

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Informe UIT-R SM.2303-0
(06/2014)

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

Serie SM
Gestión del espectro

15 
1865-2015



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

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, 2015

© UIT 2015

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.2303-0

Transmisión inalámbrica de potencia mediante tecnologías distintas de las de haces radioeléctricos**1 Introducción**

El presente Informe incluye propuestas de gamas de frecuencias y de posibles valores asociados para emisiones fuera de banda que no se hayan acordado en el seno del UIT-R y que requieran estudios ulteriores 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.

Están en su mayor parte especificadas las frecuencias oportunas 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. 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 informe sobre la encuesta de la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT) sobre TIP [1] facilita la información más reciente sobre los debates relativos a la reglamentación en los países miembros de la APT en materia de TIP para su posible comercialización.

Este Informe 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 Informe 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 (Automated Guided Vehicle, AGV), 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 en aplicaciones relacionadas

3.1 Para dispositivos portátiles y móviles

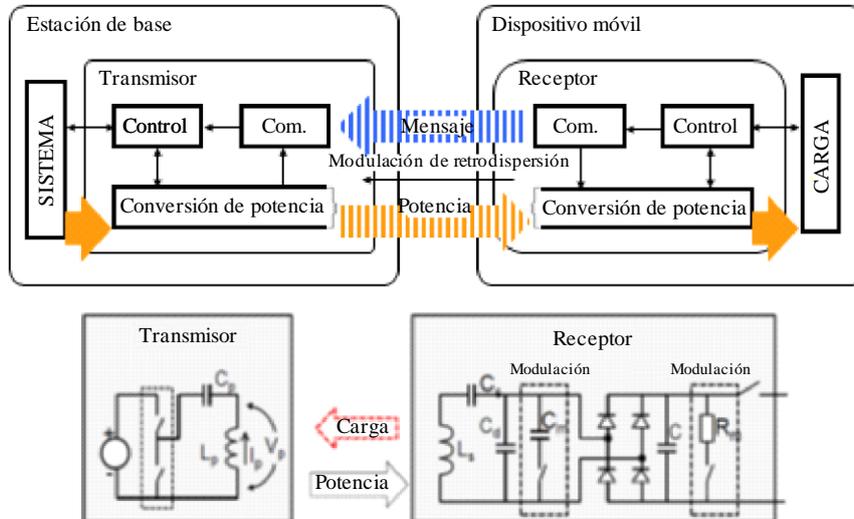
3.1.1 Tecnología TIP de inducción magnética

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



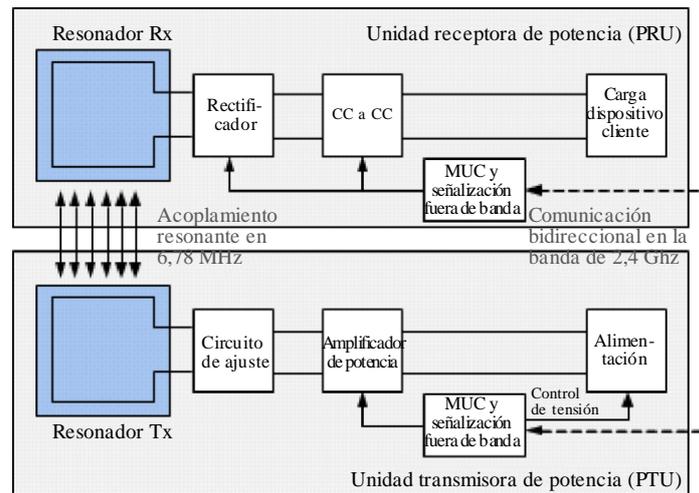
Informe SM.2303-3-01

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 de 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

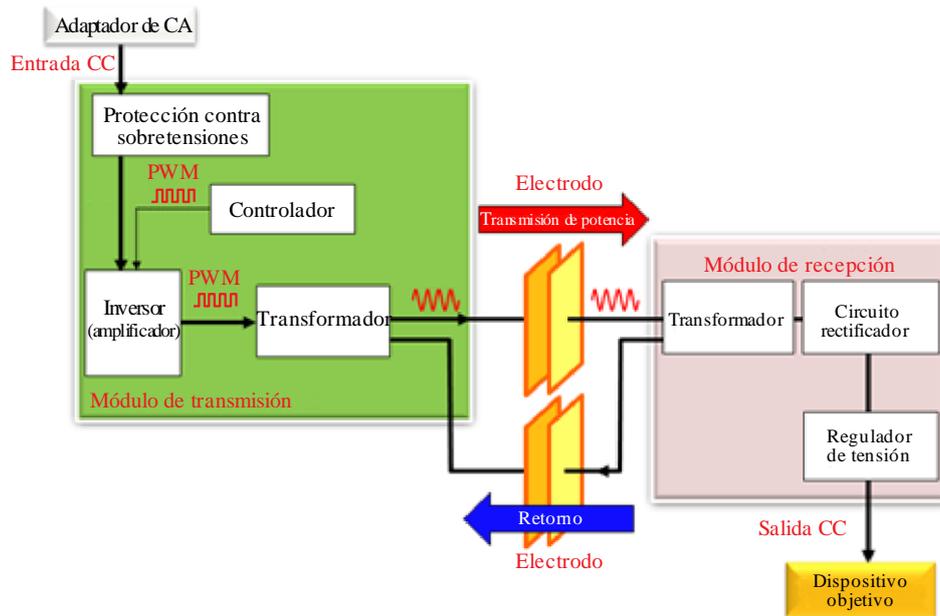
3.1.3 TIP de acoplamiento capacitivo

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

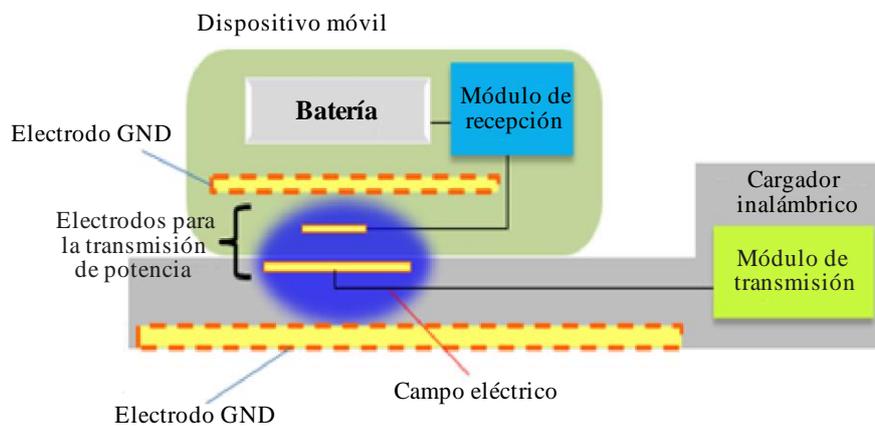
Diagrama de bloques de un sistema TIP de acoplamiento capacitivo



Informe SM.2303-3-03

FIGURA 3.4

Estructura típica del sistema de acoplamiento capacitivo



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 de 10 kHz a 100 kHz.

Los productos para la cocina deben cumplir la normativa de seguridad y de campo electromagnético (EMF). Por ello, 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

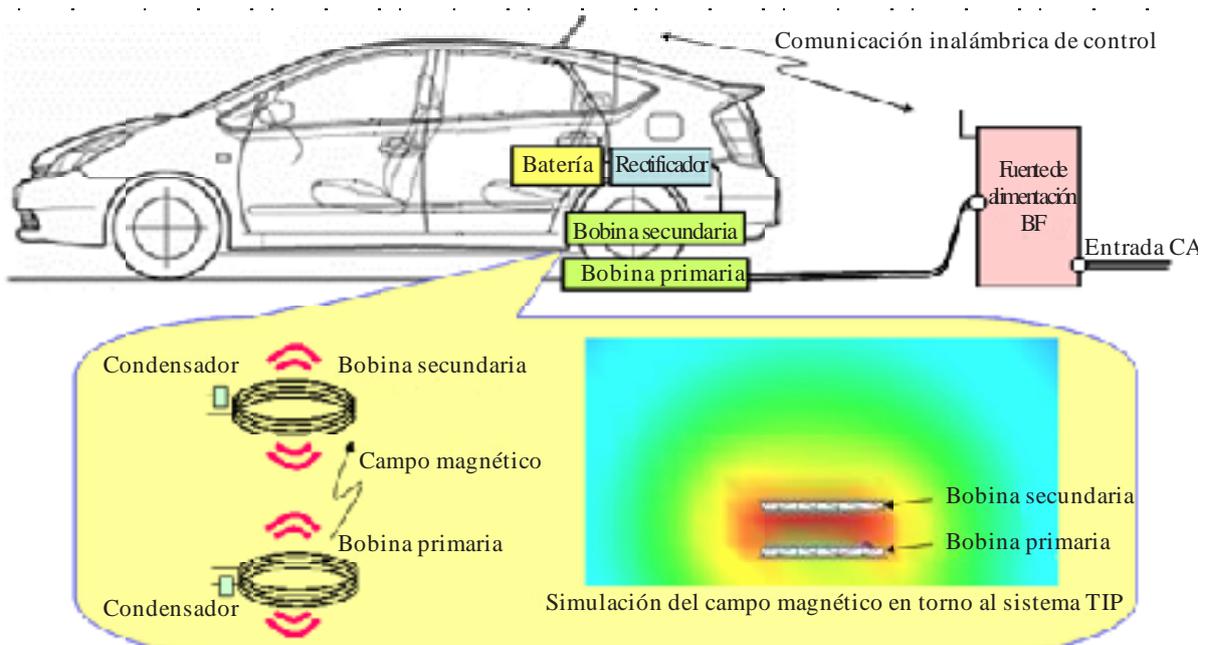
La transmisión inalámbrica de potencia mediante campo magnético (MF-WPT) es uno de los temas principales en los debates sobre normalización de las normas IEC PT61980 y SAE J2954TF en relación con la TIP para vehículos eléctricos, incluidos los vehículos eléctricos híbridos enchufables, aunque existen 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

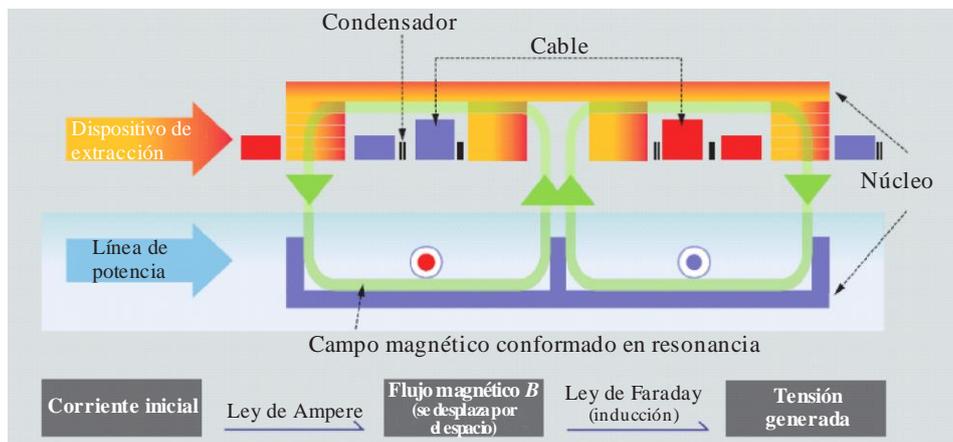
Ejemplo de un sistema TIP para vehículos eléctricos incluidos los híbridos enchufables



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 multimedios.

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 está actualmente realizando un 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 2014. Las restantes con potencias más elevadas (> 50 W) están previstas para 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 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. En el Capítulo 6 se facilita más información. En relación con los resultados recientes de los estudios del BMF, están en curso nuevas tareas de reglamentación. Los resultados se tendrán 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	http://www.kats.go.kr/en_kats/	En curso – Gestión de recarga de múltiples dispositivos.
KWPF	http://www.kwpf.org	En curso – Espectro relativo a la TIP – Reglamentación relativa a la TIP – TIP de resonancia magnética – TIP de inducción magnética. Completado – Casos de uso – Escenario de servicio – Requisitos funcionales – Comunicaciones en banda para la TIP – Control para la gestión de la TIP.
TTA	http://www.tta.or.kr/English/index.jsp	Completado – Casos de uso – Escenario de servicio – Eficiencia – Evaluación – Comunicaciones en banda para la TIP – Control para la gestión de la TIP. En curso – TIP de resonancia magnética – 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

Nombre de la organización	Actividades
CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques)	La TIP se está debatiendo en la SC-B del CISPR (Interferencias relativas a los aparatos radioeléctricos ISM y líneas eléctricas aéreas, etc.). Las restantes SC consideran la TIP cuando corresponde.
IEC TC 100	Estudio de informes técnicos relativos a la TIP: <ul style="list-style-type: none"> – Proyecto TC 100 Fase 0 de la CEI. – Estudio completado en julio de 2012. – Elaboración de informes técnicos.
IEC 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.
ISO/IEC JTC 1 SC 6	Capa PHY en banda y protocolo de capa MAC de la TIP. <ul style="list-style-type: none"> – ISO/IEC JTC 1 SC 6 – En enero de 2012 se aprobó como asunto de trabajo. – En distribución como documento de trabajo.
UIT-R CE1 GT1A	Recomendación/Informe sobre aspectos regulatorios y de espectro sobre TIP. <ul style="list-style-type: none"> – Cuestión UIT-R 210-3/1 – Cuestión actualizada en noviembre de 2012. – En junio de 2013 se creó el CG-WPT para la elaboración de informes y recomendaciones.
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.
A4WP	Acoplamiento magnético resonante no radiactivo de alcance cercano o medio (acoplamiento altamente resonante) (TIP con acoplamiento de grado bajo). <ul style="list-style-type: none"> – Completada en 2012 la especificación técnica básica. – En enero de 2013 se entregó la especificación técnica (ver.1).
WPC	Soluciones para el acoplamiento inductivo de grado alto en una gama de valores de potencia. En internet se enumeran más de 120 miembros y 80 productos certificados incluidos los accesorios, cargadores y dispositivos. <ul style="list-style-type: none"> – 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. Comparte información en la región para estudiar y evaluar la TIP de baja y alta potencia. <ul style="list-style-type: none"> – Entregado el primer Informe Técnico sobre TIP del CJK en abril de 2013. – Se entregará el segundo Informe Técnico sobre TIP en la primavera de 2014.

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 de clasificación de los equipos electrónicos de potencia que ofrecen transmisión inalámbrica de potencia (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 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 CEI/CISPR 11 (o una norma de producto CEI más concreta, si existe)	N/A
2 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 CEI/CISPR 11 (o una norma de producto CEI más concreta, si existe)	No se precisa aplicación
3 Sistemas TIP con transferencia de datos o función de comunicación en distinta frecuencia que la transferencia de energía	EMC RR del UIT-R para aplicaciones ICM	Se recomienda el uso de las reglas del Caso 1 respecto del Caso 2 para la evaluación final de la posibilidad de interferencias 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 señal/control (radioeléctrico) y/o la función de comunicación del sistema TIP electrónico de potencia, pueden aplicar además las normas nacionales o regionales (tales como la evaluación de licencias y/o conformidades) en relación con el uso eficiente del espectro radioeléctrico. Para la homologación se pueden utilizar las normas nacionales o regionales correspondientes para equipos radioeléctricos, como, por ejemplo, de conformidad con 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 (SRD) 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 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 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 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 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 – 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 (SRD) 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>						
3 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 SRD que facilitan la transferencia de datos o /y funciones de comunicaciones para el producto TIP objeto de la homologación. 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 →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.

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 reciente 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 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. Actualmente se está analizando la máscara espectral de los sistemas TIP de acoplamiento capacitivo en la gama de frecuencias 425-524 kHz para cumplir 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).

