

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Informe UIT-R SM.2303-1**  
(06/2015)

**Transmisión inalámbrica de potencia  
mediante tecnologías distintas de  
las de haces radioeléctricos**

**Serie SM**  
**Gestión del espectro**



Unión  
Internacional de  
Telecomunicaciones

## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

| Series    | Título   |
|-----------|--|
| <b>BO</b> | Distribución por satélite  |
| <b>BR</b> | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión  |
| <b>BS</b> | Servicio de radiodifusión sonora   |
| <b>BT</b> | Servicio de radiodifusión (televisión)   |
| <b>F</b>  | Servicio fijo  |
| <b>M</b>  | Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos                  |
| <b>P</b>  | Propagación de las ondas radioeléctricas   |
| <b>RA</b> | Radio astronomía   |
| <b>RS</b> | Sistemas de detección a distancia  |
| <b>S</b>  | Servicio fijo por satélite   |
| <b>SA</b> | Aplicaciones espaciales y meteorología   |
| <b>SF</b> | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| <b>SM</b> | <b>Gestión del espectro</b>  |

*Nota: Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2016

© UIT 2016

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## INFORME UIT-R SM.2303-1

**Transmisión inalámbrica de potencia mediante tecnologías distintas de las de haces radioeléctricos**

(2014-2015)

## ÍNDICE

|     | <i>Página</i>   |
|-----|---|
| 1   | Introducción..... 2   |
| 2   | Aplicaciones desarrolladas para el uso de tecnologías TIP ..... 2   |
| 2.1 | Dispositivos móviles y portátiles..... 2  |
| 2.2 | Aplicaciones de aparatos domésticos y de logística..... 3   |
| 2.3 | Vehículos eléctricos..... 4   |
| 3   | Tecnologías empleadas en aplicaciones TIP o relacionadas con ellas ..... 4  |
| 3.1 | Para dispositivos portátiles y móviles..... 4   |
| 3.2 | Aplicaciones en aparatos de uso doméstico..... 7  |
| 3.3 | Vehículos eléctricos..... 8   |
| 4   | Situación mundial de la normalización de la TIP ..... 11  |
| 4.1 | Organizaciones nacionales de normalización ..... 11   |
| 4.2 | Organizaciones internacionales ..... 13   |
| 5   | Situación del espectro..... 21  |
| 5.1 | TIP, diferencias entre las bandas de los dispositivos industriales, científicos y médicos, y de corto alcance ..... 21                      |
| 5.2 | Bandas distintas de las ICM utilizadas a escala nacional para TIP ..... 22  |
| 5.3 | Bandas ICM utilizadas a escala nacional para TIP..... 24  |
| 6   | Estado de la reglamentación nacional ..... 26   |
| 7   | Estado de los estudios de coexistencia entre la TIP y los servicios de radiocomunicaciones, incluido el servicio de radioastronomía..... 36 |
| 8   | Peligros de la TIP para los seres humanos ..... 45  |
| 9   | Resumen ..... 46  |
| 10  | Referencias ..... 46  |
|     | Anexo 1 – Metodologías de evaluación de la exposición a la RF ..... 48  |
|     | Anexo 2 – Ejemplo de implementación de la banda ICM 6 765-6 795 kHz para la carga inalámbrica de dispositivos móviles ..... 53              |
|     | Anexo 3 – Datos de las mediciones del ruido radiado y del ruido conducido en sistemas TIP ..... 56  |

## 1 Introducción

El presente Informe trata de las gamas de frecuencias y de posibles valores para emisiones fuera de banda que no se han acordado en el seno del UIT-R y que requieren estudios posteriores para averiguar si proporcionan protección a los servicios de radiocomunicaciones en el mismo canal, en el canal adyacente y en la banda adyacente. El Informe ofrece una visión general de las investigaciones y de los desarrollos que se está llevando a cabo en algunas Regiones actualmente.

Desde el siglo XIX se han desarrollado tecnologías para transmitir energía eléctrica sin hilos, empezando por las tecnologías de inducción. Desde que en 2006 el Instituto de Tecnología de Massachusetts descubrió cómo transmitir energía sin haces radioeléctricos, las tecnologías de transmisión inalámbrica de potencia (TIP) que se están desarrollando son muy variadas; por ejemplo, transmisión mediante haces radioeléctricos, inducción de campo magnético, transmisión resonante, etc. Las aplicaciones TIP se están extendiendo a dispositivos móviles y portátiles, a aplicaciones para aparatos de uso doméstico y para equipos de oficina y a los vehículos eléctricos. Se incluyen nuevas características tales como la libertad en la ubicación de los dispositivos de carga. Algunas tecnologías proporcionan la carga simultánea de múltiples dispositivos. Las tecnologías de TIP por inducción están ampliamente disponibles actualmente. Hoy en día, están llegando al mercado de consumo las tecnologías TIP de resonancia. El sector de la automoción ha tomado en consideración para el futuro próximo la TIP para aplicaciones en vehículos eléctricos.

Las frecuencias adecuadas para la TIP, con el fin de lograr los valores y la eficiencia de transmisión de la potencia y las dimensiones físicas de las bobinas o antenas, están en su mayoría especificadas. No obstante, se están evaluando actualmente en detalle los estudios de compatibilidad de la TIP con los sistemas radioeléctricos establecidos que plantean numerosas cuestiones que deberán resolverse a su debido tiempo. Algunos países y organizaciones relacionadas con las radiocomunicaciones están debatiendo sobre la reglamentación necesaria para introducir las tecnologías TIP. Es posible actualmente compartir algunas conclusiones de los debates y las conversaciones de carácter público en curso.

Por ejemplo, el estudio [1] y el informe [9] sobre la TIP de la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT) facilitan la información más reciente sobre los debates, en los países miembros de la APT, relativos a la reglamentación en materia de TIP para su posible comercialización.

Este estudio facilita información sobre TIP que utilizan tecnologías diferentes de las de haces radioeléctricos respondiendo en parte a la Cuestión UIT-R 210-3/1.

Este estudio incluye información sobre normativas nacionales, aunque no tenga efecto reglamentario a escala internacional.

## 2 Aplicaciones desarrolladas para el uso de tecnologías TIP

### 2.1 Dispositivos móviles y portátiles

#### 2.1.1 TIP inductiva para dispositivos móviles tales como teléfonos celulares y dispositivos multimedia portátiles

La TIP inductiva utiliza tecnologías de inducción y se usa para las aplicaciones siguientes:

- dispositivos móviles y portátiles: teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores portátiles pequeños;
- equipos audiovisuales: cámaras fotográficas digitales;

- equipos de oficina: herramientas digitales, sistemas de organización;
- otros: equipamiento de iluminación (por ejemplo, LED), robots, juguetes, dispositivos en automóviles, equipamiento médico, dispositivos sanitarios, etc.

Algunas tecnologías de este tipo pueden necesitar una colocación precisa sobre la fuente de alimentación de energía. Generalmente, el dispositivo que se desea cargar debe estar en contacto con la fuente de energía como es la placa de potencia. Se supone una potencia emitida operativa de entre varios vatios y decenas de vatios.

### **2.1.2 TIP resonante para dispositivos móviles como los teléfonos celulares y para dispositivos portátiles multimedia tales como teléfonos inteligentes, tabletas, dispositivos multimedia portátiles**

La TIP resonante utiliza tecnologías de resonancia que tienen mayor libertad espacial que la tecnología por inducción. Esta tecnología es adecuada para las aplicaciones siguientes para cualquier orientación (x, y o z) sin técnicas de ajuste:

- teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores portátiles pequeños, dispositivos llevables;
- cámaras fotográficas digitales, cámaras de vídeo digitales, reproductores de música, televisores portátiles;
- herramientas digitales fáciles de manejar, sistemas de organización, equipamiento de iluminación (por ejemplo, LED), robots, juguetes, dispositivos en automóviles, equipamiento médico, dispositivos sanitarios, etc.

En el Anexo 2 se muestra un ejemplo de este tipo de tecnología TIP.

## **2.2 Aplicaciones de aparatos domésticos y de logística**

Esta aplicación puede demandar características y aspectos similares a los de la TIP de dispositivos multimedia y portátiles. Sin embargo, normalmente utilizan mayor potencia que aquellos, por lo que en algunos países puede que necesiten una reglamentación más estricta.

Al aumentar la potencia de utilización de aparatos como televisores con pantallas grandes, la TIP para estos productos precisa mayor potencia de carga, superior a los 100 W, y puede que no se puedan homologar de conformidad con las categorías reglamentadas y las políticas de radiocomunicaciones vigentes en algunos países.

Se pueden aplicar los métodos de inducción magnética y de resonancia magnética en función del tipo de aplicación doméstica o de logística de la TIP. Las aplicaciones son las siguientes:

- Aplicaciones para aparatos de uso doméstico: aparatos eléctricos, muebles, cocinas, batidoras, televisores, pequeños robots, equipos audiovisuales, lámparas, dispositivos sanitarios de uso doméstico, etc.
- Aplicaciones de logística: distribuidores en almacenes logísticos, equipamiento médico, sistemas de transmisión suspendida en líneas de producción de LCD y de semiconductores, sistemas de vehículos de guiado automático (AGV, Automated Guided Vehicle), etc.

Se prevé que la potencia de funcionamiento varíe entre varios cientos de vatios y varios kilovatios debido al consumo de potencia de los dispositivos. La banda de frecuencias más adecuada será inferior a 6 780 kHz habida cuenta de las emisiones de RF, la exposición y las prestaciones del sistema.

### **2.3 Vehículos eléctricos**

El concepto de TIP para vehículos eléctricos, incluidos los vehículos eléctricos híbridos enchufables (plug-in hybrid electric vehicle, PHEV) consiste en cargar el automóvil sin cable eléctrico siempre que se disponga de TIP.

La potencia de carga depende de las necesidades del usuario. En la mayoría de los casos, se podrían aceptar potencias de carga de 3,3 kW o similares para vehículos de pasajeros en el garaje de su casa. Sin embargo algunos usuarios quieren realizar cargas rápidas y pueden disponer de automóviles que precisen mucha mayor potencia para determinados usos concretos. Actualmente se están considerando gamas de potencia del orden de 20 kW o incluso más.

La potencia de carga puede depender de las necesidades de los vehículos pesados, en cuyo caso se podrían necesitar potencias de carga equivalentes iniciales de 75 kW. También se están tomando en consideración potencias del orden de 100 kW o superiores.

Si se generalizara el uso de fuentes de energía de TIP para vehículos eléctricos, se lograría una reducción del tamaño de las baterías de los vehículos y una autonomía ilimitada.

La energía cargada en un automóvil se podrá utilizar para la conducción, para alimentar dispositivos complementarios, para el aire acondicionado o para otras necesidades del vehículo.

Se están considerando las tecnologías y aplicaciones TIP tanto durante el estacionamiento como durante la conducción.

## **3 Tecnologías empleadas en aplicaciones TIP o relacionadas con ellas**

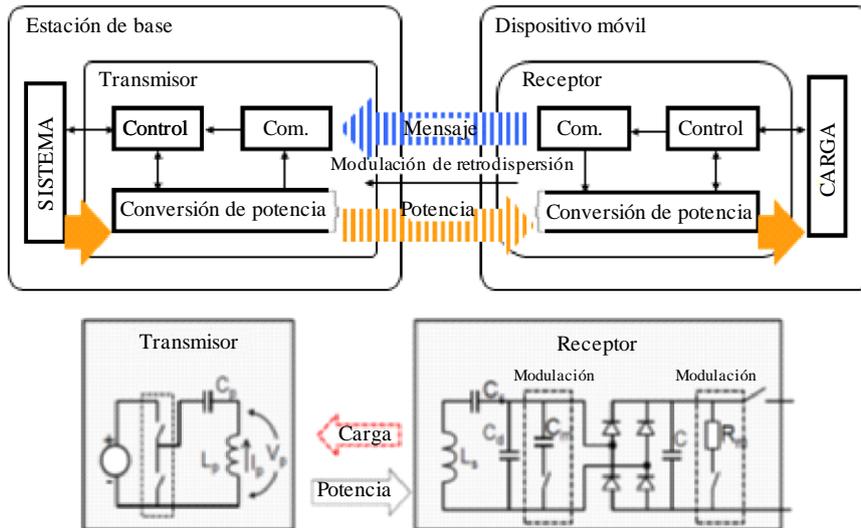
### **3.1 Para dispositivos portátiles y móviles**

#### **3.1.1 Tecnología TIP de inducción magnética**

La TIP de inducción magnética es una tecnología muy conocida que se aplica desde hace mucho tiempo en transformadores en los que las bobinas primaria y secundaria están acopladas por inducción, por ejemplo, mediante un núcleo permeable magnético compartido. La transmisión de potencia por inducción por el espacio mediante bobinas primaria y secundaria físicamente separadas también es una tecnología conocida desde hace más de un siglo. Se denomina también TIP de alto grado de acoplamiento. Una característica de esta tecnología es que la eficiencia de la transmisión de potencia cae si la distancia de separación es superior al diámetro de la bobina y si las bobinas no están alineadas entre ellas. La eficiencia de la transmisión de potencia depende del factor de acoplamiento ( $k$ ) entre los inductores y de su calidad ( $Q$ ). Esta tecnología puede lograr una mayor eficiencia que el método de resonancia magnética y se ha comercializado para cargar teléfonos inteligentes. Mediante un conjunto de bobinas esta tecnología también ofrece flexibilidad en la ubicación de la bobina receptora del transmisor.

FIGURA 3.1

Ejemplo de diagrama de bloques de un sistema TIP de inducción magnética



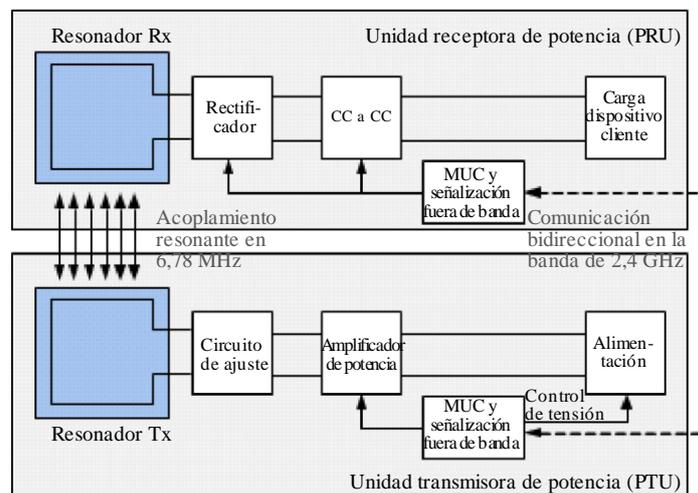
Informe SM.2303-3-01

### 3.1.2 Tecnología TIP de resonancia magnética

La TIP de resonancia magnética también se conoce como TIP con bajo grado de acoplamiento. La base teórica de este método de resonancia magnética lo desarrolló en primer lugar el Instituto de Tecnología de Massachusetts en 2005 y sus postulados se validaron experimentalmente en 2007 [3]. El método utiliza una bobina y un condensador como resonador, transmitiendo energía eléctrica mediante la resonancia magnética entre la bobina transmisora y la bobina receptora (acoplamiento magnético). Ajustando las frecuencias de resonancia de ambas bobinas con un factor Q elevado, se puede transmitir potencia eléctrica a una distancia grande donde el acoplamiento entre las bobinas es bajo. La TIP de acoplamiento magnético puede transmitir energía eléctrica en una distancia de hasta varios metros. Esta tecnología también ofrece flexibilidad en la ubicación de la bobina receptora respecto de la bobina de transmisión. Los detalles técnicos prácticos se pueden encontrar en muchas publicaciones técnicas, por ejemplo, en las citadas en [3] y [4].

FIGURA 3.2

Ejemplo de diagrama de bloques de un sistema TIP de resonancia magnética



Informe SM.2303-3-02

### 3.1.3 TIP de acoplamiento capacitivo

El sistema de TIP de acoplamiento capacitivo dispone de dos conjunto de electrodos y no utiliza bobinas como los sistemas TIP de tipo magnético. La energía se transmite mediante un campo de inducción generado por el acoplamiento de dos conjuntos de electrodos. El sistema de acoplamiento capacitivo tiene algunas de las ventajas que se indican a continuación. Las Figs. 3.3 y 3.4 muestran el diagrama de bloques y la estructura física del sistema, respectivamente.

- 1) El sistema de acoplamiento capacitivo da libertad de posición horizontal mediante un sistema de carga fácil de utilizar para los usuarios finales.
- 2) En el sistema se puede usar un electrodo muy fino (menos de 0,2 mm) entre el transmisor y el receptor, por lo que resulta adecuado para incorporarlo en dispositivos móviles muy finos.
- 3) No se genera calor en la zona de transmisión inalámbrica de potencia. Esto implica que la temperatura no aumenta en esa zona, lo que impide que se caliente incluso cuando la unidad se sitúa cerca.
- 4) Los niveles de las emisiones del campo eléctrico son bajos debido a la estructura de su sistema de acoplamiento. El campo eléctrico se emite desde los electrodos para la transmisión de potencia.

FIGURA 3.3

Diagrama de bloques de un sistema TIP de acoplamiento capacitivo

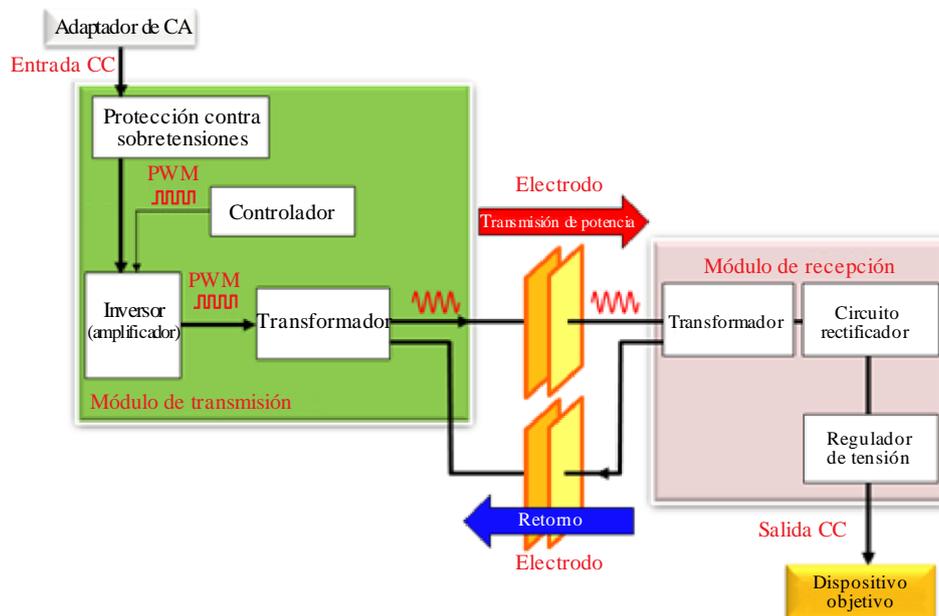
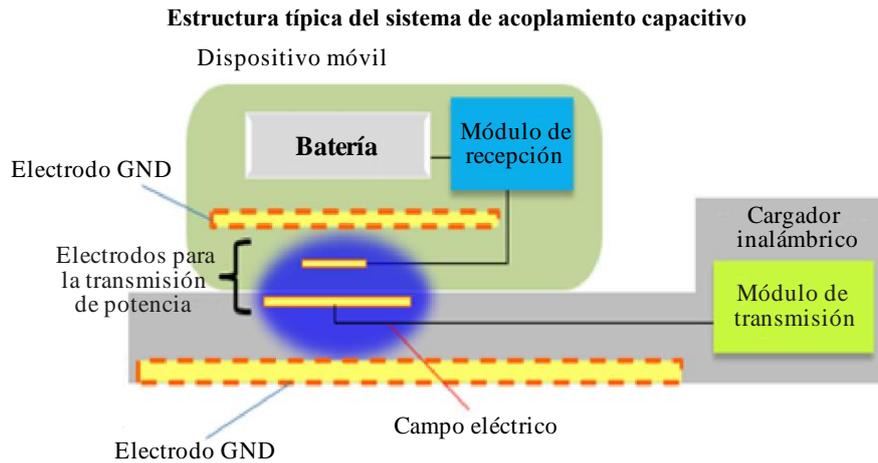


FIGURA 3.4



Informe SM.2303-3-04

### 3.2 Aplicaciones en aparatos de uso doméstico

Las fuentes de potencia inductiva (transmisores) pueden ser independientes o estar integradas en las encimeras o mesas de las cocinas. Estos transmisores podrían incorporar la TIP en un aparato con calentamiento inductivo convencional.

Para los aparatos de uso doméstico el nivel de potencia es normalmente de hasta varios vatios y la carga puede estar motorizada o ser de tipo calentador. En el futuro los productos soportarán más de 2 kW de potencia y se están investigando nuevos diseños para aparatos de cocina inalámbricos.

Para el uso de alta potencia en las casas es preferible utilizar frecuencias del orden de decenas de kHz con el fin de reducir la exposición de las personas a los campos electromagnéticos. Normalmente se utilizan dispositivos muy fiables tales como los IGBT que funcionan en la gama de frecuencias 10-100 kHz.

Los productos para la cocina deben cumplir la normativa de seguridad y de campos electromagnéticos (EMF). También es fundamental que el transmisor sea ligero y de reducido tamaño para adaptarse a la cocina, además de ser de bajo coste. La distancia entre el transmisor y el receptor debería ser inferior a los 10 cm.

Las imágenes siguientes muestran ejemplos de aparatos de cocina con alimentación inalámbrica que se comercializarán en breve.

FIGURA 3.5

#### Aparatos de cocina con alimentación inalámbrica



Batidora con alto grado de acoplamiento



Olla arrocera con alto grado de acoplamiento

Informe SM.2303-3-05

Los sistemas TIP ya se han integrado en las líneas de producción de semiconductores y de paneles LCD como se muestran en las imágenes siguientes.

FIGURA 3.6

Casos de líneas de producción de LCD y de semiconductores y sistemas TIP de cocina



Informe SM.2303-3-06

### 3.3 Vehículos eléctricos

La transmisión inalámbrica de potencia mediante campo magnético (MF-WPT) es uno de los temas principales en los debates sobre normalización de las normas CEI PT61980 y SAE J2954TF en relación con la TIP para vehículos eléctricos, incluidos los vehículos eléctricos híbridos enchufables, aunque existen diversos tipos de métodos TIP. La transmisión inalámbrica de potencia mediante campo magnético para vehículos eléctricos, incluidos los híbridos enchufables comprende tanto el tipo de inducción como el de resonancia magnética. La energía eléctrica se puede transmitir de forma eficiente desde la bobina primaria a la secundaria mediante un campo magnético utilizando la resonancia entre la bobina y el condensador.

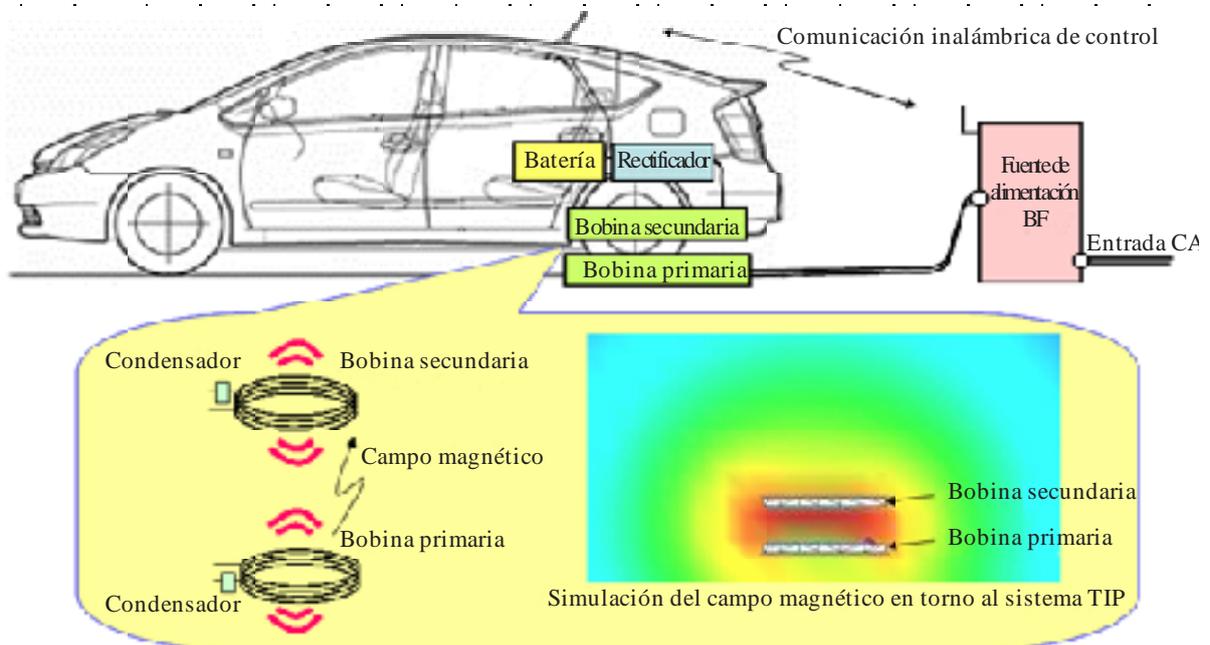
Las aplicaciones que se consideran para vehículos de pasajeros implican lo siguiente:

- 1) Aplicación TIP: transmisión de energía eléctrica a los vehículos mediante una toma eléctrica en una residencia y/o en un servicio eléctrico.
- 2) Uso de la TIP: en domicilios, apartamentos, estacionamientos públicos, etc.
- 3) Uso de la electricidad en vehículos: todos los sistemas eléctricos tales como carga de baterías, ordenadores, aparatos de aire acondicionado, etc.
- 4) Ejemplos de uso de la TIP. En la Figura siguiente se muestra un ejemplo para vehículos de pasajeros.
- 5) Método TIP: un sistema TIP para vehículos eléctricos, incluidos los híbridos enchufables, dispone de por lo menos dos bobinas. Una se sitúa en el dispositivo primario y la otra en el dispositivo secundario. La energía eléctrica se transmitirá del dispositivo primario al secundario mediante un campo o flujo magnético.
- 6) Ubicación del dispositivo (ubicación de la bobina):
  - a) Dispositivo primario: en el suelo y/o bajo éste.
  - b) Dispositivo secundario: en los bajos del vehículo.
- 7) Separación entre las bobinas primaria y secundaria: menos de 30 cm.
- 8) Ejemplo de potencia transmitida: 3 kW, 6 kW y 20 kW.

- 9) Seguridad: el dispositivo primario sólo puede iniciar la transmisión de potencia cuando el dispositivo secundario esté situado en la zona adecuada para la TIP. El dispositivo primario debe detener la transmisión si resulta difícil mantener una transmisión segura.

FIGURA 3.7

Ejemplo de un sistema TIP para vehículos eléctricos incluidos los híbridos enchufables

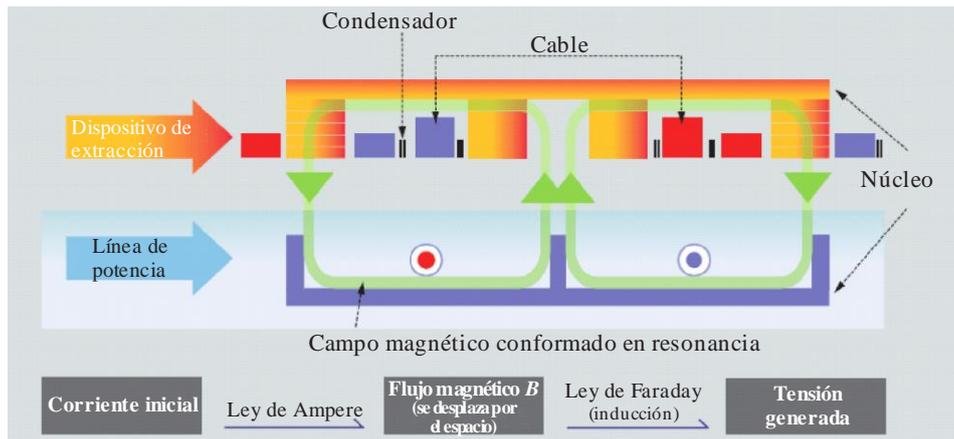


Informe SM 2303-3-07

Para mover vehículos pesados como autobuses eléctricos, la infraestructura del sistema consiste en introducir conductores eléctricos en la calzada que transmiten mediante un campo magnético la energía a los vehículos dotados de baterías que se sitúan encima. El autobús se puede desplazar a lo largo de los conductores eléctricos sin necesidad de detenerse para recargar sus baterías, lo que se conoce como vehículo eléctrico en línea (on-line electric vehicle, OLEV). Además el autobús se puede cargar detenido en una parada o en un garaje. El primer sistema en funcionamiento de vehículos eléctricos pesados del mundo fue un autobús en línea de un parque de atracciones y en una ciudad.

FIGURA 3.8

## Características técnicas de un vehículo eléctrico en línea



Informe SM.2303-3-08

El diseño del campo magnético desde la bobina transmisora a la bobina receptora es fundamental al plantear un sistema TIP para obtener el máximo de potencia y de eficiencia.

En primer lugar, el campo magnético debe estar en resonancia mediante las bobinas resonantes de transmisión y de recepción para lograr alta potencia y eficiencia.

En segundo lugar, se debe controlar la forma del campo magnético, utilizando material magnético como los núcleos de ferrita, para reducir al mínimo la resistencia magnética en el trayecto del campo magnético y lograr un campo magnético con bajas pérdidas y mayores potencias de transmisión.

Se denomina campo magnético conformado en resonancia (SMFIR, shaped magnetic field in resonance).

FIGURA 3.9

Ejemplo de vehículo eléctrico en línea



Informe SM 2303-3-09

## 4 Situación mundial de la normalización de la TIP

### 4.1 Organizaciones nacionales de normalización

#### 4.1.1 China

En China, la CCSA (China Communication Standard Association) ha elaborado normas TIP para dispositivos portátiles, tales como estaciones móviles. En 2009, el TC9 de la CCSA inició un nuevo proyecto de investigación «investigación sobre tecnologías de suministro inalámbrico de energía en campo cercano». Este proyecto finalizó en marzo de 2012 y elaboró un informe sobre la investigación de tecnologías de suministro inalámbrico de energía. En 2011, el TC9 de la CCSA estableció dos proyectos de norma: 1) Métodos de evaluación del campo electromagnético para suministro inalámbrico de energía; 2) Límites de compatibilidad electromagnética y métodos de medición para el suministro inalámbrico de energía. Estas dos normas se publicarán en breve.

Actualmente existen tres nuevas normas relacionadas con los requisitos técnicos y los métodos de prueba, (Parte 1: General; Parte 2: Con alto grado de acoplamiento; Parte 3: Transmisión inalámbrica de potencia por resonancia) y la elaboración de los requisitos de seguridad se encuentra en su fase final. Se elaborarán cada vez más proyectos de normas relativos a la transmisión inalámbrica de potencia. Los productos a los que se destinan son dispositivos de audio, vídeo y multimedia, equipos para la tecnología de la información y dispositivos de telecomunicaciones.

Estas normas se centran en las características de funcionamiento, el espectro radioeléctrico y las interfaces. Está previsto que esta norma no implique derechos de propiedad intelectual. En general, la probabilidad de que esta norma sea obligatoria es baja.

Las normas pueden definir nuevos logotipos para identificar a qué parte de la norma (Partes 2/3) pertenece el producto.

La Comisión Nacional de Normalización de China (SAC) tiene previsto crear un Comité Técnico Nacional de Normalización (TC) sobre TIP. La Academia China de Investigación sobre las Telecomunicaciones (CATR) del MIIT lo está fomentando. El TC se encarga de elaborar normas nacionales sobre TIP para teléfonos móviles, equipos para la tecnología de la información y dispositivos de audio, vídeo y multimedia.

Las normas sobre EMC y EMF se publicarán en breve, habida cuenta de la planificación y del calendario de elaboración de normas, directrices y reglamentación en el seno de la CCSA. Se ha aprobado la Parte 1 sobre requisitos técnicos y la Parte 2, la Parte 3 y las normas sobre requisitos de seguridad se completarán en 2014.

En noviembre de 2013 se creó en China un organismo de normalización nacional orientado a las aplicaciones inalámbricas de potencia para aparatos de uso doméstico que tiene previsto elaborar normas nacionales. Además, en ese organismo se debaten otros asuntos relativos a la seguridad y las prestaciones.

