

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1452-1**  
(10/2009)

**Sistemas de radiocomunicaciones por ondas  
milimétricas para aplicaciones de sistemas  
de transporte inteligentes**

**Serie M**  
**Servicios móviles, de radiodeterminación,  
de aficionados y otros servicios  
por satélite conexos**



## 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 las Recomendaciones UIT-R

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

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

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2010

© UIT 2010

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.1452-1

**Sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas  
para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes**

(Cuestión UIT-R 205/5)

(2000-2009)

**Cometido**

En la presente Recomendación se presentan los requisitos de sistema y las características técnicas y operativas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes que se deberán utilizar al diseñar los sistemas. Esta Recomendación abarca los radares de vehículo de baja potencia que funcionan en las bandas 60-61 GHz, 76-77 GHz y 77-81 GHz, así como los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas integrados para aplicaciones de STI en la gama 57-66 GHz destinados a las radiocomunicaciones vehículo a vehículo y las radiocomunicaciones entre los vehículos y la infraestructura vial.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que los sistemas de transporte inteligentes (STI) pueden contribuir significativamente a mejorar la seguridad pública;
- b) que las especificaciones internacionales facilitarían la aplicación a nivel mundial de los STI y aportarían economías de escala acercando los equipos y servicios STI al público;
- c) que la armonización de las aplicaciones STI depende de atribuciones comunes de espectro radioeléctrico;
- d) que se necesitarán sistemas de transmisión de alta capacidad para los sistemas de radiocomunicaciones STI a fin de poder soportar aplicaciones multimedios y de alta resolución;
- e) que también se necesitarán sistemas de transmisión de baja capacidad para los sistemas de radiocomunicaciones STI destinados al funcionamiento seguro del vehículo, como los radares antichoques;
- f) que un sistema integrado de radar y radiocomunicaciones es beneficioso para la seguridad y la comodidad del conductor;
- g) que diversos foros industriales y de investigación han estudiado intensivamente los sistemas de comunicaciones STI de alta velocidad por ondas milimétricas que utilizan la tecnología radio por fibra;
- h) que las frecuencias de ondas milimétricas presentan importantes ventajas y ofrecen una gran anchura de banda para los sistemas STI de radar y comunicaciones integrados mencionados;
- j) que, de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones, hay otros sistemas y servicios de radiocomunicaciones en funcionamiento que también utilizan las frecuencias de ondas milimétricas;
- k) que los países miembros de la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) utilizan temporalmente, hasta el 1 de julio de 2013, la banda 21,65-26,65 GHz para los radares de vehículo de corto alcance;

l) que la fuerte absorción debida al oxígeno atmosférico y al vapor de agua en parte de las gamas de frecuencias de ondas milimétricas puede reducir la interferencia entre los diversos servicios de radiocomunicaciones en funcionamiento en esas gamas;

m) que se han de identificar las características técnicas y operativas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas integrados para las aplicaciones STI a fin de facilitar la implantación mundial de dichos sistemas,

*observando*

a) que la Organización Internacional de Normalización (ISO) ha publicado normas relativas a los aspectos no relacionados con las radiocomunicaciones de los STI en la norma ISO/TC204, teniendo en cuenta los trabajos realizados por organizaciones externas reconocidas;

b) que el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) ha publicado normas relativas a los aspectos de radiocomunicaciones de los STI en ETSI/ERM (Compatibilidad electromagnética y cuestiones relacionadas con el espectro radioeléctrico), que pueden contribuir a los trabajos del UIT-R;

c) que el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) ha normalizado las comunicaciones por ondas milimétricas para las redes personales inalámbricas en la gama de frecuencias 57-66 GHz en IEEE 802.15.3c;

d) que el Manual sobre el servicio móvil terrestre (Volumen 4 sobre STI) contiene información sobre las comunicaciones por ondas milimétricas, incluidas las características de propagación para las comunicaciones vehículo a vehículo y las comunicaciones entre el vehículo y el radar;

e) que la banda 76-77,5 GHz está atribuida en todo el mundo con categoría primaria al servicio de radioastronomía, que es especialmente susceptible a la interferencia que puedan causar las aplicaciones STI móviles, pues las señales cósmicas que estudian son extremadamente débiles y cabe la posibilidad de que los vehículos se encuentren en las proximidades de los radiotelescopios,

*recomienda*

1 que se utilicen como directrices para el diseño de los sistemas las características técnicas y operativas de los radares de sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para aplicaciones STI que se presentan en el Anexo 1;

2 que se utilicen como directrices para el diseño de los sistemas las características técnicas y operativas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para aplicaciones STI de comunicación de datos entre vehículos y entre los vehículos y la infraestructura vial que se presentan en el Anexo 2.