En Japón, el BWF, la CEI, SAE y JARI están estudiando la TIP para EV mientras se encuentran aparcados. Se considera que la gama de frecuencias 20-200 kHz tiene ciertas ventajas para lograr una eficiencia de transmisión de energía elevada. 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, incluidas las señales horarias y los sistemas radioeléctricos ferroviarios. Actualmente, el candidato más probable para la TIP es la gama de frecuencias 79-90 kHz puesto que los estudios realizados en el BWF, la CEI, SAE y JARI indican que el uso de esta banda es el que menos interferencias produciría a otros servicios.

v) Vehículos eléctricos pesados

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

5.2 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

	Inducción magnética (baja potencia)	Acoplamiento por resonancia magnética	Inducción magnética (alta potencia)	Acoplamiento capacitivo
Tipo de aplicación	Dispositivos móviles/portátiles, tabletas, pequeños PC	Dispositivos móviles/portátiles, 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: 110-205 kHz	Japón: 6 765-6 795 kHz	Japón: 20,05-38 kHz, 42-58 kHz, 62-100 kHz	Japón: 425-524 kHz
Gama de frecuencias nacional asignada	Corea: 100-205 kHz	Corea: 6 765-6 795 kHz		
Gama de potencias considerada		Japón: varios vatios – hasta 100 W	Japón: varios vatios – hasta 1,5 kW	Japón: hasta 100 W
Ventaja	Espectro armonizado en todo el mundo Alta eficiencia de la transmisión de potencia	<ul style="list-style-type: none"> – Posible disponibilidad mundial de espectro – Flexibilidad en la ubicación y distancia del extremo receptor – El transmisor puede suministrar energía a varios receptores simultáneamente 	<ul style="list-style-type: none"> – Mayor potencia – Flexibilidad en la ubicación y distancia del extremo receptor – El transmisor puede suministrar energía a varios receptores simultáneamente 	<ul style="list-style-type: none"> Alta eficiencia (70-85%) – No se genera calor en el electrodo – Bajos niveles de emisión – Libertad en la posición horizontal
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 conexas	Wireless Power Consortium (WPC) [6]	A4WP [4]		
Candidatos para la compartición del espectro		Japón: sistemas radioeléctricos móviles/fijos Corea: banda ICM	Japón: señales horarias (40 kHz, 60 kHz) sistemas radioeléctricos ferroviarios (10-250 kHz)	Japón: 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**

	Resonancia y/o inducción magnética para vehículos de pasajeros	Inducción magnética para vehículos pesados
Tipo de aplicación	Carga de EV en aparcamientos (estática)	Vehículos eléctricos en línea (OLEV) (carga de EV en movimiento, incluso parados/aparcados)
Principio tecnológico	Resonancia y/o inducción magnética	Inducción magnética
Países interesados	Japón	Corea
Gama de frecuencias	42-48 kHz, 52-58 kHz, 79-90 kHz, y 140,91-148,5 kHz en estudio	19-21 kHz, 59-61 kHz.
Gama de potencias	3,3 kW y 7,7 kW; Clases para vehículos de pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> – Potencia mínima: 75 kW – Potencia normal: 100 kW – Potencia máxima: en desarrollo – Separación: 20 cm – Ahorro de tiempo y coste
Ventaja	Mayor eficiencia en la transmisión de energía	<ul style="list-style-type: none"> – Mayor eficiencia de transmisión de potencia – Separación optimizada – Ruido audible reducido – Diseño de aislamiento efectivo – Ahorro de tiempo y coste
Alianza/norma internacional conexas	CEI 61980-1 (TC69)	
Candidatos para la compartición del espectro	Señales horarias (40 kHz, 60 kHz). Sistemas radioeléctricos ferroviarios (10-250 kHz). Radioaficionados (135,7-137,8 kHz)	Móvil marítimo fijo (20,05-70 kHz) → Estación de barco para radiotelegrafía. 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) En 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(f en kHz/9) dB μ V/m	200 Hz	10 m
150-10 MHz		9 kHz	
10-30 MHz	48 dB μ V/m	120 kHz	
30-230 MHz	30 dB μ V/m		
230-1 000 MHz	37 dB μ V/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. – SMFIR (Campo magnético conformado en resonancia)

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.

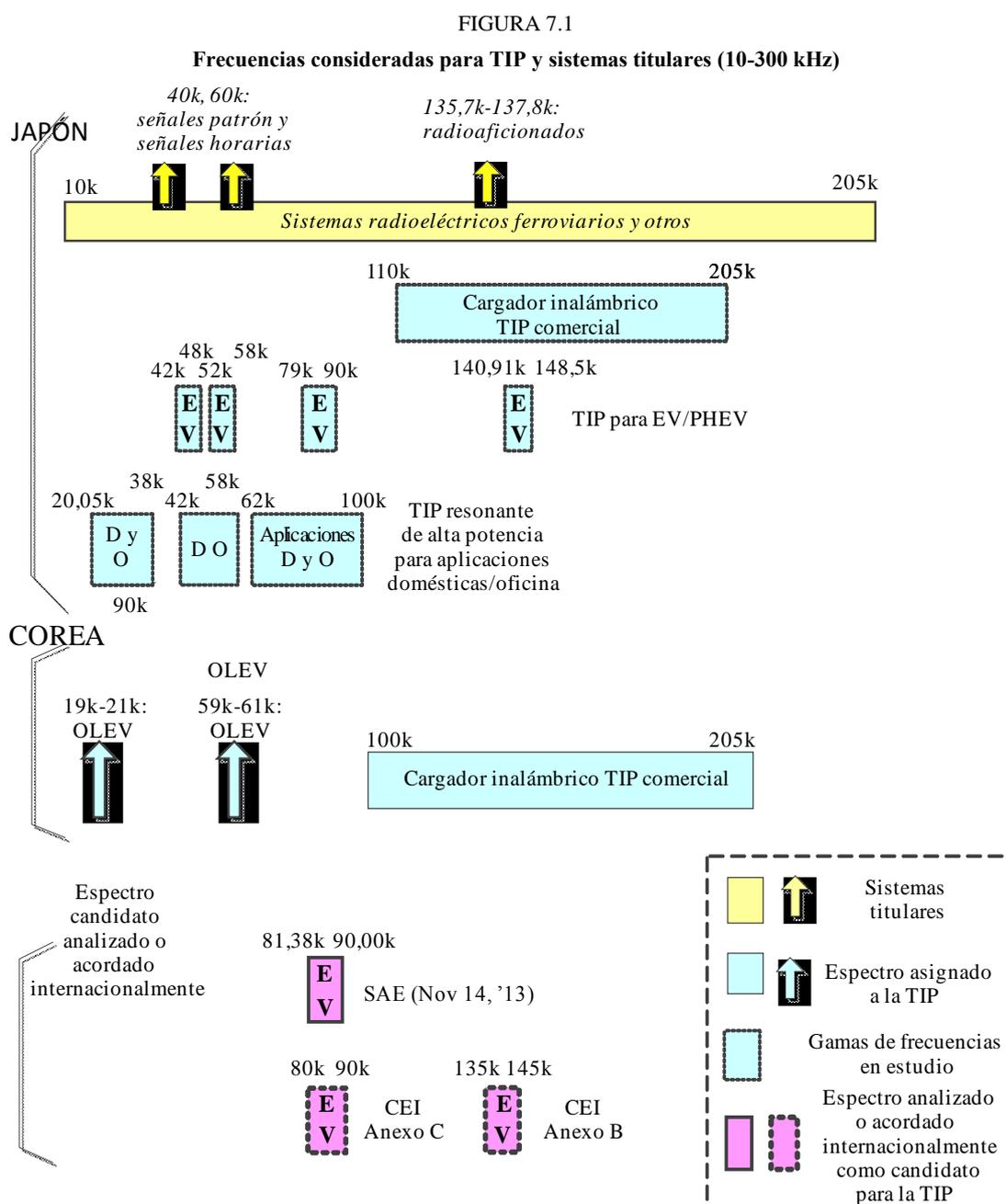
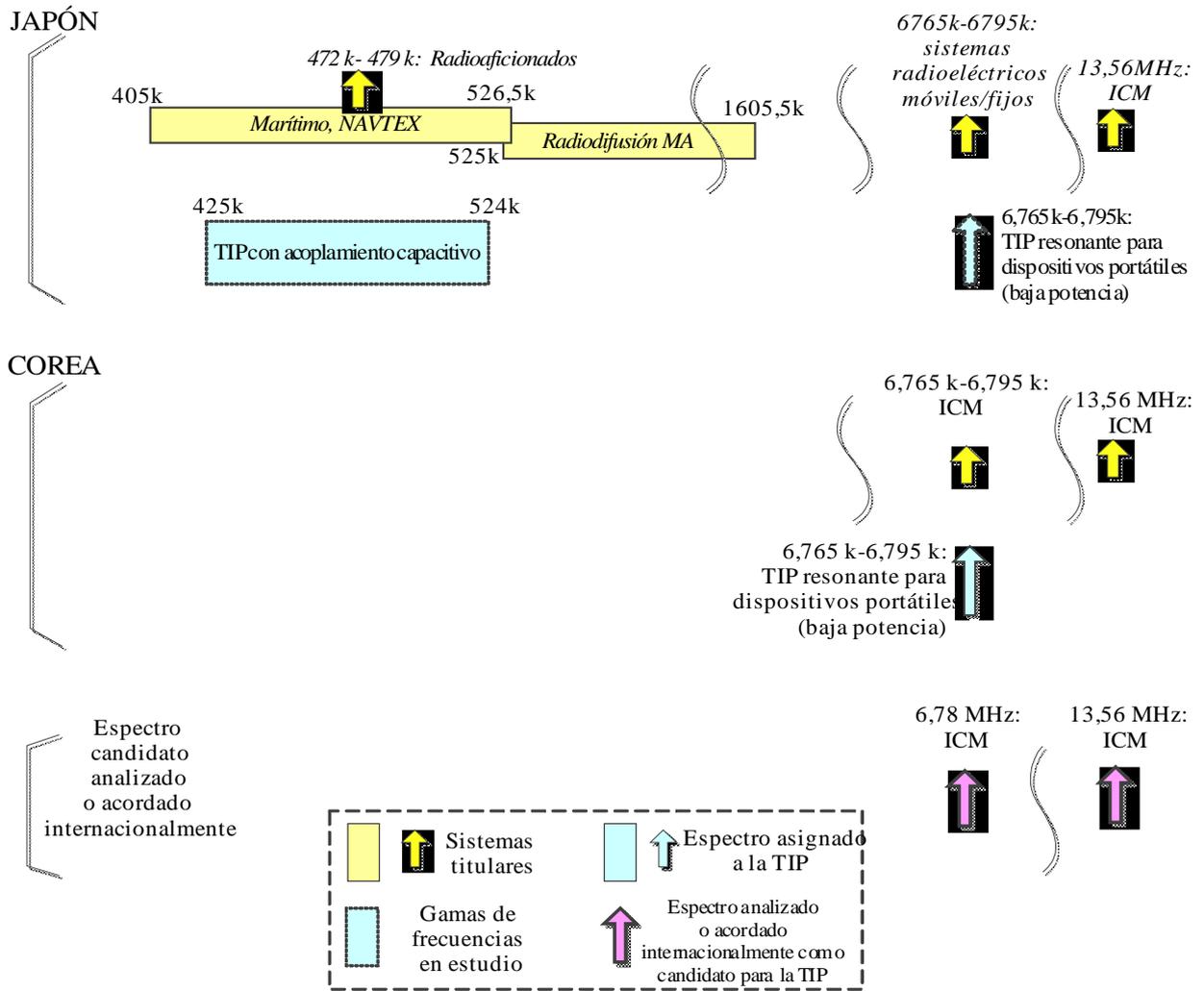


FIGURA 7.2

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



Rec. UIT-R SM.2303-0

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

CUADRO 7.1

Tecnologías TIP a debate en el WPT WG 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), 52-58 kHz (banda de 55 kHz), 79-90 kHz (banda de 85 kHz), 140,91-148,5 kHz (banda de 145 kHz).	6 765-6 795 kHz	20,05-38 kHz, 42-58 kHz, 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 ser modificada por la evolución de la normalización sobre TIP nacional e internacional.

Japón

En la reglamentación de Japón cualesquiera dispositivos con potencias de transmisión inferiores a 50 W generalmente no requieren autorización de la administración para su funcionamiento. Actualmente las tecnologías propuestas en los puntos (b), (c) y (d) del Cuadro 7.1 funcionan con potencias inferiores a 50 W en cada frecuencia. Está previsto que estas tecnologías precisen potencias superiores a 50 W en el futuro una vez finalizados satisfactoriamente los estudios de compatibilidad con los servicios de radiocomunicaciones implicados.

Quien esté interesado en los aspectos reglamentarios en Japón relativos a la TIP pueden consultar las «Directrices sobre el uso de las tecnologías de transmisión de potencia, Edición 2» de abril de 2013 [2]. <http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html>

Japón ya ha identificado a los sistemas nacionales titulares que podrían verse afectados por las emisiones TIP dentro y fuera de las bandas de frecuencias de funcionamiento. El WPT WG sobre MIC ha encargado a las partes implicadas que investiguen los posibles efectos no deseados (por ejemplo, la degradación de las prestaciones del sistema) producidos por las emisiones TIP. Además, la CE consideró necesario seguir debatiendo para determinar las condiciones adecuadas para la coexistencia. Se han encontrado numerosos sistemas en o en torno a las frecuencias consideradas. En los Cuadros 5.1 y 5.2 se enumeran las más habituales, entre las que se incluyen las señales horarias, radioaficionados, sistemas radioeléctricos ferroviarios, navegación marítima/NAVTEX y el servicio de radiodifusión MA como se muestra en las Figs. 7.1 y 7.2. En el Cuadro 7.2 se resumen algunos resultados de abril de 2014 y las consideraciones pendientes.

Además, la CE realizó mediciones de las emisiones del ruido radiado y conducido generado por los sistemas TIP que se muestran en el Cuadro 7.1 para determinar los límites de las emisiones y las condiciones de coexistencia con los sistemas titulares. En el Anexo 3 se resumen los resultados de las mediciones.

CUADRO 7.2

**Resumen de los estudios de compatibilidad
y consideraciones pendientes en Japón**

Aplicaciones TIP previstas	Gammas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
Equipos TIP domésticos/ de oficina (2) (resonante, alta potencia)	20,05-38 kHz, 42-58 kHz, y 62-100 kHz (NOTA – La frecuencia de transmisión de potencia se selecciona en las gammas citadas. Se utilizan frecuencias situadas a $\pm 30\%$ de la frecuencia fundamental.)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Señales patrón y señales horarias (40 kHz, 60 kHz) 2) Sistemas ferroviarios (10-250 kHz) 3) LORAN-C, eLORAN (9-100 kHz) 4) Radiodifusión MA (525,6-1 606,5 kHz) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Señales horarias: Se utilizaron distancias de separación de 10 m como criterio de coexistencia. Además de las características radioeléctricas fundamentales, se analizaron los armónicos enteros, incluso cuando se encuentran en las bandas de funcionamiento de las señales horarias. La evaluación de abril de 2014 mostró los resultados y las consideraciones pendientes siguientes. <ul style="list-style-type: none"> • La mayor distancia de separación requerida es de 12,9 m a 62 kHz fuera de las bandas de funcionamiento de las señales horarias. • La mayor distancia de separación requerida es de 24,6 m a 60 kHz fuera de las bandas de funcionamiento de las señales horarias. • Se precisan más mediciones sobre las condiciones de funcionamiento a lo largo del tiempo puesto que el funcionamiento de los equipos de uso doméstico y de oficina no se espera que funcione tanto a media noche cuando las señales horarias reciben frecuentemente sus señales. Los riesgos de perturbaciones producidas por la TIP en aparatos domésticos pueden ser menores puesto que, aunque se comparta el espectro, el tiempo de uso no coincide en su totalidad. • 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 producen interferencias perjudiciales. Es necesario volver a considerar las gammas de frecuencias candidatas y las condiciones de funcionamiento de la TIP. 2) Sistemas ferroviarios: <ul style="list-style-type: none"> • Los criterios para la coexistencia de los sistemas ATS (detención automática de trenes) e ITRS (Sistema radioeléctrico ferroviario por inducción) son: a) las bandas de frecuencias de la TIP no se deben solapar con las de los sistemas de señalización de trenes, incluido el ATS, o b) la distancia de separación debe ser inferior al umbral (1,9 m) especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios.

CUADRO 7.2 (continuación)

Aplicaciones TIP previstas	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
	20,05-38 kHz, 42-58 kHz, y 62-100 kHz (cont.)		<ul style="list-style-type: none"> • ATS (detención automática de trenes): la distancia de separación para la coexistencia entre la TIP para aparatos domésticos y de oficina y el ATS se ha obtenido a partir de la normativa de ensayos de ATS. Se consideraron como caso más desfavorable los modelos que no disponen de objetos para detener la radiación como paredes entre la TIP y el ATS. La evaluación ha mostrado que la TIP no genera interferencia perjudicial a los sistemas ATS cuando la distancia de separación horizontal no es inferior a 1,8 m. • Sistemas radioeléctricos ferroviarios inductivos: <ul style="list-style-type: none"> – 20,05-38 kHz y 42-58 kHz: Estas bandas no se utilizan en sistemas ferroviarios que se transmitan por el espacio, por lo que está disponible para la TIP. – 62-100 kHz: Esta banda de frecuencias incluye una banda usada por los ITRS (transmisión desde el sistema en tierra al tren). Se ha calculado que la distancia de separación debe ser de 11 m. En el segmento de servicio que utiliza esta gama de frecuencias, la línea de inducción y la antena de a bordo están alineadas con el centro de la vía del tren. Así pues, la distancia de separación garantizada se encuentra en torno a 1,9 m como se deduce del valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. Para cumplir este criterio se precisa una atenuación de 25 dB en la intensidad de la emisión TIP a la distancia mínima de separación. Teniendo en cuenta estas consideraciones y añadiendo una banda de guarda de 3 kHz para las bandas del ITRS, las gamas de frecuencias TIP de 62-77 kHz, 83-89 kHz, y 95-100 kHz podrían cumplir las condiciones de coexistencia con el ITRS. 3) LORAN-C, eLORAN (90-100 kHz) <ul style="list-style-type: none"> • Los operadores de radiocomunicaciones marítimas han recomendado que no se use esta banda de frecuencias para la TIP. 4) Radiodifusión MA: Todavía no se han acordado los criterios ni los requisitos para la coexistencia y se sigue debatiendo sobre ello. Los modelos y métodos para el cálculo de la distancia de separación también siguen debatiéndose. En la próxima fase se deberían acordar las condiciones mostradas anteriormente y se deberían tener en cuenta las medidas de reducción de la interferencia incluidas la definición del modelo de interferencia, la intensidad del campo eléctrico radiado por la TIP, la atenuación de las paredes, las interferencias agregadas de los dispositivos TIP, los experimentos de interferencia y el efecto del ruido de fondo. Se prevén ensayos sobre el terreno.