#### **4.1.2 Japón**

El Grupo de Trabajo sobre TIP del BWF (Broadband Wireless Forum, Japón) se está encargando de la elaboración de normas técnicas sobre TIP utilizando protocolos de la ARIB (Association of Radio Industries and Businesses). Se enviará a la ARIB un borrador de norma elaborado por el BWF para su aprobación. El BWF realizó un detallado estudio técnico sobre el espectro necesario para todas las aplicaciones y tecnologías de la TIP. Actualmente se están considerando las siguientes tecnologías TIP con un calendario para su normalización. Las tres primeras con menos de 50 W de potencia transmitida podrán estar aprobadas en 2015.

- TIP con acoplamiento capacitivo.
- TIP mediante placa de guía de onda bidimensional de microondas.
- TIP de resonancia magnética en 6 765-6 795 kHz para dispositivos móviles o portátiles.
- TIP de resonancia magnética para aparatos de uso doméstico y equipamiento de oficina.
- TIP para vehículos eléctricos incluidos los híbridos enchufables.

Además de elaborar y evaluar las especificaciones de las ondas radioeléctricas de transmisión de potencia, se tienen en cuenta los mecanismos de transmisión, señalización y control. Se considera detenidamente la armonización mundial del espectro para las aplicaciones destinadas al mercado mundial.

En junio de 2013, con el objetivo del Ministerio de Asuntos Internos y de Comunicaciones (MIC) de gestionar la nueva regulación sobre TIP, se constituyó el Grupo de Trabajo sobre la Transmisión Inalámbrica de Potencia (WPT-WG) dependiente del Subcomité sobre entorno electromagnético para el uso de ondas radioeléctrica del MIC. El cometido principal del WPT-WG es elaborar estudios sobre las bandas de frecuencias para la TIP y su coexistencia con los titulares actuales. Habida cuenta de los resultados del Grupo de Trabajo, el Consejo de Información y Comunicación del MIC aprobó su Informe sobre la reglamentación TIP y se publicó en 2015. En el Capítulo 6 se facilita más información. Los resultados se tienen en consideración en la elaboración de normas sobre TIP.

#### **4.1.3 Corea**

El MSIP (Ministerio de Ciencia, TIC y Planificación) y su Agencia Nacional de Investigación Radioeléctrica (RRA) son las agencias gubernamentales responsables de la reglamentación sobre TIP en Corea. Las principales organizaciones de normalización que elaboran normas en Corea se muestran en el Cuadro 4.1.

CUADRO 4.1

## Estado de las actividades de normalización en Corea

| Nombre | URL   | Estado   |
|--------|---|--|
| KATS   | <a href="http://www.kats.go.kr/en_kats/">http://www.kats.go.kr/en_kats/</a>                 | En curso<br>– Gestión de la recarga de múltiples dispositivos  |
| KWPF   | <a href="http://www.kwpf.org">http://www.kwpf.org</a>                                       | En curso<br>– Espectro relativo a la TIP<br>– Reglamentación relativa a la TIP<br>– TIP de resonancia magnética<br>– TIP de inducción magnética<br>Completado<br>– Casos de uso<br>– Escenario de servicio<br>– Requisitos funcionales<br>– Comunicaciones en banda para la TIP<br>– Control para la gestión de la TIP |
| TTA    | <a href="http://www.tta.or.kr/English/index.jsp">http://www.tta.or.kr/English/index.jsp</a> | Completado<br>– Casos de uso<br>– Escenario de servicio<br>– Eficiencia<br>– Evaluación<br>– Comunicaciones en banda para la TIP<br>– Control para la gestión de la TIP<br>En curso<br>– TIP de resonancia magnética<br>– TIP de inducción magnética   |

## 4.2 Organizaciones internacionales

En el Cuadro 4.2 se indican algunas organizaciones internacionales que se ocupan de la normalización de la TIP.

CUADRO 4.2

**Organizaciones internacionales relacionadas con la TIP**

| <b>Nombre de la organización</b>  | <b>Actividades</b>   |
|---|--|
| CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) | La TIP se está debatiendo en la SC-B del CISPR (Interferencias relativas a los aparatos radioeléctricos ICM y líneas eléctricas aéreas, etc.). Las restantes SC consideran la TIP cuando corresponde.<br>La SC-B creó un Grupo especial en junio de 2014 con el objetivo de elaborar las especificaciones.   |
| CEI TC 100  | Estudio de informes técnicos relativos a la TIP:<br>– Proyecto TC 100 Fase 0 de la CEI<br>– Estudio completado en julio de 2012<br>– Elaboración de informes técnicos.   |
| CEI 61980 (CEI TC 69)   | El WG4 del TC 69 de la CEI (Vehículos eléctricos de carretera y carretillas elevadoras eléctricas), junto con ISO TC22 (Vehículos de carretera), trata la TIP para automoción:<br>– CEI 61980-1: Requisitos generales<br>– CEI 61980-2: Comunicación<br>– CEI 61980-3: Transmisión de potencia mediante campo magnético.   |
| ISO 19363 (ISO (TC22/SC21))   | ISO 19363: Transmisión inalámbrica de potencia mediante campo magnético – Requisitos de seguridad e interoperatividad (especificaciones de uso público (PAS, publicly available specifications)):<br>– Establecidas a principios de 2014<br>– El objetivo es elaborar una norma que especifique los requisitos de las partes del vehículo<br>– Estrecha sincronización con CEI 61980 y SAE J2954.  |
| ISO/IEC JTC 1 SC 6  | Capa PHY en banda y protocolo de capa MAC de la TIP:<br>– ISO/IEC JTC 1 SC 6 – En enero de 2012 se aprobó como asunto de trabajo<br>– En distribución como documento de trabajo.   |
| CEA (Consumer Electronics Association)                                  | El R6-TG1 (Grupo de Tareas Especiales sobre Carga inalámbrica) de la CEA trata la TIP y asuntos conexos.   |
| SAE (Society of Automotive Engineers)                                   | Desde 2010 se realizan labores de normalización de la TIP. Se están examinando las especificaciones propuestas por los organismos de normalización. La normalización se completará entre 2013 y 2014 según la planificación de la CEI. Actualmente se está debatiendo la selección de bandas de frecuencias concretas para la toma de decisiones. En noviembre de 2013, el Grupo Especial de (SAE) Internacional J2954™ sobre la transmisión inalámbrica de potencia (TIP) para vehículos ligeros, eléctricos y eléctricos enchufables, acordó el funcionamiento en «la banda de 85 kHz» y tres clases de potencia para los vehículos ligeros. |
| A4WP  | Acoplamiento magnético resonante no radiactivo de alcance cercano o medio (acoplamiento altamente resonante) (TIP con acoplamiento de grado bajo):<br>– Completada en 2012 la especificación técnica básica<br>– En enero de 2013 se entregó la especificación técnica (ver.1).  |

CUADRO 4.2 (*fin*)

| Nombre de la organización | Actividades   |
|---------------------------|---|
| WPC                       | Soluciones para el acoplamiento inductivo de grado alto en una gama de valores de potencia.<br>En Internet se enumeran más de 120 miembros y 80 productos certificados incluidos los accesorios, cargadores y dispositivos:<br>– En julio de 2010 se entregó la especificación técnica (ver.1).   |
| CJK WPT WG                | Grupo de Trabajo sobre TIP de la conferencia sobre Tecnologías de la información del CJK.<br>Comparte información en la región para estudiar y evaluar la TIP de baja y alta potencia:<br>– Entregado el primer Informe Técnico sobre TIP del CJK en abril de 2013<br>– Se entregará el segundo Informe Técnico sobre TIP en la primavera de 2014<br>– Entregado el tercer Informe Técnico sobre TIP del CJK en mayo de 2015. |

#### 4.2.1 CISPR de la CEI

Desde el punto de vista reglamentario, el CISPR de la CEI diferencia las aplicaciones TIP en:

- a) aplicaciones TIP que ofrecen transmisión inalámbrica de potencia en una determinada frecuencia de funcionamiento sin datos adicionales de transmisión;
- b) aplicaciones TIP que también utilizan la (banda de) frecuencia para la transmisión de datos adicionales o para comunicaciones con el dispositivo secundario;
- c) aplicaciones TIP que utilizan frecuencias diferentes de las que se usan en la TIP para la transmisión de datos adicionales o para comunicaciones con el dispositivo secundario.

Desde el punto de vista del CISPR (protección de la recepción radioeléctrica) no hay necesidad, sin embargo, de distinguir las aplicaciones TIP a) o b). En ambos casos la probabilidad de interferencia radioeléctrica (RFI) de estas aplicaciones estará determinada únicamente por su función primaria, es decir, por la transmisión inalámbrica de potencia en una determinada frecuencia (o en una determinada banda de frecuencias).

Puesto que las normas CISPR ya determinan un conjunto completo de límites y de métodos de medición para controlar las emisiones deseadas, no deseadas y no esenciales de las aplicaciones TIP según el punto a) o b), parece indudable que basta con continuar aplicando esas normas. Es evidente que esas normas se podrían emplear en la reglamentación relativa a la compatibilidad electromagnética general para productos eléctricos y electrónicos como, por ejemplo, para aplicaciones TIP.

Para las aplicaciones TIP correspondientes al punto c) anterior, debería seguir aplicándose la reglamentación relativa a la EMC en general a la función primaria de la TIP (incluida la transmisión de datos adicional, si existiera, de conformidad con el punto b) anterior). Además pueden aplicarse otros reglamentos radioeléctricos a cualquier transmisión de datos o comunicación en frecuencias diferentes de las de la transmisión TIP. En este caso, puede que se deban tener en cuenta también otras normas de EMC y funcionales para equipos radioeléctricos. Siempre se debe realizar una evaluación de la potencial interferencia total de las aplicaciones TIP de conformidad con el punto c) anterior en relación con la protección de la recepción radioeléctrica en general y con la compatibilidad/coexistencia con otras aplicaciones o servicios radioeléctricos. Dicha evaluación debe incluir la aplicación de las respectivas normas CISPR, de EMC y funcionales para los componentes o módulos de radiocomunicaciones del sistema TIP.

La forma habitual de aplicar estas normas consiste en utilizarlas para las pruebas de homologación. Los resultados de esas pruebas se pueden usar entonces, en función de la reglamentación nacional o regional, como base para la determinación del tipo de equipo por parte de la autoridad de homologación o para otras evaluaciones o declaraciones de conformidad.

En el Cuadro 4.3 figura una propuesta del CISPR para la clasificación de los equipos electrónicos de potencia que ofrecen TIP y para el uso de las normas CISPR de emisiones EMC en la reglamentación nacional o regional. La propuesta también es válida para aplicaciones TIP en el ámbito de las normas CISPR 14-1 (aparatos de uso doméstico, herramientas eléctricas y aparatos similares), CISPR 15 (equipamiento de iluminación) y CISPR 32 (equipos multimedia y de recepción de radiodifusión). Para ellos, se debe sustituir la referencia a CISPR 11 (equipos ICM) por la referencia a las normas CISPR descritas.

El CISPR está considerando ampliar la aplicabilidad de los requisitos de los equipos electrónicos TIP de potencia a tenor de la norma CISPR 11 y, mediante las modificaciones pertinentes en un futuro próximo, de las aplicaciones TIP a tenor de las normas CISPR 14-1, CISPR 15 y CISPR 32. Por ahora, la norma CISPR 11 es la única que ofrece un conjunto completo de requisitos de las emisiones para la homologación de aplicaciones TIP, en la gama de 150 kHz hasta 1 GHz o hasta 18 GHz, respectivamente.

El CISPR es consciente de que existe una laguna en sus normas en lo que respecta al control de las perturbaciones conducidas y radiadas desde equipos TIP entre 9 kHz y 150 kHz. Controlar estas emisiones es un asunto esencial si los equipos TIP en cuestión utilizan realmente frecuencias fundamentales o de funcionamiento atribuidas en esa gama de frecuencias.

Sólo para información: el CISPR/B acordó aclarar la clasificación del grupo 2 en la norma CISPR 11 para incluir los equipos TIP de la forma siguiente:

Equipos del grupo 2: el grupo 2 comprende todos los equipos radioeléctricos ICM en los que la energía en la gama de frecuencias 9 kHz a 400 GHz se genera y se utiliza, o sólo se utiliza, deliberadamente en forma de radiación electromagnética, mediante acoplamiento inductivo y/o capacitivo, para el tratamiento de materiales, para fines de inspección o análisis o para transmisiones de energía radioeléctrica.

Esta definición modificada se puede encontrar en CISPR/B/598/CDV que se aprobó en la votación nacional en 2014. Incluye el proyecto Mantenimiento General (GM) para CISPR 11 Ed. 5.1 (2010) y se concretará en CISPR 11 Ed. 6.0. Si finalmente se aprueba, esta sexta edición de la publicación CISPR 11 se editará en el verano de 2015. Incluirá:

- a) la definición ampliada y aprobada para los equipos del grupo 2, incluido cualquier tipo de producto electrónico TIP de potencia;
- b) el conjunto de límites y de métodos de medición para las emisiones esenciales acordados hasta ahora para la realización de pruebas de homologación de productos electrónicos TIP de potencia.

Cabe destacar que las normas CISPR implican la combinación de los métodos de medición oportunos y de los límites adecuados para las perturbaciones permisibles conducidas y/o radiadas en la gama de frecuencias radioeléctricas pertinentes. Para los equipos del grupo 2, la norma CISPR 11 especifica actualmente estos requisitos en la gama de 150 kHz a 18 GHz. Por ahora, también aplican por defecto a todos los tipos de equipos electrónicos TIP.

El CISPR recomienda con urgencia el reconocimiento de los informes de homologación, que verifican el cumplimiento con estos requisitos CISPR de emisión, como homologación para las aplicaciones TIP con o sin transmisión de datos o comunicaciones adicionales en la misma frecuencia de la TIP (véanse también los casos 1 y 2 en el Cuadro 4.3).

CUADRO 4.3

**Recomendación del CISPR para la clasificación de equipos electrónicos de potencia que ofrecen transmisión inalámbrica de potencia (TIP) y para el uso de las normas de emisión EMC del CISPR en la reglamentación regional y/o nacional**

| Caso   | Reglamentación pertinente   | Otras especificaciones utilizadas también por los reguladores  | Requisitos/normas esenciales aplicables |  |                          |
|--|---|--|---|--|--------------------------|
|  |   |  | EMF                                     | EMC  | Radio                    |
| 1<br>Sistemas TIP sin transferencia de datos o función de comunicación   | EMC RR del UIT-R para aplicaciones ICM  | Rec. UIT-R SM.1056-1   | CEI 62311 (CEI 62479)                   | Grupo 2 del CEI/CISPR 11 (o una norma de producto CEI más concreta, si existe) | N/A                      |
| 2<br>Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en la misma frecuencia que la transferencia de energía    | EMC RR del UIT-R para aplicaciones ICM  | Rec. UIT-R SM.1056-1   | CEI 62311 (CEI 62479)                   | Grupo 2 del CEI/CISPR 11 (o una norma de producto CEI más concreta, si existe) | No se precisa aplicación |
| 3<br>Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en una frecuencia distinta de la transferencia de energía | EMC RR del UIT-R para aparatos ICM  | Se recomienda el uso de las reglas del Caso 1 respecto del Caso 2 para la evaluación final de la posibilidad de interferencias de RF en la función TIP del sistema TIP electrónico   |   |  |                          |
|  | Uso eficiente del espectro radioeléctrico. RR del UIT-R para aparatos radioeléctricos | Para la evaluación final de la función de señal/control (basada en radiocomunicaciones) y/o la función de comunicación del sistema TIP electrónico de potencia, pueden adicionalmente ser de aplicación las reglamentaciones nacionales o regionales (tales como la evaluación de licencias y/o conformidades) en relación con el uso eficiente del espectro radioeléctrico. Para las homologaciones se pueden utilizar las normas nacionales o regionales pertinentes de equipos radioeléctricos, como por ejemplo, de acuerdo con el Informe, la Rec. UIT-R SM.2153-1 (dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance) |   |  |                          |

Caso 3: cuando el equipo TIP funciona con datos adicionales de transmisión o comunicaciones que utilizan una frecuencia diferente de la utilizada para la TIP:

- a) debe considerarse el cumplimiento de la función TIP con los requisitos de las emisiones EMC especificados en la norma CISPR de producto pertinente para establecer la presunción de cumplimiento con la reglamentación nacional y/o regional existente sobre EMC de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1056-1, respecto de cualesquiera emisiones deseadas, no deseadas y no esenciales debidas a la TIP en la misma gama de frecuencias;

- b) debe considerarse el cumplimiento de la función de transmisión de datos y/o de comunicación con los requisitos de EMC y funcionales para los equipos radioeléctricos especificados en las normas y especificaciones nacionales y/o regionales sobre el control del uso eficiente del espectro radioeléctrico para establecer la presunción de cumplimiento con la reglamentación nacional y/o regional existente para dispositivos o módulos radioeléctricos que forman parte del sistema TIP bajo prueba, respecto de cualesquiera emisiones deseadas, no deseadas y no esenciales que se puedan atribuir a la transmisión radioeléctrica de datos y/o a la función de comunicación.

En el Caso 3, el Sistema TIP bajo prueba se considera como un equipo multifunción. Se debe obtener su homologación si se ha demostrado que el modelo correspondiente del equipo TIP cumple con los requisitos esenciales de emisión EMC (y con la inmunidad) especificados en la norma o normas CISPR (u otras normas CEI) para su función TIP, véase el apartado a). Otra condición previa para otorgar la homologación consiste en demostrar que el dispositivo o módulo radioeléctrico que sea parte integrante de los sistemas TIP cumple los requisitos esenciales de EMC y funcionales para equipos radioeléctricos definidos en las especificaciones y normas regionales o nacionales respectivas para equipos radioeléctricos.

Hasta la fecha, el CISPR ha observado planteamientos ambivalentes de las autoridades de regulación nacionales y/o regionales para la homologación de equipos, evaluación de conformidad y expedición de licencias junto con los permisos de operación y uso de las aplicaciones TIP en este ámbito.

Mientras que las autoridades europeas podrían obviamente imaginar la aplicación del marco reglamentario europeo para dispositivos de corto alcance (DCA) para el Caso 2, la Federal Communications Commission (FCC) de los Estados Unidos de América indica que los dispositivos TIP que funcionan en frecuencias superiores a 9 kHz deben considerarse como radiadores internacionales y que, por lo tanto, están sujetos a la Parte 15 y/o la Parte 18 de las normas de la FCC. La parte concreta de norma aplicable depende de cómo funciona el dispositivo y de si existe alguna comunicación entre el cargador y el dispositivo que se está recargando.

El Cuadro 4.4 presenta una visión general de la reglamentación vigente en Europa. Cabe destacar que el TCAM, Comité de Vigilancia del Mercado y Evaluación de la Conformidad en materia de Telecomunicaciones, de la Comisión Europea aprobó estas propuestas presentadas por los organismos de normalización CENELEC y ETSI en su reunión de febrero de 2013. De esta forma el TCAM indicaba que la reglamentación europea actual aplica a todos los tipos presentes y futuros de aplicaciones TIP.

Para el Caso 2, se aceptarán las declaraciones de conformidad (DoC) con la única referencia a la Directiva sobre EMC para un tipo de aparato electrónico TIP de potencia con o sin transmisión de datos adicional en la frecuencia de la TIP, y con cualquier valor de potencia, siempre y cuando se pueda demostrar que el aparato TIP cumple los requisitos de emisión para el grupo 2 especificados en 55011 (véase el Caso 2a). Asimismo el Caso 2b plantea la posibilidad de una DoC que se refiera únicamente a la Directiva sobre R&TTE, siempre que se pueda demostrar que el aparato TIP en cuestión cumple los requisitos de las normas respectivas armonizadas de EMC y funcionales del ETSI para equipos de radiocomunicaciones.

CUADRO 4.4

**Reglamentación europea relativa a la EMC y al uso eficiente del espectro radioeléctrico (TCAM, CEPT/ERC, SDO, ETSI y CENELEC)**

| Caso  | Directiva pertinente | Otras especificaciones utilizadas también por los reguladores   |  | Requisitos esenciales/normas aplicables   |  |   |
|---|----------------------|---|--|---|--|---|
|   |                      |   |  | EMF   | EMC  | Radio   |
| 1<br>Sistemas TIP sin transferencia de datos o función de comunicación  | Directiva EMC        | Ninguna   |  | EN 62311 (EN 62479) u otra norma aplicable publicada en el DOUE siguiendo la Directiva sobre baja tensión | EN 55011 Grupo 2 (o una norma CENELEC más concreta, si existe) | N/A   |
| 2a<br>Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en la misma frecuencia que la transferencia de energía (para cualquier velocidad de transferencia de energía)   | Directiva EMC        | Ninguna   |  | Véase arriba  | Véase arriba   | Aplicación innecesaria                            |
|   |                      | <p>NOTA – Por ahora se puede realizar, a partir de EN 55011, la homologación de equipos electrónicos TIP de potencia con o sin transferencia adicional de datos o comunicaciones sólo en la misma frecuencia de la gama de frecuencias radioeléctricas. No hay limitaciones en la velocidad de transmisión de potencia, siempre y cuando se pueda demostrar que el tipo de producto en cuestión cumple los requisitos de emisión especificados en EN 55011. Está previsto que CENELEC complete los límites en EN 55011 para emisiones radiadas y conducidas en la gama de frecuencias 9 kHz a 150 kHz, en particular para equipos electrónicos TIP de potencia que utilicen frecuencias fundamentales de funcionamiento atribuidas en esa gama de frecuencias. También está previsto que CENELEC inicie la adaptación de los límites de emisión para aplicaciones TIP en otras normas de EMC.</p> |  |   |  |   |
| 2b<br>Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en la misma frecuencia que la transferencia de energía (con velocidad de transferencia de energía limitada)   | Directiva R&TTE      | Ninguna   |  | Normas EMF para aparatos radio-eléctricos   | Normas EMC para aparatos radioeléctricos                       | Normas funcionales para aparatos radio-eléctricos |
|   |                      | 9 kHz < banda < 30 MHz  |  | EN 62311 (EN 62479)   | EN 301 489-1/3   | EN 300 330  |
|   |                      | 30 MHz < banda < 1 GHz  |  |   |  | EN 300 220  |
|   |                      | 1 GHz < banda < 40 GHz  |  |   |  | EN 300 440  |
| <p>NOTA – Cuando sea posible se pueden utilizar una combinación de las normas ETSI EN 301 489-1/3 y una norma funcional radioeléctrica del ETSI para las pruebas de homologación en dispositivos de corto alcance (DCA) que proporcionan TIP o transferencia de datos o comunicaciones en la misma frecuencia radioeléctrica. Actualmente, todavía está limitada la posibilidad de homologación de dispositivos de corto alcance con funcionalidad TIP con tasas de transmisión de potencia relativamente bajas. El ETSI está trabajando para adaptar la norma EN 300 330 para que aplique a la homologación de estos dispositivos con funcionalidad TIP y tasas de transmisión de potencia de hasta un par de decenas de vatios.</p> |                      |   |  |   |  |   |

CUADRO 4.4 (*fin*)

| Caso   | Directiva pertinente                             | Otras especificaciones utilizadas también por los reguladores  | Requisitos esenciales/normas aplicables  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  | EMF                                      | EMC                                      | Radio  |
| 3<br>Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en distinta frecuencia que la transferencia de energía  | Directiva EMC                                    | Para la evaluación final del potencial de interferencia de la función TIP sin o con transferencia de datos en la misma frecuencia, aplican las reglas del Caso 1 o del Caso 2a respecto al Caso 2b |  |  |  |
|  | Directiva R&TTE (función de radiocomunicaciones) | Ninguna  | Normas EMF para aparatos radioeléctricos | Normas EMC para aparatos radioeléctricos | Normas funcionales para aparatos radioeléctricos |
|  |  | 9 kHz < banda < 30 MHz   | EN 62311 (EN 62479)                      | EN 301 489-1/3                           | EN 300 330                                       |
|  |  | 30 MHz < banda < 1 GHz   |  |  | EN 300 220                                       |
|  | 1 GHz < banda < 40 GHz                           | EN 300 440   |  |  |  |
| <p>NOTA – La combinación de las normas ETSI EN 301 489-1/3 es sólo un ejemplo y se debe utilizar para pruebas de homologación en módulos de DCA que facilitan la transferencia de datos o /y funciones de comunicaciones para el producto TIP objeto de la homologación.</p> <p>En principio se puede utilizar cualquier tipo de aplicación radioeléctrica que cumpla el objetivo de transferencia local de datos y/o de comunicaciones entre los dispositivos que constituyen el sistema local inalámbrico de transferencia de potencia. En este caso, aplican otras combinaciones de normas armonizadas funcionales y de EMC del ETSI, como por ejemplo Bluetooth &gt; EN 300 328 y EN 301 489-1/17 en función de la tecnología de comunicación.</p> |  |  |  |  |  |

El CISPR, interesado en armonizar los procedimientos en todo el mundo con reglamentación nacional y regional adicional para aplicaciones TIP, recomienda que se adopte el planteamiento propuesto en los Casos 1, 2 y 3.

Como se ha indicado anteriormente existe una laguna en los requisitos de emisiones esenciales de CISPR 11 en la gama de frecuencias 9-150 kHz. Sin embargo, por ahora, esta laguna sólo se ha confirmado para aparatos electrónicos TIP de potencia en el ámbito de la publicación CISPR 11 que utiliza frecuencias de funcionamiento (o fundamentales) inferiores a 150 kHz. Por lo tanto, si los límites se determinan en la gama de frecuencias, aplicarán de preferencia únicamente a esos equipos electrónicos TIP de potencia.

La publicación CISPR/B recomienda la aplicación de los límites existentes del grupo 2 a todos los aparatos electrónicos TIP de potencia. Al proceder de esta forma, CISPR/B no identifica la necesidad de consultar al UIT-R sobre la posible atribución de más bandas de frecuencias.

#### 4.2.2 ICNIRP

Los valores establecidos por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) son la referencia aceptada en todo el mundo y el valor umbral de cada país se compara con los niveles de exposición de la ICNIRP. Lo que sigue se refiere a las bandas de frecuencias correspondientes a la TIP. El Capítulo 8 contiene información adicional.

La ICNIRP ha publicado directrices sobre la exposición humana a los campos electromagnéticos. Para la TIP se aplican dos directrices de la ICNIRP, correspondientes a 1998 [7] y 2010 [8]. Estas directrices describen las restricciones básicas y los niveles de referencia. Las limitaciones a la exposición que se basan en magnitudes físicas relacionadas directamente con los efectos sobre la salud establecidos se denominan restricciones básicas. En las directrices de la ICNIRP la magnitud física utilizada para especificar las restricciones básicas a la exposición a los EMF es la intensidad de campo eléctrico interno, puesto que es el campo eléctrico el que afecta a las células y a otras células sensibles a la electricidad. No obstante, la intensidad de campo eléctrico interno es difícil de evaluar. Por tanto, para fines prácticos de evaluación de exposición se facilitan niveles de referencia.

El cumplimiento del nivel de referencia asegura el respeto de la correspondiente restricción básica. El que las magnitudes de los valores medidos sean mayores que los niveles de referencia no implica necesariamente que se hayan sobrepasado las restricciones básicas. No obstante, siempre que se supere un nivel de referencia es necesario verificar el cumplimiento de la correspondiente restricción básica y determinar si son necesarias medidas de protección adicionales. Los niveles de referencia de la ICNIRP sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos son aceptados en todo el mundo y los umbrales de los países se comparan con estos niveles de referencia.

Los operadores de sistemas TIP pueden tomar medidas para proteger adecuadamente al público de los efectos de los EMF.

En el Anexo 3 se muestran mediciones recientes sobre emisiones del campo H de la TIP relativas a exposición a la RF en Japón. Se deben promover más mediciones de la intensidad de los campos electromagnéticos cerca de transmisiones inalámbricas de potencia.

## **5 Situación del espectro**

### **5.1 TIP, diferencias entre las bandas de los dispositivos industriales, científicos y médicos, y de corto alcance**

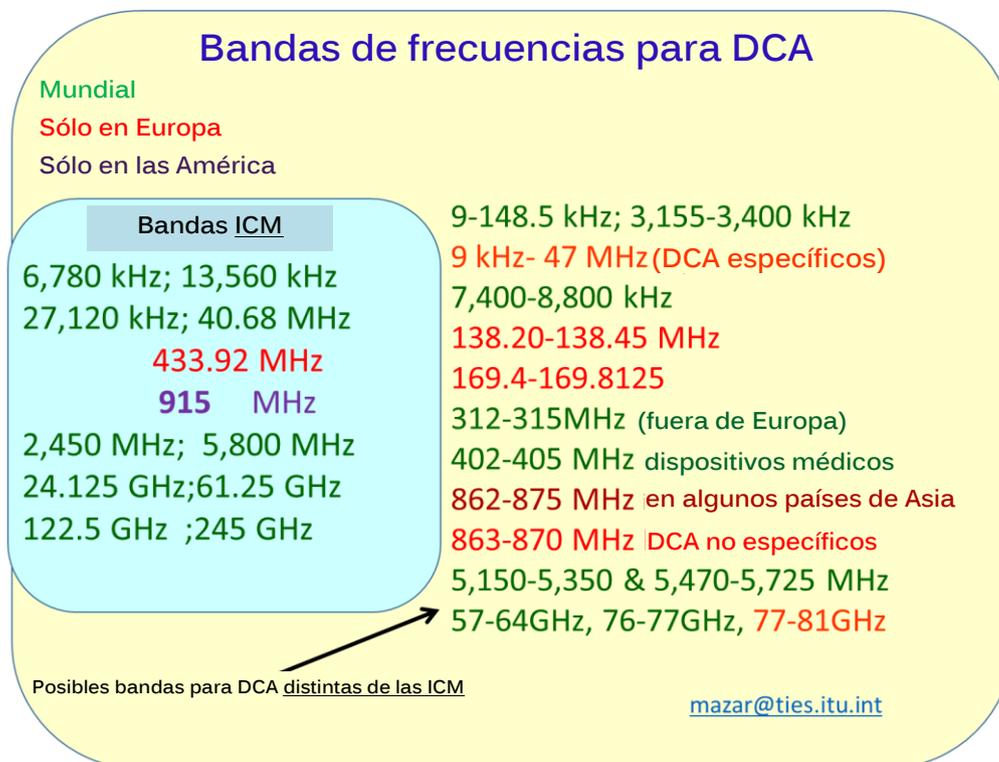
Las disposiciones del número 1.15 del RR – Aplicaciones industriales, científicas y médicas (de energía radioeléctrica) (ICM): Funcionamiento de equipos o de instalaciones destinados a producir y utilizar en un espacio reducido energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicación. Las bandas de radiofrecuencia ICM son principalmente para aplicaciones diferentes de las telecomunicaciones. En consecuencia la TIP es un dispositivo de corto alcance (DCA) sólo si hay también telecomunicaciones (para las comunicaciones de datos), como Bluetooth o Zigbee. La TIP es un emisor intencional.

La función de transferencia de energía de la TIP es un servicio ICM (industrial, científico o médico), mientras que la transferencia de datos es un dispositivo de corto alcance. El CISPR ya sugirió un tratamiento diferenciado de la función TIP respecto de la función de telecomunicaciones que podía ser un dispositivo DCA, véase la sección 4.2 del Informe UIT-R SM.2303. Dependientes de las reglamentaciones nacionales, los DCA suelen funcionar en un entorno reglamentario sin licencia y sin protección.

Las disposiciones número 5.138 y 5.150 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT definen las bandas de radiofrecuencia para los servicios ICM. La banda de frecuencias candidata para los dispositivos de corto alcance (DCA) es diferente de la banda ICM. De acuerdo con los Anexos 1 y 2 de la Recomendación UIT-R SM.1896 «Gamas de frecuencias para la armonización mundial o regional de los Dispositivos de Corto Alcance (DCA)», en la práctica, la banda ICM es condición suficiente pero no es obligatoria para el funcionamiento armonizado de los DCA. Todas las bandas ICM sirven para los dispositivos de corto alcance y los dispositivos electrónicos. Sin

embargo, los DCA también funcionan en bandas distintas de las ICM. Las bandas ICM pueden servir para la transferencia de potencia de la IPT, las bandas DCA pueden posiblemente servir como bandas de frecuencias preferidas para la utilización de la TIP a niveles nacional, regional y mundial. La Figura siguiente muestra las bandas ICM en las diferentes regiones de la UIT y las posibles bandas no ICM para los DCA en las diferentes regiones.

FIGURA 5.1  
Posibles bandas ICM y no ICM para los dispositivos DCA\*



\* Fuente: Mazar, 2015 [12]

## 5.2 Bandas distintas de las ICM utilizadas a escala nacional para TIP

42-48 kHz

52-58 kHz

79-90 kHz

100 kHz a 205 kHz

425 kHz a 524 kHz.

