

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1056

LIMITACIÓN DE LAS RADIACIONES PROCEDENTES DE EQUIPOS INDUSTRIALES, CIENTÍFICOS Y MÉDICOS (ICM)

(Cuestión UIT-R 70/1)

(1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la disposición N.º 16 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) define las aplicaciones ICM (de la energía radioeléctrica) como la aplicación de equipos o de instalaciones destinados a producir y utilizar en un espacio reducido energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicación;
- b) que los equipos ICM pueden causar interferencia perjudicial a los servicios y aplicaciones de radiocomunicaciones en todo el espectro;
- c) que para la utilización óptima del espectro de frecuencia, es menester establecer límites de las radiaciones procedentes de equipos ICM fuera de las bandas designadas para su empleo por éstos;
- d) que la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1979) (CAMR-79), por su Resolución N.º 63, invitó al UIT-R a especificar, en colaboración con Comisión Electrotécnica Internacional/Comité Internacional Especial de Perturbaciones Radioeléctricas (CEI/CISPR), los límites que han de establecerse para la radiación causada por los equipos ICM dentro y fuera de las bandas designadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones para su uso,
 - que deben especificarse límites en todo el espectro de radiofrecuencias asignado a los servicios radioeléctricos;
 - que los diferentes servicios radioeléctricos requieren diferentes grados de protección y que es necesario tener en cuenta los requisitos de protección específicos de los servicios de seguridad y las comunicaciones de seguridad;
 - que el uso de la energía de radiofrecuencia con fines industriales, científicos, médicos y domésticos es beneficioso para la economía y los consumidores, y esencial para muchas de esas aplicaciones;
- e) que debido a los diferentes entornos y características de funcionamiento de los equipos ICM, se necesitan varias categorías de límites;
- f) que los servicios radioeléctricos que funcionan en las bandas designadas para el uso de equipos ICM con anterioridad a la CAMR-79 están obligados a aceptar interferencia perjudicial, y que en todas las demás bandas es menester que existan límites para las radiaciones a fin de proteger a los servicios radioeléctricos;
- g) que la supresión de la radiación causada por los equipos ICM puede ser costosa, así como difícil desde el punto de vista técnico, por lo que los requisitos de supresión deben tener en cuenta los aspectos físicos, tecnológicos, económicos, operacionales y de seguridad de las aplicaciones ICM, a fin de evitar las medidas innecesariamente estrictas;
- h) que los equipos que satisfagan los límites de radiación, que son valores transaccionales, pueden causar interferencia perjudicial en ciertas circunstancias, y que se necesitan disposiciones acerca de las medidas que han de adoptarse para suprimir o reducir la interferencia en los casos individuales;
- j) que las disposiciones legales y administrativas difieren en los distintos países, por lo que las administraciones emplean diferentes métodos para aplicar los límites y asegurar su observancia;
- k) que CISPR ha calculado valores límite y ha tenido en cuenta los principios reseñados en los § f) y g), así como la necesidad de armonizar los procedimientos de control de la interferencia a fin de eliminar los obstáculos técnicos al comercio;
- l) que las posibilidades de interferencia dependen del lugar en que se encuentre el equipo ICM en los locales del usuario y debe tenerse en cuenta la distancia de medición y el punto de referencia para las mediciones in situ;
- m) que podrían surgir graves dificultades si diferentes órganos internacionales recomendasen límites distintos para la misma clase de equipos,

advirtiendo

1. que las frecuencias típicamente utilizadas en las aplicaciones de equipos ICM, así como algunas de las aplicaciones actuales y futuras de esa naturaleza, son las que se indican en el anexo;
2. que aunque la UIT ha designado bandas de frecuencias específicas para las aplicaciones ICM, se están utilizando también otras frecuencias de funcionamiento cuando limitaciones prácticas no permiten la utilización de las bandas designadas;
3. que en la Publicación CISPR 23 titulada «Determination of limits for industrial, scientific and medical equipment» (Determinación de los límites aplicables a los equipos industriales, científicos y médicos) se proporcionan detalles del cálculo de los límites;
4. que, aunque los equipos de tecnología de la información (ETI) y los dispositivos de iluminación RF utilizan energía de radiofrecuencia, CISPR no los ha considerado equipos ICM y, los ha tratado, por tanto, en las Publicaciones CISPR 15 y 22, respectivamente,

recomienda

1. que las administraciones consideren la utilización de la edición más reciente de la Publicación CISPR 11, incluidas las enmiendas, como guía para la aplicación de límites y métodos de medición en la regulación de los equipos ICM encaminada a proteger las radiocomunicaciones;
2. que se mantenga la cooperación con CISPR para garantizar que se tomen plenamente en consideración las necesidades de las radiocomunicaciones.