CUADRO 7.2 (continuación)

Aplicaciones TIP previstas	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
<p>TIP para EV (NOTA – Se tiene en cuenta tanto la disponibilidad de frecuencias nacional como la armonización de frecuencias internacional. Habida cuenta de los debates recientes en la SAE y el CEI, se asume que 85 kHz es la frecuencia primaria. Al tratar los sistemas radioeléctricos ferroviarios inductivos, se está considerando la gama 140,91-148,5 kHz sobre todo porque el espectro está solapado o próximo.</p>	42-48 kHz		<p>1) Señales horarias: Se utilizó una distancia de separación de 10 m como criterio de coexistencia. La evaluación de abril de 2014 mostró que la distancia requerida es de 41,9 m. Resulta difícil cumplir los requisitos de coexistencia aunque se tomen medidas adicionales de reducción de interferencias.</p> <p>2) Sistemas ferroviarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los criterios para la coexistencia de los sistemas ATS (detención automática de trenes) e ITRS (Sistema radioeléctrico ferroviario por inducción) son: a) las bandas de frecuencias de la TIP no se deben solapar con las de los sistemas de señalización de trenes, incluido el ATS, o b) la distancia de separación debe ser inferior al umbral (1,9 m) especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. • ATS: En el caso de una TIP instalada en un garaje doméstico (valor nominal de 3 kW), la distancia de separación necesaria es de 2,2 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. En el caso de una TIP en un aparcamiento público con una capacidad de carga de energía mayor (valor nominal 7,7 kW), la distancia de separación necesaria es de 2,6 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. • ITRS: Esta gama de frecuencias no se utiliza para sistemas ferroviarios que usen el espectro, por lo que se puede usar para TIP y puede coexistir con el ITRS. <p>3) LORAN-C, eLORAN: N/A.</p> <p>4) Radiodifusión MA: Véase la parte correspondiente a 79-90 kHz.</p>

CUADRO 7.2 (continuación)

Aplicaciones TIP previstas	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
	52-58 kHz		<p>1) Señales patrón y horarias: Se utilizó una distancia de separación de 10 m como criterio de coexistencia. La evaluación de abril de 2014 mostró que la distancia requerida es de 28,9 m. Resulta difícil cumplir los requisitos de coexistencia aunque se tomen medidas adicionales de reducción de interferencias.</p> <p>2) Sistemas ferroviarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los criterios para la coexistencia de los sistemas ATS (detención automática de trenes) e ITRS (Sistema radioeléctrico ferroviario por inducción) son los mismos a) y b) del caso de 42-48 kHz. • ATS: En el caso de una TIP instalada en un garaje doméstico (valor nominal de 3 kW), la distancia de separación necesaria es de 2,2 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. En el caso de una TIP en un aparcamiento público con una capacidad de carga de energía mayor (valor nominal 7,7 kW), la distancia de separación necesaria es de 2,6 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. • ITRS: Esta gama de frecuencias no se utiliza para sistemas ferroviarios que usen el espectro, por lo que se puede usar para TIP y puede coexistir con el ITRS. <p>3) LORAN-C, eLORAN: N/A.</p> <p>4) Radiodifusión MA: Véase la parte correspondiente a 79-90 kHz.</p>
	79-90 kHz		<p>1) Señales patrón y horarias: Se utilizó una distancia de separación de 10 m como criterio de coexistencia. La evaluación de abril de 2014 mostró que la distancia requerida es de 20,4 m. Se han introducido algunas medidas de reducción de interferencias que se han tenido en cuenta. Con estas medidas, una evaluación posterior mostró una distancia de separación disponible de 11 a 13 m que podría aceptarse con condiciones.</p> <p>2) Sistemas ferroviarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los criterios para la coexistencia de los sistemas ATS (detención automática de trenes) e ITRS (Sistema radioeléctrico ferroviario por inducción) son los mismos a) y b) del caso de 42-48 kHz.

CUADRO 7.2 (continuación)

Aplicaciones TIP previstas	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
	79-90 kHz (cont.)		<ul style="list-style-type: none"> • ATS: En el caso de una TIP instalada en un garaje doméstico (valor nominal de 3 kW), la distancia de separación necesaria es de 3,7 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. En el caso de una TIP en un aparcamiento público con una capacidad de carga de energía mayor (valor nominal 7,7 kW), la distancia de separación necesaria es de 4,3 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. • ITRS: La gama de frecuencias 79-90 kHz incluye bandas de frecuencias utilizadas por el ITRS (transmisión desde tierra al tren) en un servicio ferroviario de Japón. La distancia de separación obtenida de los cálculos es de aproximadamente 45 m desde la antena a bordo de un automóvil. En el segmento de servicio que usa esta gama de frecuencias la línea de inducción y la antena de a bordo están alineadas con el centro de la vía. En este caso, la distancia de separación estaría en torno a 1,9 m que se obtiene a partir del umbral especificado en las normas de construcción de ferrocarriles. • Con esta distancia de separación, la intensidad del campo magnético emitida se reduciría en 80 dB o más. No obstante, resulta difícil conseguir esta atenuación sólo por el efecto de la carrocería, objetos estructurales y otras medidas prácticas. Por tanto, la TIP para EV no cumple las condiciones de coexistencia en las bandas de funcionamiento del ITRS. Concretamente, para garantizar que la TIP no produce interferencias perjudiciales se deben tener en cuenta las bandas 80-83 kHz y 89-90 kHz. • Teniendo en cuenta las bandas de frecuencias de funcionamiento de los sistemas radioeléctricos inductivos en las que se excluye el uso de la TIP, únicamente parece viable la gama de frecuencias 83-89 kHz para su coexistencia con los sistemas radioeléctricos inductivos. La TIP podría ser compatible con estos sistemas en la gama de frecuencias 81-90 kHz si se introduce una banda de guarda de 1 kHz que garantice adecuadamente el cumplimiento de los requisitos. De hecho muy pocos servicios reales utilizan la gama 79-90 kHz en Japón. La coexistencia con la TIP podría ser más sencilla en el futuro si se dispusiera de una coordinación adicional para los sistemas radioeléctricos inductivos.

CUADRO 7.2 (continuación)

	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
	79-90 kHz (cont.)		<p>3) LORAN-C, eLORAN: N/A.</p> <p>4) Radiodifusión MA: Todavía no se han acordado los criterios ni los requisitos para la coexistencia y se sigue debatiendo sobre ello. Los modelos y métodos para el cálculo de la distancia de separación también siguen debatiéndose. En la próxima fase se deberían acordar las condiciones mostradas anteriormente y se deberían tener en cuenta las medidas de reducción de la interferencia incluidas la definición del modelo de interferencia, la intensidad del campo eléctrico radiado por la TIP, la atenuación de las paredes, las interferencias agregadas de los dispositivos TIP, los experimentos de interferencia y el efecto del ruido de fondo. Se prevén ensayos sobre el terreno.</p>
	140,91-148,5 kHz	<p>1) Señales horarias (40 kHz, 60 kHz)</p> <p>2) Sistemas ferroviarios (10-250 kHz)</p> <p>3) Radioaficionados (135,7-137,8 kHz)</p> <p>4) Radiodifusión MA (525,6-1 606,5 kHz)</p>	<p>1) Señales patrón y horarias: Se utilizó una distancia de separación de 10 m como criterio de coexistencia. La evaluación de abril de 2014 mostró que la distancia requerida es de 17,8 m. Se han introducido algunas medidas de reducción de interferencias que se han tenido en cuenta. Con estas medidas, una evaluación posterior mostró que podría aceptarse con condiciones una distancia de separación disponible de 10 m.</p> <p>2) Sistemas ferroviarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los criterios para la coexistencia de los sistemas ATS (detención automática de trenes) e ITRS (Sistema radioeléctrico ferroviario por inducción) son los mismos a) y b) del caso de 42-48 kHz. • ATS: En el caso de una TIP instalada en un garaje doméstico (valor nominal de 3 kW), la distancia de separación necesaria es de 4,1 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios. En el caso de una TIP en un aparcamiento público con una capacidad de carga de energía mayor (valor nominal 7,7 kW), la distancia de separación necesaria es de 4,9 m o mayor. La intensidad de las emisiones de la TIP que se ha asumido en el estudio debe reducirse para cumplir el valor umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas ferroviarios.

CUADRO 7.2 (continuación)

Aplicaciones TIP previstas	Gamas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
	140,91-148,5 kHz (cont.)		<ul style="list-style-type: none"> • ITRS: La gama 100-250 kHz incluye muchas bandas de frecuencias para el ITRS que se utilizan ampliamente en muchos tramos de ferrocarriles. La distancia de separación necesaria obtenida a partir de los cálculos es de aproximadamente 28 m desde una línea de inducción y de 76 m desde una antena montada en un automóvil. En el segmento de servicio que usa esta gama de frecuencias, la línea de inducción y la antena de a bordo están alineadas con el centro de la vía. Por tanto, la distancia de separación que hay que respetar estaría en torno a 1,9 m del umbral especificado en las normas de construcción de los sistemas de ferrocarriles. • Con esta distancia de separación, la intensidad del campo magnético emitida se reduciría en 88 dB o más. No obstante, resulta difícil conseguir esta atenuación sólo por el efecto de la carrocería, objetos estructurales y otras medidas prácticas. Por tanto, la evaluación muestra que la coexistencia con la TIP en la banda de 140 kHz resulta difícil. <p>3) Radioaficionados: Se trata de un caso fuera de banda (que no comparte la misma banda de frecuencias). Las gamas de frecuencias candidatas para la TIP en EV disponen de separaciones de frecuencia (bandas de guarda) adecuadas para proteger las bandas de radioaficionados. Por tanto, no se tiene en cuenta la supresión de sensibilidad del receptor (fuera de banda) producida por la interferencia aunque si se consideran los niveles de emisión radiada de los armónicos (emisiones no deseadas) provenientes de los dispositivos TIP cuando caen en las bandas de radioaficionados. Cabe destacar que esta banda es una banda próxima a la de los radioaficionados. En lo que respecta a la reglamentación de los niveles de emisión en la legislación de Japón y en otras normas conexas como las relativas a los criterios, actualmente las hipótesis sobre los sistemas TIP para EV muestran parámetros de sistema aceptables para que no produzcan interferencias perjudiciales a los radioaficionados.</p> <p>4) Radiodifusión MA: Véase la parte correspondiente a 79-90 kHz.</p>

CUADRO 7.2 (fin)

Aplicaciones TIP previstas	Gammas de frecuencias candidatas	Sistemas afectados en o entorno a las bandas de TIP	Resultados de los estudios de compatibilidad y consideraciones pendientes (NOTA – La «distancia de separación» en esta columna se calcula en el caso más desfavorable de los modelos de evaluación)
TIP para dispositivos móviles (2) (Acoplamiento capacitivo)	425-524 kHz La gama candidata de frecuencias se ha ampliado recientemente desde 480-524 kHz buscando bandas de frecuencias sin interferencia perjudicial para servicios radioeléctricos marítimos. Se destinarían 50-80 kHz en esta banda para la explotación de la TIP.	1) Radiodifusión MA (525,6-1 606,5 kHz) 2) Marítimo, (405-526,5 kHz) 3) Radioaficionados (472-479 kHz)	1) Radiodifusión MA: Todavía no se han acordado los criterios ni los requisitos para la coexistencia y se sigue debatiendo sobre ello. Los modelos y métodos para el cálculo de la distancia de separación también siguen debatiéndose. En la próxima fase se deberían acordar las condiciones mostradas anteriormente y se deberían tener en cuenta las medidas de reducción de la interferencia incluidas la definición del modelo de interferencia, la intensidad del campo eléctrico radiado por la TIP, la atenuación de las paredes, las interferencias agregadas de los dispositivos TIP, los experimentos de interferencia y el efecto del ruido de fondo. Se prevén ensayos sobre el terreno. 2) Marítimo: La evaluación ha mostrado que el límite previsto para las emisiones no cumple las condiciones de coexistencia actuales aunque si cumple las consideradas en los modelos comerciales reales. La conclusión es, por tanto, que la TIP propuesta tiene grandes posibilidades de coexistir con los sistemas radioeléctricos marítimos. Sin embargo, hay que destacar que se utilizan las frecuencias siguientes en esa gama de frecuencias para garantizar la seguridad de la navegación marítima. Por tanto, no se deberán utilizar las frecuencias: 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) Radioaficionados: Se trata de un caso dentro de banda (que comparte las mismas frecuencias). La TIP para dispositivos móviles y portátiles (2) (acoplamiento capacitivo) considera compartir la misma gama de frecuencias que los radioaficionados en la banda de 475 kHz. Para los radioaficionados no se han encontrado requisitos o normas oficiales de niveles de interferencia. Se precisan evaluaciones ulteriores entre las propuestas para la TIP y los radioaficionados. Una solución posible debatida consiste en excluir de la gama de frecuencias de la TIP la banda 472-479 kHz atribuida al servicio de radioaficionados y establecer bandas de guarda apropiadas.
TIP para dispositivos móviles (1) (resonante, baja potencia)	6 765-6 795 kHz	1) Sistemas radioeléctricos móviles/fijos (6 765-6 795 kHz)	1) La banda 6 765-6 795 kHz no está designada como banda ICM en Japón. Existe un límite de potencia RF transmitida de forma que no se requiere permiso del administrador cuando la potencia no excede los 50W. No obstante, las disposiciones reglamentarias permiten el uso de las aplicaciones TIP en esta banda. Se está considerando una nueva norma de homologación que podría permitir la coexistencia con los sistemas afectados y mayores potencias de transmisión en esta banda de frecuencias.

8 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 y para vehículos pesados están en estudio en las gamas de frecuencias candidatas 19-21 kHz, 42-48 kHz, 52-58 kHz, 59-61 kHz, 79-90 kHz y 140,91-148,5 kHz. Las potencias habituales 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 del orden de 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.

9 Referencias

- [1] Documento 1A/133, declaración de coordinación de la comunidad de telecomunicaciones de Asia Pacífico al GT 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
- [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 GT 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/>

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"> – 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"> • 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. – 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"> • establecida por la ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency). 	<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>http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960. 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</i> (RPS3) – de la ARPANSA.</p> <p>http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm</p>
Japón	<ul style="list-style-type: none"> – Directriz del BWF sobre exposición a la RF http://bwf-yrp.net/english/: requisitos de cumplimiento. – Directrices sobre la protección ante la radiación electromagnética y directrices del ICNIRP, <ul style="list-style-type: none"> • límite de exposición a la RF. 	<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 enunciar medidas adicionales de seguridad para tener en cuenta si se vulnera 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 de simulaciones tales como la dosimetría de radiación para incitar a que 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"> – Prevé revisar la reglamentación sobre EMF actual para incluir los dispositivos TIP para su aplicación en 2013 	<ul style="list-style-type: none"> – Prevé introducir métodos de evaluación para la TIP durante 2013.

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 redonda en una privilegiada experiencia del consumidor.

