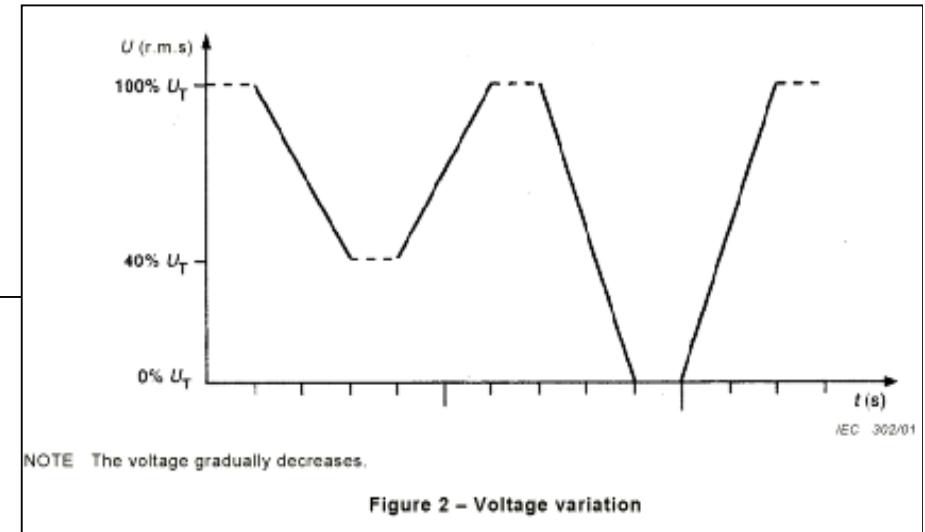


Figure 1 – Voltage dips



Conclusiones

- **Analizar correctamente los resultados de los ensayos de EMC para abordar la solución de los problemas, aplicando las técnicas disponibles en forma eficiente.**
- **Seleccionar correctamente los componentes de reducción y supresión, optimizando su instalación en el equipo ó sistema que se desea mejorar.**

Fases de Desarrollo de un equipo



¡¡ GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN !!

LABORATORIO DE MEDICIONES Y ENSAYOS – LAMYEN – UTN SANTA FE

Certificación de normas de
compatibilidad electromagnética: una
necesidad en el desarrollo de
equipamientos

NUESTRA MISIÓN

- La Misión del LAMYEN es ayudar a mejorar las condiciones de seguridad en el uso de aparatos eléctricos de baja tensión, mediante: la realización de ensayos de evaluación de conformidad con normas nacionales e internacionales, y otras actividades de extensión relacionadas; la capacitación y difusión de temas relativos a la seguridad; y la realización de proyectos de investigación, desarrollo y transferencia al medio, afines a las actividades del Laboratorio.

HISTORIA: ALGUNOS HITOS

OAA 

Organismo
Argentino de
Acreditación

Laboratorio de Ensayo
LE 033

Mar/99
Creación

Sep/99

1° Reconoci-
miento DNICI

Feb/03

1ª Acreditación
OAA

Nov/14

Acreditación
de EMC y EE

ACREDITACIONES Y RECONOCIMIENTOS

- El LAMYEN está acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación como LE 033.



OAA 

Organismo
Argentino de
Acreditación

Laboratorio de Ensayo
LE 033

Por pertenecer a ILAC, los informes de ensayos son técnicamente válidos en todos los países signatarios de los MRAs.

ACREDITACIONES Y RECONOCIMIENTOS

- El LAMYEN está reconocido por la ex Dirección Nacional de Comercio Interior:
 - Marco regulado de seguridad eléctrica (actual Res. 169/2018): disposiciones DNICI 1005/1999, DNICI 34/2001, 309/2011.
 - Marco regulado de eficiencia energética (Res. 319/99): disposiciones DNDC E 152/2017, E 154/2017, E 155/2017, E 159/2017.

ÁREAS DE ENSAYO / CALIBRACIÓN



Seguridad eléctrica (SE)

>140 normas
acreditadas



Eficiencia energética (EE)

8 normas
acreditadas



Compatibilidad
electromagnética (EMC)