## Anexo 1

### Equipos de radar de vehículo de baja potencia y corto alcance a 60 GHz y a 76 GHz

#### 1 Generalidades

##### 1.1 Introducción

Se considera que varias bandas de ondas milimétricas están destinadas para los radares de vehículo: la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de Estados Unidos de América y el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones (MIC) de Japón ya han asignado la banda de 76 GHz para este fin. En Estados Unidos, los radares de vehículo operativos en la banda de 76 GHz no han de causar interferencias perjudiciales y han de aceptar la interferencia que pueda causar el funcionamiento de un sistema de radiocomunicaciones autorizado, cualquier otro emisor intencionada o no intencionadamente, los equipos industriales, científicos y médicos (ISM) o un emisor accidental. Además, conforme a los requisitos de espectro europeos en cuanto a RTTT, el ETSI ha adoptado una norma europea de radar de vehículo de baja potencia con funcionamiento en las bandas 76-77 GHz y 77-81 GHz. El MIC de Japón también ha atribuido la banda 60-61 GHz a esta aplicación. Esta labor ha llevado al ASTAP a considerar una propuesta de proyecto de norma sobre radar de vehículo de baja potencia y corto alcance con funcionamiento en las bandas 60-61 GHz y 76-77 GHz.

Los sistemas de radar de vehículo en ondas milimétricas existentes pueden dividirse en dos categorías, en función de las gamas de medición y la anchura de banda:

- radar «de largo alcance» de control de trayectoria adaptable (ACC), operativo en la banda 76-77 GHz para gamas de medición de hasta 150 m.
- radar «de corto alcance», operativo en la banda 77-81 GHz, también atribuido en Europa, para gamas de medición de hasta 30 m.

Dado que los vehículos se venden en todo el mundo, la industria del automóvil<sup>1</sup> está muy interesada en que se armonicen en todo el mundo estas bandas de frecuencias y los correspondientes parámetros.

Un sistema radar típico puede detectar ciertas condiciones a unos 100 m de un vehículo utilizando ondas milimétricas. Con este sistema se espera evitar colisiones y otros accidentes.

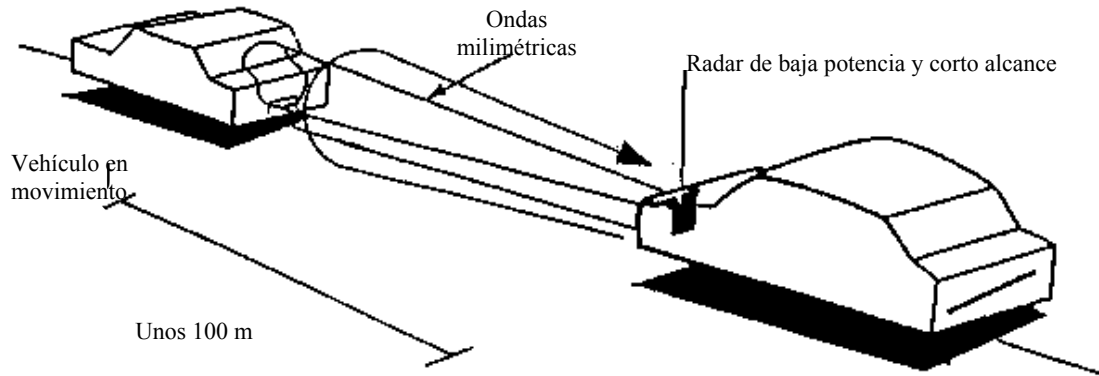
La Fig. 1 muestra un ejemplo de aplicación de radar de vehículo de baja potencia.

---

<sup>1</sup> Muchos fabricantes y vendedores de automóviles pertenecen al grupo industrial SARA (Atribución estratégica de frecuencias a los radares de automóvil, [www.SARA-group.org](http://www.SARA-group.org)).

FIGURA 1

Imagen de vehículos que utilizan un radar de baja potencia y corto alcance



1452-01

Dependiendo del número de sensores de radar y de su posición, es posible detectar objetos en determinados sectores o, incluso, en todo el entorno circundante del vehículo. Las señales de sensor no sólo son la base de los sistemas de asistencia al conductor, como el control de trayectoria adaptable, sino también para una amplia gama de aplicaciones de automóviles de seguridad activa y pasiva.