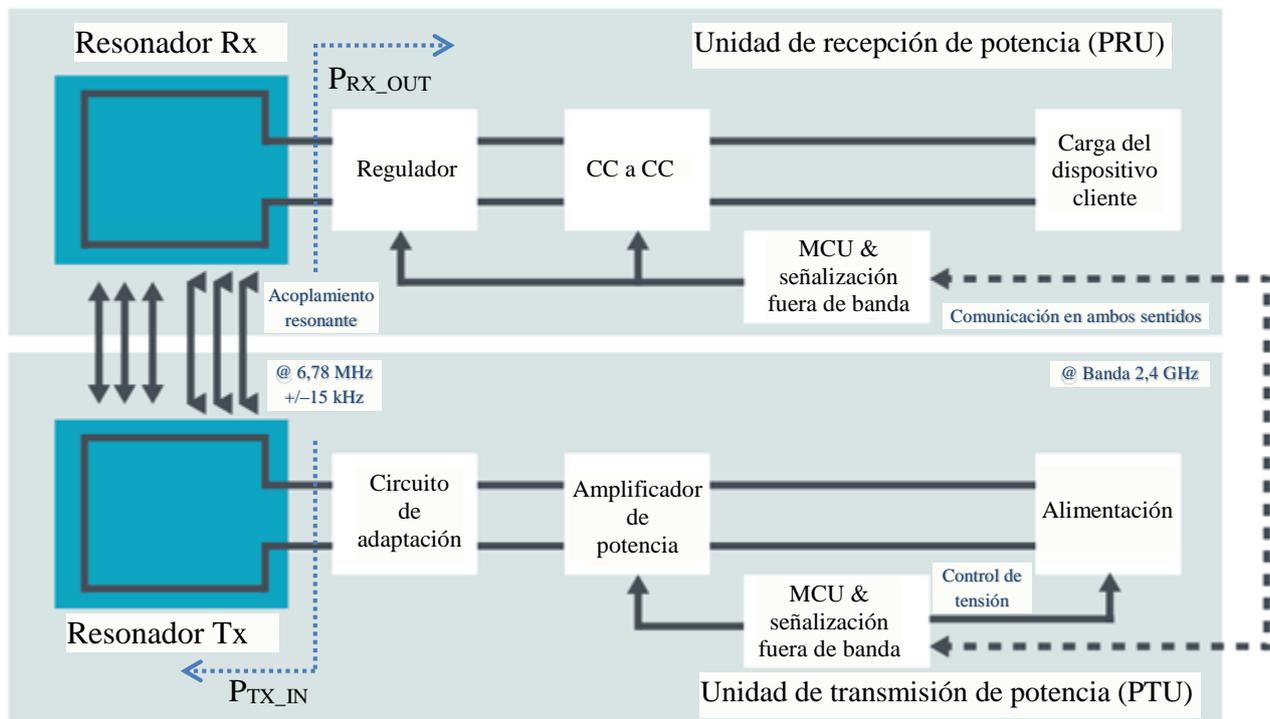
Los productos electrónicos que incluyan esta tecnología deben considerar diversos factores:

- 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 (± 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 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 PTU

	$P_{TX_IN_MAX}$ '	Requisitos mínimos por categoría	Valor mínimo para el mayor número de dispositivos soportados
Clase 1	2 W	1 × Categoría 1	1 × Categoría 1
Clase 2	10 W	1 × Categoría 3	2 × Categoría 2
Clase 3	16 W	1 × Categoría 4	2 × Categoría 3
Clase 4	33 W	1 × Categoría 5	3 × Categoría 3
Clase 5	50 W	1 × Categoría 6	4 × Categoría 3
Clase 6	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

	Página
1	Introducción..... 43
2	Modelos de medición y métodos de medición 43
2.1	Modelo de medición y método de medición de sistemas TIP para la carga de vehículos eléctricos..... 43
2.2	Modelo de medición y método de medición para dispositivos móviles, dispositivos portátiles y aparatos de uso doméstico 46
3	Límite previsto para las emisiones radiadas fijado por el BWF..... 48
3.1	Límite previsto para las emisiones radiadas por los sistemas TIP para la carga de EV 48
3.2	Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética 49
3.3	Límite previsto para las emisiones radiadas por aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética 50
3.4	Límite previsto para las emisiones radiadas por los dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo..... 50
4	Resultados de mediciones del ruido radiado y del ruido conducido 51
4.1	Resultados de mediciones de un sistema TIP para la carga de vehículos eléctricos 51
4.2	Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de resonancia magnética 57
4.3	Resultados de mediciones de aparatos de uso doméstico que utilizan tecnología de inducción magnética..... 60
4.4	Resultados de mediciones para dispositivos móviles y portátiles que utilizan tecnologías de acoplamiento capacitivo 64

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.

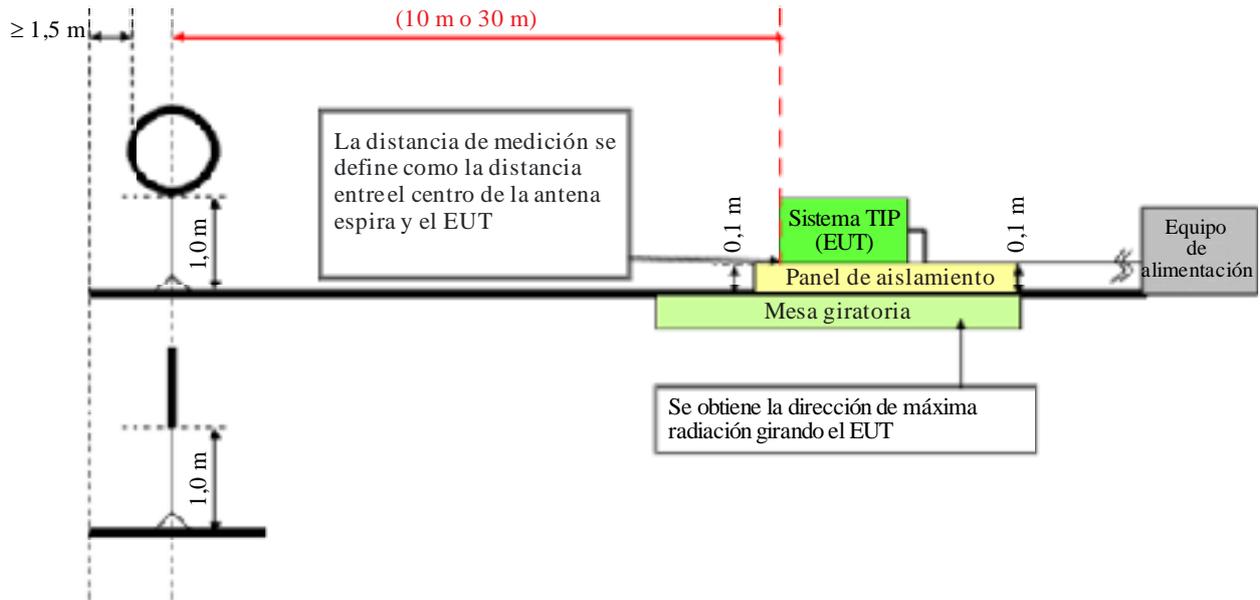
- 1) Ruido radiado en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz.
Se mide la intensidad del campo magnético mediante antenas de espira. La intensidad del campo eléctrico se obtiene mediante translación simple de la impedancia característica de onda plana, 377 ohmios.
- 2) Ruido radiado en la gama de frecuencias 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 (Equipment under Test, EUT) a la red ficticia (Artificial Mains Network, AMN).

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 IEC 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

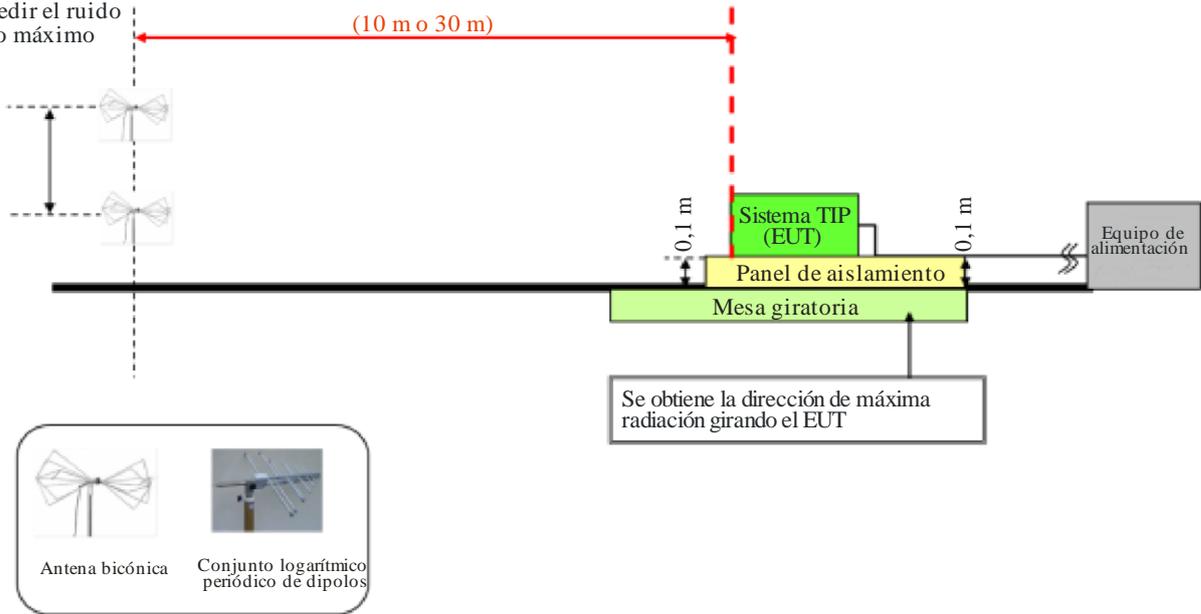


Informe SM.2303-A3-01

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

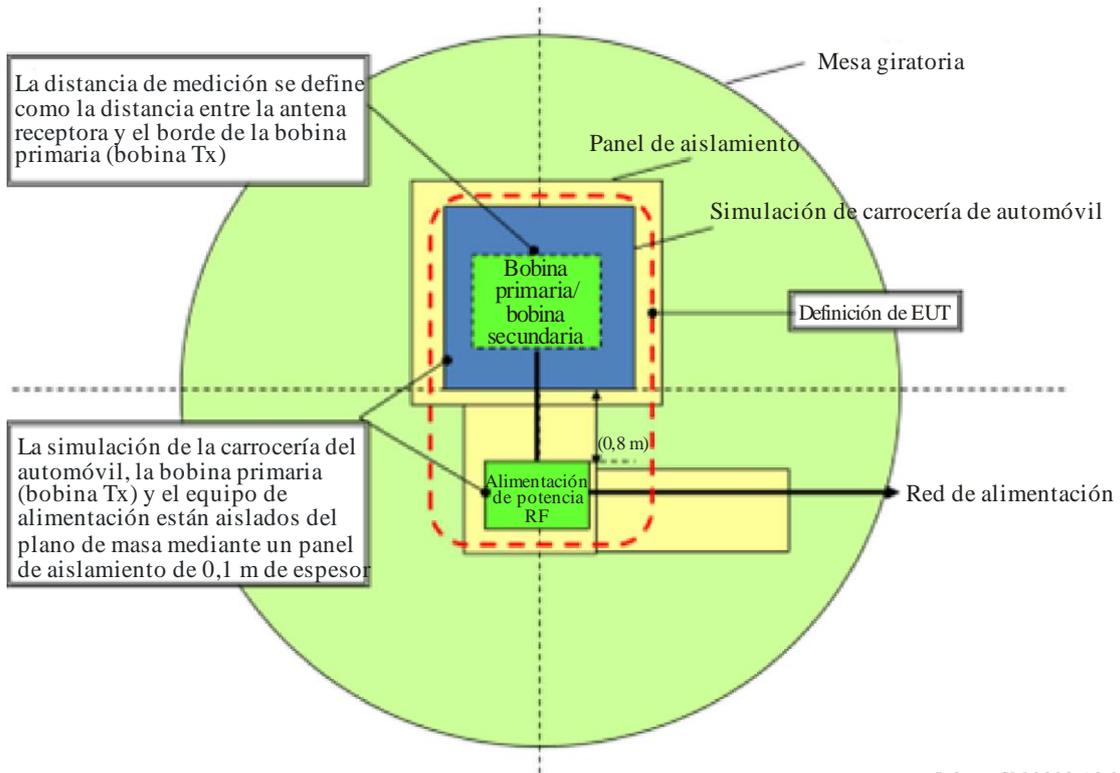
La altura de las antenas receptoras se ajusta para medir el ruido radiado máximo



Informe SM.2303-A3-02

FIGURA A3-3

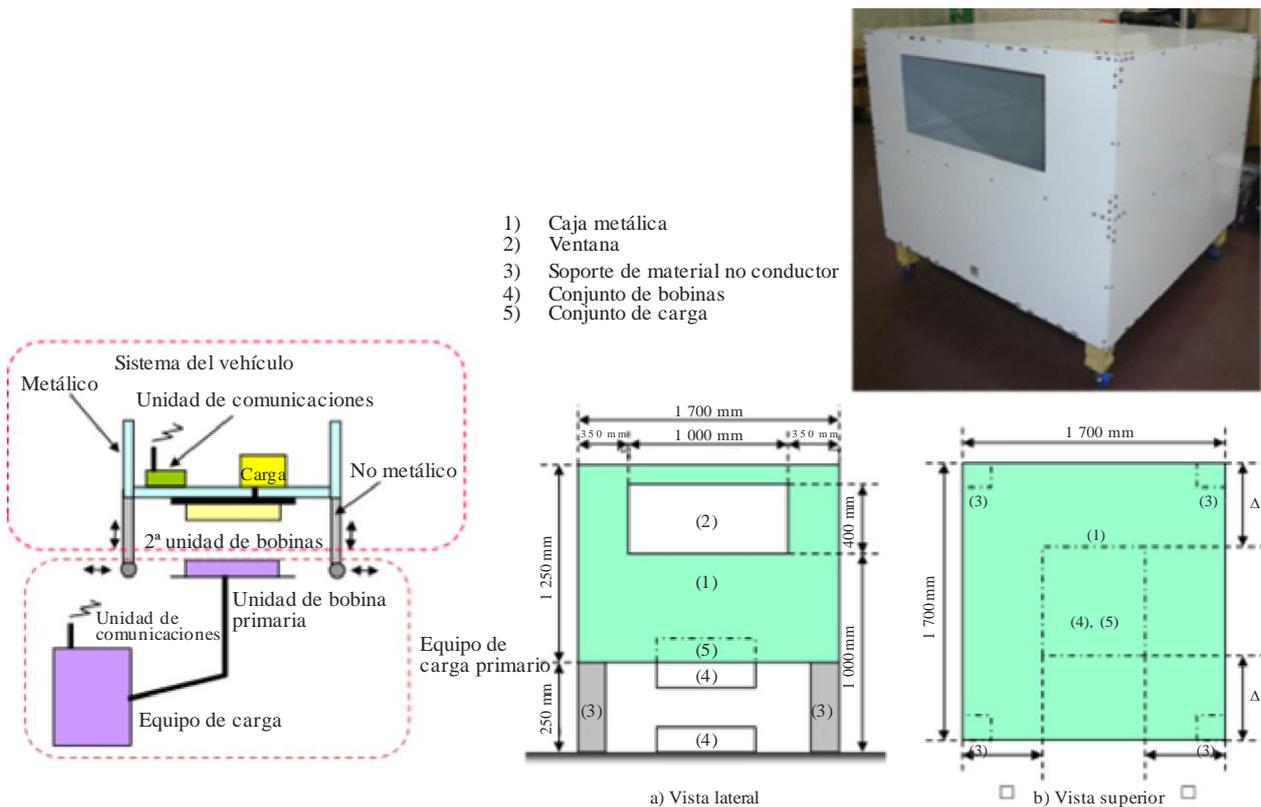
Esquema del EUT y de su disposición para mediciones de ruido radiado



Informe SM.2303-A3-02

FIGURA A3-4

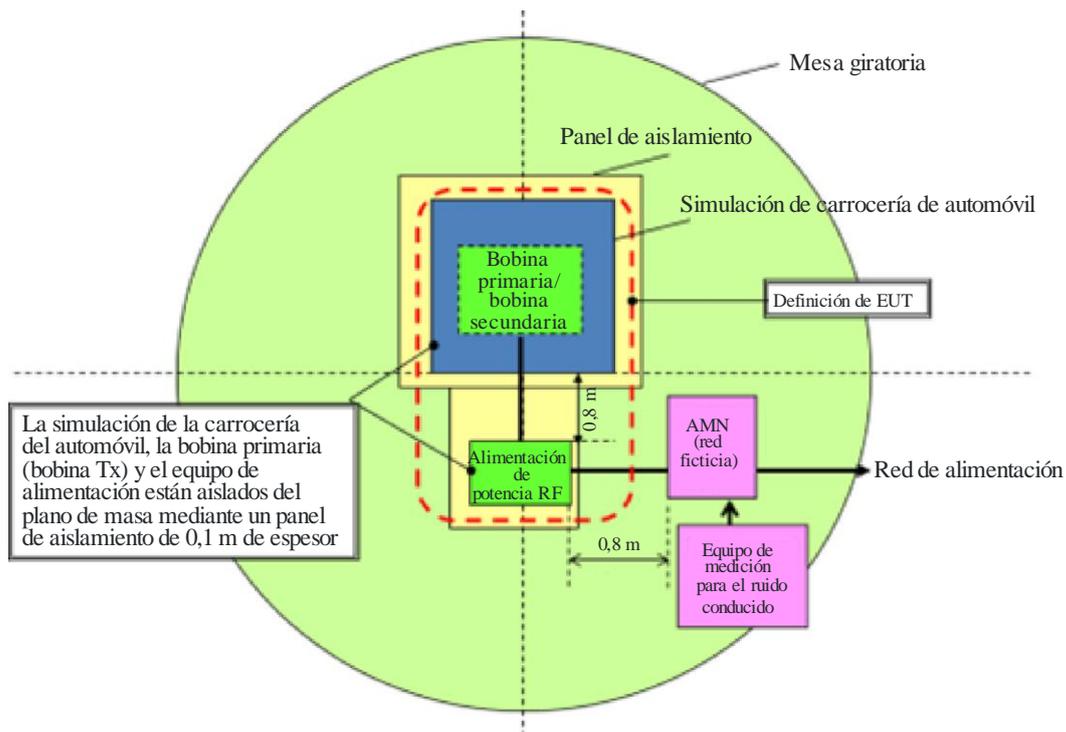
Configuración de una simulación de carrocería de automóvil