ANEXO 1

Aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM)**1. Introducción**

El presente anexo contiene la definición de las aplicaciones ICM formulada por la UIT, una lista de las frecuencias típicamente utilizadas por los equipos ICM y una descripción de algunas aplicaciones actuales y futuras en esos campos.

2. Aplicaciones ICM

Con arreglo al número 16 del RR, se entiende por aplicación ICM la aplicación de equipos o de instalaciones destinados a producir y utilizar en un espacio reducido energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicación.

La siguiente es una lista parcial de las aplicaciones de equipos ICM:

Equipos de calentamiento por inducción
(por debajo de 1 MHz)

- | | |
|------------------------------------|---|
| – cocinas por inducción domésticas | – tratamiento térmico selectivo de la superficie de piezas metálicas |
| – fundición de metales | – cultivo y refinado de cristales semiconductores |
| – calentamiento de palanquilla | – costura de superficies de carrocerías de automotores |
| – soldadura de tubos | – cierre hermético de envases |
| – soldadura blanca y amarilla | – calentamiento de bandas de acero para galvanizado, recocido y secado de pintura |
| – calentamiento de piezas | |
| – soldadura por puntos | |

Equipos de caldeo dieléctrico por RF
(1-100 MHz)

- secado de chapa de madera y madera de construcción
- secado de textiles
- secado de fibra de vidrio
- secado de papel y de revestimientos de papeles
- precalentamiento de plásticos
- soldadura y moldeo de plásticos
- post-horneado y secado de productos alimenticios
- descongelación de carnes y pescados
- secado de machos en fundición
- secado de colas
- secado de películas
- endurecimiento de adhesivos
- precalentamiento de materiales

Equipos médicos

- equipos de diatermia por ondas cortas y microondas y de hipertermia
- unidades quirúrgicas eléctricas (UQE)
- formación de imágenes por resonancia magnética
- formación de imágenes ultrasónicas para el diagnóstico

Equipos de microondas
(por encima de 900 MHz)

- hornos de microondas domésticos y comerciales
- templado, descongelado y cocción de comidas
- secado de pinturas y revestimientos con rayos ultravioletas
- vulcanización del caucho
- elaboración de productos farmacéuticos

Equipos varios

- soldadores de arco excitados por radiofrecuencias
- equipos de erosión por arco eléctrico

Equipos científicos y de laboratorio

- generadores de señales
- receptores de medida
- contadores de frecuencia
- medidores de caudal
- analizadores de espectro
- básculas
- aparatos de análisis químicos
- microscopios electrónicos
- fuentes de alimentación con conmutación (no incorporadas a otros equipos)

2.1 Aplicaciones actuales

Las frecuencias actualmente empleadas con fines industriales, científicos y médicos, y con otros propósitos distintos de las comunicaciones, abarcan un espectro muy amplio, e incluyen frecuencias distintas de las designadas por el RR. Cierta número de equipos ICM utilizan frecuencias de tolerancia y estabilidad no definidas y algunos de ellos, frecuencias atribuidas a los servicios de seguridad y de radionavegación. En el cuadro 1 se resumen algunas de las aplicaciones ICM en distintas bandas de frecuencias.

2.2 Aplicaciones futuras

La investigación de nuevas aplicaciones de la energía electromagnética fuera del campo de las comunicaciones con el objeto de mejorar los procesos industriales está aumentando de manera espectacular en todo el mundo. Estas investigaciones no se circunscriben a las bandas ICM. La selección de la frecuencia de aplicación para los equipos de producción se basa en muchos factores, entre los que se cuentan:

- la disponibilidad de una fuente de alimentación apropiada,
- las posibilidades de interferencia RF y el coste de su limitación,
- consideraciones de seguridad,
- la disponibilidad de una frecuencia ICM apropiada, y
- la optimización de la frecuencia para la operación de que se trata.

Varias nuevas aplicaciones prometen importantes ventajas sociales y económicas que quizá no podrían alcanzarse por ningún otro proceso, así como considerables progresos en ahorro de energía y protección del medio ambiente.