En el Cuadro 5.1 se muestran las bandas de frecuencias en estudio y los parámetros clave para esas aplicaciones. Este Cuadro también proporciona los sistemas titulares implicados con los que se requiere coexistir.

i) Inducción magnética

La gama de frecuencias prevista para aplicaciones con inducción magnética es 100-205 kHz. Dados los casos de uso actuales y las condiciones técnicas, se prevé que el funcionamiento de la TIP sea conforme a las normas y directrices nacionales e internacionales para los límites de emisión radiada y de exposición a la RF.

En algunos países ya se han introducido algunos productos basados en las tecnologías de inducción magnética.

ii) Inducción magnética de alta potencia

La gama de frecuencias es similar a las de las aplicaciones para vehículos eléctricos (véase más adelante).

Existen muchos dispositivos y sistemas candidatos entre los que se incluyen las frecuencias patrón y señales horarias y sistemas radioeléctricos ferroviarios que funcionan en frecuencias similares a las de las aplicaciones de inducción magnética de alta potencia y, por tanto, se precisan estudios de coexistencia.

iii) Acoplamiento capacitivo

Los sistemas TIP de acoplamiento capacitivo están diseñados originalmente para la gama de frecuencias 425-524 kHz. Los niveles de potencia transmitida son inferiores a 100 W. A continuación se presentan algunos motivos de la selección de frecuencias.

El primer motivo es lograr un equilibrio entre eficiencia y tamaño del equipo. Muchas partes de estos equipos están diseñadas para utilizar esa banda de frecuencias, por ejemplo, los inversores, los rectificadores, etc., que afectan a una muy amplia variedad de componentes con características de bajas pérdidas para optimizar el diseño de los equipos TIP. Los transformadores son partes esenciales del sistema TIP de acoplamiento capacitivo. Las prestaciones de los transformadores dependen del valor Q del material de ferrita y éste se puede optimizar en esa gama de frecuencias. Así, la eficiencia total del sistema de acoplamiento capacitivo puede ser del orden del 70% al 85%.

El segundo motivo es la posibilidad de suprimir las emisiones no deseadas en el campo eléctrico con el fin de coexistir con los otros titulares como la radiodifusión MA en las bandas de frecuencias adyacentes. Se analizó la máscara espectral de los sistemas TIP de acoplamiento capacitivo en la gama de frecuencias 425-524 kHz y se mostró que cumplía con las condiciones de coexistencia con la radiodifusión MA y otros servicios.

iv) Vehículos eléctricos de pasajeros

En este capítulo, la abreviatura «EV» se refiere tanto a los Vehículos Eléctricos como a los Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV).

El BWF, la CEI, SAE y JARI están estudiando la TIP para EV mientras se encuentran aparcados. Se acordó conjuntamente que la gama de frecuencias 20-200 kHz tenía ciertas ventajas para lograr una eficiencia de transmisión de energía elevada.

En Japón, las sub-bandas 42-48 kHz, 52-58 kHz, 79-90 kHz y 140,91-148,5 kHz fueron objeto de estudios de compartición del espectro y de debates sobre coexistencia en relación con las aplicaciones titulares. Se realizó un estudio detallado de la utilización actual del espectro en el mundo con el fin de reducir las posibles bandas de espectro y así poder minimizar las interferencias sobre las aplicaciones existentes. A fecha de mayo de 2015, se ha elegido el rango de frecuencias 79-90 kHz para la carga inalámbrica de EV. Asimismo, el Grupo Especial SAE Internacional J2954 acordó la banda 81,38-90,00 kHz para la TIP de vehículos ligeros.

v) Vehículos eléctricos pesados

En mayo de 2011, el Gobierno de Corea atribuyó las frecuencias de 20 kHz (19-21 kHz) y 60 kHz (59-61 kHz) para EV en línea (OLEV). Estas frecuencias se pueden utilizar para cualquier tipo de vehículo, ya sea pesado o de pasajeros, en Corea. Actualmente un sistema para OLEV está en prueba y con licencia en un emplazamiento.

### 5.3 Bandas ICM utilizadas a escala nacional para TIP

6 765-6 795 kHz

13,56 MHz.

#### i) Resonancia magnética

En algunos países se utiliza la banda 6 765-6 795 kHz para TIP de baja potencia con resonancia magnética. Esta banda está designada a las aplicaciones ICM en la nota número **5.138** del Reglamento de Radiocomunicaciones.

En Japón, los equipos TIP con potencia radioeléctrica transmitida inferior a 50 W pueden utilizar esa banda sin autorización. Se está considerando una nueva norma de homologación para los equipos TIP que autorizaría potencias transmitidas superiores a 50 W.

Las razones para elegir la gama 6 765-6 795 kHz para tecnologías TIP con resonancia magnética se resumen a continuación:

- Banda ICM.
- Algunas organizaciones de normalización están elaborando normas sobre TIP en la banda 6 765-6 795 kHz.
- Es posible disponer de componentes TIP de reducidas dimensiones como por ejemplo; bobinas de transmisión de potencia y bobinas de recepción.

En Corea, la banda de 13,56 MHz se utiliza para gafas 3D, que se cargan con TIP, para ver la televisión en tres dimensiones.

CUADRO 5.1

#### Gamas de frecuencias en estudio, parámetros clave y sistemas titulares en sistemas TIP para dispositivos móviles/portátiles y equipos domésticos y de oficina

|                                       | <b>Inducción magnética (baja potencia)</b>  | <b>Acoplamiento por resonancia magnética</b> | <b>Inducción magnética (alta potencia)</b>   | <b>Acoplamiento capacitivo</b>                 |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Tipo de aplicación                    | Dispositivos móviles, tabletas, pequeños PC | Dispositivos móviles, tabletas, pequeños PC  | Aparatos domésticos, equipos de oficina (incluidas aplicaciones de mayor potencia) | Dispositivos portátiles, tabletas, pequeños PC |
| Principio tecnológico                 | Inducción magnética resonante               | Alta resonancia                              |  | TIP mediante campo eléctrico                   |
| Países interesados                    | Disponible comercialmente en Japón y Corea  | Japón, Corea                                 | Japón  | Japón  |
| Gama de frecuencias considerada       | Japón:<br>110-205 kHz                       | Japón:<br>6 765-6 795 kHz                    | Japón:<br>20,05-38 kHz,<br>42-58 kHz,<br>62-100 kHz                                | Japón:<br>425-524 kHz                          |
| Gama de frecuencias nacional asignada | Corea:<br>100-205 kHz                       | Corea:<br>6 765-6 795 kHz                    |  |  |

CUADRO 5.1 (*fin*)

|  | <b>Inducción magnética (baja potencia)</b>  | <b>Acoplamiento por resonancia magnética</b>   | <b>Inducción magnética (alta potencia)</b>   | <b>Acoplamiento capacitivo</b>  |
|--|---|--|--|---|
| Gama de potencias considerada                |   | Japón:<br>varios vatios – hasta 100 W  | Japón:<br>varios vatios – hasta 1,5 kW   | Japón:<br>hasta 100 W   |
| Ventaja                                      | Espectro armonizado en todo el mundo<br>Alta eficiencia de la transmisión de potencia | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posible disponibilidad mundial de espectro</li> <li>– Flexibilidad en la ubicación y distancia del extremo receptor</li> <li>– El transmisor puede suministrar energía a varios receptores simultáneamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mayor potencia</li> <li>– Flexibilidad en la ubicación y distancia del extremo receptor</li> <li>– El transmisor puede suministrar energía a varios receptores simultáneamente</li> </ul> | Alta eficiencia (70-85%) <ul style="list-style-type: none"> <li>– No se genera calor en el electrodo</li> <li>– Bajos niveles de emisión</li> <li>– Libertad en la posición horizontal</li> </ul> |
| Áreas de aplicación                          | Dispositivos portátiles, CE, polígonos industriales, zonas específicas                | Dispositivos portátiles, tabletas, pequeños PC, electrodomésticos (baja potencia)  | Aparatos domésticos (alta potencia), equipos de oficina  | Dispositivos portátiles, tabletas, pequeños PC, equipos domésticos y de oficina   |
| Alianza/norma internacional conexa           | Wireless Power Consortium (WPC) [6]   | A4WP [4 ]  |  |   |
| Candidatos para la compartición del espectro |   | Japón:<br>sistemas radioeléctricos móviles/fijos<br>Corea:<br>banda ICM  | Japón:<br>señales horarias (40 kHz, 60 kHz)<br>sistemas radioeléctricos ferroviarios (10-250 kHz)  | Japón:<br>Radiodifusión MA (525-1 606,5 kHz), marítimo/NAVTEX (405-526,5 kHz), y radioaficionados (472-479 kHz)   |

CUADRO 5.2

**Gamas de frecuencias en estudio, parámetros clave y sistemas titulares  
en sistemas TIP para aplicaciones en EV**

|  | <b>Resonancia y/o inducción magnética para vehículos de pasajeros</b>  | <b>Inducción magnética para vehículos pesados</b>  |
|--|--|--|
| Tipo de aplicación                           | Carga de EV en aparcamientos (estática)  | Vehículos eléctricos en línea (OLEV) (carga de EV en movimiento, incluido parados/aparcados)   |
| Principio tecnológico                        | Resonancia y/o inducción magnética   | Inducción magnética  |
| Países interesados                           | Japón  | Corea  |
| Gama de frecuencias                          | 79-90 kHz  | 19-21 kHz,<br>59-61 kHz  |
| Gama de potencias                            | 3,3 kW y 7,7 kW; se consideran las clases para vehículos de pasajeros  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Potencia mínima: 75 kW</li> <li>– Potencia normal: 100 kW</li> <li>– Potencia máxima: en desarrollo</li> <li>– Separación: 20 cm</li> <li>– Ahorro de tiempo y coste</li> </ul>                       |
| Ventaja                                      | Mayor eficiencia en la transmisión de energía  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mayor eficiencia de transmisión de potencia</li> <li>– Separación ampliada</li> <li>– Ruido audible reducido</li> <li>– Diseño de aislamiento efectivo</li> <li>– Ahorro de tiempo y coste</li> </ul> |
| Alianza/normas internacionales relacionadas  | CEI 61980-1 (TC69)<br>ISO 19363 (ISO (TC22/SC21))<br>SAE J2954   |  |
| Candidatos para la compartición del espectro | Señales horarias (40 kHz, 60 kHz).<br>Sistemas radioeléctricos ferroviarios (10-250 kHz).<br>Radioaficionados (135,7-137,8 kHz).<br>Radiodifusión en MA (526,5-1 606,5 kHz). | Móvil marítimo fijo (20,05-70 kHz) → Estación de barco para radiotelegrafía<br>Limitada a la radionavegación hiperbólica (DECCA) (84-86 kHz)   |

## 6 Estado de la reglamentación nacional

En [1] y [5] se indican las normas y condiciones nacionales concretas que aplican en China, Japón y Corea para frecuencias de TIP y los asuntos reglamentarios vigentes.

### i) Corea

Todos los equipos de radiocomunicaciones, incluidos los dispositivos TIP, deben cumplir tres normativas a tenor de la ley sobre ondas radioeléctricas, 1) Reglamento técnico, 2) Reglamento sobre EMC y 3) Reglamento sobre EMF. A continuación se exponen algunos detalles relativos a la reglamentación técnica en Corea.

Los equipos TIP están legislados como equipos ICM y los equipos con más de 50 W precisan una licencia para su explotación. Para equipos con menos de 50 W se requiere el cumplimiento de la reglamentación técnica sobre campo eléctrico de baja intensidad y sobre pruebas de EMC. El gobierno ha revisado recientemente los requisitos de cumplimiento y las características de funcionamiento como se muestra a continuación, considerando que todos los dispositivos TIP se suponen equipos ICM:

- En la gama de frecuencias 100-205 kHz, la intensidad del campo eléctrico de los dispositivos TIP es inferior o igual a 500 uV/m a 3 m. Este valor se obtiene de la directriz sobre mediciones CISPR/I/417/PAS.
- En la gama de frecuencias 6 765-6 795 kHz, la intensidad de campo de las emisiones no esenciales debe cumplir lo estipulado en el Cuadro 6.1.
- En la gama de frecuencias 19-21 kHz, 59-61 kHz, la intensidad del campo eléctrico es inferior o igual a 100 uV/m a 100 m.

CUADRO 6.1

**Límites de intensidad de campo aplicados para la TIP en Corea**

| Gama de frecuencias | Límite de intensidad de campo (cuasi cresta) | Anchura de banda de medición | Distancia de medición |
|---------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| 9-150 kHz           | 78,5-10 log( <i>f</i> en kHz/9) dBμV/m       | 200 Hz                       | 10 m                  |
| 150-10 MHz          |  | 9 kHz                        |                       |
| 10-30 MHz           | 48 dBμV/m                                    | 120 kHz                      |                       |
| 30-230 MHz          | 30 dBμV/m                                    |                              |                       |
| 230-1 000 MHz       | 37 dBμV/m                                    |                              |                       |

CUADRO 6.2

**Reglamentación aplicada en Corea para la TIP**

| Nivel de potencia      | Nombre de la aplicación   | Reglamentación técnica aplicada     | Tecnología TIP implicada   |
|------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Baja potencia (≤ 50 W) | Equipos ICM – Dispositivo TIP en la gama de frecuencias 100-205 kHz     | Débil intensidad de campo eléctrico | - Productos comerciales con tecnología inductiva                                       |
|                        | Equipos ICM – Dispositivo TIP en la gama de frecuencias 6 765-6 795 kHz | ICM                                 | - Productos con tecnología resonante   |
| Alta potencia (≥ 50 W) | Equipos ICM en la gama de frecuencias 19-21 kHz, 59-61 kHz              | ICM                                 | - Instalada en una zona concreta<br>- SMFIR (campo magnético conformado en resonancia) |

ii) Japón

a) Límites de emisión

En 2015, el Consejo de Información y Comunicación del MIC aprobó un Informe sobre la reglamentación de los sistemas TIP para dispositivos móviles que utilizan la frecuencia de 6,78 MHz (acoplamiento magnético), los que utilizan la frecuencia de 400 kHz (acoplamiento capacitivo) y los sistemas TIP para vehículos eléctricos. El Informe ofrece unos límites de emisión cuyos valores se obtuvieron con simulaciones del funcionamiento de la TIP y medidas realizadas entre el cuarto trimestre de 2013 y el tercero de 2014. Para la evaluación del rendimiento y por consideraciones reglamentarias, se ofrecieron también los modelos de cálculo de la emisión y las metodologías de medida. Considerando los valores simulados y medidos, se realizaron en paralelo estudios de coexistencia (compartición del espectro) con los servicios existentes para comprobar que no se generaban interferencias perjudiciales.

En enero de 2015, las tecnologías TIP para los dispositivos móviles que utilizan 6,78 MHz o que utilizan 400 kHz demostraron su capacidad de coexistencia con los servicios existentes y se aprobó el Informe.

En mayo de 2015, la tecnología TIP para los vehículos eléctricos demostró poder coexistir con los sistemas existentes, con ciertas condiciones. La TIP para los equipos de empresa y del hogar, con una potencia mayor ( $<1,5$  W), todavía no ha podido cumplir los requisitos de coexistencia.

Al especificar los límites de emisión conductiva y radiada el Informe hace referencia principalmente a las normas CISPR debido a la armonización reglamentaria internacional mostrada en el Cuadro 6.3. Los resultados de los últimos debates del CISPR pueden referenciarse e incorporarse a los límites de emisión TIP de Japón. En algunos casos específicos, se acordaron unas condiciones nacionales de coexistencia adicionales.

Para el caso de los límites de emisión TIP para los dispositivos móviles, se tiene en cuenta el CISPR 11 Clase B como límite de referencia principal, y el CISPR 32 puede considerarse cuando es necesaria una evaluación completa de la emisión de un dispositivo multimedia. Los Cuadros 6.4, 6.5 y 6.6 muestran estos límites de emisión.

En la reglamentación de Japón, los dispositivos con transmisión de potencia inferior a 50 W no necesitan una autorización administrativa para su funcionamiento. Se considera que las tecnologías TIP que utilizan la frecuencia de 6,78 MHz y las que utilizan 400 kHz se utilizan, por ahora, en casos con una transmisión de potencia que no excede 50 W, aunque se supone que la potencia de la transmisión se incrementará por encima de 50 W cuando la nueva regla sea efectiva, posiblemente en 2015.

CUADRO 6.3

**Normas referenciadas y condiciones de especificación  
de los límites de emisión en Japón**

| Tecnología propuesta   | Emisión conductiva  |  | Emisión radiada  |   |   |                    |
|--|---|--|--|---|---|--------------------|
|  | 9-150 kHz   | 150 kHz - 30 MHz   | 9-150 kHz  | 150 kHz - 30 MHz  | 30 MHz – 1 GHz  | 1-6 GHz            |
| a) TIP para EV<br>(clase de 3 kW y clase de 7 kW)                      | No especificado a corto plazo (*1)  | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1)                                 | GT sobre condiciones de coexistencia (*1)                            | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*4)<br>GT sobre condiciones de coexistencia   | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1)  | No especificado    |
| b) TIP para dispositivos móviles que utilizan 6,78 MHz (< 100 W)       | No especificado pues el rango no contiene las bandas de frecuencias en cuestión | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2)<br>CISPR 32 (Ed. 1.0)      | No especificado  | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2), (*3), (*4)<br>GT sobre condiciones de coexistencia                                 | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2)<br>CISPR 32 (Ed. 1.0)<br>GT sobre condiciones de coexistencia | CISPR 32 (Ed. 1.0) |
| c) TIP para equipos del hogar o de empresa (< 1,5 kW)                  | CISPR 14-1 Anexo B (Ed. 5.2)  | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1)<br>CISPR 14-1 Anexo B (Ed. 5.2) | CISPR 14-1 Anexo B (Ed. 5.2)<br>GT sobre condiciones de coexistencia | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2), (*3), (*4)<br>CISPR 14-1 Anexo B (Ed. 5.2)<br>GT sobre condiciones de coexistencia | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2)<br>CISPR 14-1 (Ed. 5.2)                                       | No especificado    |
| d) TIP para dispositivos móviles 2 (acoplamiento capacitivo) (< 100 W) | No especificado pues el rango no contiene las bandas de frecuencias en cuestión | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2)<br>CISPR 32 (Ed. 1.0)      | No especificado  | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2), (*3), (*4)<br>GT sobre condiciones de coexistencia                                 | CISPR 11 Grupo 2 (Ed. 5.1) (*2)<br>CISPR 32 (Ed. 1.0)   | CISPR 32 (Ed. 1.0) |

## NOTAS:

(\*1) Cuando se especifique en CISPR 11, se debatirá de nuevo su especificación.

(\*2) En el caso de que el dispositivo con función TIP funcione sin el dispositivo base, debe aplicarse el CISPR 11 como primario y luego los otros como secundarios.

(\*3) Salvo en el caso de que se especifique de otra manera en la banda de frecuencias utilizada, debe aplicarse el CISPR 11 como primario y luego los otros como secundarios.

(\*4) Para CISPR 11, Grupo-2 Clase-B, los límites de emisión a una distancia de 10 metros se especifican sobre la base del límite de emisión a una distancia de 3 metros.

(\*5) La clasificación A/B cumple con la definición del CISPR.

(\*6) Para los casos especificados como CISPR 32 en b) y d), se aplica CISPR 32 cuando es necesario pues CISPR 32 es apropiado.

CUADRO 6.4

**Límites de emisión para los dispositivos móviles TIP que utilizan  
la banda de 6,78 MHz (acoplamiento magnético) en Japón**

| Aplicación TIP   | Límites de emisión conductiva |  | Límites de emisión radiada de la onda fundamental  | Límites de emisión radiada en otras bandas |   |  |   |
|--|-------------------------------|--|--|--|---|--|---|
|  | 9-150 kHz                     | 150 kHz – 30 MHz   | 6,765-6,795 MHz  | 9-150 kHz                                  | 150 kHz – 30 MHz  | 30 MHz – 1 GHz   | 1-6 GHz   |
| b) TIP para dispositivos móviles que utilizan 6,78 MHz | No especificado               | 0,15-0,50 MHz: cuasi cresta 66-56 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>Media 56-46 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>0,50-5 MHz: cuasi cresta 56 dBuV,<br>Media 46 dBuV<br>5-30 MHz: cuasi cresta 60 dBuV<br>Media 50 dBuV, excepto en las bandas ICM | 6,765-6,776 MHz: 44,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta)<br>6,776-6,795 MHz: 64,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta) | No especificado                            | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, la conversión a los valores para una distancia de 10 m es decreciente con log(f) desde 39 dBuA/m a 0,15 MHz hasta 3 dBuA/m a 30 MHz.<br>Excepción 1: 20,295-20,385 MHz: 4,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta).<br>Excepción 2: 526,5-1 606,5 kHz: -2,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta) | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, se aplica lo siguiente:<br>30-80,872 MHz: 30 dBuV/m;<br>80,872-81,88 MHz: 50 dBuV/m;<br>81,88-134,786 MHz: 30 dBuV/m;<br>134,786-136,414 MHz: 50 dBuV/m;<br>136,414-230 MHz: 30 dBuV/m;<br>230-1 000 MHz: 37 dBuV/m<br>En el caso de que se aplique CISPR 32 (Ed. 1.0), se aplican los límites a 3 m del Cuadro A.5.<br>Excepción: 33,825-33,975 MHz: 49,5 dBuV/m a 10 m (cuasi cresta) | En el caso de que se aplique CISPR 32 (Ed. 1.0) (1), se aplican los límites a 3 m del Cuadro A.5 de (1) |

CUADRO 6.5

**Límites de emisión para los dispositivos móviles TIP que utilizan la banda de 400 kHz (acoplamiento capacitivo) en Japón**

| Aplicación TIP  | Límites de emisión conductiva |  | Límites de emisión radiada de la onda fundamental  | Límites de emisión radiada en otras bandas |   |  |   |
|---|-------------------------------|--|--|--|---|--|---|
|   | 9-150 kHz                     | 150 kHz - 30 MHz   | 425-471 kHz;<br>480-489 kHz;<br>491-494 kHz;<br>506-517 kHz;<br>51-524 kHz   | 9-150 kHz                                  | 150 kHz - 30 MHz  | 30 MHz - 1 GHz   | 1-6 GHz   |
| d) TIP para dispositivos móviles que utilizan la banda de 400 kHz (acoplamiento capacitivo) | No especificado               | 0,15-0,50 MHz: cuasi cresta 66-56 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>Media 56-46 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>0,50-5 MHz: cuasi cresta 56 dBuV, Media 46 dBuV<br>5-30 MHz: cuasi cresta 60 dBuV, Media 50 dBuV, excepto bandas ICM | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, la conversión a los valores para una distancia de 10 m es decreciente con log(f) desde 39 dBuA/m a 0,15 MHz hasta 3 dBuA/m a 30 MHz | No especificado                            | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, la conversión a los valores para una distancia de 10 m es decreciente con log(f) desde 39 dBuA/m a 0,15 MHz hasta 3 dBuA/m a 30 MHz<br>Excepción: 526,5-1 606,5 kHz: se aplica -2,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta) | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, se aplica lo siguiente:<br>30-80,872 MHz: 30 dBuV/m;<br>80,872-81,88 MHz: 50 dBuV/m;<br>81,88-134,786 MHz: 30 dBuV/m;<br>134,786-136,414 MHz: 50 dBuV/m;<br>136,414-230 MHz: 30 dBuV/m;<br>230-1 000 MHz: 37 dBuV/m<br>En el caso de que se aplique CISPR 32 (Ed. 1.0), se aplican los límites a 3 m del Cuadro A.5 | En el caso de que se aplique CISPR 32 (Ed. 1.0) (1), se aplican los límites a 3 m del Cuadro A.5 de (1) |

CUADRO 6.6

**Límites de emisión para la TIP de aplicaciones  
de Vehículos Eléctricos (EV) en Japón**

| Aplicación TIP       | Límites de emisión conductiva |  | Límites de emisión radiada de la onda fundamental | Límites de emisión radiada en otras bandas            |  |  |                 |
|----------------------|-------------------------------|--|---|---|--|--|-----------------|
|                      | 9-150 kHz                     | 150 kHz - 30 MHz   | 79-90 kHz   | 9-150 kHz   | 150 kHz - 30 MHz   | 30 MHz - 1 GHz   | 1-6 GHz         |
| TIP para carga de EV | No especificado               | 0,15-0,50 MHz: cuasi cresta 66-56 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>Media 56-46 dBuV (decreciente linealmente con log(f))<br>0,50-5 MHz: cuasi cresta 56 dBuV,<br>Media 46 dBuV<br>5-30 MHz: cuasi cresta 60 dBuV,<br>Media 50 dBuV, excepto bandas ICM | 68,4 dBuA/m a 10 m. (cuasi cresta)                | 23,1 dBuA/m a 10 m. (cuasi cresta), excepto 79-90 kHz | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, la conversión a los valores para una distancia de 10 m es decreciente con log(f) desde 39 dBuA/m a 0,15 MHz hasta 3 dBuA/m a 30 MHz (1).<br>Excepción 1: para 158-180 kHz, 237-270 kHz, 316-360 kHz y 3 965-450 kHz, los límites de emisión son mayores que (1) anterior en 10 dB<br>Excepción 2: para 526,5-1 606,5 kHz: -2,0 dBuA/m a 10 m (cuasi cresta) | Considerando CISPR 11 Ed. 5.1, se aplica lo siguiente:<br>30-80,872 MHz: 30 dBuV/m;<br>80,872-81,88 MHz: 50 dBuV/m;<br>81,88-134,786 MHz: 30 dBuV/m;<br>134,786-136,414 MHz: 50 dBuV/m;<br>136,414-230 MHz: 30 dBuV/m;<br>230-1 000 MHz: 37 dBuV/m | No especificado |

b) Evaluación de la exposición a la RF

En Japón, las Directrices de Protección frente a la Radiación de Radiofrecuencia (RRPG, Radio-Radiation Protection Guidelines) se aplican para la evaluación de la conformidad de la exposición del cuerpo humano a las radiaciones de RF en los sistemas TIP. Las RRPG ofrecen unas directrices recomendadas para las personas que utilizan ondas RF y están expuestas a un campo electromagnético (en un rango de frecuencias de 10 kHz a 300 GHz) para asegurar que el campo electromagnético es seguro y no produce efectos biológicos innecesarios en el cuerpo humano. Estas directrices contienen los valores de intensidad relativos al campo electromagnético, el método de estimación del campo electromagnético y los métodos de protección para reducir la irradiación producida por el campo electromagnético.

Los valores de las directrices aplicadas a los sistemas TIP provienen de las directrices administrativas de las RRPG de entorno general, considerando el caso en que no puede identificarse la exposición del cuerpo humano a los campos electromagnéticos, no pueden esperarse controles

adecuados y existen factores de incertidumbre. Como ejemplo, las personas expuestas a campos electromagnéticos en entornos residenciales en general se ajustan a este caso.

Sin embargo, cuando el cuerpo humano esté situado a menos de 20 cm de los sistemas TIP que funcionan en el rango de frecuencias de 10 kHz a 100 kHz, donde no pueden aplicarse las directrices de absorción de parte del cuerpo, se aplican las directrices básicas de las RRPG.

Las directrices básicas no discriminan el entorno general y el entorno de trabajo; por lo tanto, en el caso de aplicar las directrices generales, los valores cuentan con un factor de seguridad de 1/5 ( $1/\sqrt{5}$  en la intensidad del campo electromagnético y en la densidad de corriente eléctrica) aplicado en las directrices administrativas.

La metodología de evaluación ofrece las pautas para realizar la evaluación de la conformidad con las RRPG que contienen los valores de referencia y las directrices. Una pauta de evaluación se define por los siguientes parámetros. Cada tecnología TIP (p. ej. TIP en 6,78 MHz, TIP para móvil, TIP para EV) tiene un patrón independiente.

- 1) Posibilidad de que un cuerpo humano esté situado a  $< 20$  cm del sistema TIP o entre las bobinas transmisora y receptora.
- 2) Protección contra el riesgo de contacto.
- 3) Situación sin puesta a tierra.
- 4) Tasa de absorción específica (SAR) promediada en todo cuerpo.
- 5) Tasa de absorción específica (SAR) en parte del cuerpo.
- 6) Densidad de corriente inducida.
- 7) Corriente de contacto.
- 8) Campo eléctrico exterior.
- 9) Campo magnético exterior.

La pauta de evaluación más sencilla de todas las tecnologías TIP consiste en los puntos 8) y 9) anteriores, que es la combinación de un número mínimo de parámetros. En la evaluación, se asume que esta pauta mínima da la peor (máxima) absorción de energía de la onda radioeléctrica por el cuerpo humano. En otras palabras, se estima un valor mucho peor que el valor real de la exposición a la RF del cuerpo humano y por lo tanto, la evaluación da como resultado un valor de emisión permisible del sistema TIP muy inferior.

Las otras pautas consisten en un mayor número de parámetros. Según aumenta el número de parámetros utilizados, la metodología de evaluación necesita un análisis más detallado que requiere una estimación de la exposición a la RF más exacta. Algunas pautas preparadas para una evaluación detallada aplican un factor de acoplamiento que se multiplica por la intensidad máxima del campo magnético medido para confirmar que la exposición a la RF es menor que los valores de las directrices. También se proporciona el método de obtención de los factores de acoplamiento.

Si se demuestra la conformidad de un sistema que utiliza una de las tecnologías TIP objetivo con los valores de las directrices en cualquiera de las pautas, el sistema se declara conforme a las RRPG.

Si en el futuro se adopta alguna nueva metodología de evaluación con las aproximaciones de ingeniería adecuadas o se puede probar una mejora en las metodologías de evaluación utilizables, según proceda, podrán aplicarse para este fin.

Se indica al final de esta sección sobre RRPG, que las directrices 2010 de la ICNIRP se han aprobado para los rangos de frecuencias bajas. Por consiguiente, la exposición de las personas debe definirse para cantidades de exposición que no provoquen la estimulación nerviosa ni el calentamiento de los tejidos con una SAR de un rango de frecuencias de 100 kHz a 10 MHz.

## iii) China

Esta sección contiene un estudio de la clasificación y la reglamentación de los dispositivos TIP en el actual sistema de reglamentación de radiofrecuencias de China, en las partes correspondientes a dispositivos TIP y comunicaciones inalámbricas TIP, de acuerdo con la definición, el rango de frecuencias y las restricciones de los diferentes tipos de dispositivos.

## a) Estudio de la clasificación y la reglamentación de los dispositivos TIP

China no dispone de una reglamentación oficial de los sistemas TIP. Actualmente, sólo la reglamentación de dispositivos DCA cubre todas las bandas de frecuencias TIP. En consecuencia, los dispositivos TIP deben seguir un proceso de pruebas para acceder al mercado que es el mismo que el proceso que se realiza con los DCA, con el fin de proteger los sistemas de radiocomunicaciones existentes. A largo plazo, sin embargo, no es conveniente reglamentar los dispositivos TIP como dispositivos DCA. Por lo tanto, el desarrollo de la clasificación y la reglamentación de las TIP se hace como se describe a continuación, aunque como el desarrollo está en una fase inicial, no se excluyen cambios en los métodos de reglamentación y clasificación.

## a-1) dispositivo ICM

*a-1-1) Estudio desde la perspectiva del rango de frecuencias y de la definición*

Para el sistema de reglamentación de radiofrecuencias de China, los dispositivos ICM se definen como: los equipos o aparatos que utilizan energía RF para aplicaciones industriales, médicas, del hogar o similares, lo que no incluye los equipos utilizados en telecomunicaciones, tecnología de la información y otras normas nacionales. El dispositivo TIP es un equipo que utiliza la energía de RF en el hogar o en el ámbito industrial. Por lo tanto, un dispositivo TIP puede considerarse un dispositivo ICM.

De acuerdo con la reglamentación ICM de China [10], estos dispositivos se dividen en dos grupos en función de su aplicación: 1) todos los dispositivos ICM que producen y/o utilizan la energía RF de acoplamiento conductivo para realizar su propia función; 2) todos los dispositivos ICM, incluidos los equipos de soldadura de arco y mecanizado por descarga eléctrica (EDM), que producen o utilizan la energía electromagnética de RF para el tratamiento de materiales. Además, cada grupo se divide en dos categorías según sus escenarios de aplicación: (A) los dispositivos ICM que no se utilizan en el hogar o no están conectados directamente a una alimentación de baja tensión residencial; (B) los dispositivos ICM utilizados en el hogar o que están conectados directamente a una alimentación de baja tensión residencial.

De acuerdo con la reglamentación ICM de China [10], equivalente al CISPR 11:2003, para la banda de frecuencias TIP 6,675-6,795 MHz, esté o no dentro del alcance del ICM, se necesita un permiso especial de la agencia china de reglamentación de radiofrecuencias. Sin embargo, los otros rangos de frecuencias TIP no pertenecen al rango de frecuencias ICM.