Informe SM.2303-A3-04

FIGURA A3-5

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



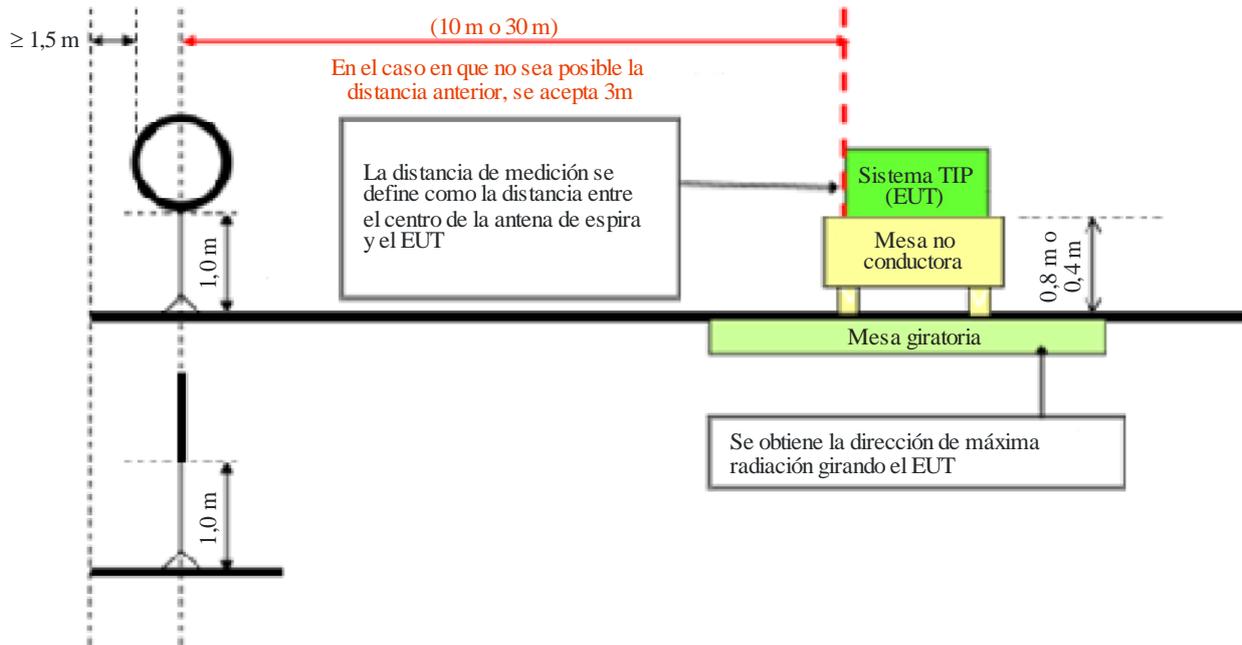
Informe SM.2303-A3-05

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

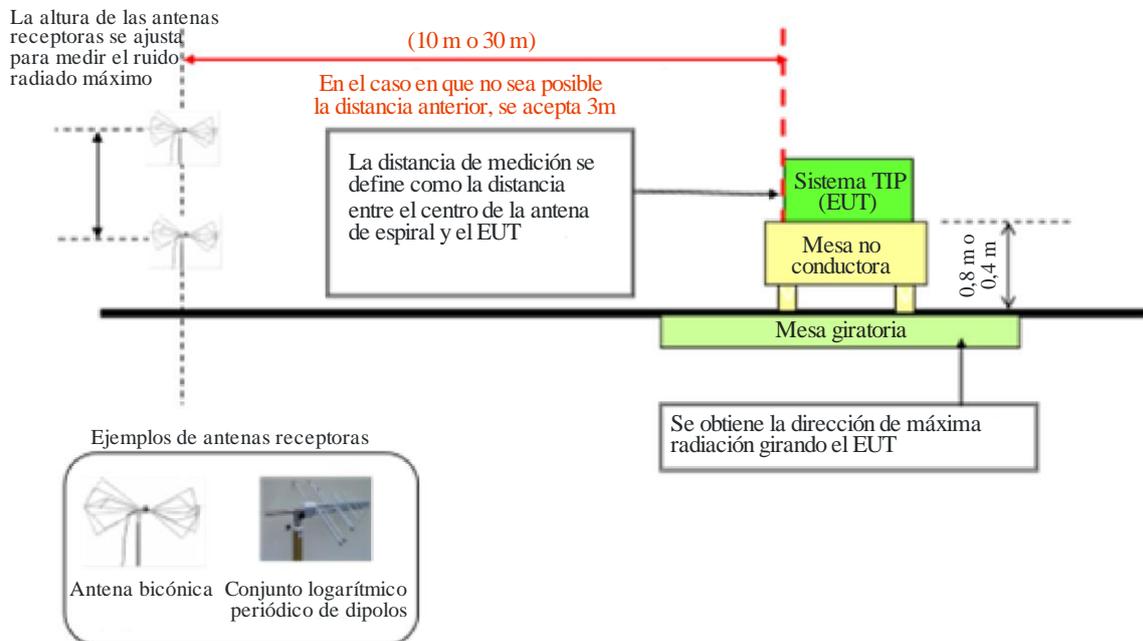
Métodos de medición del ruido radiado por sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles y aparatos de uso doméstico en la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz



Informe SM.2303-A3-06

FIGURA A3-7

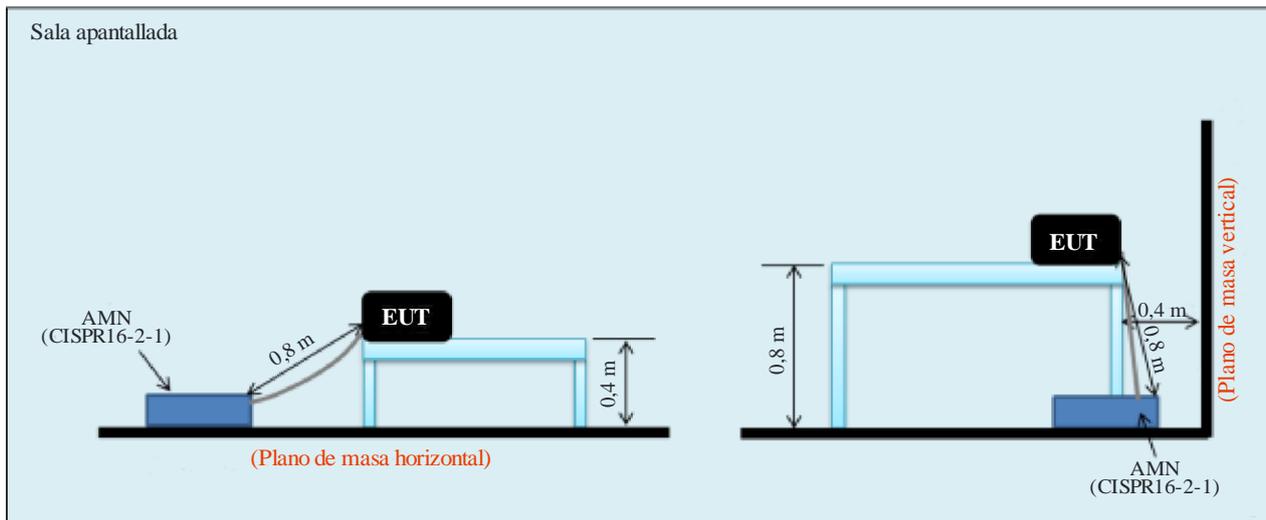
Métodos de medición del ruido radiado por sistemas TIP para dispositivos móviles y portátiles y aparatos de uso doméstico en la gama de frecuencias de 30 MHz to 6 GHz



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 μ V/m@30m)
 - 7,7 kW – Potencia Tx : 58,9 mV/m@30m (95,4 dB μ V/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1606,5 kHz
 - : 30 μ V/m@30m (29,5 dB μ V/m@30m)
 - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 - : 200 μ V/m@30m (46,0 dB μ 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 μ A/m@30m (39,8 dB μ A/m@30m)
 - 7,7 kW – Potencia Tx : 156 μ A/m@30m (43,9 dB μ A/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1606,5 kHz
 - : 0,0796 μ A/m@30m (-22,0 dB μ A/m@30m)
 - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 - : 0,531 μ A/m@30m (-5,51 dB μ 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 μ V/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
 - : 30 μ V/m@30m (29,5 dB μ V/m@30m)
 - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 - : 100 μ V/m@30m (40,0 dB μ 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 μ A/m@30m (48,5dB μ A/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz
 - : 0,0796 μ A/m@30m (-22,0 dB μ A/m@30m)
 - c) Gama de frecuencias supuesta para la gama de frecuencias anterior
 - : 0,265 μ A/m@30m (-11,5dB μ 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 μ V/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz

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

: 173 μ V/m@30m (44,8 dB μ 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 μ A/m@30m (8,5 dB μ A/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz

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

: 0,459 μ A/m@30m (-6,7 dB μ 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 μ V/m@30m (40 dB μ V/m@30m)
 - b) Gama de frecuencias 526,5-1 606,5 kHz

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

: 100 μ V/m@30m (40 dB μ 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 μ A/m@30m (-11,5 dB μ A/m@30m)

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

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 Equipo de prueba B: 85 kHz
Condiciones para la TIP	Transferencia de potencia: 3 kW Distancia de transferencia de potencia: 150 mm

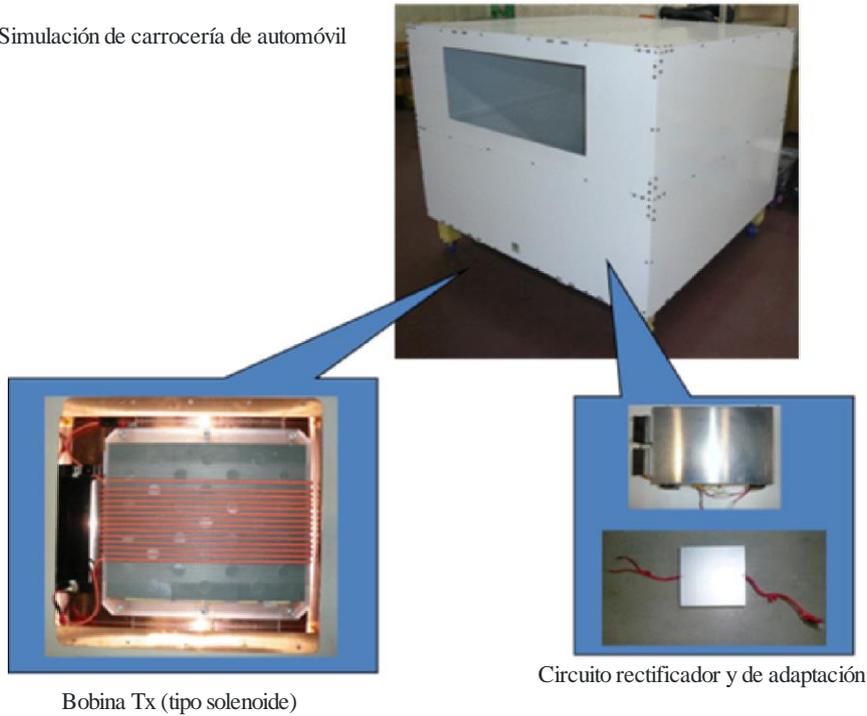
FIGURA A3-9
Equipo de prueba A



Informe SM.2303-A3-09

FIGURA A3-10
Equipo de prueba B

Simulación de carrocería de automóvil



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)

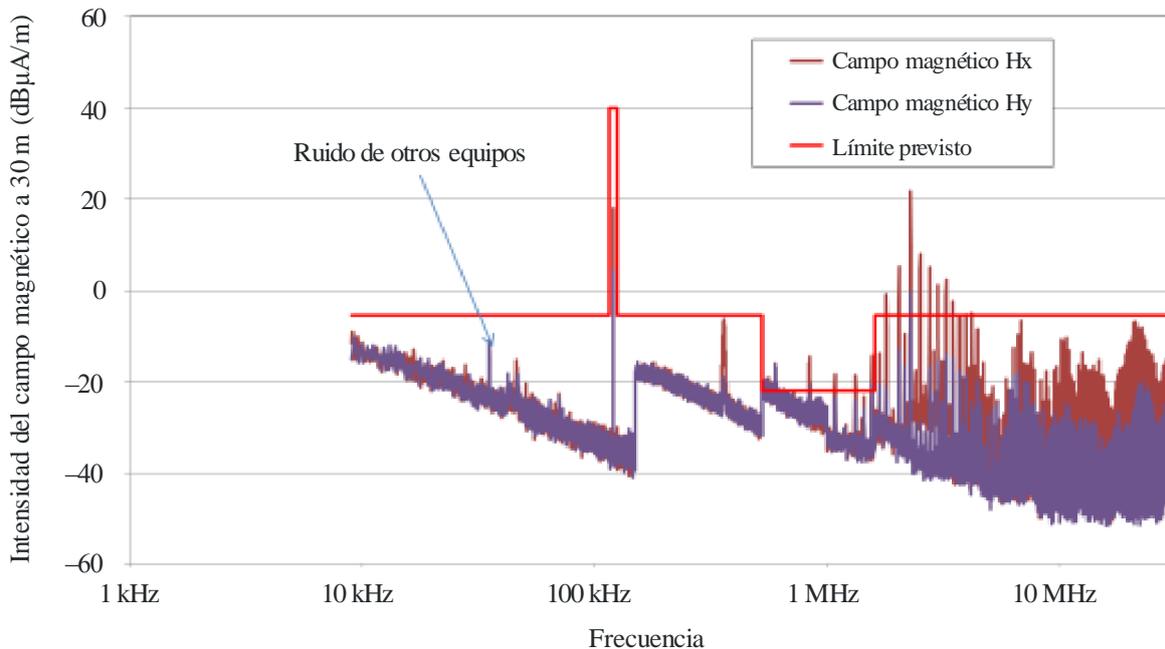
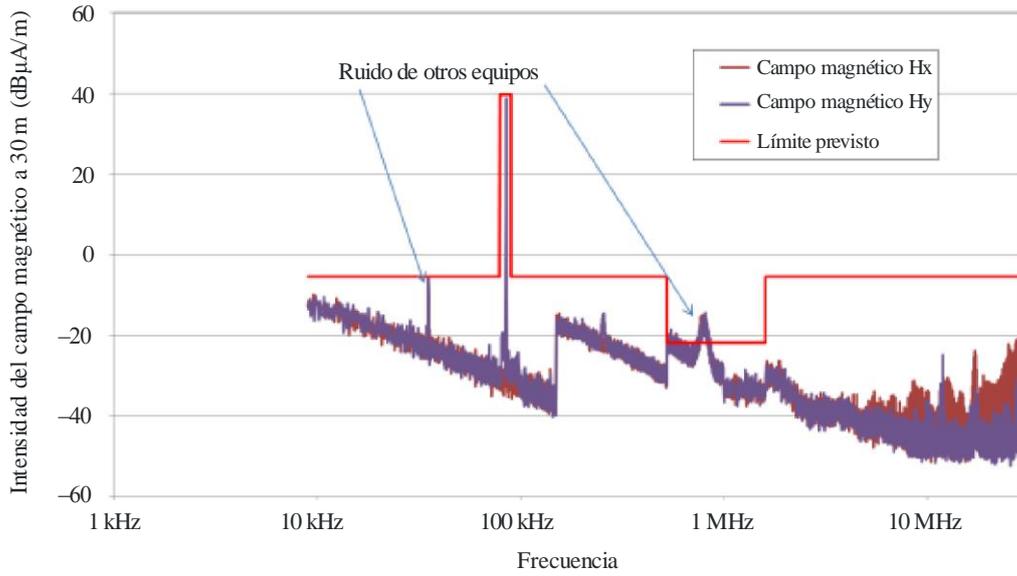