CUADRO 1

Equipos ICM utilizados en la actualidad

Frecuencia (MHz)	Principales aplicaciones	Potencia RF (típica)	N.º en uso, estimado
Inferior a 0,15	Calentamiento por inducción en la industria (soldadura y fusión de metales) Limpieza ultrasónica (15-30 kHz) Aplicaciones médicas (formación de imágenes ultrasónicas para el diagnóstico)	10 kW-10 MW 20-1 000 W 100-1 000 W	> 100 000 > 100 000 > 10 000
0,15-1	Calentamiento por inducción (tratamiento térmico, cierre de envases, soldadura y fusión de metales) Diagnóstico médico con ultrasonidos	1 kW-1 MW 10-1 000 W	> 100 000 > 100 000
1-10	Diatermia quirúrgica (oscilador de onda amortiguada de 1-10 MHz) Encolado y tratamiento de la madera (3,2 y 6,5 MHz) Generador de inducción accionado Por lámparas termoiónicas producción de materiales semi-conductores Soldadura de arco estabilizado por radiofrecuencia (oscilador de onda amortiguada de 1-10 MHz)	100-1 000 W 10 kW-1,5 MW 1-200 kW 2-10 kW	> 100 000 > 1 000 > 10 000
10-100	Calentamiento dieléctrico (se emplean principalmente frecuencias de las bandas ICM a 13,56, 27,12 y 40,68 MHz, pero en muchos casos también frecuencias fuera de las bandas ICM): – cerámica – secado de machos en la fundición – secado de productos textiles – productos comerciales (libros, papel, encolado y secado) – productos alimenticios (post cocción, descongelación de carnes y pescados) – secado de solventes – secado y encolado de maderas (chapa y madera de construcción) – secado dieléctrico general – calentamiento de plásticos (matrizado y estampado en relieve) Aplicaciones médicas: – diatermia médica (27 MHz) – formación de imágenes por resonancia magnética (10-100 MHz en grandes salas apantalladas)	15-300 kW 15-300 kW 15-200 kW 5-25 kW 10-100 kW 5-400 kW 5-1 000 kW 1-50 kW (la mayoría < 5 kW) 100-1 000 W	< 1 000 < 1 000 > 1 000 > 1 000 < 1 000 > 10 000 > 100 000 > 10 000 > 1 000
100-1 000	Elaboración de productos alimenticios (915 MHz) aplicaciones médicas (433 MHz) generadores de plasma RF Vulcanización del caucho (915 MHz)	< 200 kW	< 1 000 < 1 000
Superior a 1 000	Generadores de plasma RF Hornos de microondas domésticos (2 450 MHz) Hornos de microondas comerciales (2 450 MHz) Vulcanización del caucho (2 450 MHz) Equipos de secado por rayos ultravioleta excitados por RF	600-1 500 W 1,5-200 kW 6-100 kW	> 200 millones < 1 000

Entre los campos de investigaciones recientes pueden mencionarse:

2.2.1 Calentamiento por inducción

Aunque no se trata de una nueva aplicación, nuevos generadores de inducción de flujo elevado están estimulando diversas aplicaciones, tales como:

- el refinado de materiales semiconductores muy puros,
- la fusión de metales, en particular en vacío para la industria aeroespacial y del automotor.

2.2.2 *Química del plasma*

Las bandas ICM a 27 MHz, 915 MHz y 2 450 MHz, así como otras frecuencias, son objeto de investigación en los siguientes experimentos de la química del plasma:

- cultivo de diamantes,
- elaboración y sinterizado de material cerámico,
- elaboración de materias primas.

2.2.3 *Tratamientos médicos*

Entre los temas de investigaciones recientes se cuentan:

- aceleración de los análisis químicos utilizando 2 450 MHz,
- tratamiento local del cáncer por radiaciones de frecuencias inferiores a 400 MHz (hipertermia),
- fijación de tejidos,
- formación de imágenes por resonancia magnética con frecuencias de 10 a 100 MHz en salas especialmente apantalladas,
- tratamiento por hipertermia.

2.2.4 *Tratamiento de materiales y de productos alimenticios*

- calefacción ambiental utilizando 5 800 MHz,
- recuperación de aceites de esquistos con frecuencias inferiores a 10 MHz,
- eliminación de desechos peligrosos mediante frecuencias de microondas, por ejemplo, 2 450 MHz,
- descongelación y cocción en gran escala a 915 MHz, 2 450 MHz y 5 800 MHz,
- secado de ropas a 2 450 MHz,
- rehabilitación de suelos,
- esterilización de desechos médicos,
- pasteurización y esterilización de productos alimenticios,
- tratamiento de desechos (13,56 MHz y 2 450 MHz).

2.2.5 *Transferencia de energía*

La mayoría de los experimentos sobre transferencia de energía se han efectuado a frecuencias de microondas, como 2 450 MHz, 5 800 MHz y superiores.

- los experimentos de energía solar en satélites, que se prosiguen a 2 450 MHz y 35 GHz;
- transferencia de energía a una aeronave a 2 450 MHz;
- carreteras electrificadas – varias estaciones de transferencia de energía empotradas en la carretera para recargar los vehículos eléctricos que pasen sobre ellas (915 MHz y 2 450 MHz);
- sistemas de propulsión electromagnéticos por debajo de 1 MHz.