Por lo tanto, de acuerdo con el análisis anterior, cuando dispone de un permiso, el dispositivo TIP que funciona en la banda 6,675-6,795 MHz pertenece a los dispositivos ICM de la categoría B del grupo 2.

*a-1-2) Estudio desde la perspectiva de las limitaciones*

De acuerdo con la reglamentación ICM de China [10], el límite de la potencia de transmisión dentro de la banda de un dispositivo ICM que funciona en la banda 6,675-6,795 MHz está en fase de estudio. Además su radiación no esencial debe cumplir el límite de perturbación de campo electromagnético del Cuadro 6.7.

CUADRO 6.7

**Límite de perturbación del campo electromagnético de los dispositivos ICM  
de la categoría B del grupo 2**

| Rango de frecuencias/<br>MHz | Límite de perturbación de los dispositivos ICM<br>de la categoría B del grupo 2/dB(μV/m)<br>(medidos a 10 m) |
|------------------------------|--|
| 0,15-30                      | –  |
| 30-80,872                    | 30   |
| 80,872-81,848                | 50   |
| 81,848-134,768               | 30   |
| 134,768-136,414              | 50   |
| 136,414-230                  | 30   |
| 230-1 000                    | 37   |

(La norma ICM china, GB 4824-2004, es equivalente a CISPR 11:2003. El grupo 1 es para equipos ICM que generan y/o utilizan la energía RF de acoplamiento conductivo. El grupo 2 es para equipos ICM en los cuales la energía RF se ha generado y/o utilizado intencionalmente en forma de radiación electromagnética)

De acuerdo con el análisis anterior, en China, cuando disponen de un permiso, los dispositivos TIP que funcionan en la banda 6,675-6,795 MHz puede gestionarse administrativamente como los dispositivos ICM de la categoría B del grupo 2. Además, los dispositivos TIP que funcionan en otras bandas de frecuencias no pueden tratarse administrativamente como equipos ICM de acuerdo con la reglamentación de radiofrecuencias actual de China.

a-2) Dispositivos de radiofrecuencia de corto alcance (DCA)

*a-2-1) Estudio desde la perspectiva del rango de frecuencias y de la definición*

Según la reglamentación de radiofrecuencias de China [11], los DCA están clasificados en 7 categorías de la categoría A a la categoría G. Las bandas de frecuencias de funcionamiento de la categoría A a la categoría D están por debajo de 30 MHz. La banda de frecuencias de la categoría A es 9-190 kHz. Las bandas de frecuencias de la categoría B y las bandas de frecuencias para el funcionamiento de la TIP no se superponen. Las bandas de frecuencias de la categoría C incluyen la banda 6,675-6,795 MHz. La categoría D cuyo rango de frecuencias de funcionamiento es 315 kHz-30 MHz, incluye todos los dispositivos DCA, salvo los de la categoría A, la categoría B y la categoría C. Por lo tanto, todas las bandas de frecuencias TIP excepto 190-205 kHz pertenecen al rango de frecuencias DCA. Además, la banda de frecuencias de los dispositivos TIP del WPC (Wireless Power Consortium) de la primera generación está parcialmente por encima de la banda de frecuencias de los DCA de la categoría A. Por lo tanto, desde el punto de vista de las bandas de frecuencias, todos los dispositivos TIP están dentro del rango de los dispositivos DCA excepto los dispositivos TIP que utilizan la banda 190-205 kHz.

No hay una definición de los dispositivos DCA en el sistema de reglamentación de las radiofrecuencias en China. Sin embargo, la reglamentación existente de la administración [11] se estableció de manera genérica para equipos transmisores de radiofrecuencia de micropotencia. La transferencia de potencia de los dispositivos TIP no está en la categoría de las emisiones de radiofrecuencia. La mayor parte de la potencia se transmite al receptor mediante acoplamiento, inducción u otras tecnologías, en vez de radiar la energía al espacio inalámbrico. Por lo tanto, desde el punto de vista de la definición, los dispositivos TIP no entran dentro del alcance de los dispositivos DCA.

Considerando el impacto de la señal inalámbrica sobre el entorno, los dispositivos TIP pueden administrarse temporalmente de acuerdo con la reglamentación de los DCA. Este método administrativo permite asegurar que el impacto de los dispositivos TIP sobre el entorno inalámbrico no supera el impacto de los dispositivos DCA en la banda de frecuencias correspondiente. Pero a largo plazo, no es adecuado gestionar los dispositivos TIP como dispositivos DCA.

*a-2-2) Estudio desde la perspectiva de las limitaciones*

De acuerdo con la reglamentación [6], los DCA sólo deben cumplir los límites de intensidad del campo magnético. El límite de intensidad del campo magnético de los DCA de la categoría A, la categoría C y la categoría D se muestra en el Cuadro 6.8.

CUADRO 6.8

**Límite de intensidad del campo magnético de los DCA de la categoría A, la categoría C y la categoría D**

| <b>Categoría</b>      | <b>Banda de frecuencias correspondiente de los dispositivos TIP</b>   | <b>Límite de intensidad del campo magnético (10 m)</b> |
|-----------------------|---|--|
| DCA de la categoría A | 9-190 kHz<br>La banda de frecuencias de los dispositivos TIP del WPC (Wireless Power Consortium) de la primera generación está parcialmente por encima de la banda de frecuencias de los DCA de categoría A | 72 dB $\mu$ A/m  |
| DCA de la categoría C | 6 765-6 795 kHz   | 42 dB $\mu$ A/m  |
| DCA de la categoría D | 425-524 kHz   | -5 dB $\mu$ A/m  |

*a-3) Resultado del estudio de la clasificación y la reglamentación de los dispositivos TIP*

En conclusión, cuando disponen de un permiso, los dispositivos TIP que funcionan en la banda 6,675-6,795 MHz pueden administrarse de acuerdo con los de la categoría B de los dispositivos ICM del grupo 2, y los dispositivos TIP que funcionan en otras bandas pueden administrarse temporalmente de acuerdo con los dispositivos DCA. A largo plazo, es necesario atribuir una banda de frecuencias TIP lo antes posible y elaborar las especificaciones técnicas de compatibilidad electromagnética (EMC) de los dispositivos TIP.

*b) Estudio de la parte de comunicaciones inalámbricas de los dispositivos TIP*

Antes de la transferencia de potencia, el dispositivo TIP primario necesita realizar el proceso de toma de contacto mediante comunicaciones inalámbricas, a fin de determinar con seguridad que el dispositivo TIP secundario existe. Este proceso de comunicación tiene una características de corto alcance, tiempo corto y micropotencia, acordes con las características de la comunicación DCA. Por lo tanto, si la banda de frecuencias de la parte de comunicaciones del dispositivo TIP está dentro del alcance de los DCA, debe reglamentarse como DCA.

**7 Estado de los estudios de coexistencia entre la TIP y los servicios de radiocomunicaciones, incluido el servicio de radioastronomía**

A la vista de las altas intensidades de campo eléctrico que pueden producir los sistemas TIP, existe una posibilidad de interferencia a las señales de comunicaciones que funcionan en bandas próximas.

La determinación de las características necesarias de las señales radioeléctricas de la TIP se tiene que basar en estudios de las posibles interferencias de la TIP en otros servicios. Estos estudios y las características que se determinen tienen que completarse antes de la asignación de frecuencias a la TIP.

Las Figs. 7.1 y 7.2 muestran las frecuencias consideradas para la TIP en Japón y asignadas en Corea [1]. Deben realizarse estudios de compartición entre los sistemas afectados y los sistemas TIP para aclarar la posibilidad de coexistencia. Algunos equipos TIP están clasificados como equipos ICM que no deben causar interferencia perjudicial a otras estaciones ni pueden reclamar protección.

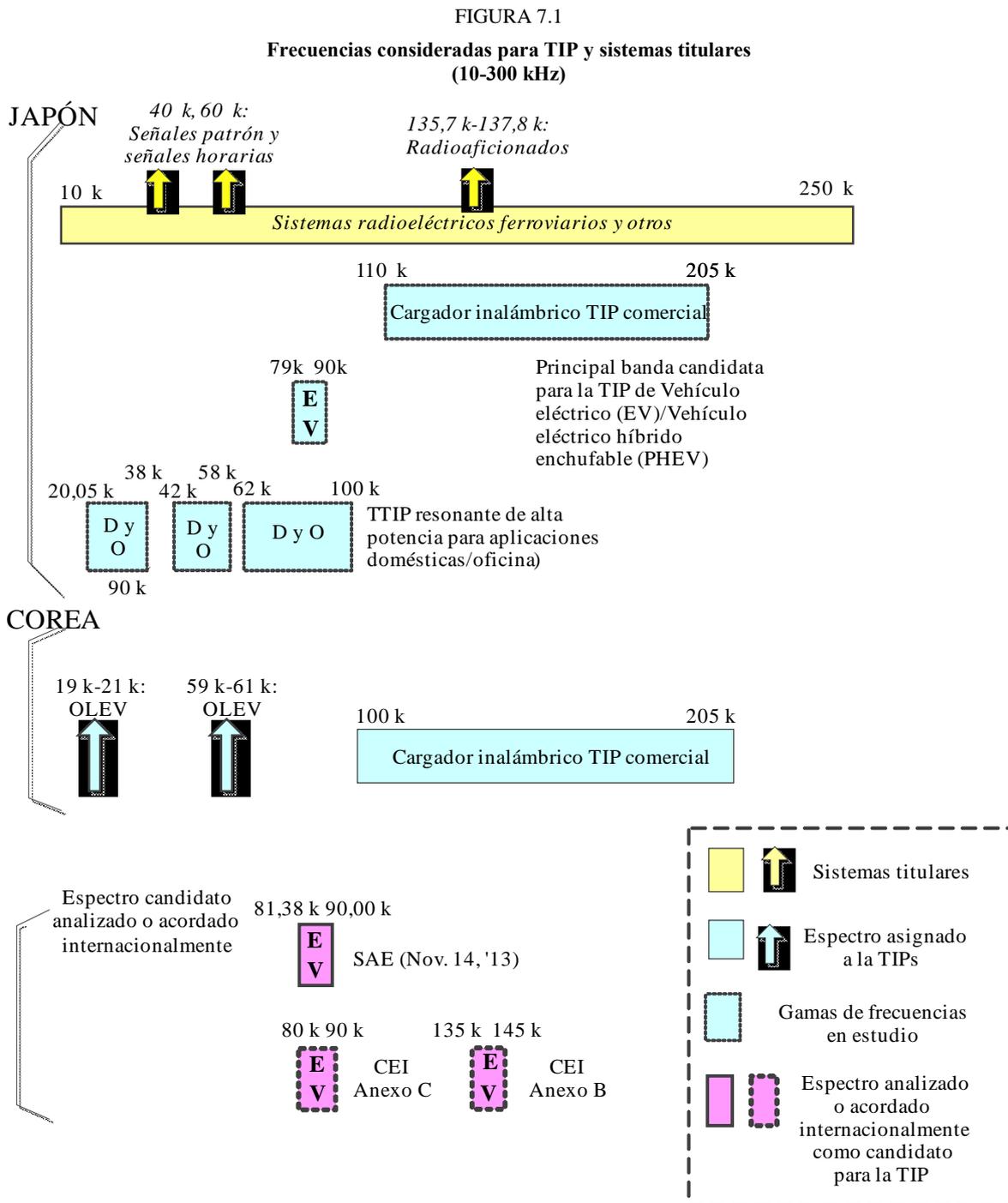
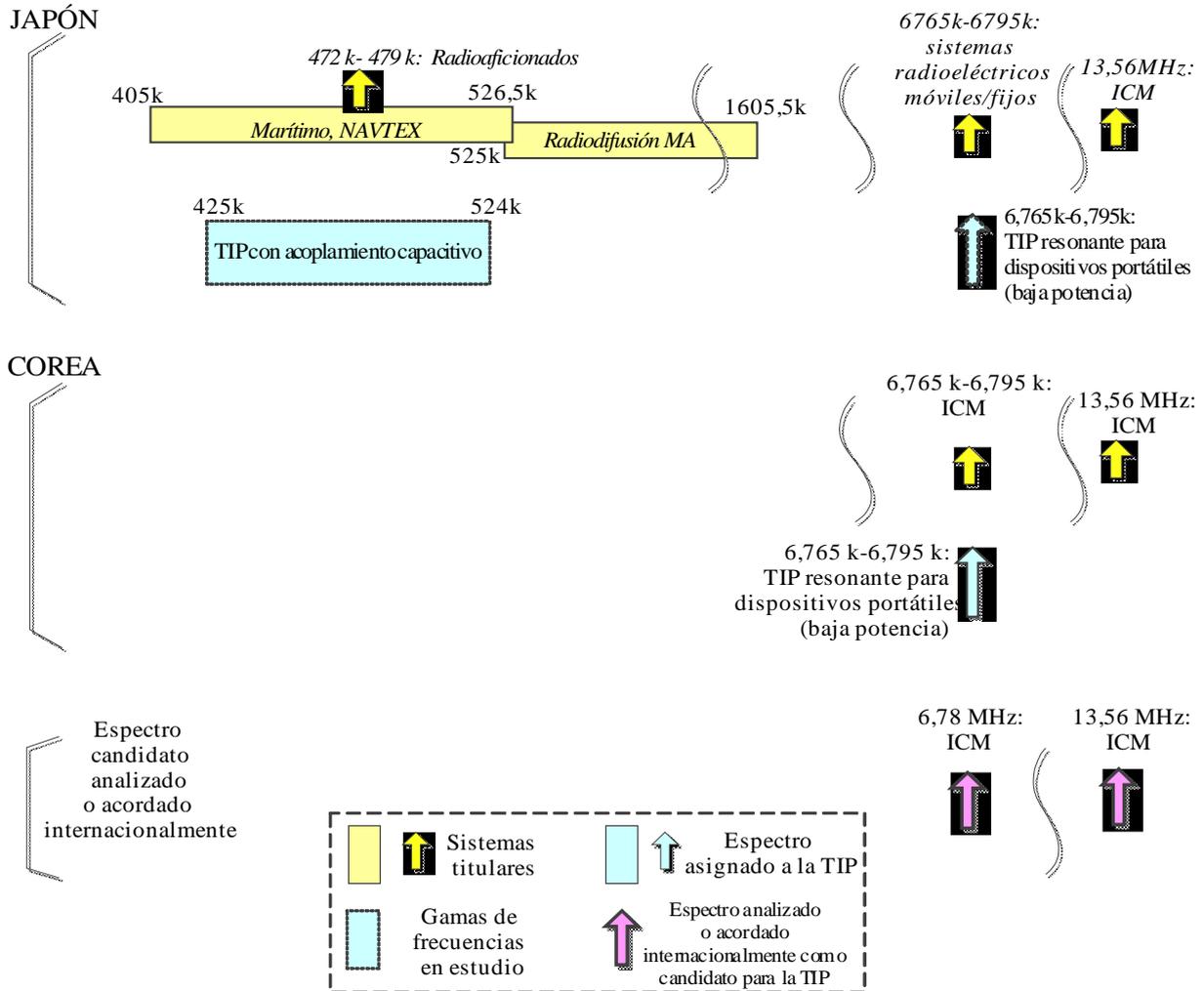


FIGURA 7.2

Frecuencias consideradas para TIP y sistemas titulares  
(400 kHz-13,56 MHz)



Informe SM.2303-3-02

En China, se han desarrollado diferentes tipos de dispositivos TIP de alta potencia entre los cuales se incluyen las TIP para equipos del hogar que funcionan en el rango de frecuencias 47-53 kHz y las TIP para vehículos ligeros y pesados con bandas de frecuencias de funcionamiento de 37-43 kHz y 82-87 kHz. Debido a la demanda del mercado, es necesario y urgente realizar suficientes estudios de coexistencia antes de planificar las frecuencias. Teniendo en cuenta la planificación nacional de frecuencias actual, el sistema de comunicaciones inalámbricas puesto en funcionamiento y otros requisitos de comunicaciones inalámbricas, están en fase de realización los estudios de coexistencia que consideran una banda de frecuencias dedicada, una banda de frecuencias compartida, la distancia de separación y otras características. El Grupo de Trabajo CCSA TC5 WG8 va a iniciar un nuevo proyecto en 2015, para estudiar los aspectos de la coexistencia de las TIP con los sistemas de comunicaciones de radiofrecuencia existentes. Se obtendrán resultados parciales en 2016.

Japón está estudiando las tecnologías TIP que se muestran en el Cuadro 7.1 donde figuran las gamas de frecuencias candidatas consideradas y los sistemas TIP previstos con sus parámetros fundamentales.

CUADRO 7.1

**Tecnologías TIP consideradas en los debates del Grupo de Trabajo sobre TIP en Japón**

| Aplicaciones TIP previstas                  | a) TIP para EV  | b) TIP para dispositivos móviles y portátiles (1) | c) TIP para aparatos de uso doméstico y equipos de oficina | d) TIP para dispositivos móviles y portátiles (2) |
|---|---|---|--|---|
| Tecnología TIP                              | Transmisión de potencia mediante campo magnético (inductivo, resonante)   |   |  | Acoplamiento capacitivo                           |
| Transmisión de potencia                     | Hasta aprox. 3 kW (máx. 7,7 kW)   | Varios W – aprox. 100 W                           | Varios W – 1,5 kW  | Aprox. 100 W                                      |
| Gamas de frecuencias candidatas para la TIP | 42-48 kHz (banda de 45 kHz),<br>52-58 kHz (banda de 55 kHz),<br>79-90 kHz (banda de 85 kHz),<br>140,91-148,5 kHz (banda de 145 kHz) | 6 765-6 795 kHz                                   | 20,05-38 kHz,<br>42-58 kHz,<br>62-100 kHz                  | 425-524 kHz                                       |
| Distancia de transmisión                    | 0 – aprox. 30 cm  | 0 – aprox. 30 cm                                  | 0 – aprox. 10 cm   | 0 – aprox. 1 cm                                   |

La información que figura en este Cuadro puede modificarse debido a la evolución de la normalización sobre TIP nacional e internacional.

**Japón**

En los estudios sobre coexistencia y compartición del espectro, el Grupo de Trabajo sobre las TIP dependiente del Comité sobre entorno electromagnético para la utilización de las ondas radioeléctricas del MIC ha considerado muchas combinaciones reales posibles, entre los sistemas de radiocomunicaciones existentes y los sistemas TIP analizados, que pueden causar situaciones de interferencia perjudicial en casos de uso específicos. En una de estas situaciones, la onda de radiofrecuencia fundamental de la TIP puede situarse en la banda de los sistemas de radiofrecuencia existentes cuando estos se ubican a una distancia inferior a la distancia de separación mínima del dispositivo TIP o cuando no se adoptan las medidas de atenuación de potencia adecuadas. En otro caso, un armónico de la TIP puede caer dentro de la banda de espectro del sistema de radiofrecuencia y provocar una degradación de la calidad de la señal en el receptor de este sistema. La lista de estos casos puede ser muy numerosa. El Grupo de Trabajo definió las condiciones del caso más desfavorable para evaluar la coexistencia. Se han estudiado los diferentes casos de utilización, y posteriormente realizado simulaciones y pruebas en el terreno. El Grupo de Trabajo ha definido las condiciones de coexistencia que marcan los criterios para la utilización de un sistema TIP, considerando los límites actuales de emisión contra interferencias perjudiciales inaceptables en los sistemas existentes y los casos de uso reales considerados.

En diciembre de 2014, las TIP de acoplamiento magnético y de acoplamiento capacitivo en la banda de 6,78 MHz han demostrado poder coexistir, con las condiciones definidas.

Se ha evaluado la coexistencia de las TIP de acoplamiento magnético en la banda de 6,78 MHz con los sistemas públicos de radiocomunicaciones que utilizan pequeños segmentos de frecuencias en el rango 6,765-6,795 MHz. Se ha considerado una potencia de transmisión máxima de 100 W. Los límites de emisión específicos (véase el Cuadro 6.4) se han calculado y especificado para un pequeño segmento del rango de frecuencias a fin de cumplir con los requisitos de coexistencia.

La coexistencia con los dispositivos TIP de acoplamiento capacitivo se ha estudiado con cálculos teóricos y pruebas en el terreno. Los resultados han mostrado una intensidad de campo magnético muy inferior al límite de emisión requerido para la coexistencia con los sistemas existentes afectados. En consecuencia, se ha comprobado la posibilidad de coexistencia de un dispositivo TIP de acoplamiento capacitivo con potencia de transmisión inferior a 100 W. Debe señalarse sin embargo que se han excluido de los posibles rangos de frecuencias de funcionamiento, los rangos de frecuencias utilizados para los dispositivos de radiocomunicaciones marítimas y los dispositivos de radiocomunicaciones de aficionados, al tener en cuenta la utilización internacional del espectro.

Todavía no se ha podido comprobar la coexistencia, en todos los casos de prueba definidos en la evaluación, de otra tecnología TIP de acoplamiento magnético que utiliza el rango de frecuencias de kHz para aparatos del hogar.

Las TIP para aplicaciones de vehículos eléctricos que utiliza la banda 79-90 kHz han demostrado poder coexistir con los dispositivos de radiofrecuencia de los servicios de frecuencias patrón y señales horarias, de radiodifusión MA y de radioaficionados. Las otras tecnologías TIP que utilizan los otros rangos de frecuencias posibles, diferentes de 79-90 kHz, todavía no cumplen los requisitos. Por lo tanto los rangos de frecuencias candidatos para los vehículos eléctricos han convergido en el rango 79-90 kHz.

El Grupo de Trabajo ha realizado otros estudios para comprobar la coexistencia con los sistemas inalámbricos ferroviarios, en concreto con el sistema de detención automática de trenes (ATS, Automatic Train Stop Systems) desplegado en toda la red ferroviaria de Japón y con los sistemas inductivos de radiocomunicaciones ferroviarias (ITRS, Inductive Train Radio Systems) en unos casos de utilización muy específicos. El Grupo de Trabajo ha acordado finalmente los requisitos técnicos para la coexistencia con los sistemas inalámbricos ferroviarios.

Como resultado de los estudios de coexistencia, Japón quiere señalar más concretamente a la atención general el estudio de coexistencia con los sistemas inalámbricos ferroviarios y en particular con el ATS. Actualmente el ATS funciona alrededor de los 100 kHz y está desplegado no solo en la red ferroviaria japonesa sino también en muchos países y en redes ferroviarias regionales en el mundo. En el futuro, puede suceder que muchos países se encuentren con el mismo problema de tener que comprobar la coexistencia con los sistemas TIP a fin de asegurar la seguridad de los pasajeros. Este estudio debería abordarse desde un punto de vista global, no solo desde la perspectiva de un país específico. Japón piensa que debe invitarse al UIT-R a participar en este estudio en colaboración con el CISPR.

Los sistemas inalámbricos ferroviarios de los mecanismos de control electromagnético son cruciales para la seguridad de las operaciones. La robustez de los sistemas frente a las ondas radioeléctricas no deseadas es un aspecto crítico y puede tener características diferentes en cada sistema. En consecuencia, los criterios de coexistencia para los sistemas pueden variar entre países o entre regiones. Los límites de emisión que deben especificarse en CISPR deben por lo tanto tener en cuenta esta variedad de sistemas y su fiabilidad.

Los Cuadros 7.2 A), B), C) y el Cuadro 7.3 ofrecen un resumen de los resultados de los estudios de coexistencia y las consideraciones pendientes.

CUADRO 7.2

**Resumen de los resultados de los estudios de coexistencia de las TIP para móviles y el hogar y consideraciones pendientes en Japón**

**A) Coexistencia con los dispositivos de radiocomunicaciones de frecuencias patrón y señales horarias, los sistemas de detención automática de trenes (ATS) y los sistemas inductivos de radiocomunicaciones ferroviarias (ITRS)**

| TIP para aparatos móviles y del hogar                                   | Sistemas existentes             |   |  |  |
|---|---------------------------------|---|--|--|
| Tecnologías   | Gamas de frecuencias candidatas | Dispositivos de radiofrecuencia de frecuencias patrón y señales horarias (SCRD) (*1)<br>(40 kHz, 60 kHz)  | ATS (*2)<br>(10-250 kHz)   | ITRS (*3)<br>(10-250 kHz)  |
| Acoplamiento magnético (baja potencia para los dispositivos móviles)    | 6 765-6 795 kHz                 | N/A   | N/A  | N/A  |
| Acoplamiento magnético (baja-alta potencia para los aparatos del hogar) | 20,05-38 kHz                    | Cumple las condiciones de coexistencia con las notas siguientes:<br>• El 2º y el 3er armónicos no deben estar en la banda de funcionamiento del SCR D<br>• Señalar a la atención de los usuarios la posibilidad de interferencia sobre los dispositivos SCR D | Necesidad de más estudios sobre la coexistencia<br>• Es necesario analizar la distancia de separación necesaria para no causar interferencia perjudicial | Cumple las condiciones de coexistencia   |
|   | 42-58 kHz                       |   |  | Cumple las condiciones de coexistencia   |
|   | 62-100 kHz                      |   |  | Necesidad de más estudios sobre la coexistencia<br>• Es necesario analizar la distancia de separación necesaria para no causar interferencia perjudicial |
| Acoplamiento capacitivo (baja potencia para los dispositivos móviles)   | 425-524 kHz                     | N/A   | Cumple las condiciones de coexistencia con la reducción realizada de 12 dB de la intensidad del campo magnético  | N/A  |

Condiciones de coexistencia en fase de estudio:

- (\*1) Dispositivos de radiofrecuencia de frecuencias patrón y señales horarias: los dispositivos TIP no deben causar interferencia perjudicial en los casos de uso simulados.
- Se han utilizado distancias de separación de 10 m como criterio de coexistencia. Además de las características de la onda fundamental, se han analizado también los armónicos enteros cuando se encuentran en las bandas de funcionamiento de las señales horarias.

- Se precisa una medida adicional sobre las condiciones de horario de funcionamiento puesto que no se espera que el funcionamiento de los equipos de hogar y de oficina sea menor a media noche cuando los dispositivos horarios suelen recibir las señales horarias. Señalar a la atención de los usuarios que las perturbaciones radioeléctricas producidas por las TIP sobre los aparatos domésticos puede reducir las interferencias aunque se comparta el espectro, al no coincidir siempre el tiempo de utilización.
- Los armónicos generados por la TIP en 20,05 kHz y 30 kHz caen en la banda de las señales horarias, lo que puede resultar crítico para garantizar que no se produzcan interferencias perjudiciales.

(\*2) (\*3) ATS e ITRS: los dispositivos TIP no deben causar interferencia perjudicial en los casos de uso reales en funcionamiento. Los criterios de coexistencia son:

- la banda de frecuencias TIP no debe superponerse con las bandas utilizadas por los sistemas de comunicación de la señalización ferroviaria incluido ATS; o
- la distancia de separación a los dispositivos ATS/ITRS, a la cual un dispositivo TIP no causa interferencia perjudicial, debe ser inferior al umbral de distancia más crítico (aproximadamente 1,5 m) especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios;
- lo anterior debe cumplirse con cualquier tipo de esquema de construcción ferroviaria en Japón.

CUADRO 7.2

### B) Coexistencia con la radiodifusión MA y los dispositivos de radiocomunicaciones marítimas

| TIP para aparatos móviles y del hogar                                   |                                 | Sistemas existentes  |  |
|---|---------------------------------|--|--|
| Tecnologías   | Gamas de frecuencias candidatas | Radiodifusión MA (*1)<br>(526,5-1 606,5 kHz)   | Dispositivos de radiocomunicaciones marítimas (*2)<br>(405-526,5 kHz)  |
| Acoplamiento magnético (baja potencia para los dispositivos móviles)    | 6 765-6 795 kHz                 | N/A  | N/A  |
| Acoplamiento magnético (baja-alta potencia para los aparatos del hogar) | 20,05-38 kHz                    | No cumple las condiciones de coexistencia pues se necesitan distancias de protección muy superiores a los 10 m del requisito deseado   | N/A  |
|   | 42-58 kHz                       |  | N/A  |
|   | 62-100 kHz                      |  | Cumple las condiciones de compatibilidad con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la utilización de los sistemas TIP con emisión de potencia en las bandas de frecuencias LORAN-C (*3)</li> </ul>       |
| Acoplamiento capacitivo (baja potencia para los dispositivos móviles)   | 425-524 kHz                     | Cumple las condiciones de compatibilidad con las notas siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalar a la atención de los usuarios la posibilidad de interferencia sobre los dispositivos de radiocomunicaciones MA</li> <li>• En el caso de observar interferencias perjudiciales, los dispositivos TIP deben adoptar las medidas adecuadas</li> </ul> | Cumple las condiciones de compatibilidad con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la utilización de los sistemas TIP con emisión de potencia en los rangos de frecuencias de NAVTEX y NAVDAT</li> </ul> |

Condiciones de coexistencia en fase de estudio:

- (\*1) Radiodifusión MA: un dispositivo TIP no debe causar interferencia perjudicial a un receptor de radiodifusión MA a una distancia de 10 m en un entorno residencial CISPR. En el modelo se consideran múltiples dispositivos TIP y un receptor de radiofrecuencia MA. Las pruebas de campo se han realizado con los casos de uso más desfavorables acordados, con las variables de frecuencia, número de dispositivos TIP, distancia de separación y zonas con alto y bajo ruido de fondo urbano. También se ha considerado la CISPR 11 Clase-B.
- (\*2) Dispositivos de radiocomunicaciones marítimas: un dispositivo TIP no debe causar interferencia perjudicial. El estudio mostró que el sistema TIP propuesto tiene en lo esencial la capacidad de coexistir con los sistemas de radiocomunicaciones marítimas. Sin embargo conviene señalar que, dentro del rango de frecuencias de este estudio, las bandas descritas a continuación se utilizan para la seguridad de la navegación marítima y, por lo tanto, se han suprimido de las bandas utilizables: i) NAVTEX: 518 kHz (424 kHz, 490 kHz), ii) NAVDAT: 495-505 kHz. Además los armónicos no deben situarse en la banda marítima de ondas métricas (156-162 MHz) de uso internacional.
- (\*3) LORAN-C, eLORAN (90-100 kHz): los operadores de radiocomunicaciones marítimas comentaron que este espectro no debe de ser considerado para su utilización por los sistemas TIP.

CUADRO 7.2

**C) Coexistencia con los dispositivos de radioaficionados y los sistemas públicos de radiocomunicaciones**

| TIP para aparatos móviles y del hogar                                   |                                 | Sistemas existentes   |   |
|---|---------------------------------|---|---|
| Tecnologías   | Gamas de frecuencias candidatas | Dispositivos de radioaficionados (*1) (135,7-137,8 kHz, 472-479 kHz)  | Sistemas públicos de radiocomunicaciones (*2) (6,765-6,795 kHz)             |
| Acoplamiento magnético (baja potencia para los dispositivos móviles)    | 6 765-6 795 kHz                 | Cumple las condiciones de compatibilidad con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la utilización de los sistemas TIP con transmisión de potencia en el rango de frecuencias de los radioaficionados</li> </ul> | Cumple las condiciones de compatibilidad con límites de emisión específicos |
| Acoplamiento magnético (baja-alta potencia para los aparatos del hogar) | 20,05-38 kHz                    |   | NA  |
|   | 42-58 kHz                       |   | NA  |
|   | 62-100 kHz                      |   | NA  |
| Acoplamiento capacitivo (baja potencia para los dispositivos móviles)   | 425-524 kHz                     |   | NA  |

Condiciones de coexistencia en fase de estudio:

- (\*1) Dispositivos de radiocomunicaciones de aficionados: para el acoplamiento capacitivo, la banda de 472-479 kHz es un caso de emisión en la misma banda (compartición del mismo espectro). Para el servicio radioaficionado, no se ha encontrado ningún requisito ni regla oficial de nivel de interferencia de otros sistemas. Sin embargo, se ha acordado excluir esta banda atribuida al servicio radioaficionado del rango de frecuencias de funcionamiento de los sistemas TIP y considerar el desplazamiento de frecuencias apropiado.

- (\*2) Sistemas públicos de radiocomunicaciones: la banda 6 765-6 795 kHz no está designada como banda ICM en Japón. Sin embargo, las disposiciones reglamentarias permiten las aplicaciones TIP en esta banda. Se han aprobado nuevos límites de emisión para los productos TIP de esta banda, lo que permite la coexistencia con los sistemas existentes y una mayor potencia de transmisión en esta banda.