FIGURA A3-12

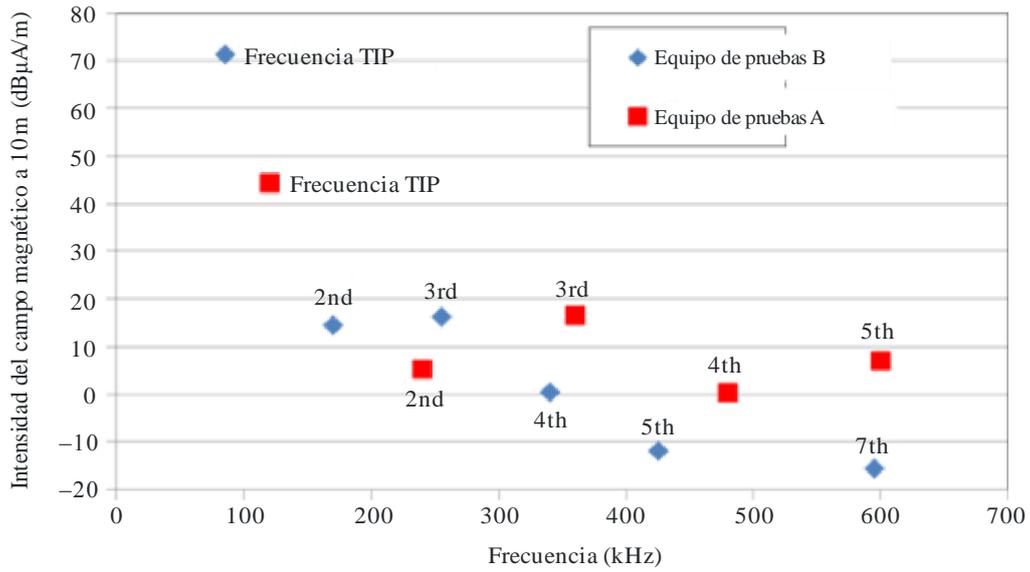
**Ruido radiado del equipo de pruebas B
(9 kHz - 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-12

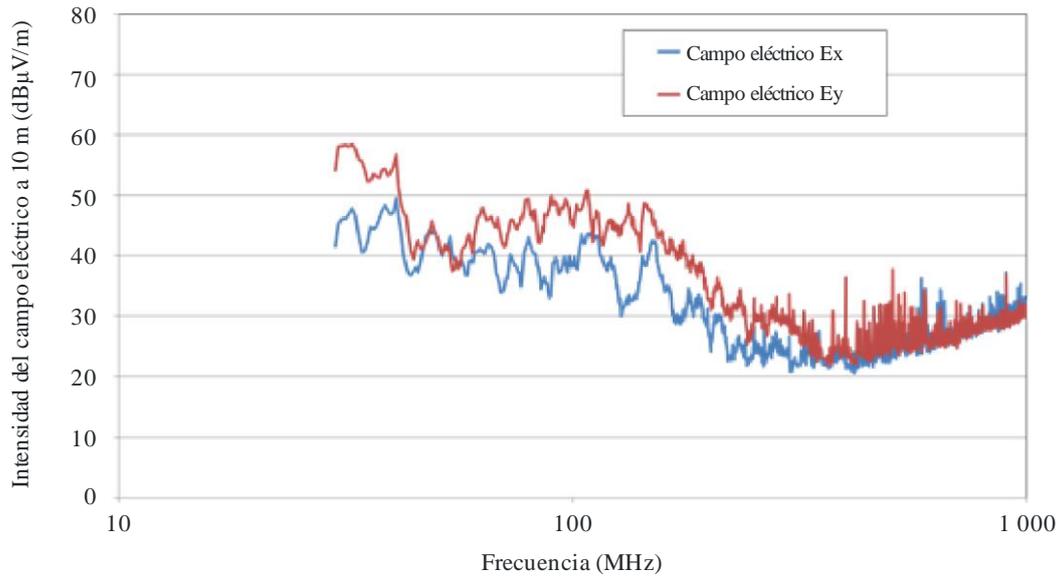
FIGURA A3-13

**Resultados de medición de armónicos de orden superior
(Valor de cuasi cresta)**



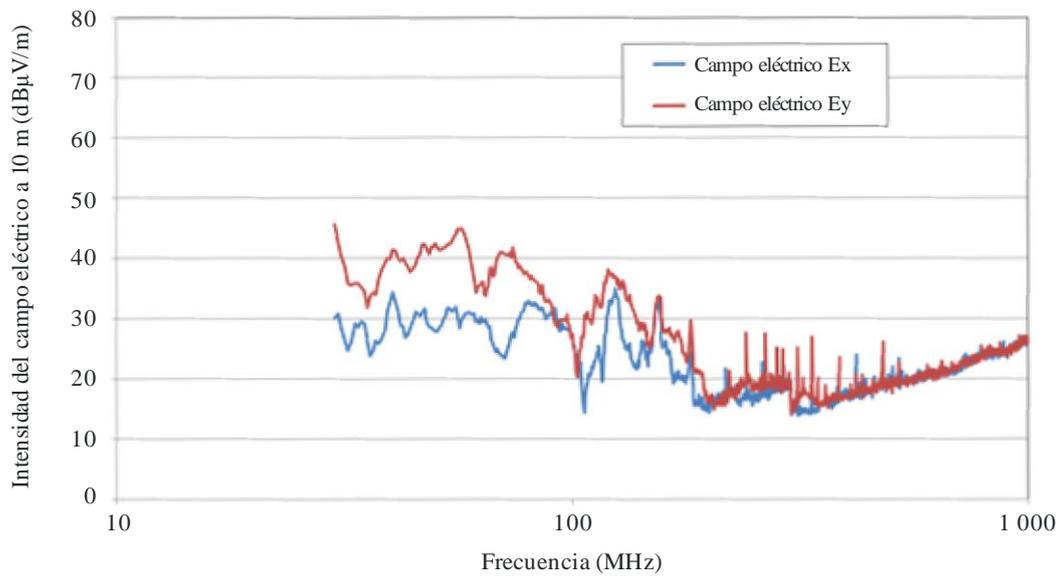
Informe SM.2303-A3-13

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)

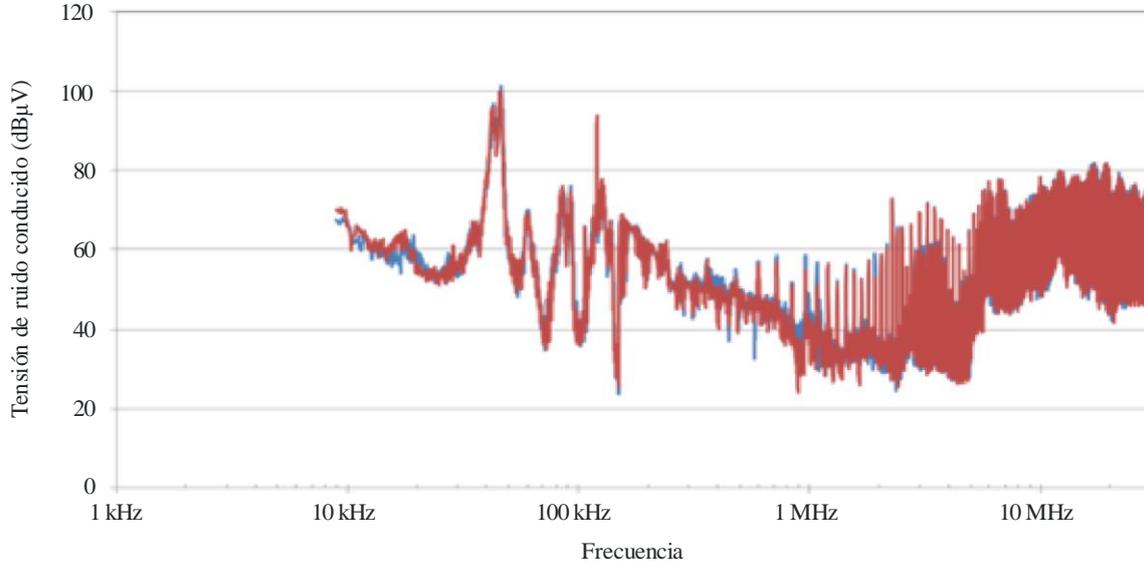


Informe SM.2303-A3-15

3) Resultados de mediciones del ruido conducido

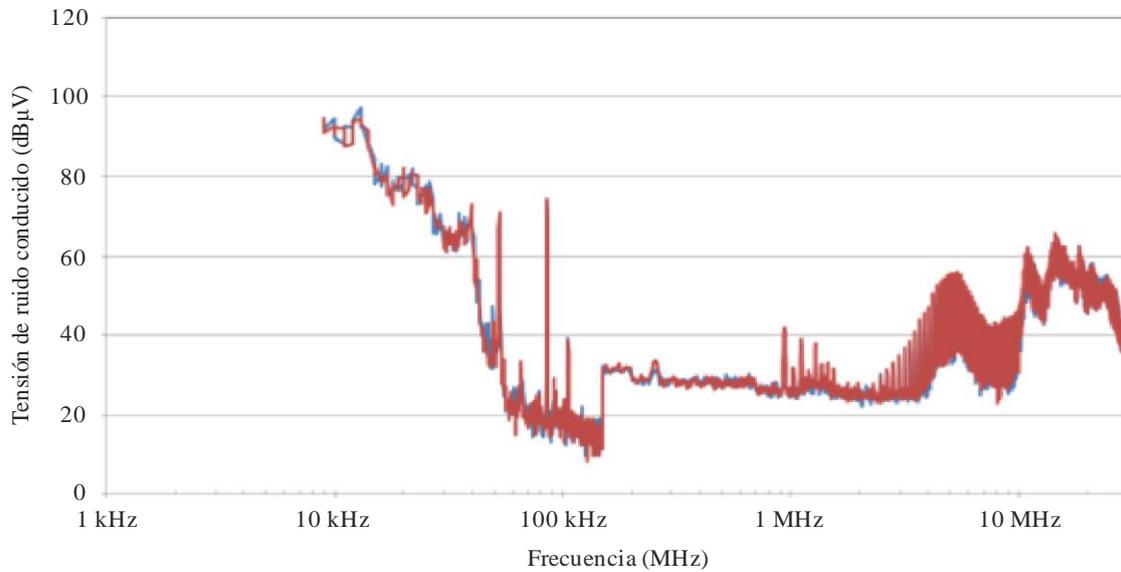
En las Figs. A3-16 y A3-17 se muestran los resultados del ruido conducido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz.

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.

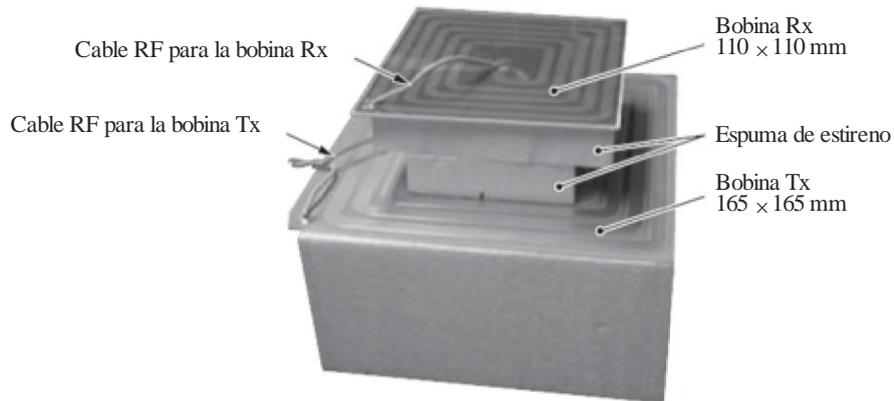
CUADRO A3-2

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 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



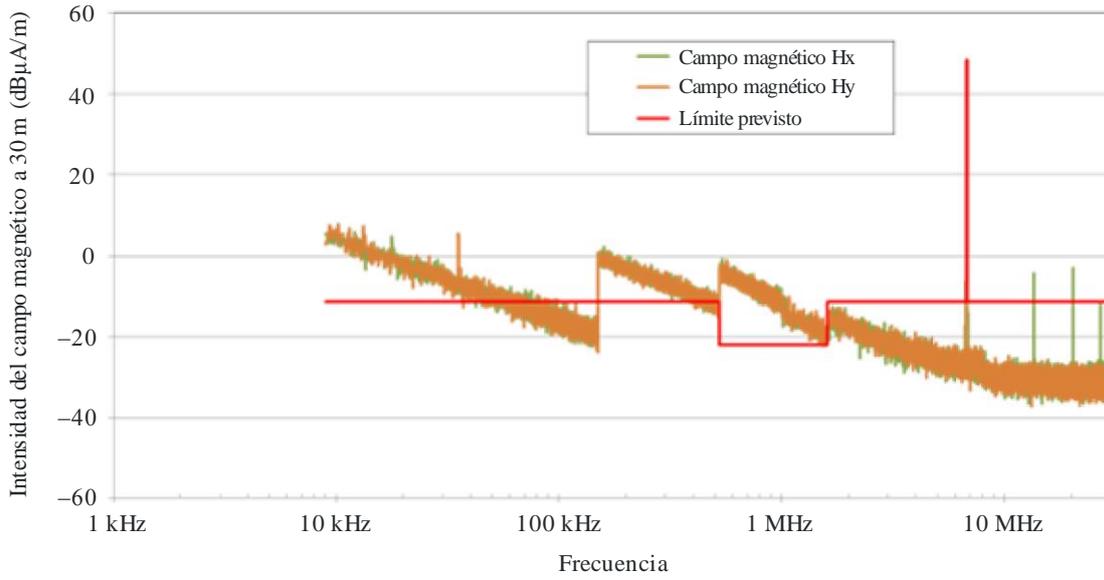
Informe SM.2303-A3-18

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

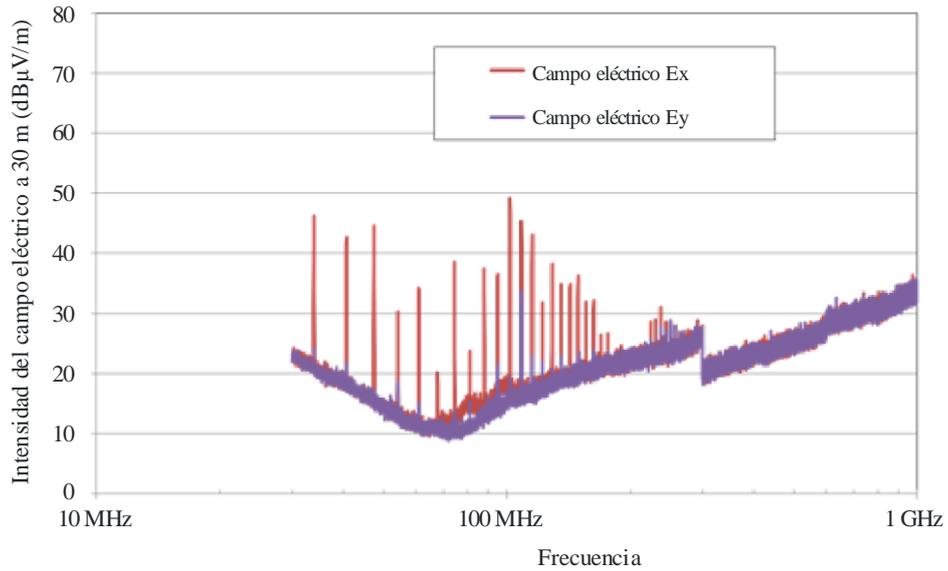
**Ruido radiado del equipo de pruebas
(9 kHz - 30 MHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-19