8 normas
acreditadas



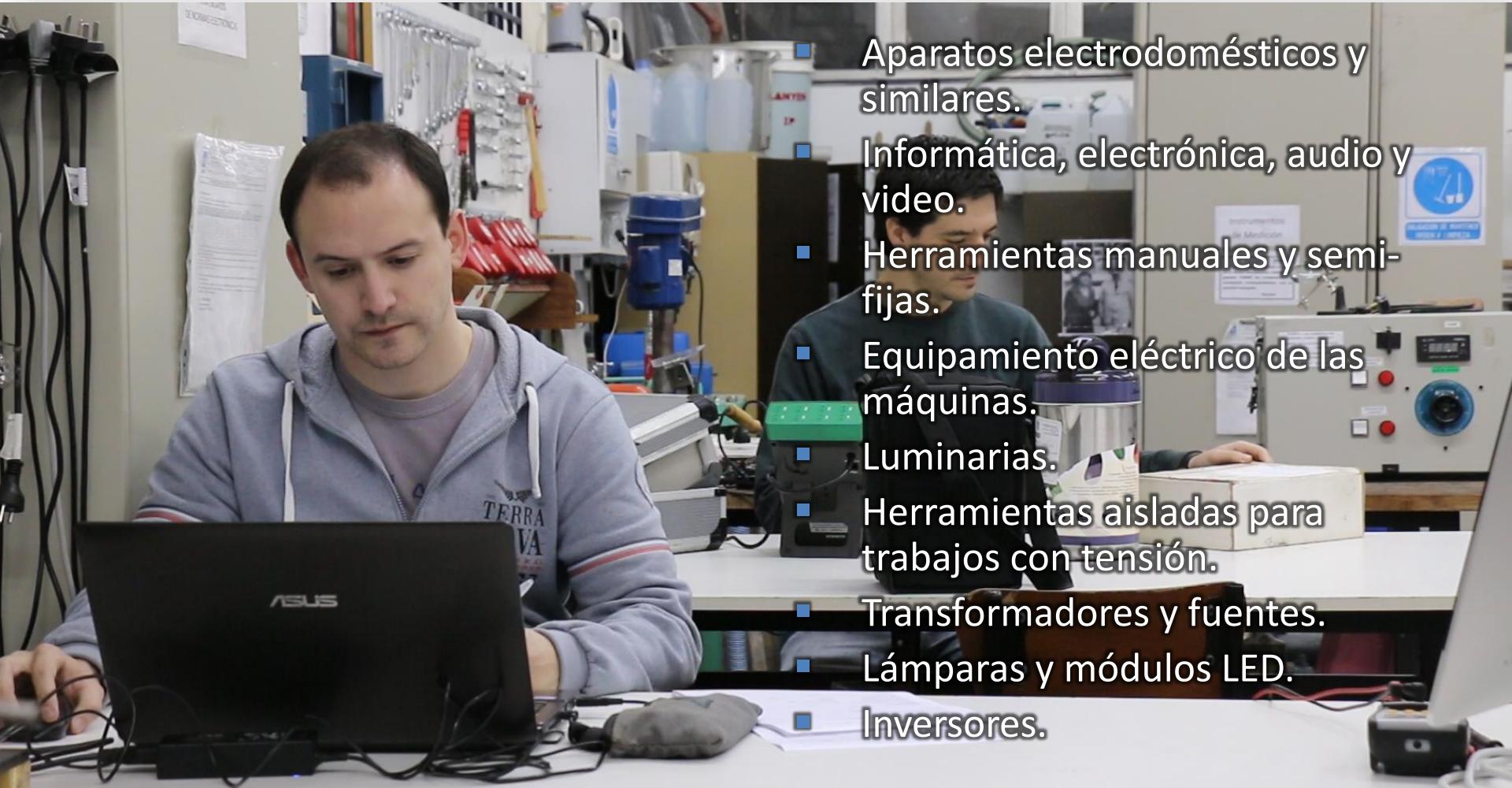
Calibraciones (CAL)

5 magnitudes
acreditadas

LAMYEN
LE 033

LabMet
LC 040

SEGURIDAD ELÉCTRICA



- Aparatos electrodomésticos y similares.
- Informática, electrónica, audio y video.
- Herramientas manuales y semi-fijas.
- Equipamiento eléctrico de las máquinas.
- Luminarias.
- Herramientas aisladas para trabajos con tensión.
- Transformadores y fuentes.
- Lámparas y módulos LED.
- Inversores.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

- 
- Lámparas fluorescentes tubulares, compactas, LED
 - Balastos
 - Motores monofásicos y trifásicos
 - TV
 - Stand by
 - Microondas
 - Termotanques

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

- Descargas electrostáticas (IEC 61000-4-2)
- Campos electromagnéticos radiados (IEC 61000-4-3)
- Ráfagas y transitorios eléctricos rápidos (IEC 61000-4-4)
- Sobretensiones (IEC 61000-4-5)
- Disturbios conducidos e inducidos de RF (IEC 61000-4-6)
- Campos magnéticos a frecuencia de red (IEC 61000-4-8)
- Caídas de tensión e interrupciones (IEC 61000-4-11)
- Armónicas (IEC 61000-4-13)

EMC: CASOS DE APLICACIÓN

- Seguridad eléctrica: ensayos de aprobación y de pre cumplimiento de electrodomésticos (IEC 60335-1), herramientas eléctricas (IEC 62841-1), balastos electrónicos (IEC 61347-2-3), inversores (IEC 62109).
 - Descargas electrostáticas
 - Campos electromagnéticos radiados
 - Transitorios rápidos
 - Sobretensiones
 - Disturbios conducidos e inducidos de RF
 - Caídas de tensión e interrupciones

EMC: CASOS DE APLICACIÓN

- Metrología legal: ensayos de pre cumplimiento de balanzas (Resolución 204/2005, punto 2.1 Ensayo de Funcionamiento para las Perturbaciones)
 - Ráfagas
 - Descargas electrostáticas
 - Inmunidad a campos electromagnéticos radiados

EMC: CASOS DE APLICACIÓN

- Metrología legal: ensayos de aprobación y de pre cumplimiento de cinemómetros
(Resolución 753/98, punto 6.3.3 Resistencia a las Perturbaciones Eléctricas y Electromagnéticas)
 - Ráfagas eléctricas
 - Susceptibilidad electromagnética

EMC: CASOS DE APLICACIÓN

- Electromedicina: ensayos de aprobación y de pre cumplimiento de equipamiento electromédico (IEC 60601-1-2)
 - Descargas electrostáticas
 - Campos electromagnéticos radiados
 - Ráfagas eléctricas
 - Sobretensiones
 - Disturbios conducidos e inducidos de RF
 - Campos magnéticos a frecuencia de red
 - Caídas de tensión e interrupciones

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Rodrigo Furlani

Jefe de Laboratorio EMC

lamyen@frsf.utn.edu.ar | mfurlani@frsf.utn.edu.ar

+54(342)460-8585/1579 x2523