CUADRO 7.3

**Resumen de los resultados de los estudios de coexistencia de las TIP para Vehículos Eléctricos (EV) y consideraciones pendientes en Japón**

| TIP para EV      | Sistemas existentes   |   |   |  |  |
|------------------|---|---|---|--|--|
|                  | SCRD (*1)<br>(40 kHz,<br>60 kHz)  | ATS (*2)<br>(10-250 kHz)  | ITRS (*3)<br>(10-250 kHz)   | Radiodifusión MA<br>(*4)<br>(526,5-1 606,5 kHz)  | Dispositivos de<br>radioaficionados (*5)<br>(135,7-137,8 kHz)  |
| 42-48 kHz        | No cumple las condiciones de coexistencia   | No evaluado pues no cumplía otra condición  | No cumple las condiciones de coexistencia   | Cumple las condiciones de compatibilidad con las notas siguientes:   | Cumple las condiciones de compatibilidad con la nota siguiente:  |
| 52-58 kHz        | No cumple las condiciones de coexistencia   | No evaluado pues no cumplía otra condición  | Cumple las condiciones de coexistencia  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalar a la atención de los usuarios la posibilidad de interferencia sobre los dispositivos receptores de radiodifusión MA</li> <li>• En el caso de observar interferencias perjudiciales, los dispositivos TIP deben adoptar las medidas adecuadas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la utilización de los sistemas TIP con emisión de potencia en los rangos de frecuencias del servicio de aficionados</li> </ul> |
| 79-90 kHz        | Cumple las condiciones de compatibilidad con la nota siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalar a la atención de los usuarios la posibilidad de interferencia sobre los dispositivos de radiocomunicaciones de la señal horaria</li> </ul> | Cumple las condiciones de compatibilidad con el requisito siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe mantener una distancia mínima de separación de 4,8 m</li> </ul> | Cumple las condiciones de compatibilidad con el requisito siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe mantener una distancia mínima de separación de 45 m con el rail</li> <li>• Sólo una operación de rail utiliza 80 kHz y 92 kHz donde se deba aplicar este requisito</li> </ul> |  |  |
| 140,91-148,5 kHz |   | No evaluado al no cumplir otra condición  | No cumple las condiciones de coexistencia   |  |  |

Condiciones de coexistencia en fase de estudio:

- (\*1) Dispositivos de radiofrecuencia de señal horaria: los dispositivos TIP no deben causar interferencia perjudicial, definida por la relación  $C/I$  que proviene de la mínima sensibilidad de recepción de los dispositivos de radiofrecuencia de señal horaria, en los casos de funcionamiento acordados. Se ha utilizado la distancia de separación de 10 m como criterio de coexistencia. Se han considerado medidas adicionales relativas a los tiempos de funcionamiento no superpuestos entre la TIP y las señales horarias, la variación de la dirección de propagación de la radiofrecuencia y una posible mejora de los parámetros de funcionamiento.
- (\*2) (\*3) ATS e ITRS: los dispositivos TIP no deben causar interferencia perjudicial en los casos de utilización reales en funcionamiento. Los criterios de coexistencia son: i) la banda de frecuencias TIP no debe superponerse con las bandas utilizadas por los sistemas de comunicación de la señalización ferroviaria, incluido el ATS; o ii) la distancia de separación con los dispositivos ATS/ITRS a la cual los dispositivos TIP no causan interferencia perjudicial, debe ser inferior al umbral más crítico (aproximadamente 1,5 m) especificada en las normas de los sistemas de construcción de los sistemas ferroviarios. i) e ii) deben cumplirse en todos los tipos de estructuras de construcción ferroviaria en Japón.
- (\*4) Radiodifusión MA: un dispositivo TIP no debe causar interferencia perjudicial a un receptor de radiodifusión AM a una distancia inferior a 10 m en un entorno residencial CISPR. Las pruebas de campo con un transmisor TIP y un receptor en un vagón simulado se han realizado en el caso de uso más desfavorable, en el cual el 7º armónico de la TIP con  $F_c = 85,106$  kHz cae dentro de la banda 594 kHz del canal de servicio del servicio de radiodifusión MA para una amplia zona de la región de Kanto en Japón. También se han realizado pruebas de escucha.
- (\*5) Dispositivos de radioaficionados: es una situación de emisión fuera de banda (sin compartición de espectro). Los rangos de frecuencias candidatas para TIP de EV tienen unas separaciones de frecuencias adecuadas para no caer en las bandas de radioaficionados. En consecuencia, no se considera la reducción de la sensibilidad del receptor (fuera de banda) debido a las interferencias sino que se consideran los niveles de radiación de los armónicos (emisiones no esenciales) de los dispositivos TIP cuando se sitúan dentro de las bandas del servicio radioaficionado. Respecto de la reglamentación del nivel de emisión en la ley de Radiocomunicaciones de Japón y en otros reglamentos relacionados, como los criterios, los parámetros actualmente considerados para los sistemas TIP de EV muestran unas características de sistema aceptables en cuanto a poder demostrar que no generan interferencia perjudicial en los dispositivos de radioaficionados.

## 8 Peligros de la TIP para los seres humanos

Los sistemas TIP pueden funcionar cerca de las personas, por lo tanto, los suministradores y los operadores de sistemas TIP deben demostrar la conformidad con los requisitos de exposición de RF. La exposición posible debe ser evaluada de acuerdo con las configuraciones de funcionamiento de los sistemas TIP y las condiciones de exposición de los usuarios o las personas cercanas.

Los operadores de TIP deben adoptar medidas para proteger adecuadamente a las personas de los efectos de los campos electromagnéticos. Los suministradores y los operadores de sistemas TIP deben considerar los casos de uso más desfavorable.

Los peligros de la RF para los seres humanos son globales: no son regionales ni nacionales; los riesgos no reconocen límites o fronteras; deben por lo tanto utilizarse las directrices internacionales del ICNIRP: ICNIRP 1998 e ICNIRP 2010.

## 9 Resumen

El presente Informe muestra las gamas de frecuencias y los posibles valores asociados para las emisiones fuera de banda que no se han acordado en el UIT-R y que precisan estudios ulteriores para comprobar que proporcionan protección a los servicios de radiocomunicaciones siguiendo los criterios del mismo canal, del canal adyacente y de banda adyacente. El Informe ofrece una visión general de la investigación y desarrollo actuales y del trabajo emprendido en algunas regiones.

Las aplicaciones candidatas para utilizar las tecnologías TIP son los dispositivos móviles y portátiles, los aparatos de uso doméstico y los vehículos eléctricos. Se están estudiando y desarrollando tecnologías de inducción magnética, resonancia magnética y acoplamiento capacitivo. Se están llevando a cabo estudios de coexistencia que han finalizado en algunos países.

Las tecnologías TIP de inducción magnética utilizan normalmente las gamas de frecuencias de 100 a 205 kHz con potencias que varían entre varios vatios y 1,5 kW. Esta gama de frecuencias también se está estudiando para aparatos de uso doméstico y equipos de oficina que incorporan tecnologías TIP.

Las tecnologías TIP de inducción magnética para vehículos eléctricos de pasajeros están en estudio en las gamas de frecuencias candidatas que convergen alrededor de 85. Para los vehículos eléctricos pesados están en estudio las gamas de frecuencias candidatas 19-21 kHz y 59-61 kHz. Las potencias típicas de los vehículos eléctricos de pasajeros son 3,3 kW y 7,7 kW. Las potencias típicas de los vehículos pesados se sitúan entre 75 y 100 kW.

Las tecnologías TIP de resonancia magnética normalmente utilizan la banda 6 765-6 795 kHz de los equipos ICM con potencias desde varios vatios y hasta 100 W.

Las tecnologías TIP de acoplamiento capacitivo utilizan la gama de frecuencias 425-524 kHz con potencias que pueden llegar a los 100 W.

## 10 Referencias

- [1] Documento 1A/133, Declaración de coordinación de la Telecomunidad de Asia Pacífico al Grupo de Trabajo 1A del UIT-R.
- [2] BWF «Guidelines for the use of Wireless Power Transmission/Technologies, Edition 2.0» abril de 2013.  
<http://bwf-yrp.net/english/update/docs/guidelines.pdf>
- [3] [http://www.mit.edu/~soljadic/wireless\\_power.html](http://www.mit.edu/~soljadic/wireless_power.html)
- [4] <http://www.rezence.com/>
- [5] Documento 1A/135, respuesta de la TTA a la declaración de coordinación remitida por la TTA a organizaciones externas enviada por el Grupo de Trabajo 1A relativa a la Cuestión UIT-R 210-3/1 «Transmisión inalámbrica de potencia».
- [6] <http://www.wirelesspowerconsortium.com/>
- [7] ICNIRP 1998 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).  
<http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

- [8] ICNIRP 2010 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz).  
<http://www.emfs.info/Related+Issues/limits/specific/icnirp2010/>.
- [9] Documento 1A/198 declaración de coordinación de la Telecomunidad Asia-Pacífico al Grupo de Trabajo 1A del UIT-R.
- [10] Norma estatal de la República Popular de China, «Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment Electromagnetic disturbance characteristics Limits and methods of measurement», GB 4824-2004.
- [11] Número 423 de la Oficina Nacional de Administración de las Radiocomunicaciones del MIIT, «Micro Power (short) Radio Equipment Technology Requirements».
- [12] Mazar (Madjar) H., 2015, «Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques», John Wiley & Sons.

## Anexo 1

### Metodologías de evaluación de la exposición a la RF

El BWF WPT-WG editó las «Directrices para el uso de tecnologías de transmisión inalámbrica de potencia, Edición 2.0» [2] en abril de 2013. La versión inglesa está disponible y puede descargarse en la siguiente página web:

<http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html>.

Presenta los aspectos siguientes sobre las metodologías de evaluación de la exposición a la RF, detallando las excepciones frente a la reglamentación y las directrices.

El documento «Consideraciones sobre las directrices de protección ante la radiación radioeléctrica» de [2] facilita directrices detalladas de conformidad con los casos de uso definidos por el BWF WPT-WG y aspectos biológicos y técnicos tales como las gamas de frecuencias que se pueden usar para la TIP. Se describen los efectos de estimulación, los efectos de calentamiento, la corriente de contacto y la corriente inducida al y en el tejido del cuerpo humano. Además, también se presentan los organigramas recomendados a la hora de seleccionar una metodología de evaluación y los métodos de medición puesto que los métodos de medición tradicionales puede que no cumplan las evaluaciones de exposición a la RF para dispositivos TIP.

Los Anexos A a G en [2] resumen la reglamentación y las directrices nacionales e internacionales relativas a la exposición a los campos electromagnéticos y a los asuntos de seguridad. Asimismo, se explica cómo leerlos y utilizarlos. En estos anexos se introducen la reglamentación japonesa, las directrices del ICNIRP y las del IEEE. Además, se presentan como referencias algunas publicaciones recientes en el ámbito de la evaluación SAR basada en simulaciones.

El documento de referencia «Informe de la encuesta de la APT sobre TIP» [1] facilita información sobre este asunto en los países miembros de la APT, complementaria a la del documento anterior.

#### **Exposición a las ondas radioeléctricas**

Cada país tiene sus directrices y reglamentación propias sobre exposición a las ondas radioeléctricas de conformidad con la norma ICNIRP98, que todavía no incluye los dispositivos TIP ni métodos de medición adecuados.

## CUADRO [3.10]

## Estado de la reglamentación en materia de exposición a las ondas radioeléctricas

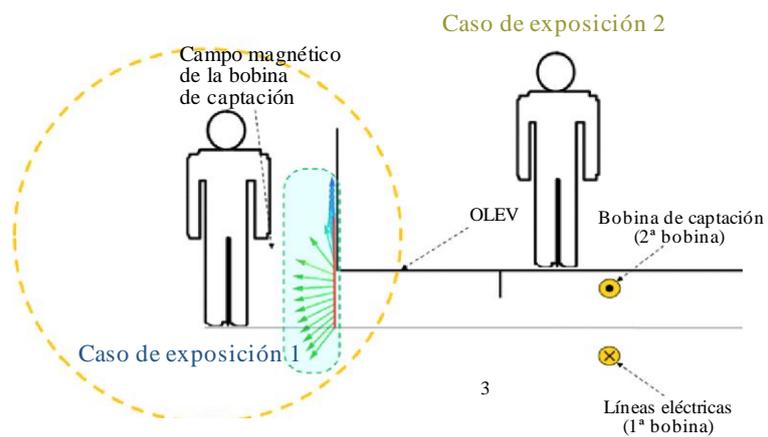
| País               | Exposición a la RF   | Evaluación   |
|--------------------|--|--|
| Australia          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– La ACMA es responsable de la gestión de la norma <i>Radiocommunications (Electromagnetic Radiation – Human Exposure) Standard 2003</i> (que incorpora la enmienda a la Norma 2011 (Nº 2) sobre radiocomunicaciones (radiación electromagnética – exposición del cuerpo humano) obligatoria, <ul style="list-style-type: none"> <li>• que especifica los límites de exposición a la RF para la mayoría de los transmisores de radiocomunicaciones móviles y portátiles con antenas integradas que funcionan en la gama de frecuencias 100 kHz ~ 300 GHz.</li> </ul> </li> <li>– Norma sobre protección ante la radiación para niveles máximos de exposición a los campos radioeléctricos – 3 kHz a 300 GHz (RPS3), <ul style="list-style-type: none"> <li>• establecida por la ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency).</li> </ul> </li> </ul> | <p>Se precisan estos dispositivos para demostrar el cumplimiento mediante métodos de prueba tales como EN 62209-2.</p> <p>(Exposición del cuerpo humano a campos electromagnéticos provenientes de dispositivos inalámbricos de comunicaciones portátiles y montados sobre el cuerpo – Modelos del cuerpo humano, instrumentación y procedimientos – Parte 2: Procedimiento para determinar la tasa de absorción específica (SAR) para dispositivos inalámbricos de comunicaciones usados en estrecha proximidad del cuerpo humano (gama de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz)</p> <p><a href="http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960">http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960</a>. La ACMA obliga a cumplir los límites de exposición a la RF y al EMR fijados por la Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). La Fuente de información básica en materia de límites de exposición es la norma <i>Radiation Protection Standard for Maximum Exposure Levels to Radiofrequency Fields – 3 kHz to 300 GHz (RPS3)</i> – de la ARPANSA.</p> <p><a href="http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm">http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm</a></p> |
| Japón              | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Directriz del BWF sobre exposición a la RF <a href="http://bwf-yrp.net/english/">http://bwf-yrp.net/english/</a>: requisitos de cumplimiento.</li> <li>– Directrices sobre la protección ante la radiación electromagnética y directrices del ICNIRP, <ul style="list-style-type: none"> <li>• límite de exposición a la RF.</li> </ul> </li> </ul>   | <p>El BWF de Japón considera los planteamientos siguientes en la evaluación de la exposición a la RF.</p> <p>Asume casos más desfavorables concretos como cuando una parte del cuerpo humano está próximo al transmisor o está situada entre el transmisor y el receptor.</p> <p>Se pueden adoptar medidas adicionales de seguridad si no se puede asegurar la seguridad.</p> <p>Los campos magnéticos generados por los productos TIP no son uniformes y la exposición será local. Por tanto, las directrices del ICNIRP pueden ser referencias más seguras. Se proponen metodologías de evaluación por simulación tales como la dosimetría de radiación cuando participen expertos en dosimetría.</p> <p>El método de evaluación no debe ser excesivamente largo puesto que no pretende determinar un valor exacto de exposición a la RF. Debería tratarse de un método razonable que sea útil para los procedimientos de certificación y para las pruebas de aceptación.</p>  |
| República de Corea | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las directrices del ICNIRP hacen referencia a la reglamentación actual sobre EMF.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prevé introducir métodos de evaluación para la TIP durante 2015.</li> </ul>   |

**Evaluación de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (EMF) de los vehículos eléctricos en Corea**

La República de Corea estudió en 2013 el método de evaluación de los campos magnéticos generados por los vehículos eléctricos en línea (on-line electric vehicle, OLEV) con transferencia inalámbrica de potencia que funcionan en zonas accesibles al público. Las líneas de alimentación eléctrica en la calzada (primera bobina) y 5 segmentos de bobina de captación bajo el OLEV (2ª bobina) son una fuente de campo magnético, con una frecuencia de resonancia de 20 kHz y una potencia de salida de 75 kW.

En la Figura A1-1 se muestran los casos de exposición de las personas a los campos electromagnéticos de las líneas eléctricas y de las bobinas de captación del sistema de vehículos eléctricos en línea.

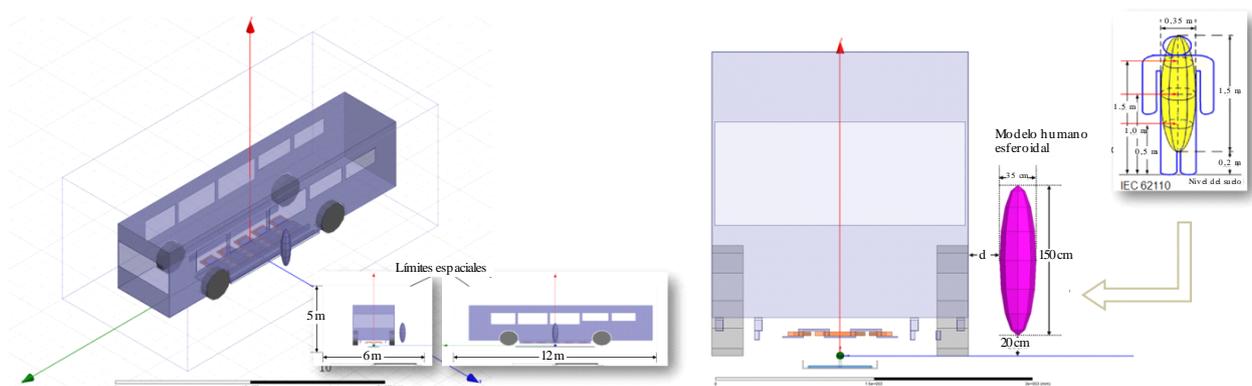
FIGURA A1-1  
Casos de exposición de las personas a los campos electromagnéticos en el sistema de vehículos eléctricos en línea



Informe SM.2303-A1-0

En el caso de exposición 1, donde el campo de exposición se considera no uniforme, similar a los sistemas de alimentación de corriente alterna (CEI 62110), la intensidad del campo en la posición considerada se calcula a tres alturas: 0,5 m, 1,0 m y 1,5 m sobre el nivel del suelo.

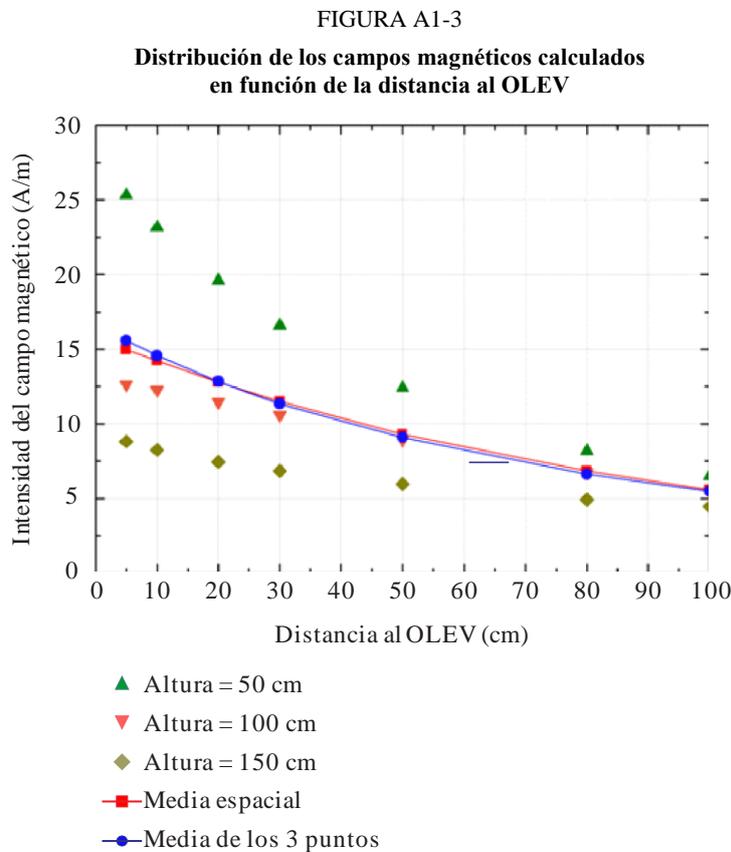
FIGURA A1-2  
El modelo humano dentro del campo generado por el OLEV



Informe SM.2303-A1-0

El nivel de exposición se calcula utilizando el modelo humano esferoidal cuyos ejes vertical y horizontal son 1,5 m y 0,35 m, situados 0,2 m por encima del nivel del suelo.

La desviación es del 4% a una distancia de 5 cm del OLEV, y -2% a una distancia de 100 cm accesible al público. La Figura A1-3 muestra que la distribución vertical de los campos electromagnéticos es uniforme. Podemos ver que el nivel de la exposición media de los tres puntos corresponde prácticamente con el nivel medio de exposición del caso de exposición 1 del vehículo eléctrico (OLEV).

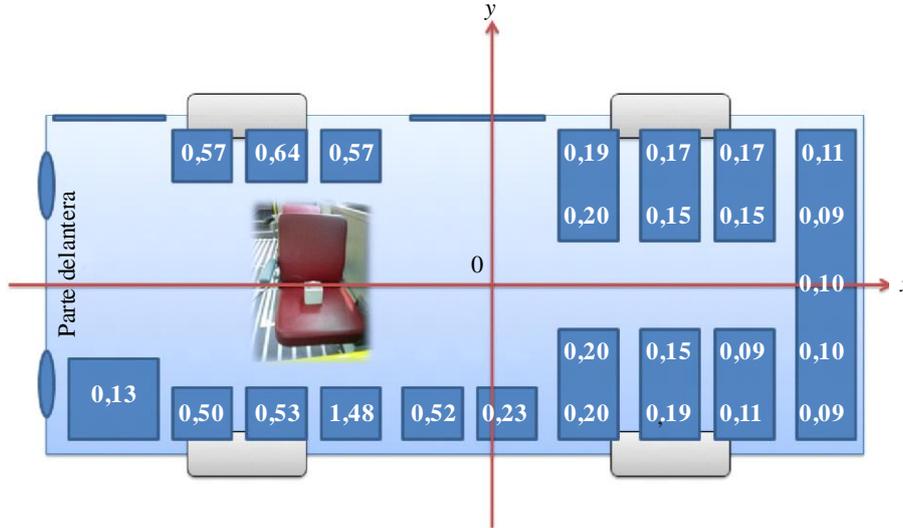


Informe SM.2303-A1-03

Teniendo en cuenta los resultados del análisis numérico, el nivel de exposición medio de los tres puntos (en las tres alturas: 0,5 m, 1,0 m y 1,5 m sobre el nivel del suelo) representa el nivel medio de exposición sobre todo el cuerpo, que se estima en 2,1 A/m, un 40% inferior al criterio técnico de exposición a la RF.

La Figura A1-4 representa el cálculo de la intensidad del campo magnético para cada asiento dentro del OLEV, en el caso de exposición 2.

FIGURA A1-4  
Distribución del campo magnético calculado según la distancia al OLEV



Informe SM.2303-A1-04

FIGURA A1-5  
Distribución del campo magnético calculado según la distancia al OLEV  
Datos simulados (S.D.: 72 cm)      Datos medidos (S.D.: 60 cm)

| Puntos de medida | Medidas | Valores escogidos | Puntos de medidas | Medidas (A/m) | Valores escogidos |
|------------------|---------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| P1               | 1,07    |                   | P1                | 3,82          | ×                 |
| P2               | 1,93    |                   | P2                | 3,41          | ×                 |
| P3               | 3,96    | ×                 | P3                | 1,96          | ×                 |
| P4               | 2,12    | ×                 | P4                | 0,90          |                   |
| P5               | 3,99    | ×                 | P5                | 1,08          |                   |

Informe SM.2303-A1-0

Teniendo en cuenta los resultados del análisis numérico con un método de valor medio de 5 puntos, el resultado es 3,36 A/m, pero la medida en las mismas condiciones es de 3,06 A/m. En cambio, cuando se utiliza un método de valor medio de 3 puntos, los datos simulados son 0,53 A/m y los datos medidos 0,57 A/m. Al considerar condiciones complejas de exposición como la arquitectura interna de apantallamiento, la diferencia de altura y las posiciones, el método de valor medio de 5 puntos es mejor que el método de tres puntos para medir el caso más desfavorable de exposición a la RF.

## Anexo 2

### Ejemplo de implementación de la banda ICM 6 765-6 795 kHz para la carga inalámbrica de dispositivos móviles

Se ha elaborado una tecnología inalámbrica de transmisión de potencia, basada en los principios de la resonancia magnética, que utiliza la banda ICM 6 765-6 795 kHz para la carga inalámbrica de dispositivos móviles. Esta tecnología aporta algunas ventajas únicas en el ámbito de la carga inalámbrica.



#### **DISTANCIA DE CARGA SUPERFICIAL**

La carga sobre una superficie permite depositar simplemente el dispositivo sobre la mayoría de las superficies y materiales que se encuentran habitualmente en las casas, la oficina o en entornos comerciales.



#### **RECARGA DE MÚLTIPLES DISPOSITIVOS**

Capacidad para cargar al mismo tiempo múltiples dispositivos con necesidades de potencia diferentes, tales como teléfonos inteligentes, tabletas y auriculares Bluetooth®.



#### **DISPUESTOS PARA EL MUNDO REAL**

Las superficies de carga funcionarán en presencia de objetos metálicos tales como llaves, monedas y utensilios, lo que le convierte en la mejor elección para casa, la oficina, la automoción, la venta al por menor y para aplicaciones en restaurantes y hoteles.



#### **COMUNICACIÓN CON BLUETOOTH**

Utiliza la tecnología Bluetooth inteligente existente, reduciendo los requisitos de fabricación y facilitando futuras zonas de carga inteligentes.

### **Especificación técnica**

El objeto de la especificación es ofrecer al usuario una experiencia conveniente, segura y excepcional en situaciones de carga reales, definiendo a su vez los fundamentos técnicos para que los fabricantes diseñen productos compatibles. La tecnología ofrece una especificación de interfaces para el transmisor inalámbrico de potencia y su receptor, el acoplamiento mutuo y la inductancia mutua, dejando abiertas la mayoría de las opciones a los fabricantes.

Para emparejar la potencia inalámbrica con las condiciones reales, la libertad espacial permite una mayor variabilidad del coeficiente de acoplamiento, el tamaño del dispositivo, las condiciones de carga y la separación entre el transmisor de potencia y el receptor, lo que ofrece a los diseñadores de productos inalámbricos de potencia una mayor libertad en la confección de sistemas de carga y redundante en una privilegiada experiencia del consumidor.

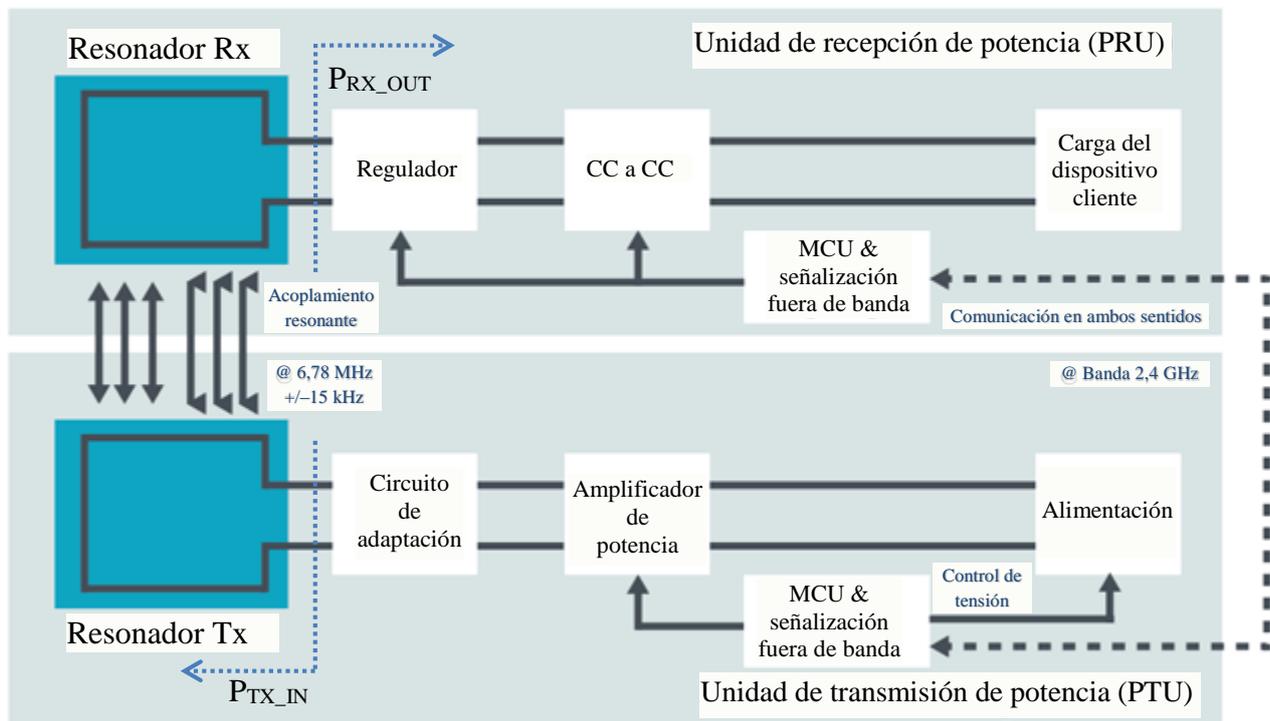
Los productos electrónicos que incluyan esta tecnología deben considerar diversos factores:

- disipación y distribución de la potencia;
- integración del dispositivo resonante;
- miniaturización;
- integración del enlace de comunicaciones con la radio incorporada.

Los diseñadores pueden especificar y fundamentar sus propias implementaciones para las radios fuera de banda, los amplificadores de potencia, los convertidores CC-CC, los rectificadores, los microprocesadores – discretos o integrados – necesarios y montarlos como precisen.

Siempre que los componentes sean conformes con una especificación, podrán utilizar cualquier topología. La especificación fija únicamente las interfaces y el modelo de resonador del transmisor que debe utilizar el sistema.

La Figura siguiente ilustra la configuración básica de un sistema de transmisión inalámbrica de potencia entre la unidad de transmisión de potencia (PTU) y una unidad de recepción de potencia (PRU). La PTU se puede ampliar para que dé servicio a múltiples PRU independientes. La PTU comprende tres unidades funcionales principales que son el resonador y unidad de adaptación, una unidad de conversión de potencia y una unidad de señalización y control (MCU). La PRU también comprende tres unidades funcionales como la PTU.



Como se muestra en la Figura anterior, el resonador de transmisión (Resonador Tx) utiliza 6 780 kHz ( $\pm 15$  kHz) para transmitir energía desde la PTU a la PRU. Se utiliza Bluetooth Smart™ en la banda de 2,4 GHz para las comunicaciones en ambos sentidos en un canal diferente de las frecuencias que se utilizan para transmitir potencia, lo que facilita un medio de comunicación fiable entre los receptores inalámbricos de potencia y las superficies de carga.

La especificación incluye muchas categorías de PRU y clases de PTU en función de la potencia entregada en la banda 6 780 kHz, varían entre una unidad de carga de baja potencia para dispositivos pequeños que puede necesitar sólo unos pocos vatios y para dispositivos mayores que requieren muchos vatios. En el cuadro siguiente se muestran las clases de PTU y las categorías de PRU basadas en un Proyecto de especificación de un sistema básico. Se están elaborando nuevas categoría y clasificaciones.

### Categorías de unidad de recepción de potencia (PRU)

| PRU         | $P_{RX\_OUT\_MAX}$ | Ejemplos de aplicaciones                 |
|-------------|--------------------|--|
| Categoría 1 | Sin definir        | Auriculares Bluetooth                    |
| Categoría 2 | 3,5 W              | Teléfono común                           |
| Categoría 3 | 6,5 W              | Teléfono inteligente                     |
| Categoría 4 | 13 W               | Tableta, teléfono                        |
| Categoría 5 | 25 W               | Ordenador portátil pequeño               |
| Categoría 6 | 37,5 W             | Ordenador portátil ordinario             |
| Categoría 7 | 50 W               | Ordenador portátil de altas prestaciones |

$P_{RX\_OUT\_MAX}$  es el valor máximo de  $P_{RX\_OUT}$  (potencia de salida del resonador Rx).