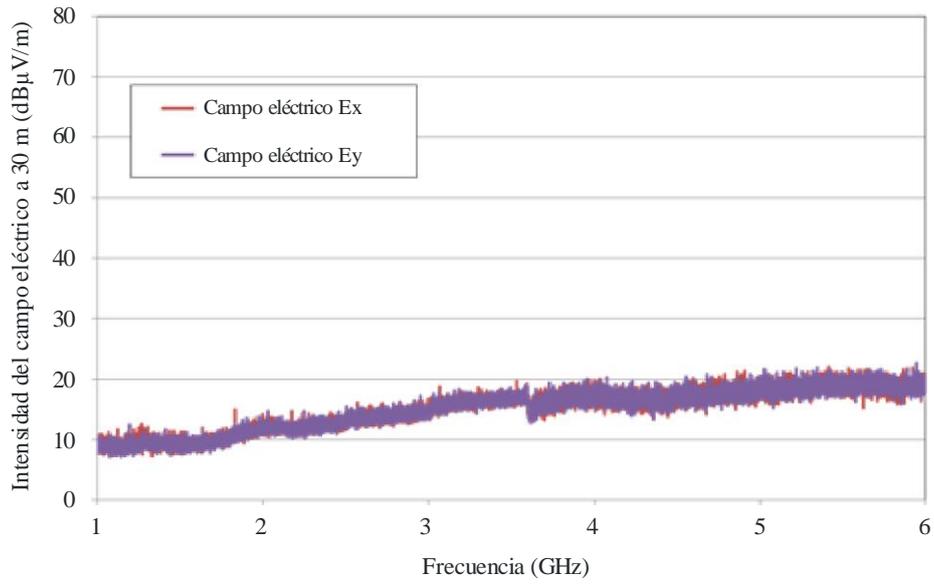
FIGURA A3-20

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



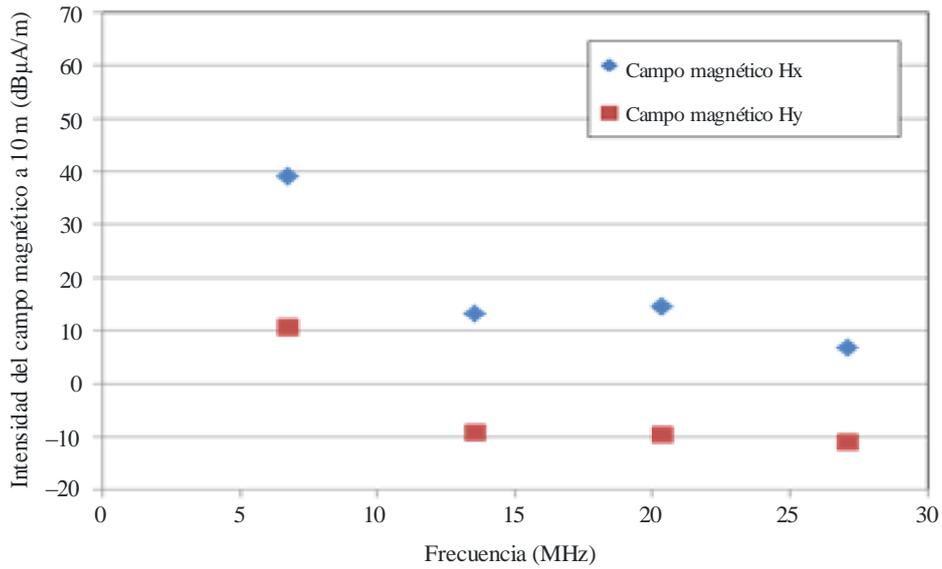
Informe SM.2303-A3-20

FIGURA A3-21
**Ruido radiado del equipo de pruebas
 (1 GHz - 6 GHz, valor de cresta)**



Informe SM.2303-A3-21

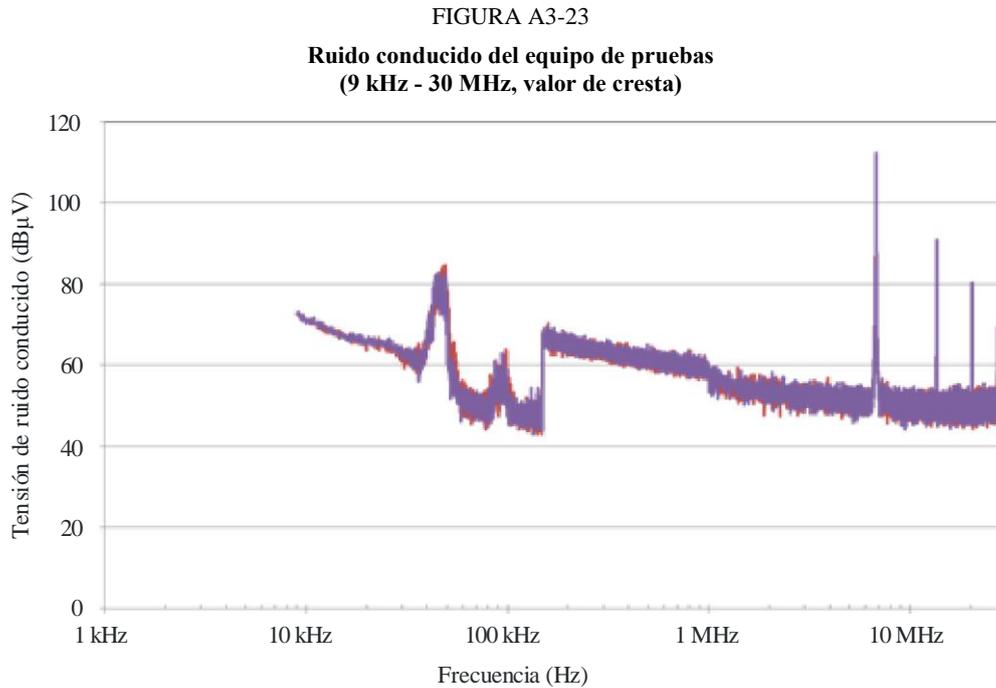
FIGURA A3-22
**Resultados de las mediciones de armónicos de orden superior
 (Valor de cuasi cresta)**



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.



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.

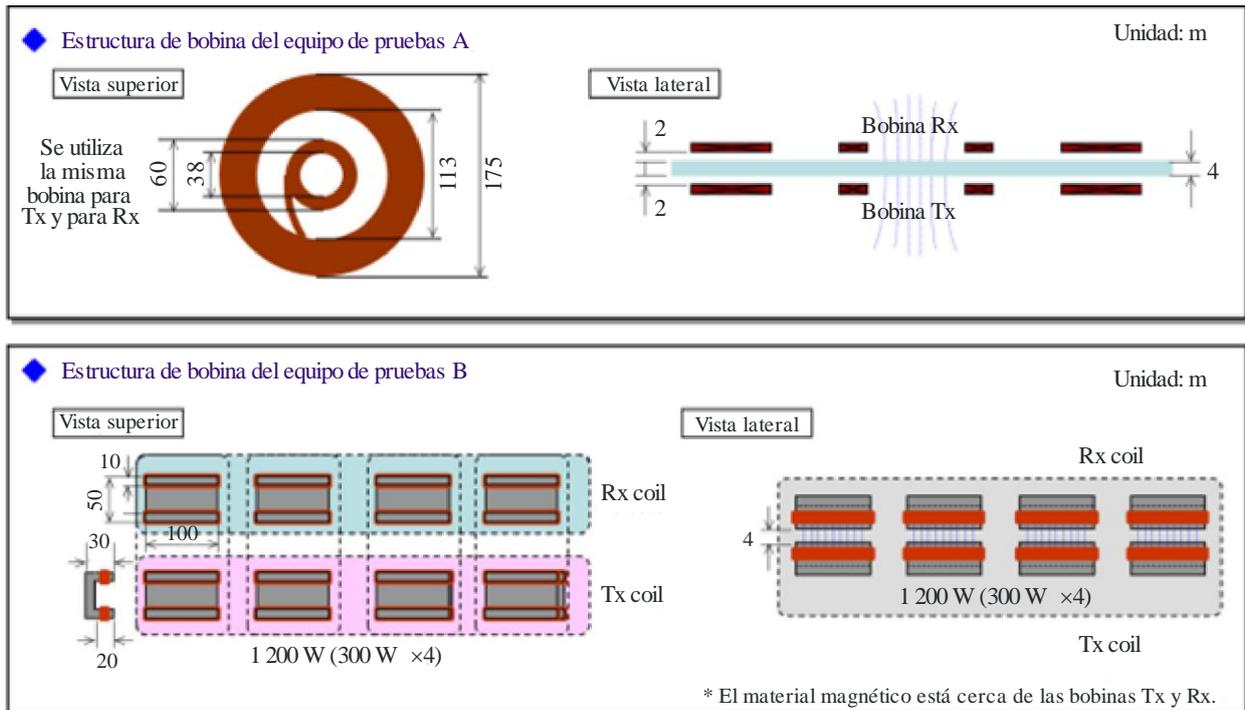
CUADRO A3-3

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 Equipo de pruebas B: 95 kHz
Condiciones para la TIP	Potencia transferida (Equipo de pruebas A): 1,5 kW Potencia transferida (Equipo de pruebas B): 1,2 kW Distancia de transferencia de potencia: inferior a 1 cm

FIGURA A3-24

Estructuras típicas de las bobinas de equipos de pruebas para aparatos de uso doméstico que utilizan tecnologías de inducción magnética



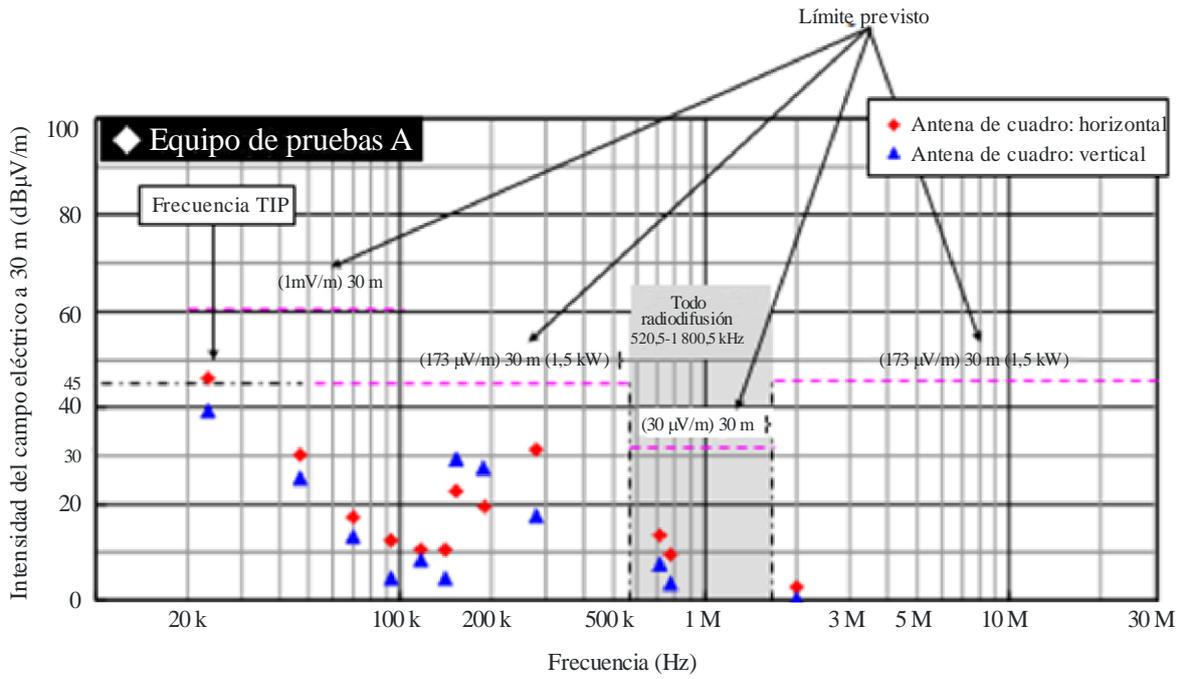
Informe SM.2303-A3-24

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

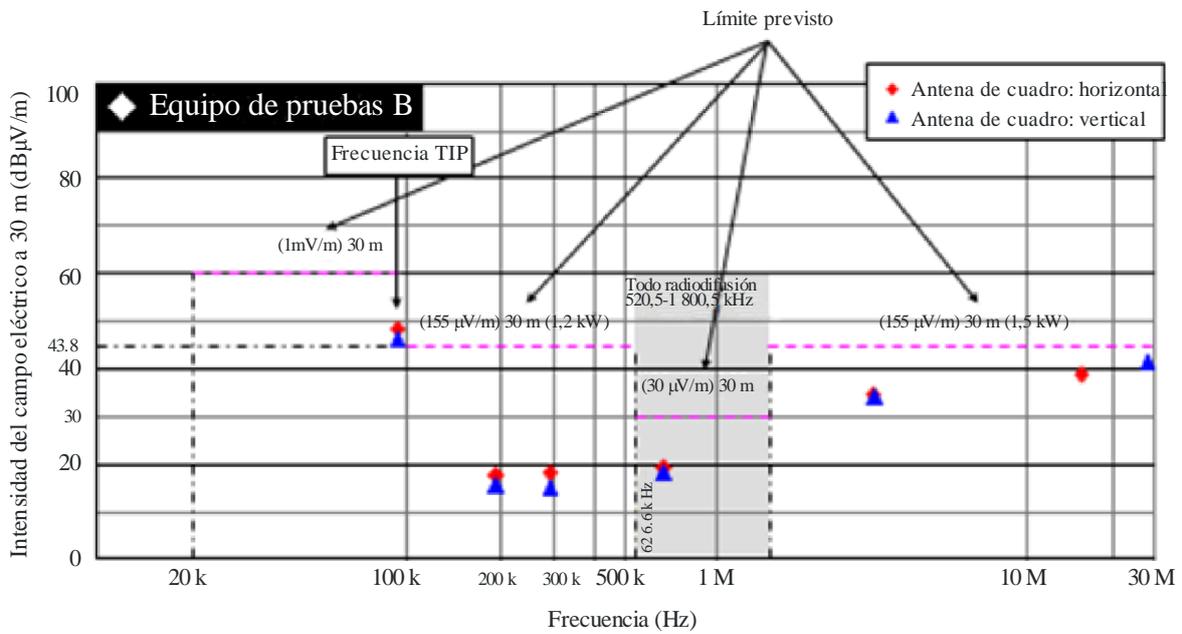
**Ruido radiado del equipo de pruebas A
(9 kHz - 30 MHz, valor de cuasi cresta)**



Informe SM.2303-A3-25

FIGURA A3-26

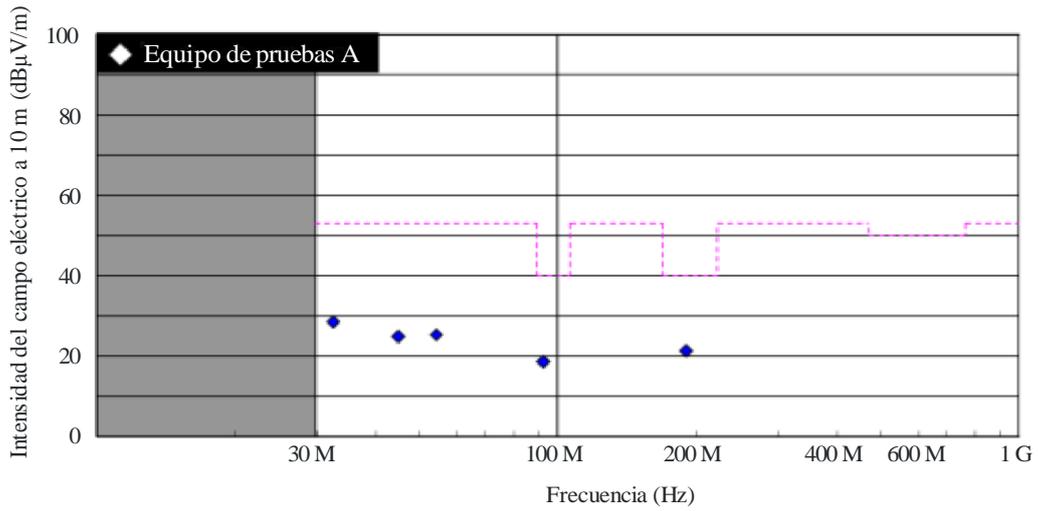
**Ruido radiado del equipo de pruebas B
(9 kHz - 30 MHz, valor de cuasi cresta)**