3. Niveles de radiación en las bandas designadas para aplicaciones ICM

3.1 *Fundamentos*

Existen por lo menos cinco razones para establecer límites dentro de las bandas destinadas a los equipos ICM, a saber:

- controlar los efectos biológicos;
- reducir al mínimo las emisiones fuera de banda a fin de proteger a los servicios radioeléctricos;
- reducir al mínimo las emisiones dentro de banda a fin de proteger a los servicios radioeléctricos que funcionan en las bandas ICM;
- reducir al mínimo las emisiones radioeléctricas a fin de proteger a los servicios radioeléctricos en bandas adyacentes;
- reducir al mínimo las emisiones radioeléctricas a fin de proteger a los servicios electrónicos o radioeléctricos que funcionan en la inmediata vecindad de equipos ICM.

Los límites y métodos de medición relacionados con los efectos biológicos, así como los procedimientos empleados para asegurar la observancia en ese ámbito, rebasan la esfera de acción de la UIT y CISPR, por lo que tales efectos no podrían utilizarse para establecer los límites dentro de banda. No obstante, se ha observado que, en muchos casos, el cumplimiento de las normas destinadas a evitar los efectos biológicos no ha reducido considerablemente los niveles de radiación a las distancias de medición empleadas por CISPR.

Ha de señalarse que la reducción de la radiación dentro de una banda no reduce necesariamente la producida fuera de ésta, que incluso puede aumentar como consecuencia de la supresión de señales en el interior de la banda.

No se ha considerado el establecimiento de límites dentro de las bandas para proteger a los servicios radioeléctricos prestados en las mismas, ya que no se han especificado los servicios que han de protegerse. Además, el establecimiento de límites restrictivos disminuiría la utilidad de las bandas ICM para fines industriales. El resultado sería alentar el uso de equipos ICM en bandas de frecuencias más adecuadas para esos procesos, pero cuyo empleo sería perjudicial para los servicios radioeléctricos.

La cuestión del empleo de límites dentro de las bandas ICM a fin de proteger los servicios radioeléctricos adyacentes a éstas o los equipos electrónicos o radioeléctricos que se encuentren próximos a los lugares donde se efectúan aplicaciones ICM, puede tratarse de manera más apropiada como una cuestión de inmunidad de los equipos. Por consiguiente, la mejor solución es asegurar la distancia necesaria o incorporar características de inmunidad suficiente en los equipos que podrían resultar afectados. No obstante, el cálculo y la obtención de la inmunidad sólo son posibles si se conocen las intensidades de campo que se encontrarán en la práctica. Por tal razón, se inserta el cuadro siguiente de niveles de radiación, basado en mediciones efectuadas en varios países diferentes.

3.2 *Bandas designadas por la UIT para las aplicaciones ICM y niveles medidos*

Se han efectuado en diferentes países y lugares algunas mediciones de los niveles de radiación generados por los equipos ICM en las bandas designadas para su uso. En el cuadro 2 se proporciona un resumen de los resultados.

CUADRO 2

**Gama de niveles medidos de la intensidad de campo causada por equipos ICM
en las bandas designadas por la UIT para su uso**

Banda de frecuencias	Frecuencia central	N.º de la nota correspondiente del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias del RR de la UIT	Gamas de intensidades de campo de medidas (dB(µV/m)) ⁽¹⁾
6,765-6,795 MHz	6,78 MHz	524	80-100
13,553-13,567 MHz	13,567 MHz	534	80-120
26,957-27,283 MHz	27,12 MHz	546	70-120
40,66-40,70 MHz	40,68 MHz	548	60-120
433,05-434,79 MHz	433,92 MHz	661, 622 (Región 1)	60-120
902-928 MHz ⁽²⁾	915 MHz	707 (Región 2)	60-120
2,400-2,500 MHz	2,450 MHz	752	30-120
5,725-5,825 GHz	5,8 GHz	806	Sin información
24,00-24,25 GHz	24,125 GHz	881	Sin información
61,00-61,50 GHz	61,25 GHz	911	Sin información
122-123 GHz	122,5 GHz	916	Sin información
244-246 GHz	245 GHz	922	Sin información

⁽¹⁾ La intensidad de campo es la existente a una distancia de 30 m del muro exterior del edificio en el que se encuentra el equipo ICM. Se ignora, por tanto, la distancia real entre el equipo ICM y el punto de medición.

⁽²⁾ 896 MHz en el Reino Unido.

4. Fuentes de información adicional

- Journal and Symposium Reports of the
International Microwave Power Institute
13542 Union Village Circle
Clifton, VA 22024
Estados Unidos de América

 - Electric Power Research Institute
P.O. Box 10412
Palo Alto, CA 94303
Estados Unidos de América

 - U.I.E.
Union internationale d'électrothermie Tel: (33 1) 47 78 99 34
Monsieur G. Vanderschueren Fax: (33 1) 49 06 03 73
Secrétaire Général
Tour Atlantique
CÉDEX 6
F-92080 PARIS LA DÉFENSE
Francia
-