### Clases de unidad de transmisión de potencia (PTU)

|                | $P_{TX\_IN\_MAX}$ | Requisitos mínimos por categoría | Valor mínimo para el mayor número de dispositivos soportados |
|----------------|-------------------|----------------------------------|--|
| <b>Clase 1</b> | 2 W               | 1 × Categoría 1                  | 1 × Categoría 1  |
| <b>Clase 2</b> | 10 W              | 1 × Categoría 3                  | 2 × Categoría 2  |
| <b>Clase 3</b> | 16 W              | 1 × Categoría 4                  | 2 × Categoría 3  |
| <b>Clase 4</b> | 33 W              | 1 × Categoría 5                  | 3 × Categoría 3  |
| <b>Clase 5</b> | 50 W              | 1 × Categoría 6                  | 4 × Categoría 3  |
| <b>Clase 6</b> | 70 W              | 1 × Categoría 7                  | 5 × Categoría 3  |

$P_{TX\_IN\_MAX}$  es el valor máximo de  $P_{TX\_IN}$  (potencia de entrada al resonador Tx).

Las operaciones en Bluetooth se transmitirán entre  $-6$  dBm y  $+8,5$  dBm medidos en el conector de la antena.

La especificación para las PTU y las PRU permite construir productos que cumplen los requisitos legales para el país en los que se venden. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, el funcionamiento en 6 785 kHz será conforme con los requisitos de la norma FCC Parte 18 y el funcionamiento en ambos sentidos en 2,4 GHz cumplirá los requisitos de la norma FCC Parte 15.

### Anexo 3

## Datos de las mediciones del ruido radiado y del ruido conducido en sistemas TIP

### ÍNDICE

|     | <i>Página</i>   |
|-----|---|
| 1   | Introducción..... 57  |
| 2   | Modelos de medición y métodos de medición ..... 57  |
| 2.1 | Modelo de medición y método de medición de sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos..... 57   |
| 2.2 | Modelo de medición y método de medición para dispositivos móviles, dispositivos portátiles y aparatos de uso doméstico ..... 60                   |
| 3   | Límite previsto para las emisiones radiadas fijado por el BWF..... 62   |
| 3.1 | Límite previsto para las emisiones radiadas por los sistemas TIP para la carga de EV ..... 62   |
| 3.2 | Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética ..... 63   |
| 3.3 | Límite previsto para las emisiones radiadas por aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética ..... 64                |
| 3.4 | Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo..... 64 |
| 4   | Resultados de mediciones del ruido radiado y del ruido conducido ..... 65   |
| 4.1 | Resultados de mediciones de un sistema TIP para la carga de vehículos eléctricos ..... 65   |
| 4.2 | Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética ..... 70                         |
| 4.3 | Resultados de mediciones de aparatos de uso doméstico que utilizan tecnología de inducción magnética..... 74                                      |
| 4.4 | Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo ..... 77                      |

## 1 Introducción

El presente Anexo proporciona datos medidos del ruido radiado y del ruido conducido proveniente de los sistemas TIP que se están considerando en la nueva legislación en Japón. Los sistemas se enumeran a continuación y el Cuadro 7.1 muestra los parámetros fundamentales. En el Documento 1A/152 se incluye información detallada de los estudios de coexistencia de los sistemas:

- 1) sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos de pasajeros (EV);
- 2) sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética;
- 3) sistemas TIP para aparatos de uso doméstico y equipos de oficina que utilizan tecnologías de inducción magnética, y
- 4) sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo.

## 2 Modelos de medición y métodos de medición

En el WPT-WG del Subcomité sobre el entorno radioeléctrico para el uso de las ondas radioeléctricas del Ministerio de Interior y Comunicaciones (MIC) se trataron y definieron los modelos de medición y métodos de medición para el ruido radiado y el ruido conducido proveniente de sistemas TIP. Se llevaron a cabo las mediciones siguientes:

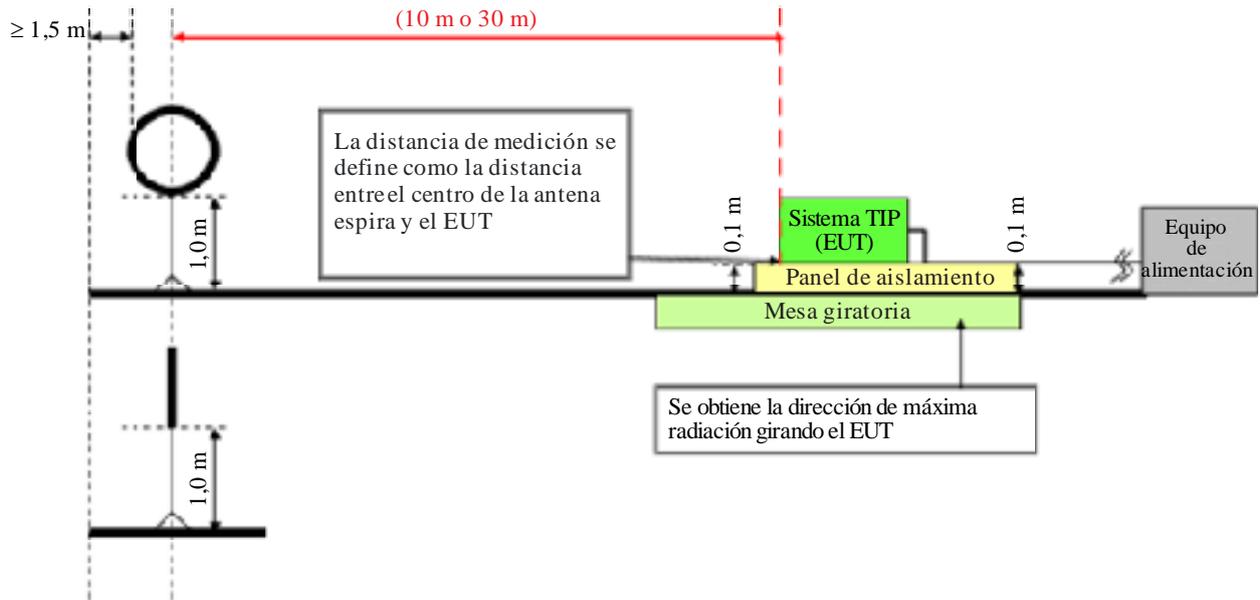
- 1) Ruido radiado en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz:  
Se mide la intensidad del campo magnético mediante antenas de espira. La intensidad del campo eléctrico se obtiene mediante translación simple de la impedancia característica de onda plana, 377 ohmios.
- 2) Ruido radiado en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz:  
La intensidad del campo eléctrico se mide mediante antenas bicónicas o mediante conjuntos de dipolos logarítmico periódicos. En el caso de aplicaciones para dispositivos portátiles, la gama de frecuencias se amplía hasta los 6 GHz.
- 3) Ruido conducido en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz:  
Se mide el ruido conducido radiado por las líneas de alimentación. En estas mediciones se conecta el equipo bajo prueba (EUT, Equipment under Test) a la red ficticia (AMN, Artificial Mains Network).

### 2.1 Modelo de medición y método de medición de sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos

Las Figs. A3-1 y A3-2 describen los métodos de medición del ruido radiado generado por sistemas TIP durante la carga de vehículos eléctricos (EV). La Fig. A3-1 muestra la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz y la Fig. A3-2 la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz. La Fig. A3-3 muestra un esquema del EUT y de su disposición para mediciones del ruido radiado. En este método de medición se aplica la norma CISPR 16-2-3 «Mediciones de perturbaciones radiadas». La Fig. A3-4 describe una simulación de la carrocería del automóvil que se utiliza para las mediciones. Este modelo de simulación del automóvil se propuso en la norma CEI TC 69/PT 61980, que es la norma internacional relativa a los sistemas TIP para carga de vehículos eléctricos. La Fig. A3-5 muestra un esquema del EUT y de su disposición para mediciones del ruido conducido. En estas mediciones se define la potencia de transmisión como el valor de la potencia medido a la entrada del puerto del equipo de alimentación de potencia radioeléctrica o de la bobina primaria.

FIGURA A3-1

Modelos de medición de sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos, en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz

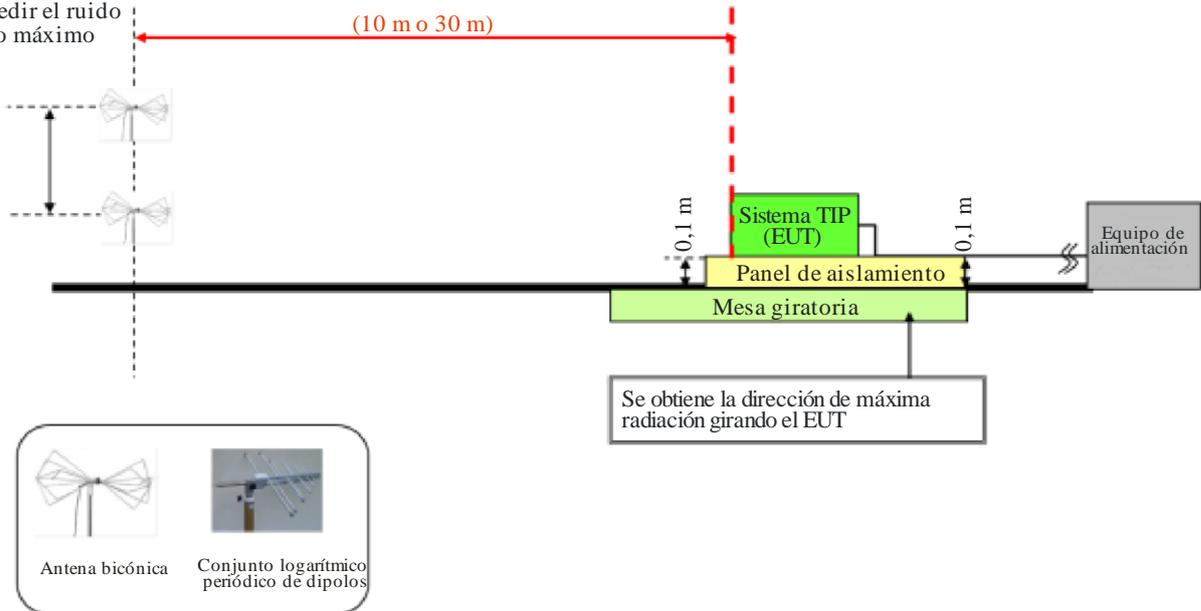


Informe SM.2303-A3-01

FIGURA A3-2

Modelos de medición de sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos, en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz

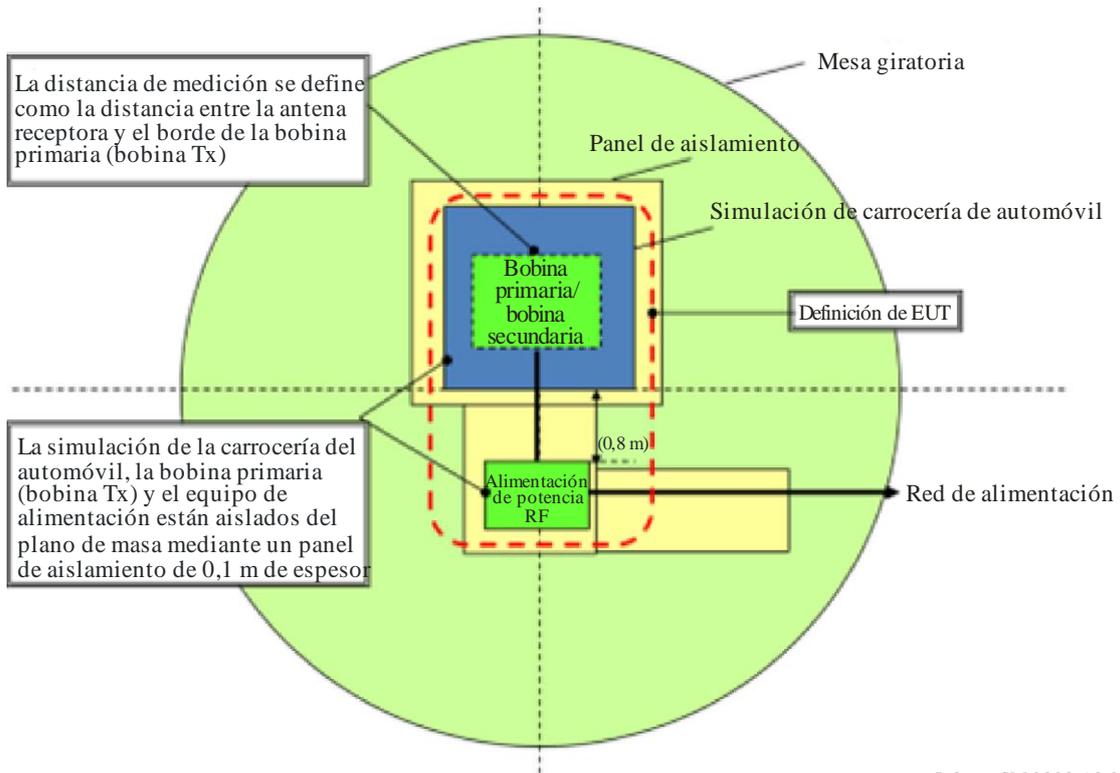
La altura de las antenas receptoras se ajusta para medir el ruido radiado máximo



Informe SM.2303-A3-02

FIGURA A3-3

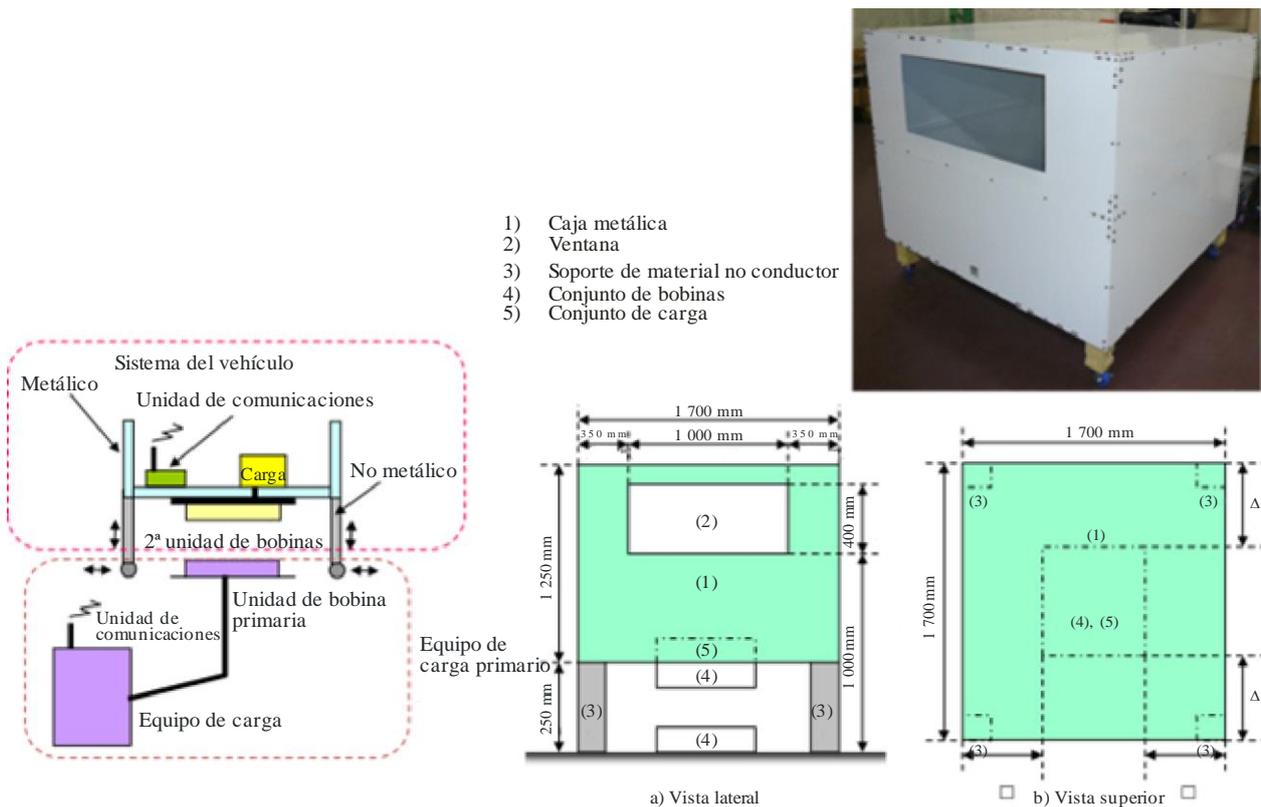
Esquema del EUT y de su disposición para mediciones de ruido radiado



Informe SM.2303-A3-02

FIGURA A3-4

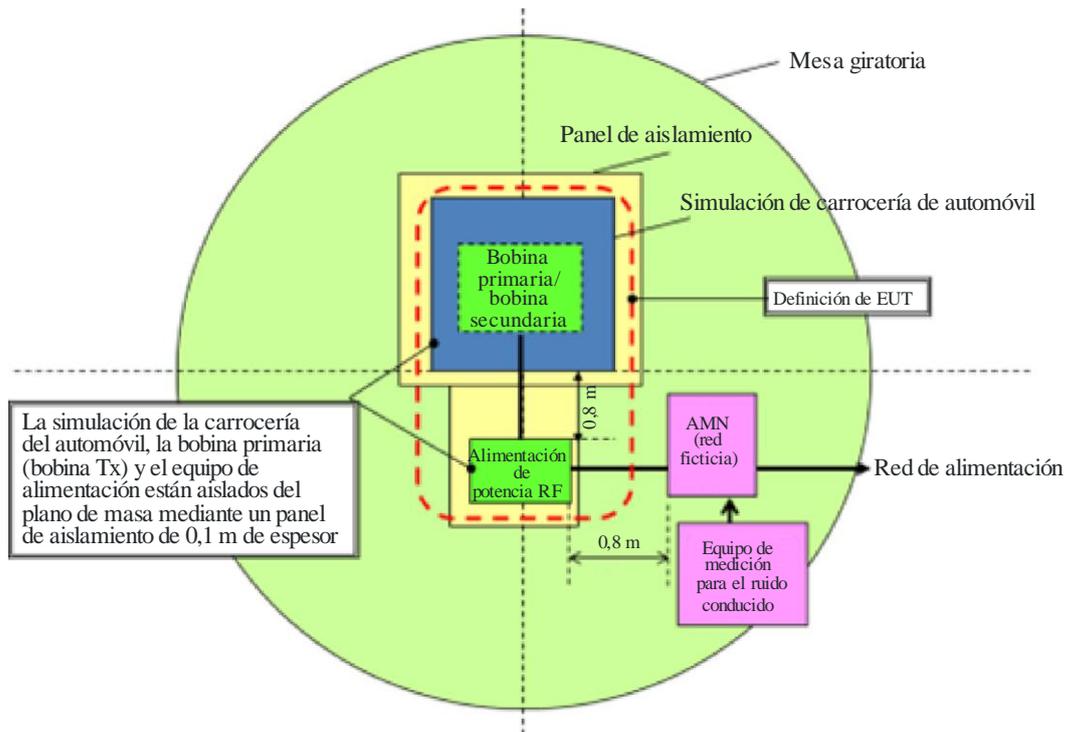
Configuración de una simulación de carrocería de automóvil



Informe SM.2303-A3-04

FIGURA A3-5

Vista superior de la EUT y de su disposición para mediciones de ruido conducido



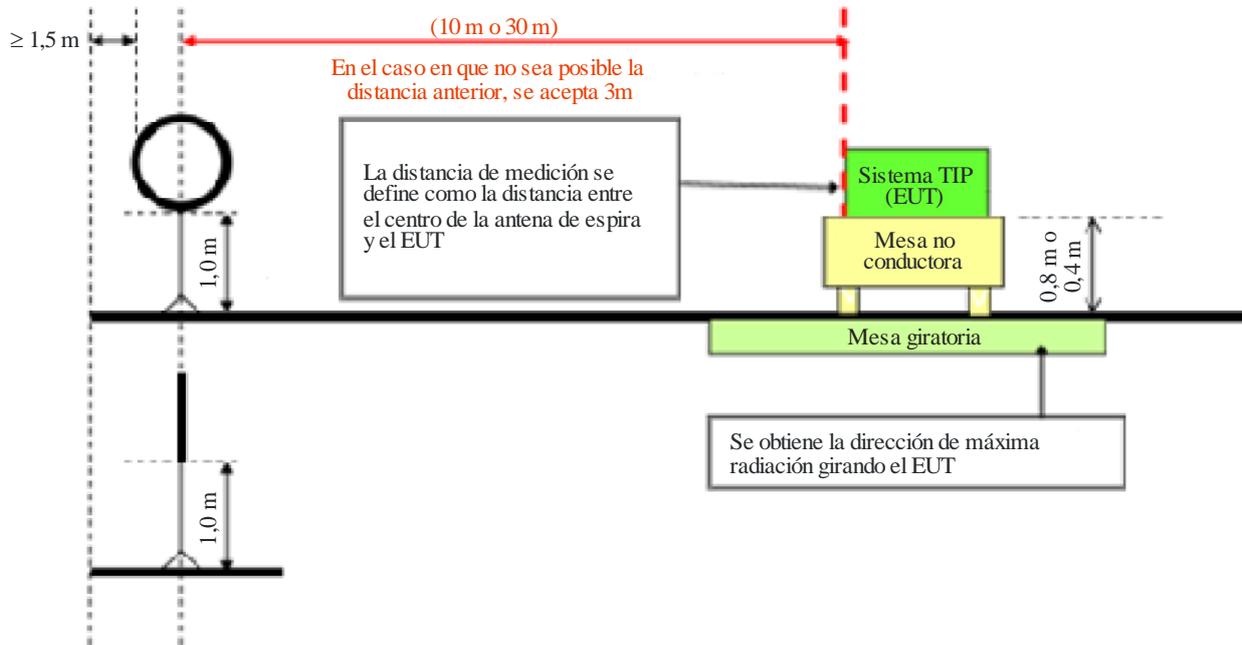
Informe SM.2303-A3-05

## 2.2 Modelo de medición y método de medición para dispositivos móviles, dispositivos portátiles y aparatos de uso doméstico

Las Figs. A3-6 y A3-7 describen los métodos de medición del ruido radiado generado por sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles y para aparatos de uso doméstico. La Fig. A3-6 muestra la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz y la Fig. A3-7 la gama de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz. Cabe destacar que la gama de frecuencias se amplía hasta 6 GHz sólo en el caso de dispositivos móviles y portátiles. Para los aparatos de uso doméstico el límite superior de la gama de frecuencias de medición es de 1 GHz. Esto se debe a que para aplicaciones domésticas se utiliza el método de la norma CISPR 14-1 mientras que para dispositivos móviles y portátiles se aplica la norma CISPR 22. La Fig. A3-8 describe los métodos de medición del ruido conducido. Se han considerado dos métodos.

FIGURA A3-6

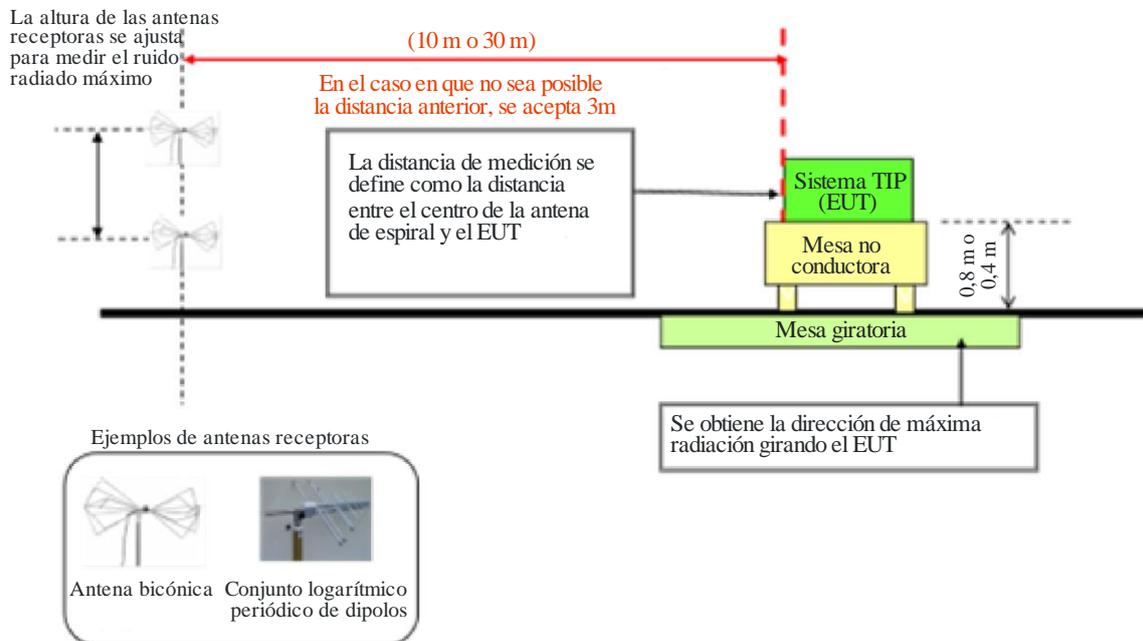
**Métodos de medición del ruido radiado por sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles y aparatos de uso doméstico en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz**



Informe SM.2303-A3-06

FIGURA A3-7

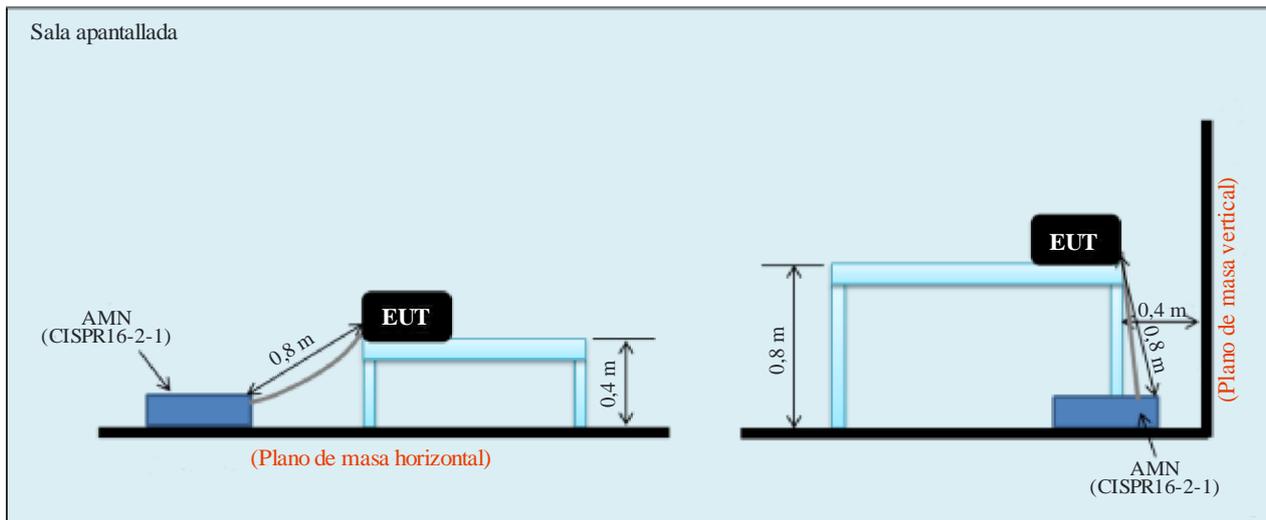
**Métodos de medición del ruido radiado por sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles y aparatos de uso doméstico en la gama de frecuencias de 30 MHz to 6 GHz**



Informe SM.2303-A3-07

FIGURA A3-8

## Métodos de medición para mediciones del ruido conducido



Informe SM.2303-A3-07

### 3 Límite previsto para las emisiones radiadas fijado por el BWF

En el WPT-WG del MIC se está debatiendo el límite de las emisiones radiadas para una nueva legislación en Japón. Sin embargo, el Foro sobre banda ancha inalámbrica (BMF) de Japón ya ha fijado un límite previsto de emisiones radiadas con valores preliminares con el fin de debatir las condiciones de coexistencia con otros sistemas inalámbricos. Los puntos de vista fundamentales para estos límites son los siguientes:

- 1) Los límites previstos de emisiones radiadas se fijan únicamente en la gama de frecuencias 9 kHz a 30 MHz. Se describen aquí los límites de intensidad del campo eléctrico y de intensidad del campo magnético.
- 2) Se consideran en primer lugar los límites previstos para el ruido radiado por la intensidad del campo eléctrico, ya que el BWF hace referencia a la reglamentación de radiocomunicaciones japonesa actual en la que los límites de ruido radiado están determinados básicamente por la intensidad del campo eléctrico. La intensidad del campo magnético se calcula a partir de la intensidad del campo eléctrico utilizando la impedancia característica de la onda plana, a saber, 377 ohmios.
- 3) El BWF no fija límites previstos para el ruido radiado por encima de 30 MHz ni para el ruido conducido.

A continuación se describen los límites previstos de emisiones radiadas para cada sistema TIP. Cabe destacar que estos valores son preliminares y que se están debatiendo.

#### 3.1 Límite previsto para las emisiones radiadas por los sistemas TIP para la carga de EV

El límite provisional previsto de ruido radiado para la gama de frecuencias de las TIP se propuso como regla internacional a partir de la norma FCC Parte 18 Subparte C y de los resultados de mediciones de sistemas TIP en funcionamiento. Para otras gamas de frecuencias se propuso un límite provisional previsto basándose en la reglamentación de radiocomunicaciones de Japón de aplicación para el equipamiento de cocinas por inducción por tratarse de una aplicación de la inducción magnética muy utilizada.

- 1) Límite provisional previsto para el ruido del campo eléctrico radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
    - 3 kW – Potencia Tx : 36,7 mV/m@30m (91,3 dB $\mu$ V/m@30m)
    - 7,7 kW – Potencia Tx : 58,9 mV/m@30m (95,4 dB $\mu$ V/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
    - : 30  $\mu$ V/m@30m (29,5 dB $\mu$ V/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
    - : 200  $\mu$ V/m@30m (46,0 dB $\mu$ V/m@30m)
- 2) Límite provisional previsto para el ruido del campo magnético radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
    - 3 kW – Potencia Tx : 97,5  $\mu$ A/m@30m (39,8 dB $\mu$ A/m@30m)
    - 7,7 kW – Potencia Tx : 156  $\mu$ A/m@30m (43,9 dB $\mu$ A/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1606,5 kHz
    - : 0,0796  $\mu$ A/m@30m (-22,0 dB $\mu$ A/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
    - : 0,531  $\mu$ A/m@30m (-5,51 dB $\mu$ A/m@30m)

### 3.2 Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética

El límite provisional previsto de ruido radiado para la gama de frecuencias de las TIP se propuso a partir de los resultados de mediciones de sistemas TIP en funcionamiento. Para las otras gamas de frecuencias se propuso un límite provisional previsto basándose en la reglamentación de radiocomunicaciones de Japón de aplicación para el equipamiento de cocinas por inducción por tratarse de una aplicación de la inducción magnética muy utilizada.

- 1) Límite provisional previsto para el ruido del campo eléctrico radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
    - : 100 mV/m@30m (100 dB $\mu$ V/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
    - : 30  $\mu$ V/m@30m (29,5 dB $\mu$ V/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
    - : 100  $\mu$ V/m@30m (40,0 dB $\mu$ V/m@30m)
- 2) Límite provisional previsto para el ruido del campo magnético radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
    - : 265,3  $\mu$ A/m@30m (48,5dB  $\mu$ A/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
    - : 0,0796  $\mu$ A/m@30m (-22,0 dB $\mu$ A/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
    - : 0,265  $\mu$ A/m@30m (-11,5dB  $\mu$ A/m@30m)

### 3.3 Límite previsto para las emisiones radiadas por aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética

El límite provisional previsto de ruido radiado para la gama de frecuencias de las TIP se propuso a partir de los resultados de mediciones de sistemas TIP desarrollados. Para las otras gamas de frecuencias se propuso un límite provisional previsto basándose en la reglamentación de radiocomunicaciones de Japón de aplicación para el equipamiento de cocinas por inducción por tratarse de una aplicación de la inducción magnética muy utilizada.

- 1) Límite provisional previsto para el ruido del campo eléctrico radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
 

: 1 mV/m@30m (60 dB $\mu$ V/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
 

: 30  $\mu$ V/m@30m (29,5 dB $\mu$ V/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 

: 173  $\mu$ V/m@30m (44,8 dB $\mu$ V/m@30m)
- 2) Límite provisional previsto para el ruido del campo magnético radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
 

: 2,66  $\mu$ A/m@30m (8,5 dB $\mu$ A/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
 

: 0,0796  $\mu$ A/m@30m (-22,0 dB $\mu$ A/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 

: 0,459  $\mu$ A/m@30m (-6,7 dB $\mu$ A/m@30m)

### 3.4 Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo

El límite provisional previsto de ruido radiado para la gama de frecuencias de las TIP se propuso a partir de los resultados de mediciones de sistemas TIP desarrollados. Para las otras gamas de frecuencias se propuso un límite provisional previsto basándose en la reglamentación de radiocomunicaciones de Japón de aplicación para el equipamiento de cocinas por inducción por tratarse de una aplicación de la inducción magnética muy utilizada.