Informe SM.2303-A3-26

FIGURA A3-27

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



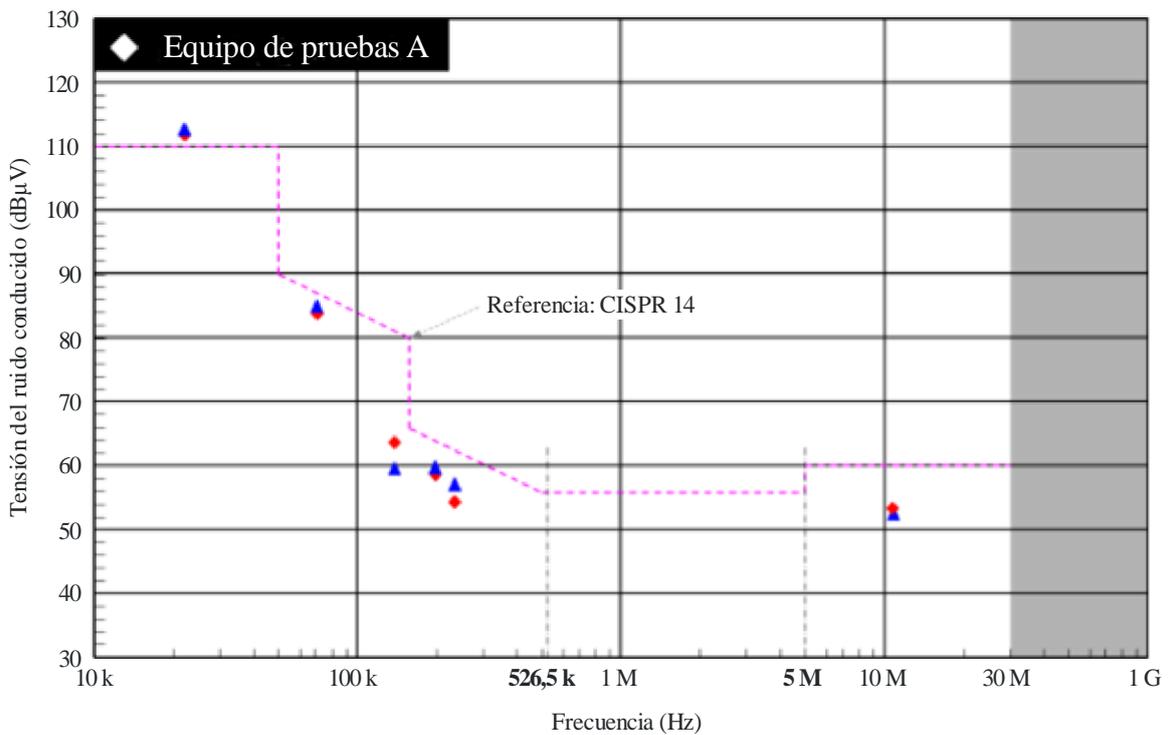
Informe SM.2303-A3-27

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)**



Inform3 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. Distancia de transferencia de potencia: 2 mm

FIGURA A3-29

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

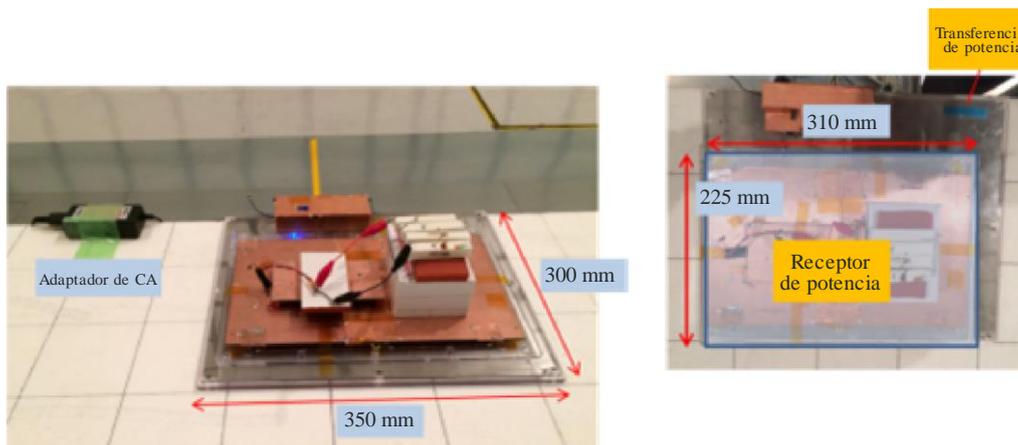
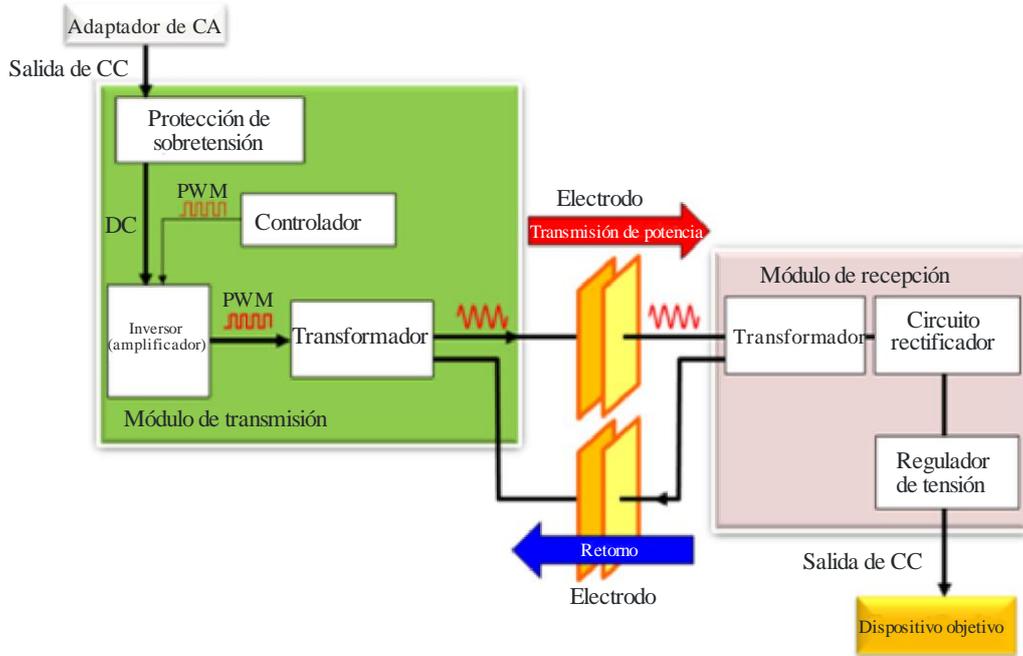


FIGURA A3-30

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



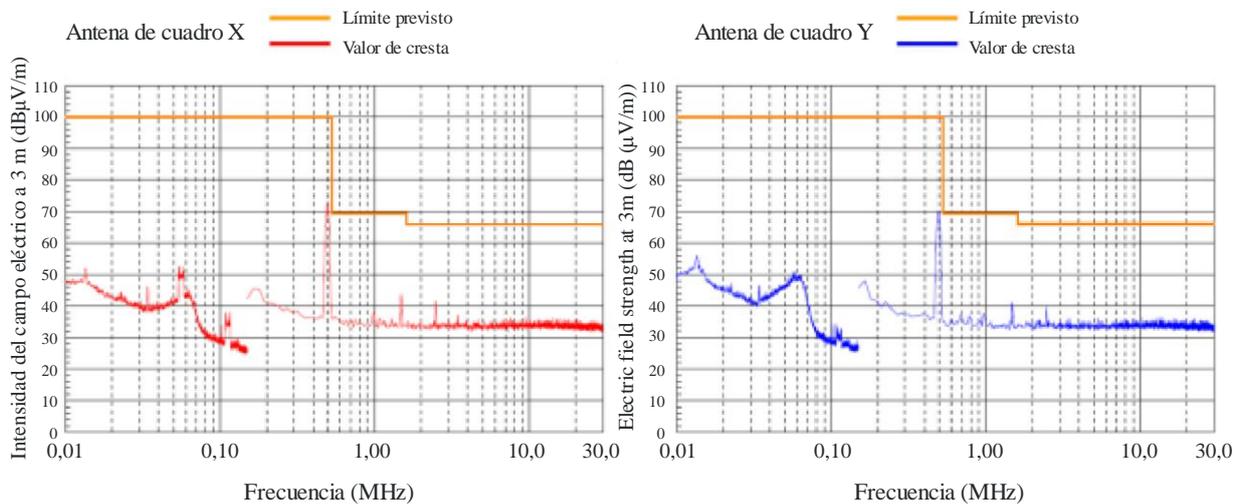
Informe SM.2303-A3-30

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)**



Informe SM.2303-A3-31

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

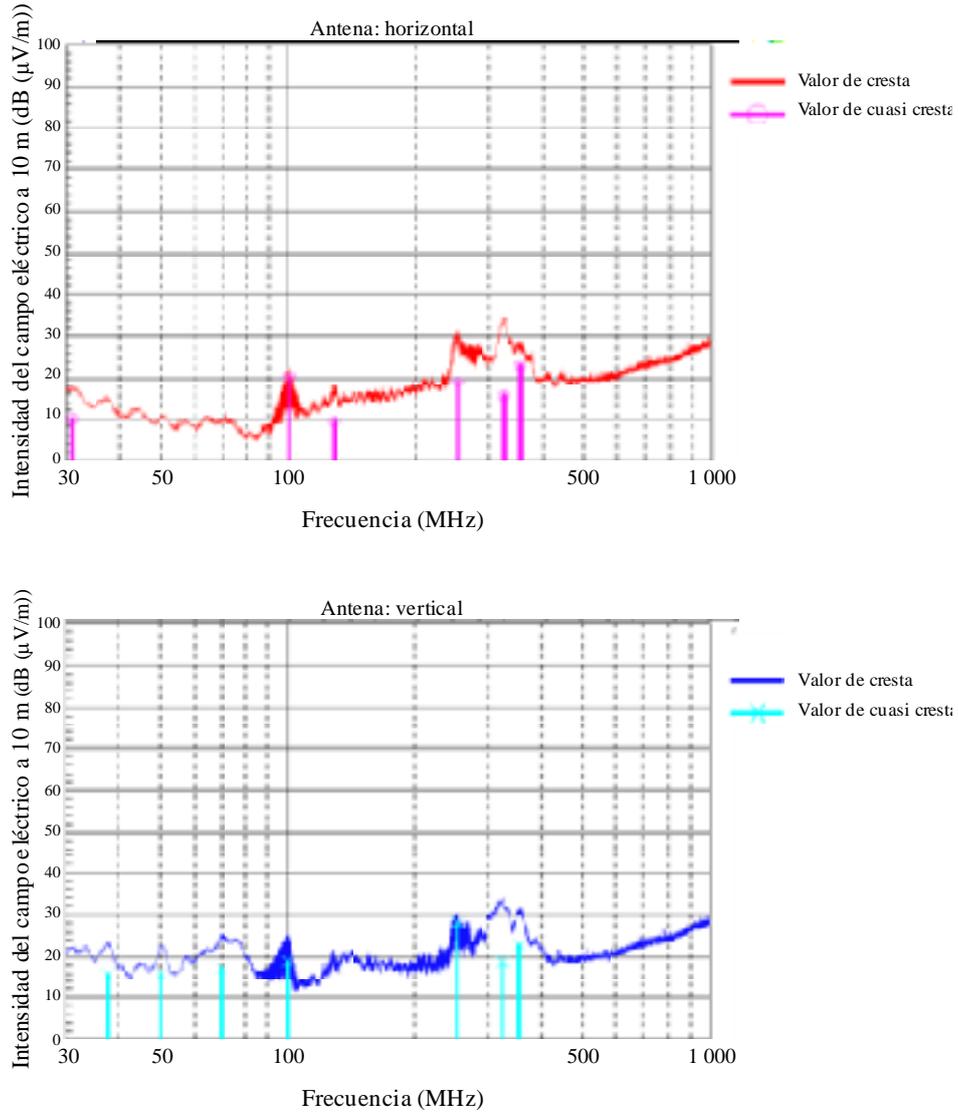
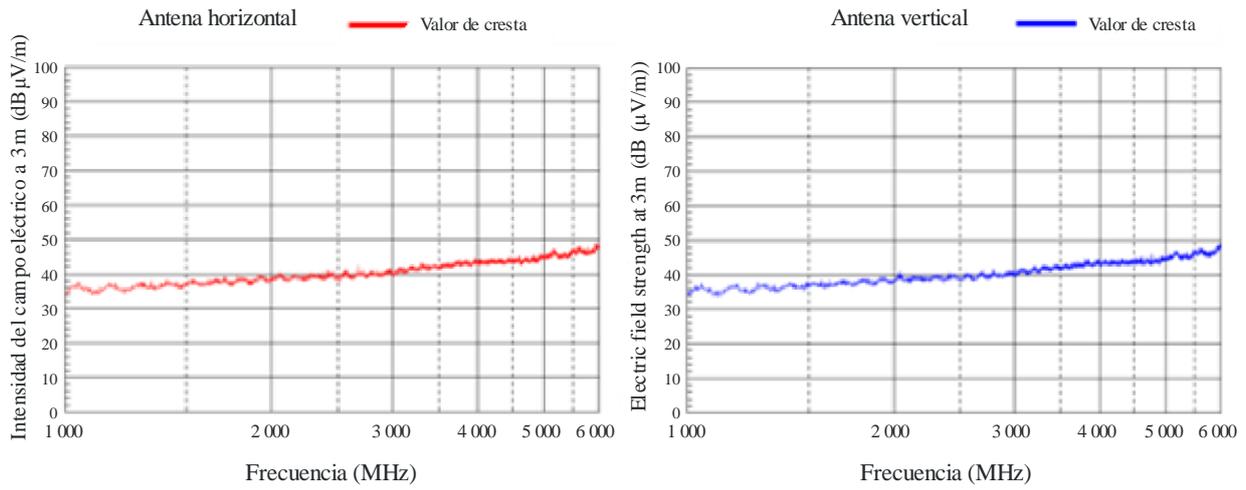


FIGURA A3-33

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



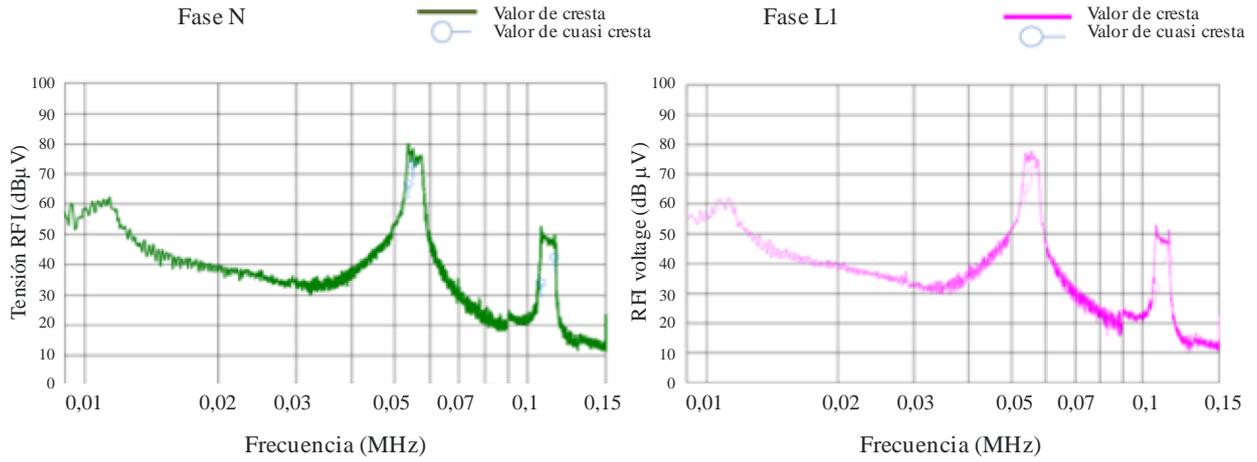
Informe SM.2303-A3-33

3) Resultados de las mediciones de ruido conducido

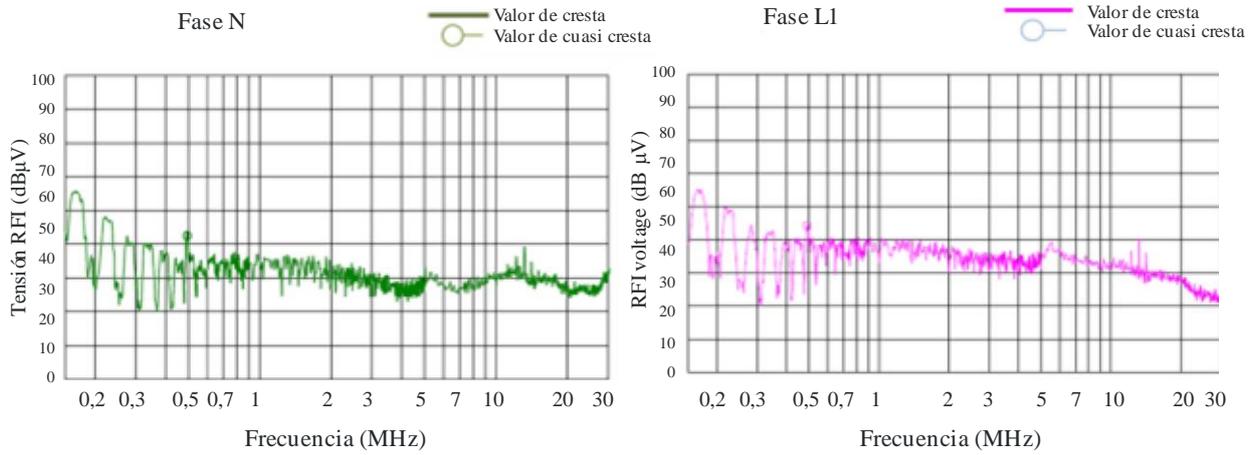
En la Fig. A3-34 se muestran los resultados de las mediciones del ruido conducido para la gama de frecuencias de 9 kHz a 30 MHz.

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