- 1) Límite provisional previsto para el ruido del campo eléctrico radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
 

: 100  $\mu$ V/m@30m (40 dB  $\mu$ V/m@30m)
  - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
 

: 30  $\mu$ V/m@30m (29,5 dB $\mu$ V/m@30m)
  - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 

: 100  $\mu$ V/m@30m (40 dB  $\mu$ V/m@30m)
- 2) Límite provisional previsto para el ruido del campo magnético radiado
  - a) Gama de frecuencias de la TIP (gama de frecuencias utilizada para la transmisión de potencia)
 

: 0,265  $\mu$ A/m@30m (-11,5 dB  $\mu$ A/m@30m)

- b) Gama de frecuencias 526,5-1606,5 kHz  
: 0,0796  $\mu\text{A/m@30m}$  (-22,0 dB $\mu\text{A/m@30m}$ )
- c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior  
: 0,265  $\mu\text{A/m@30m}$  (-11,5 dB  $\mu\text{A/m@30m}$ )

**4 Resultados de mediciones del ruido radiado y del ruido conducido**

A continuación se describen los resultados de mediciones del ruido radiado, del ruido conducido y mediciones conexas para cada sistema TIP. Los sistemas TIP medidos en este caso son para pruebas y están en desarrollo.

**4.1 Resultados de mediciones de un sistema TIP para la carga de vehículos eléctricos**

1) Visión general del equipo de pruebas

Como se muestra en el Cuadro A3-1 para esta medición se prepararon dos equipos de pruebas. En el equipo de pruebas A la frecuencia de la TIP es de 120 kHz y se utilizan bobinas circulares planas para transmisión y para recepción. En el equipo de pruebas B, la frecuencia es de 85 kHz y se utilizan bobinas de tipo solenoidal para transmisión y para recepción. El equipo de pruebas B incluye asimismo dispositivos para suprimir los armónicos de orden superior de la frecuencia TIP. En las Figs. A3-9 y A3-10 se muestran fotografías de los equipos.

CUADRO A3-1

**Visión general del equipo de pruebas para carga de EV**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Sistema TIP             | Carga de vehículos eléctricos (EV)   |
| Tecnología TIP          | Resonancia magnética   |
| Frecuencia TIP          | Equipo de prueba A: 120 kHz<br>Equipo de prueba B: 85 kHz                        |
| Condiciones para la TIP | Transferencia de potencia: 3 kW<br>Distancia de trasferencia de potencia: 150 mm |

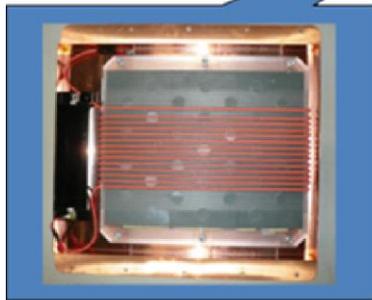
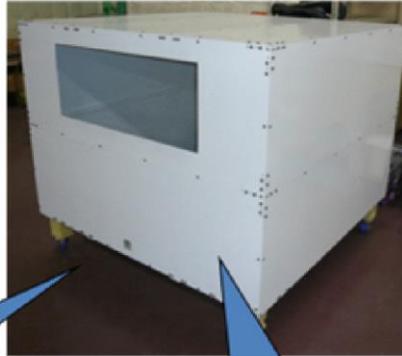
FIGURA A3-9  
Equipo de prueba A



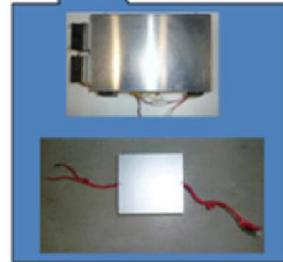
FIGURA A3-10

**Equipo de prueba B**

Simulación de carrocería de automóvil



Bobina Tx (tipo solenoide)



Circuito rectificador y de adaptación

Informe SM.2303-A3-10

## 2) Resultados de mediciones del ruido radiado

Se ha medido el ruido radiado en cada uno de los equipos de prueba en una cámara apantallada. La distancia de medición fue de 10 m. La intensidad de campo a 30 m se obtiene mediante la siguiente regla de traslación que figura en la reglamentación de Japón.

[Factor de atenuación debido a la diferencia en la distancia de medición de 10 a 30 m]

Frecuencias inferiores a 526,5 kHz: 1/27

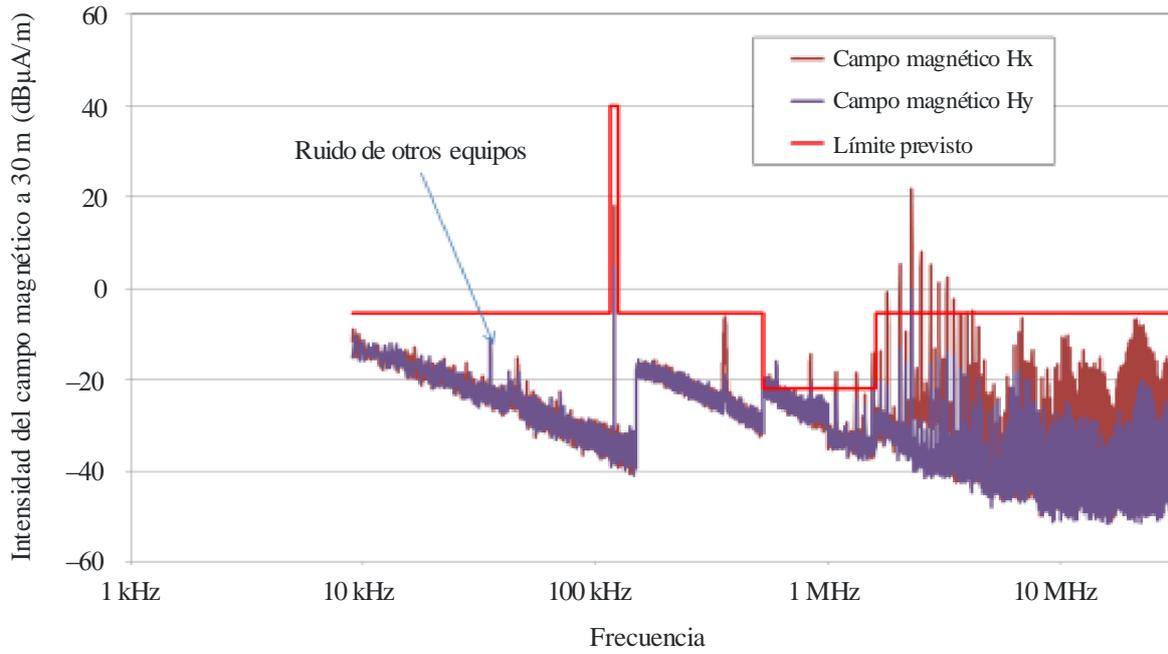
Entre 526,5 y 1 606,5 kHz: 1/10

Por encima de 1 606,5 kHz hasta 30 MHz: 1/6

Las Figs. A3-11 y A3-12 muestran los resultados de las mediciones en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz. La Fig. A3-13 describe los resultados de las mediciones de los armónicos de cada equipo de pruebas. Los resultados de estas mediciones muestran que el equipo de pruebas B cumple el límite provisional previsto para el ruido radiado. El equipo de pruebas A cumple el límite provisional previsto para la frecuencia TIP pero no lo hace para otras gamas de frecuencias. No obstante se estima que, incluyendo dispositivos adecuados para suprimir el ruido de alta frecuencia, se logrará cumplir el límite provisional previsto.

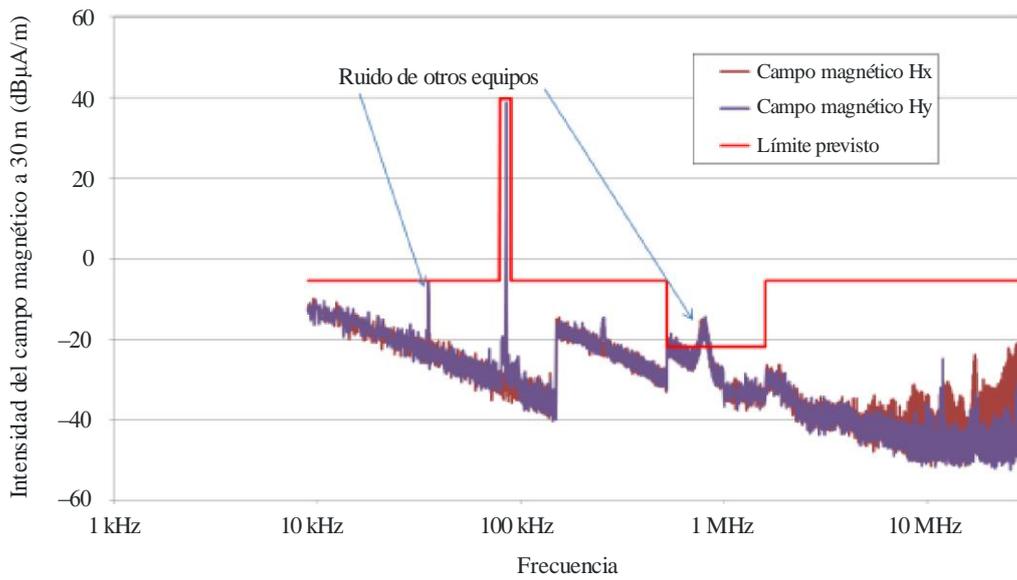
En las Figs. A3-14 y A3-15 se muestran los resultados en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz.

FIGURA A3-11  
**Ruido radiado del equipo de pruebas A**  
 (9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)



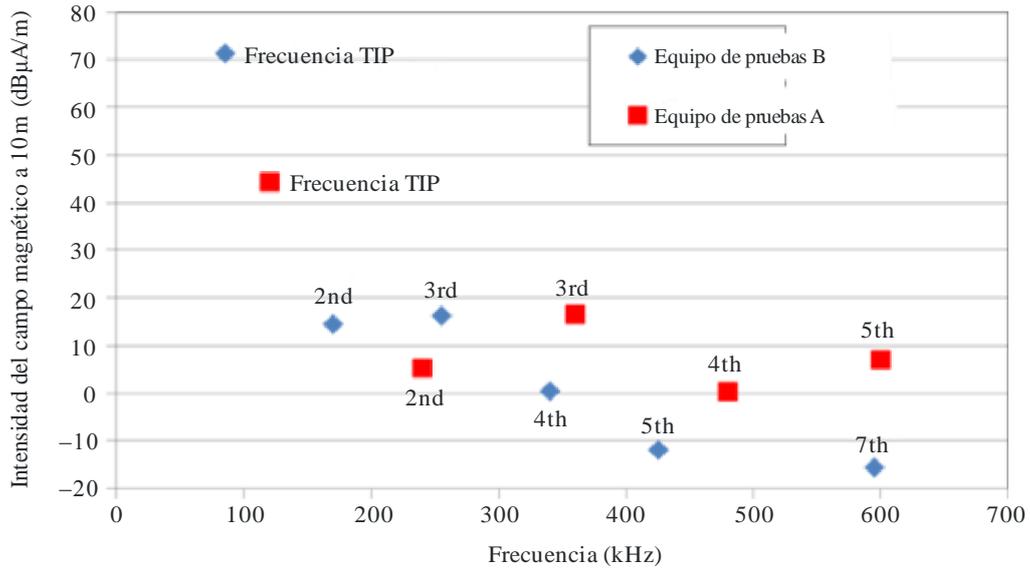
Informe SM.2303-A3-11

FIGURA A3-12  
**Ruido radiado del equipo de pruebas B**  
 (9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)



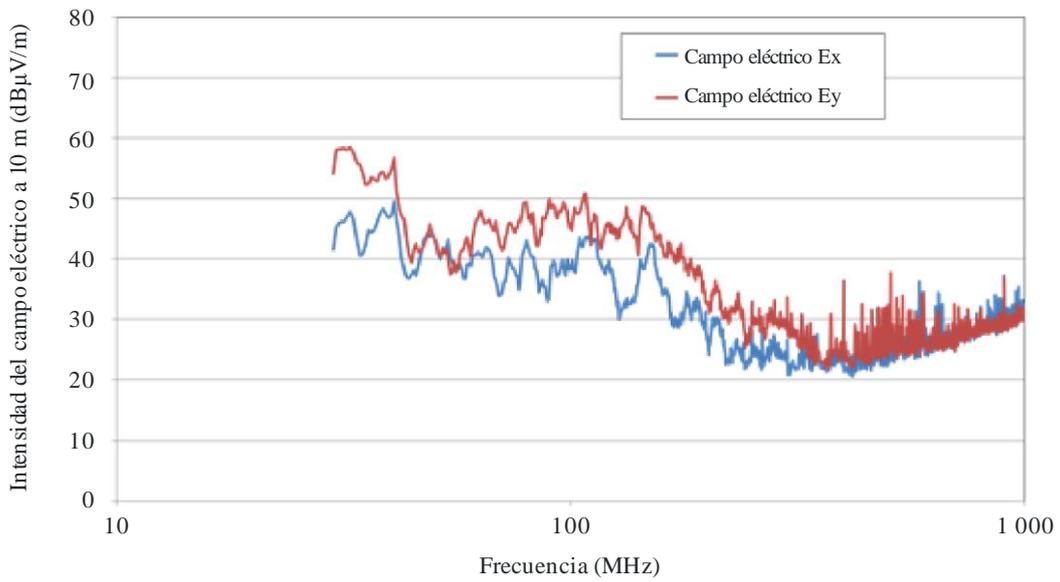
Informe SM.2303-A3-12

FIGURA A3-13  
**Resultados de medición de armónicos de orden superior**  
**(Valor de cuasi cresta)**



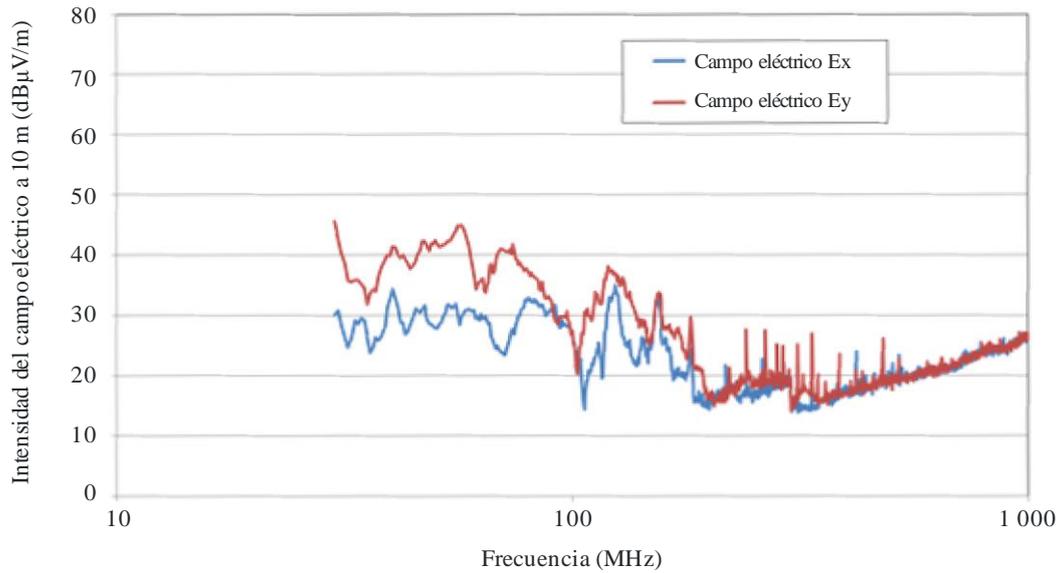
Informe SM.2303-A3-13

FIGURA A3-14  
**Ruido radiado del equipo de pruebas A**  
**(30 MHz – 1 GHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-14

FIGURA A3-15  
**Ruido radiado del equipo de pruebas B**  
**(30 MHz – 1 GHz, valor de cresta)**

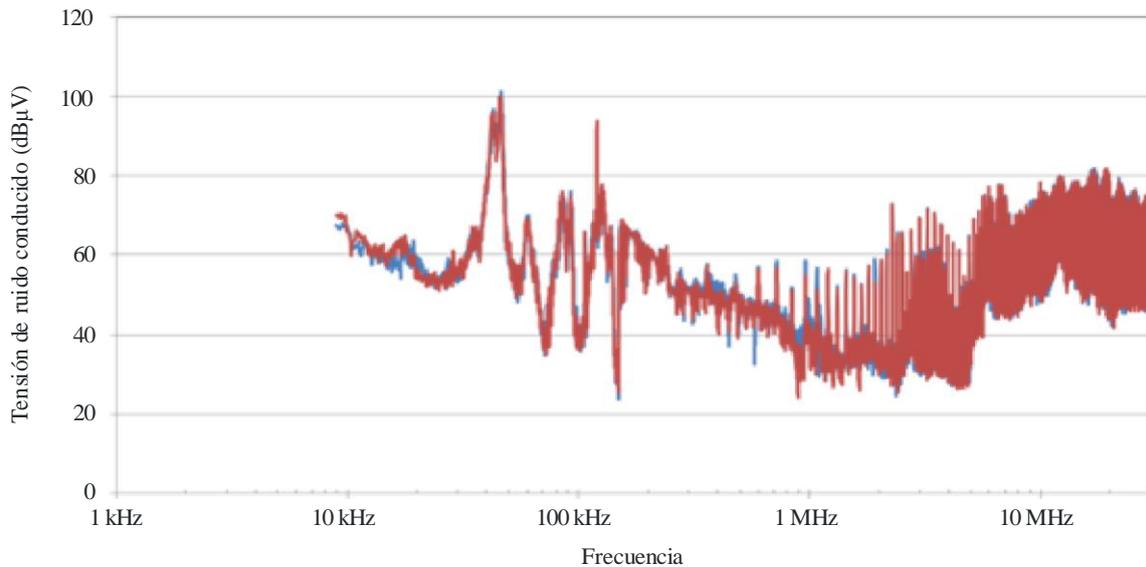


Informe SM.2303-A3-15

3) Resultados de mediciones del ruido conducido

En las Figs. A3-16 y A3-17 se muestran los resultados del ruido conducido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz.

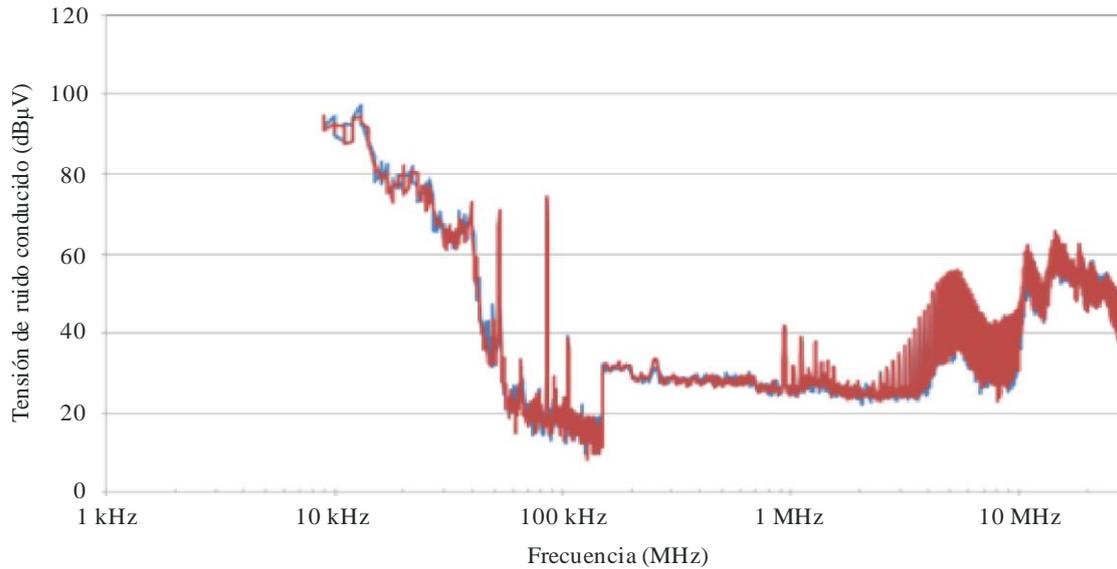
FIGURA A3-16  
**Ruido conducido del equipo de pruebas A**  
**(9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-16

FIGURA A3-17

**Ruido conducido del equipo de pruebas B  
(9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-17

#### 4.2 Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética

##### 1) Visión general del equipo de pruebas

El Cuadro A3-2 muestra una visión general del equipo de pruebas para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética. La frecuencia de la TIP es 6,78 MHz. La Fig. A3-18 describe la estructura de una bobina típica para este equipo de pruebas.

El dispositivo portátil que se mide en este caso tiene la estructura de la bobina en su interior. La potencia transmitida es de 16,8 W. En los resultados de las mediciones que se muestran a continuación la potencia transmitida es de 100 W y la distancia de medición se traslada a 30 m mediante el factor de traslación mencionado en el apartado 2) del § 4.1. Cabe destacar que este equipo de pruebas no dispone de dispositivos de supresión de armónicos de orden superior de la frecuencia de TIP.

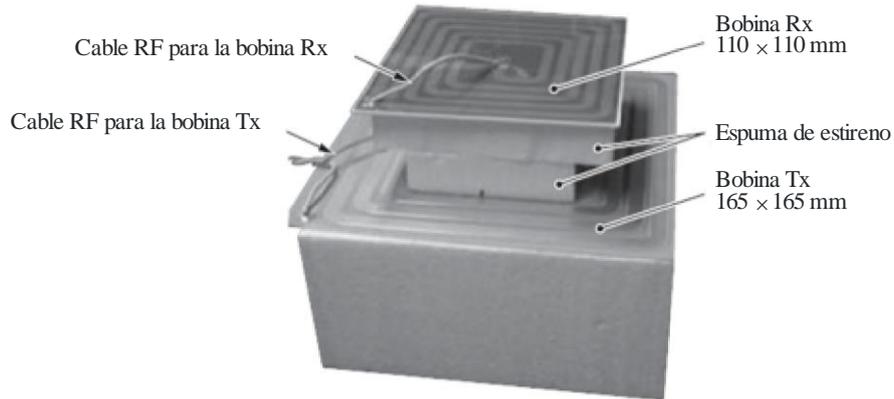
CUADRO A3-2

**Visión general del equipo de pruebas para dispositivos móviles  
y portátiles que utilizan resonancia magnética**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Sistema TIP             | Dispositivos móviles y de tecnologías de la información                                    |
| Tecnología TIP          | Resonancia magnética   |
| Frecuencia TIP          | 6,78 MHz   |
| Condiciones para la TIP | Potencia transferida: 16,8 W<br>Distancia de transferencia de potencia: varios centímetros |

FIGURA A3-18

**Estructura de bobina típica del equipo de pruebas para dispositivos móviles y portátiles que utilizan resonancia magnética**



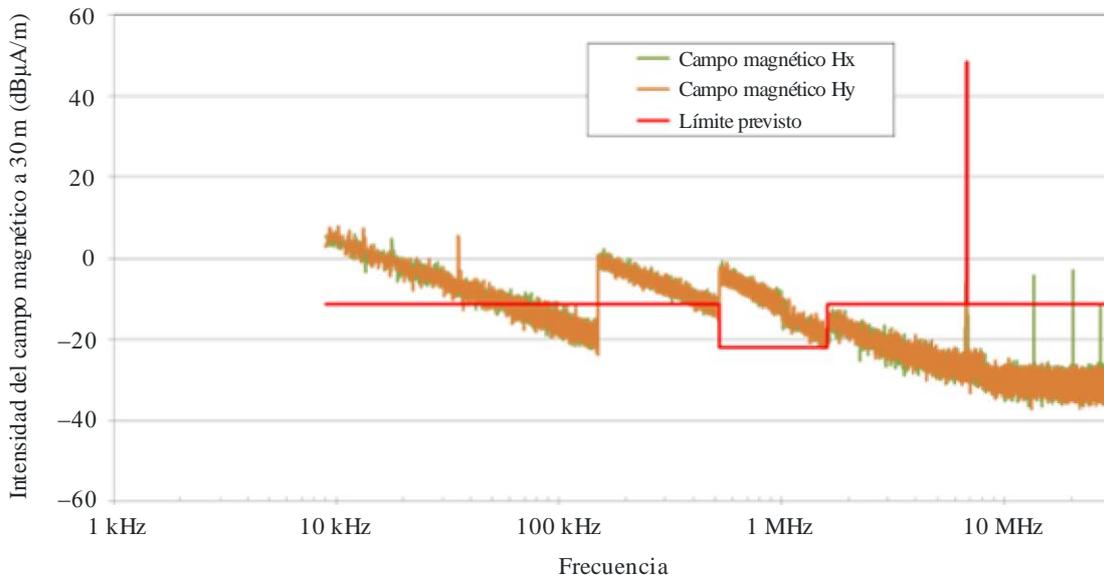
Informe SM.2303-A3-18

2) Resultados de las mediciones del ruido radiado

Se ha medido el ruido radiado del equipo de pruebas en una cámara apantallada. En las Figs. A3-19, A3-20 y A3-21 se muestran los resultados de las mediciones en las gamas de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz, de 30 MHz a 1 GHz y de 1 GHz a 6 GHz, respectivamente. Asimismo, la Fig. A3-22 muestra los resultados de las mediciones de los armónicos de nivel superior de este equipo. Las conclusiones de estas mediciones son que este equipo de pruebas cumple el límite provisional previsto del ruido radiado para la frecuencia de TIP y que no se emite ruido por encima de 1 GHz.

FIGURA A3-19

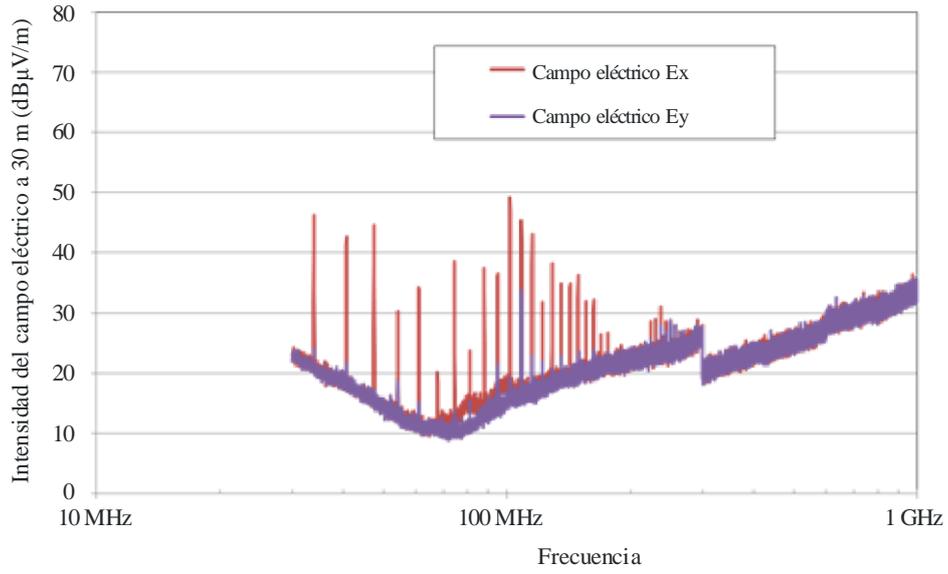
**Ruido radiado del equipo de pruebas (9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-19

FIGURA A3-20

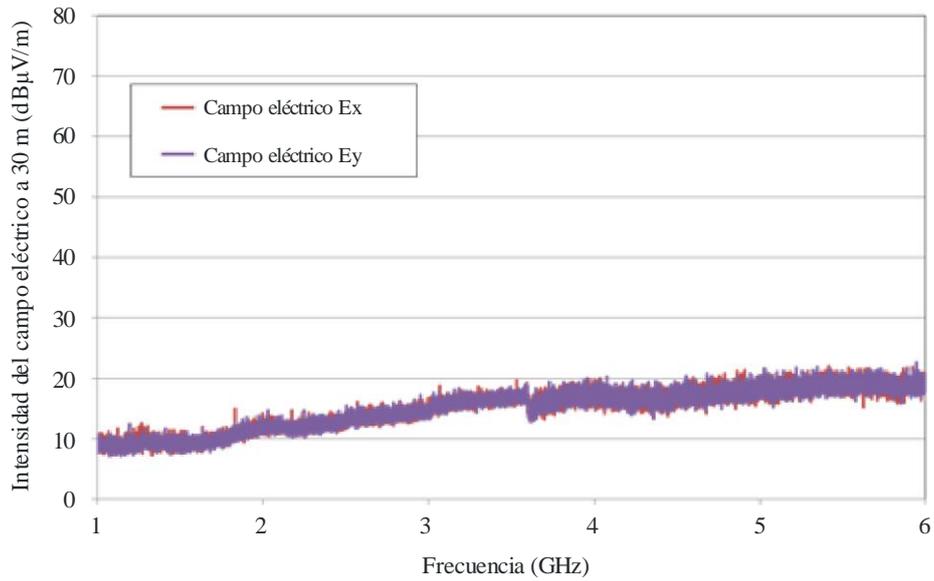
**Ruido radiado del equipo de pruebas  
(30 MHz – 1 GHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-20

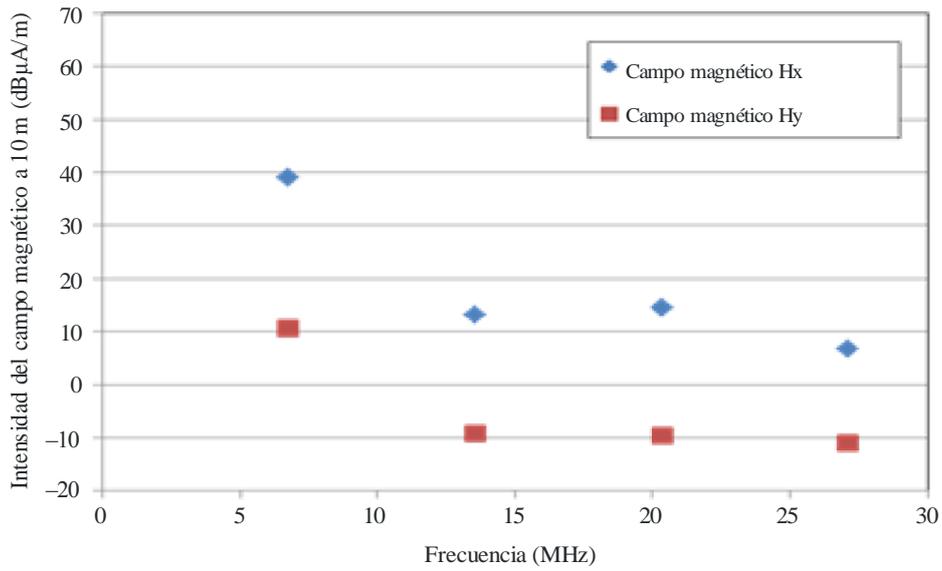
FIGURA A3-21

**Ruido radiado del equipo de pruebas  
(1-6 GHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-21

FIGURA A3-22  
**Resultados de las mediciones de armónicos de orden superior**  
**(Valor de cuasi cresta)**

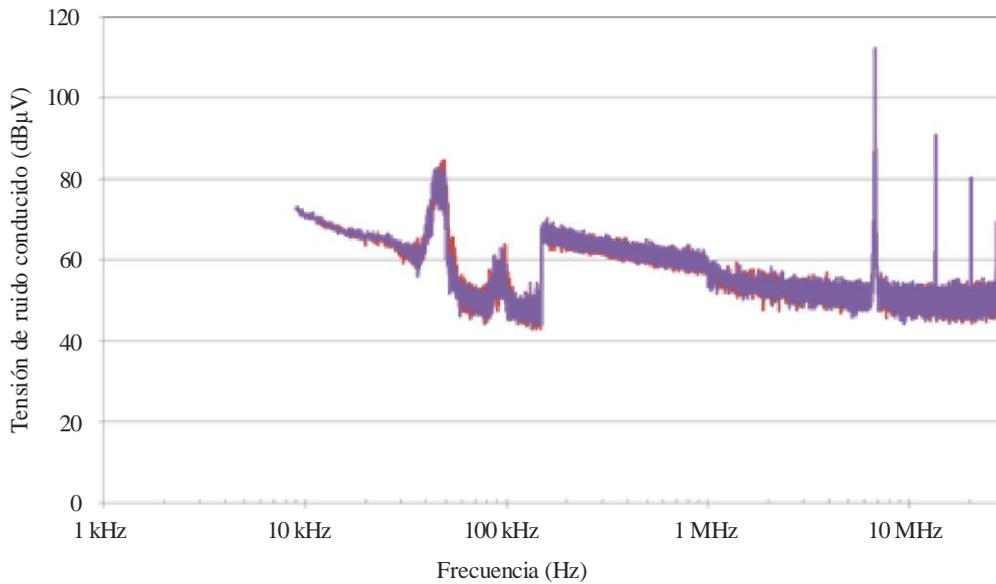


Informe SM.2303-A3-22

3) Resultados de las mediciones del ruido conducido

En la Fig. A3-23 se muestran los resultados de las mediciones del ruido conducido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz.

FIGURA A3-23  
**Ruido conducido del equipo de pruebas**  
**(9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-23

**4.3 Resultados de mediciones de aparatos de uso doméstico que utilizan tecnología de inducción magnética**

1) Visión general del equipo de pruebas

El Cuadro A3-3 muestra una visión general del equipo de pruebas para aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética. Como se muestra en la Fig. A3-24, se dispone de dos estructuras de bobina para este sistema TIP. La frecuencia de la TIP es 23,4 kHz y 94 kHz. Las potencias de transmisión son de 1,5 kW para el equipo de pruebas A y de 1,2 kW para el equipo de pruebas B. La distancia de medición se traslada a 30 m mediante el factor de traslación que figura en el apartado 2) del § 4.1. Cabe destacar que dos elementos de este equipo incluyen dispositivos para suprimir los armónicos de orden superior de la frecuencia TIP.

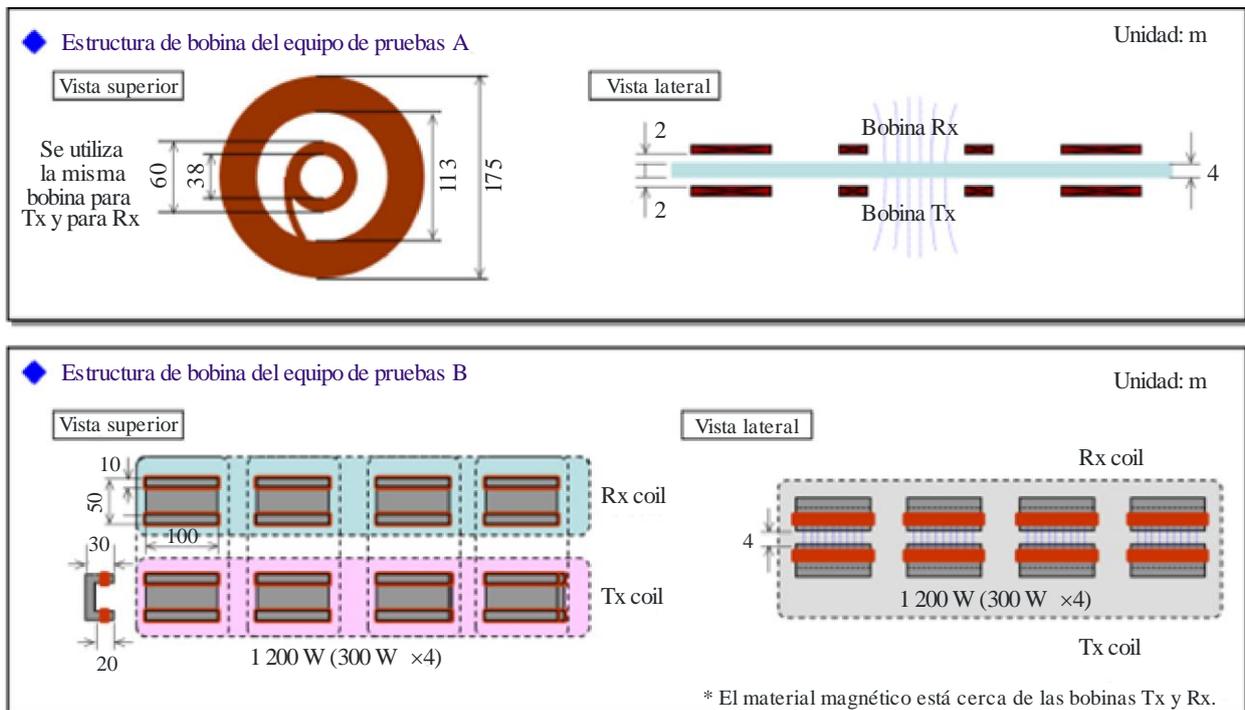
CUADRO A3-3

**Visión general del equipo de pruebas para aparatos de uso doméstico que utilizan inducción magnética**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Sistema TIP             | Aparatos de uso doméstico   |
| Tecnología TIP          | Tecnología de inducción magnética   |
| Frecuencia TIP          | Equipo de pruebas A: 23,4 kHz<br>Equipo de pruebas B: 95 kHz  |
| Condiciones para la TIP | Potencia transferida (Equipo de pruebas A): 1,5 kW<br>Potencia transferida (Equipo de pruebas B): 1,2 kW<br>Distancia de transferencia de potencia: inferior a 1 cm |

FIGURA A3-24

**Estructuras típica de las bobina de equipos de pruebas para aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética**



2) Resultados de las mediciones del ruido radiado

Se ha medido el ruido radiado de cada equipo de pruebas en una cámara apantallada. En las Figs. A3-25 y A3-26 se muestran los resultados de las mediciones en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz para cada equipo. Las mediciones en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz se realizaron únicamente para el equipo de pruebas A. Este resultado se muestra en la Fig. A3-27. Las conclusiones a estas mediciones son que los dos equipos de pruebas cumplen el límite provisional previsto de ruido radiado para la frecuencia de TIP y para frecuencias superiores.

FIGURA A3-25  
**Ruido radiado del equipo de pruebas A**  
 (9 kHz – 30 MHz, valor de cuasi cresta)

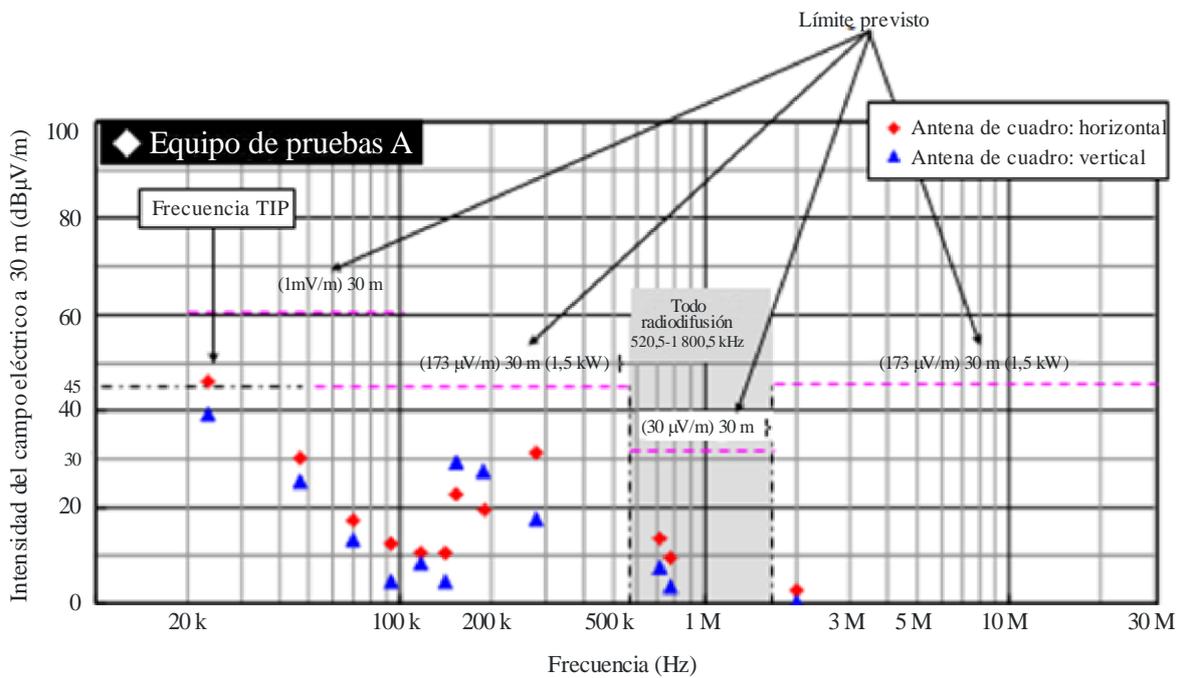
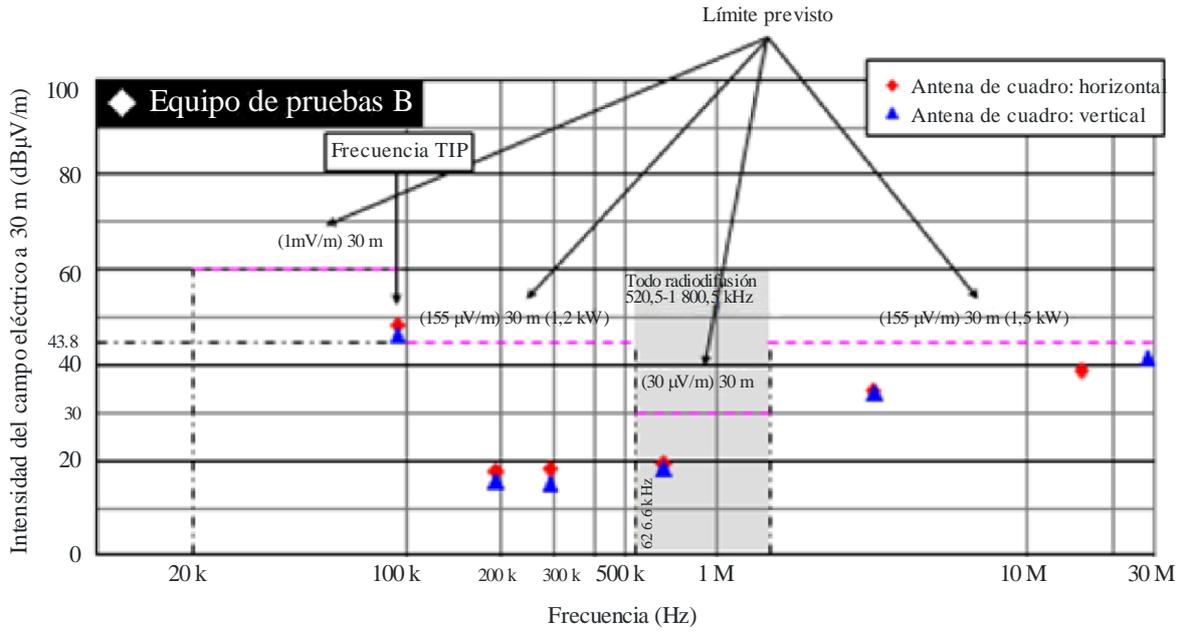


FIGURA A3-26

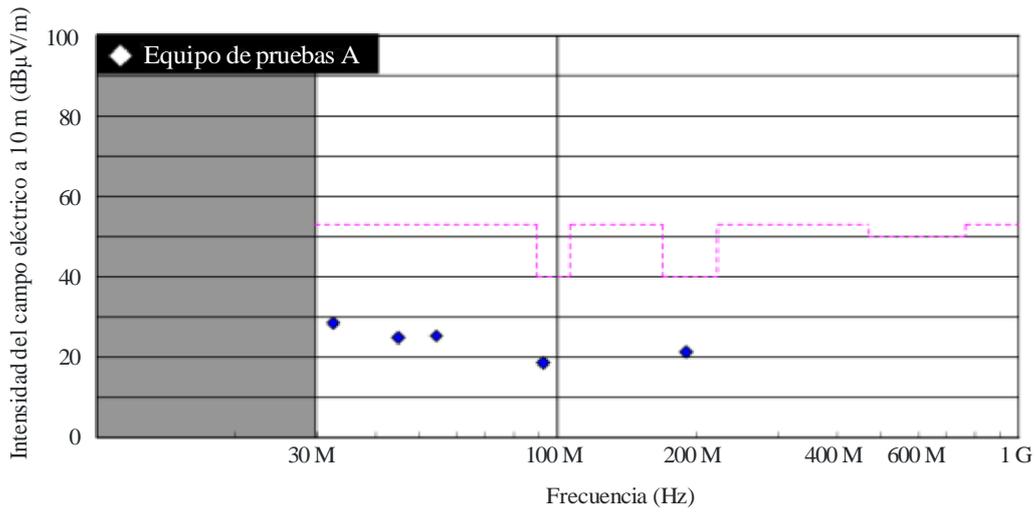
**Ruido radiado del equipo de pruebas B  
(9 kHz – 30 MHz, valor de cuasi cresta)**



Informe SM.2303-A3-26

FIGURA A3-27

**Ruido radiado del equipo de pruebas A  
(30 MHz – 1 GHz, valor de cuasi cresta)**

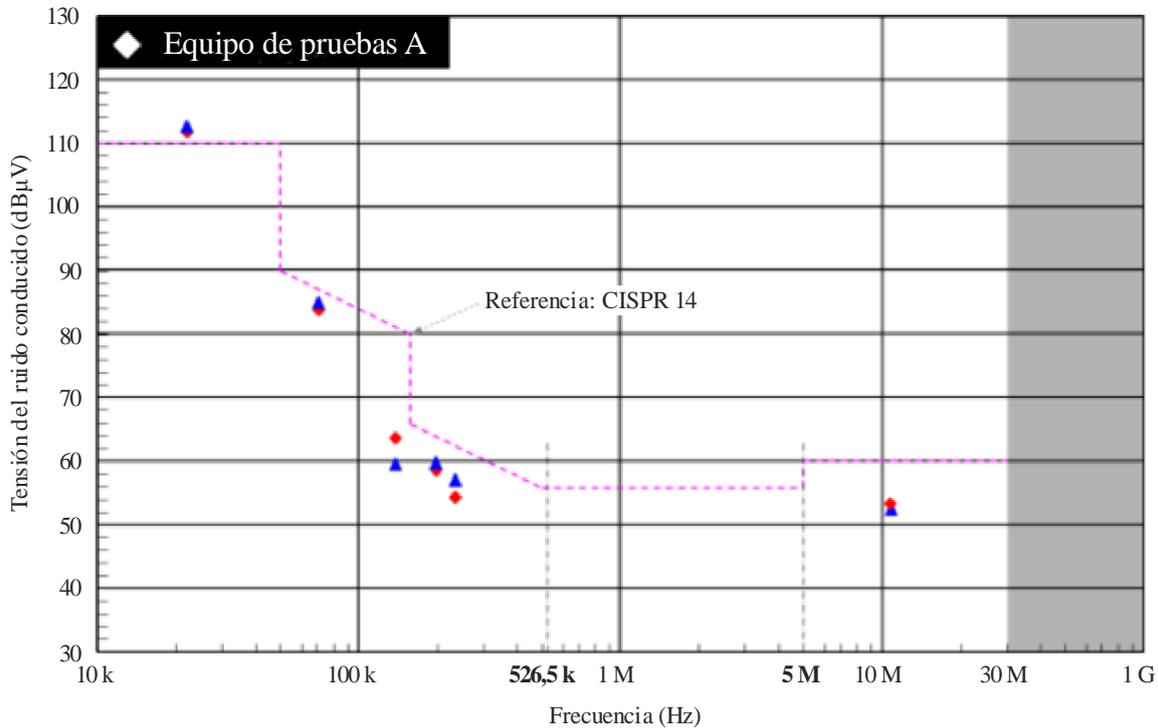


Informe SM.2303-A3-27

3) Resultados de las mediciones del ruido conducido

En la Fig. A3-28 se muestran los resultados de las mediciones del ruido conducido en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz.

FIGURA A3-28  
**Ruido conducido del equipo de pruebas A**  
 (9 kHz – 30 MHz, valor de cuasi cresta)



Informe SM.2303-A3-28

**4.4 Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo**

1) Visión general del equipo de pruebas

El Cuadro A3-4 muestra una visión general del equipo de pruebas para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo. Las Figs. A3-29 y A3-30 muestran el equipo de pruebas para esta medición y el diagrama de bloques del sistema TIP, respectivamente. La frecuencia TIP es 493 kHz. La potencia de transmisión es de 40 W como máximo. Cabe destacar que este equipo de pruebas adopta el mayor número posible de requisitos de productos comerciales, incluido el diseño del apantallamiento para suprimir la emisión radiada y los armónicos de orden superior.

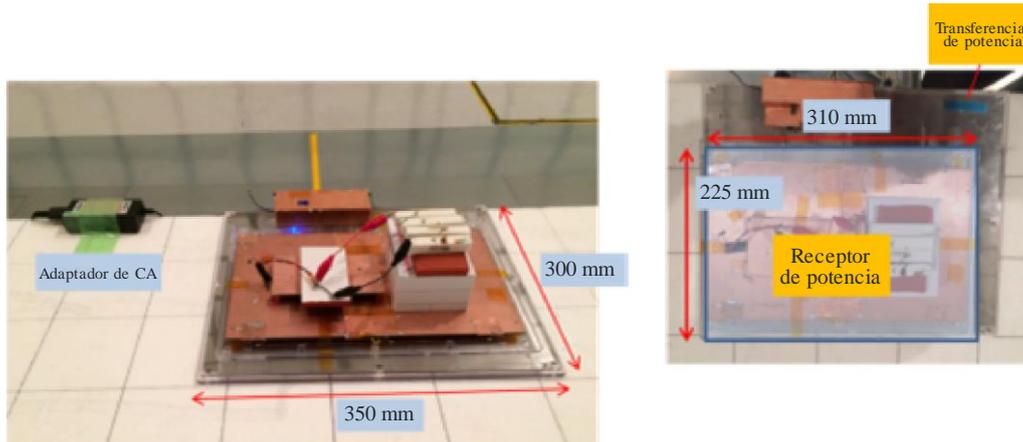
CUADRO A3-4

**Visión general del equipo de pruebas para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Sistema TIP             | Dispositivos móviles y de tecnologías de la información                         |
| Tecnología TIP          | Acoplamiento del campo eléctrico  |
| Frecuencia TIP          | 493 kHz   |
| Condiciones para la TIP | Potencia transferida: 40 W máx.<br>Distancia de transferencia de potencia: 2 mm |

FIGURA A3-29

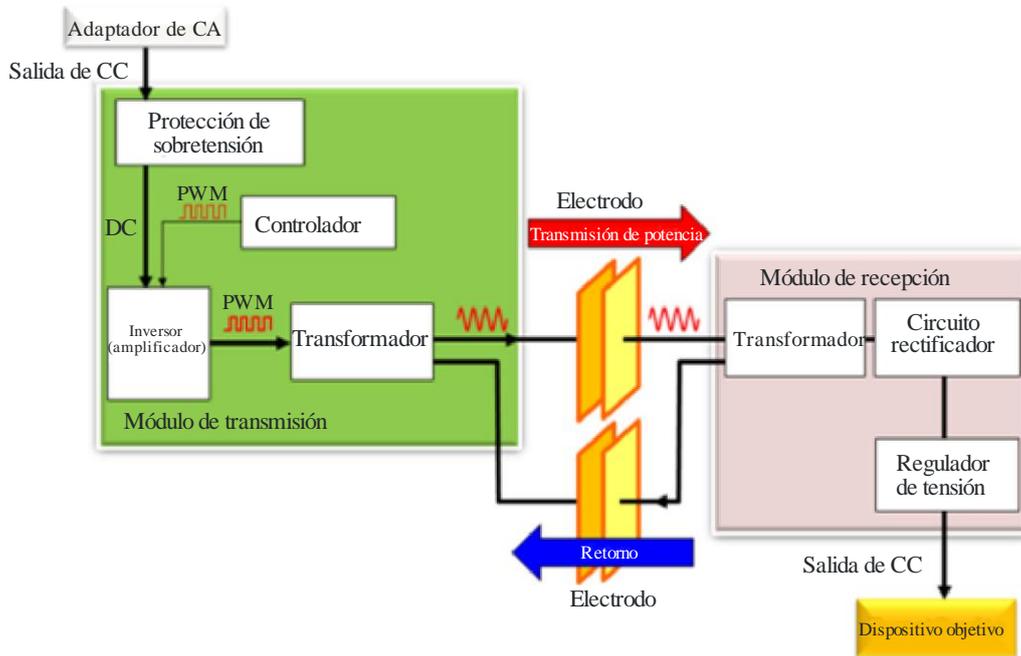
**Equipo de pruebas para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo**



Informe SM.2303-A3-29

FIGURA A3-30

**Diagrama de bloques de un sistema TIP para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo**



Informe SM.2303-A3-30

2) Resultados de las mediciones del ruido radiado

Se ha medido el ruido radiado del equipo de pruebas en una cámara apantallada. En las Figs. A3-31, A3-32 y A3-33 se muestran los resultados de las mediciones en las gamas de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz, de 30 MHz a 1 GHz y de 1 GHz a 6 GHz, respectivamente. Los resultados de las mediciones de la Fig. A3-31 muestran que el ruido radiado es inferior al límite provisional previsto, lo que puede deberse a la forma en que se suprimen la radiación y la emisión.

FIGURA A3-31

**Ruido radiado**  
(9 kHz – 30 MHz, valor de cresta)

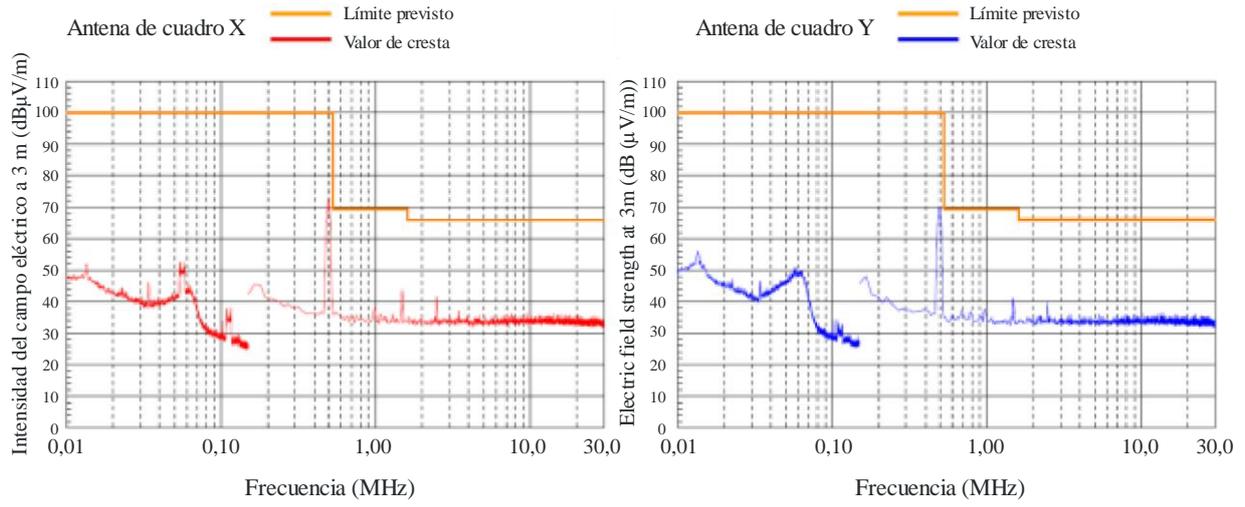


FIGURA A3-32  
Ruido radiado  
(30 MHz – 1 GHz, valores de cresta y cuasi cresta)

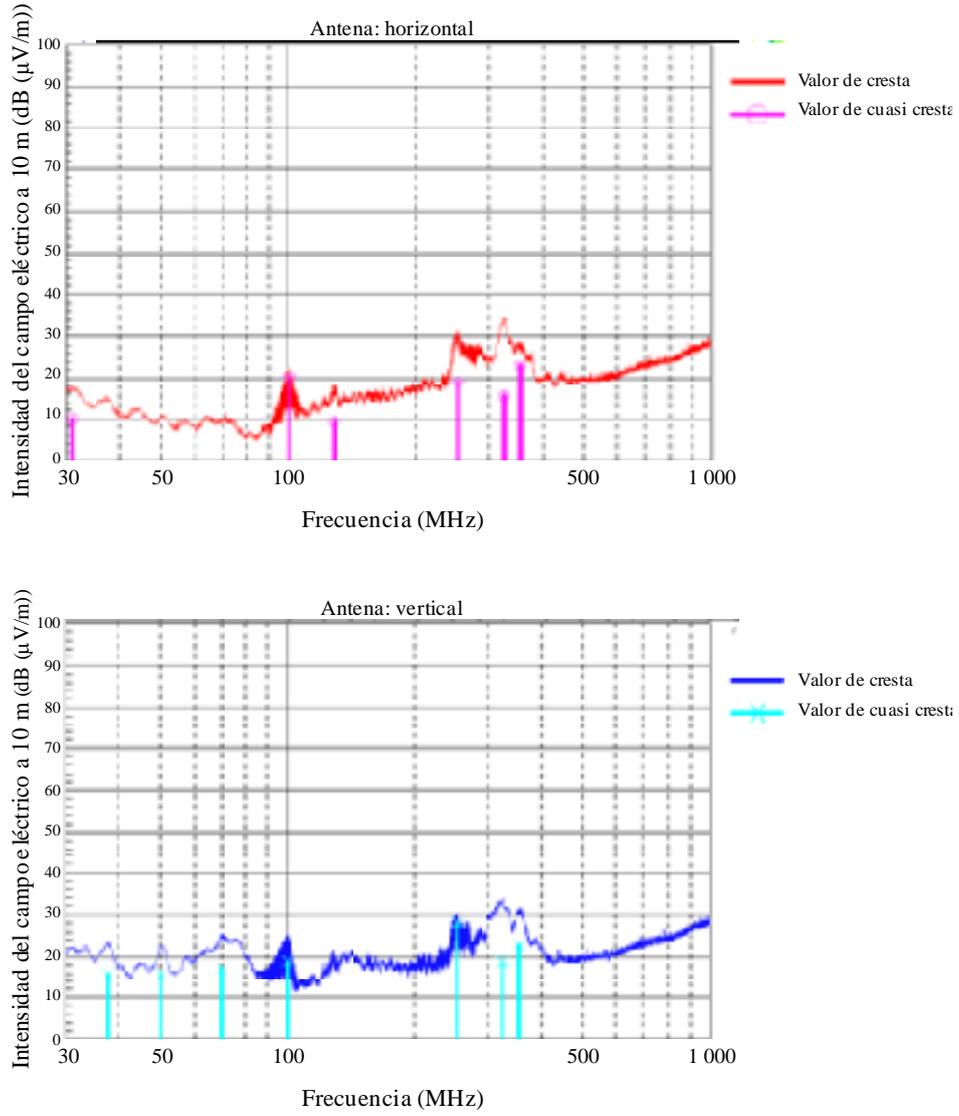
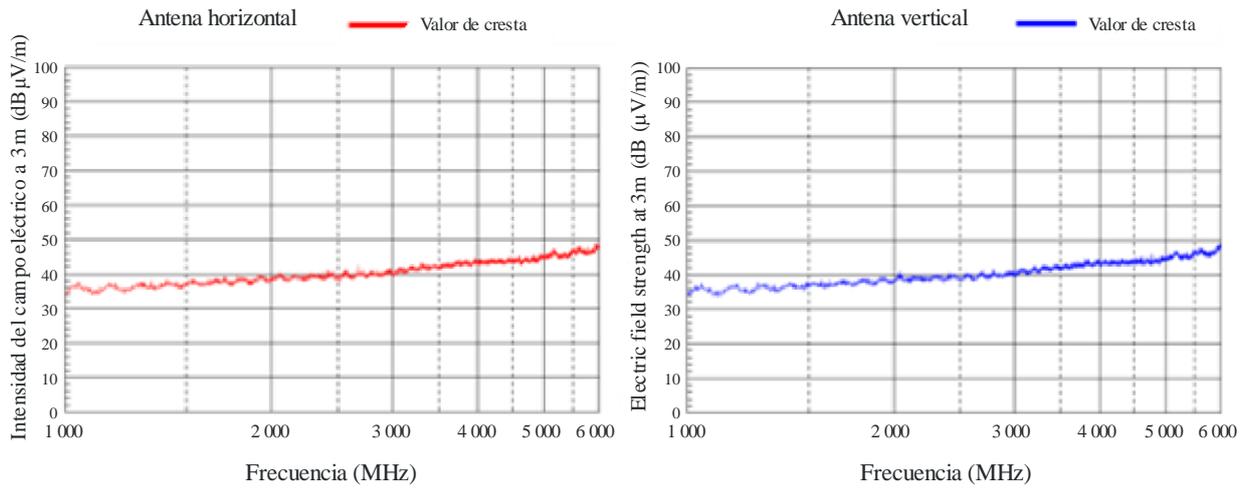


FIGURA A3-33

**Ruido radiado  
(1-6 GHz, valor de cresta)**



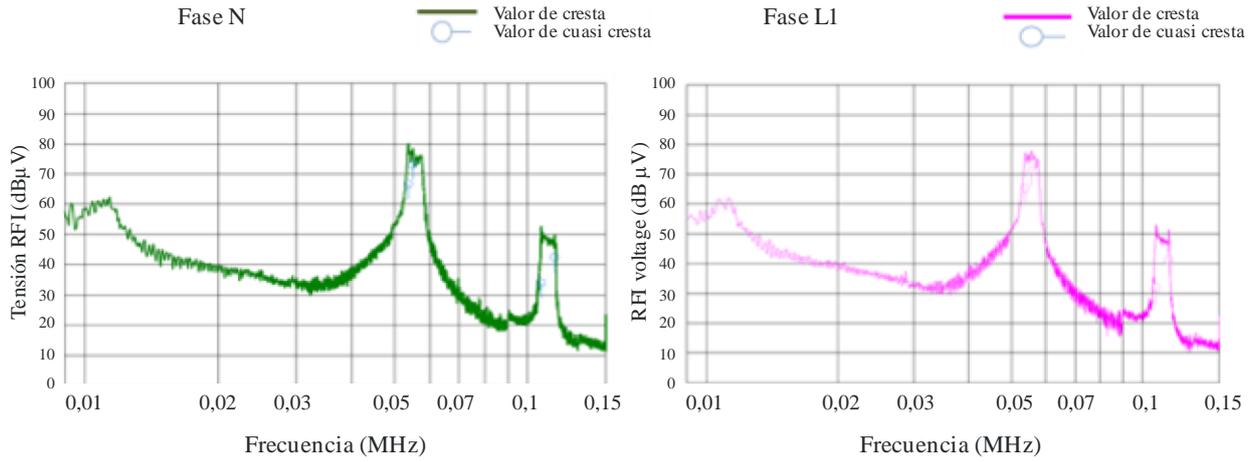
Informe SM.2303-A3-33

3) Resultados de las mediciones de ruido conducido

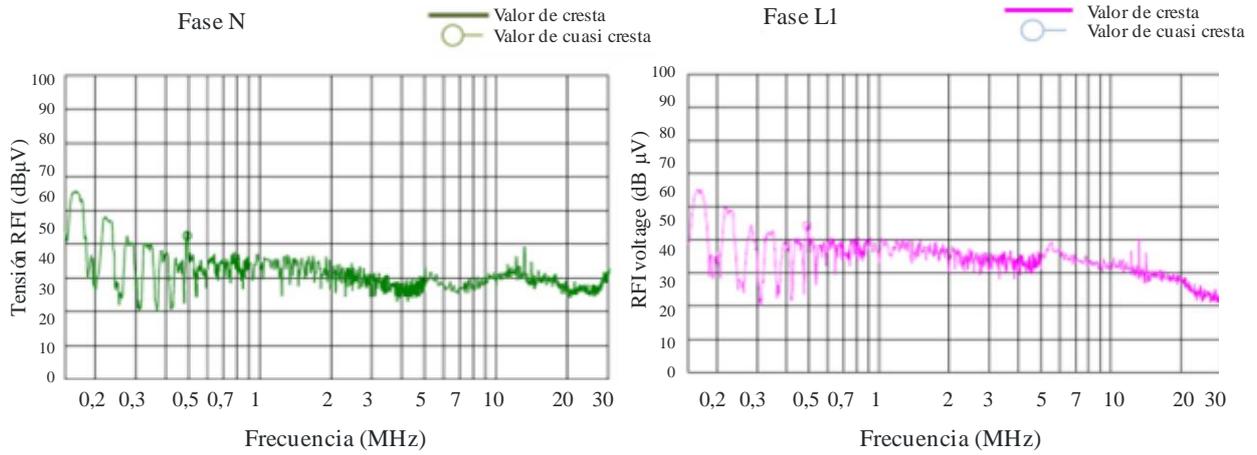
En la Fig. A3-34 se muestran los resultados de las mediciones del ruido conducido para la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz.

FIGURA A3-34

**Ruido conducido del equipo de pruebas  
(9 kHz – 30 MHz, valores de cresta y de cuasi cresta)**



a) 9 kHz - 150 kHz



b) 150 kHz - 30 MHz