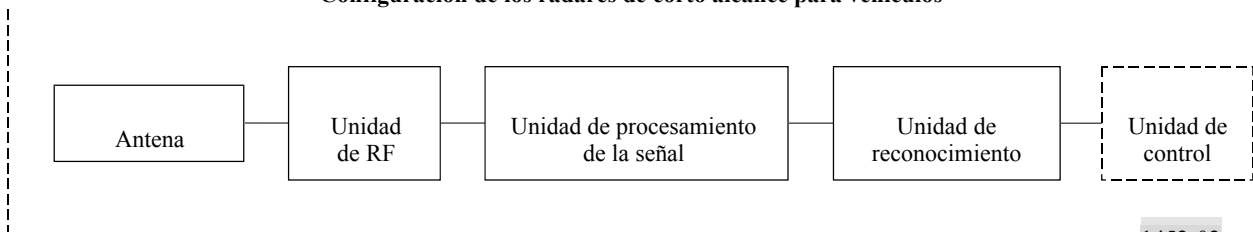
## 1.2 Panorámica

Los sistemas para la verificación de la proximidad con vehículos desempeñarán un papel importante en la seguridad del automóvil. Debido a su resistencia ante condiciones meteorológicas desfavorables y de suciedad, los radares de vehículo son adecuados para vehículos que funcionan en situaciones desfavorables.

La Fig. 2 muestra la configuración de los radares para vehículos.

FIGURA 2

Configuración de los radares de corto alcance para vehículos



1452-02

Los subsistemas son los siguientes:

– *Antena/unidad de RF*

Esta parte consta de una antena transmisora, una antena receptora, un equipo de recepción y un equipo de transmisión. Las modulaciones de señal, conversiones a frecuencias superiores, y transmisión y recepción radioeléctricas se efectúan en este subsistema. Puede ir equipado con varias antenas y puede efectuar un barrido de haz.

– *Unidad de procesamiento de la señal*

Esta unidad da la distancia y la velocidad calculando las señales que le pasa la unidad de RF. En algunas ocasiones da también la distancia y velocidad medias y elimina la interferencia. Cuando la antena realiza una exploración de haz, esta unidad calcula la dirección de los objetos hallados.

– *Unidad de reconocimiento*

Esta unidad puede seleccionar y disponer los datos más necesarios dependiendo de las necesidades de cada sistema. Por ejemplo, la unidad reconoce los obstáculos más notables y puede juzgar si el vehículo delantero está en línea. La unidad promedia ocasionalmente las cifras obtenidas, filtra la interferencia y mejora la precisión de las mediciones y la fiabilidad de los datos efectuando un seguimiento de los objetos y adicionando los datos procedentes de otros sensores.

## **2 Requisitos del sistema**

### **2.1 Banda de radiofrecuencias**

*Banda de 60 GHz:* 60-61 GHz. Esta gama se encuentra dentro de una banda de muy fuerte absorción debida al oxígeno atmosférico y sólo resulta útil para las comunicaciones de muy corto alcance a causa de la alta atenuación que se da con la distancia.

*Bandas de 76 GHz y de 79 GHz:* 76-77 GHz y 77-81 GHz. La absorción atmosférica es muy inferior a la de la banda 60-61 GHz.

### **2.2 Método del radar y método de la modulación**

Se recomiendan los cuatro métodos radar (métodos con modulación) siguientes:

- método MF-onda continua (modulación de frecuencia);
- método de impulsos (modulación de impulsos);
- salto de frecuencia por impulsos;
- método de dos frecuencias en onda continua (sin modulación o con modulación de frecuencias);
- método de espectro ensanchado (espectro ensanchado con secuencia directa).

### **2.3 Potencia de transmisión y ganancia de antena**

La potencia de transmisión (potencia transferida a la antena) está determinada por la gama de detección, la gama angular y la anchura de banda.

### **2.4 Anchura de banda especificada**

Hasta 4,0 GHz.

## Anexo 2

### Características técnicas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para las comunicaciones de datos entre vehículos y entre vehículos y la infraestructura vial

#### 1 Características técnicas generales

- 1 Método de comunicaciones: monodireccional, símplex, semidúplex, dúplex completo, multidifusión.
- 2 Método de modulación: según requiera la aplicación.
- 3 Banda de frecuencias: 57,0-66,0 GHz (la configuración de canal que se utilizará para las aplicaciones STI estará determinada por los países o regiones).
- 4 Potencia de transmisión (potencia transferida a la antenna)/p.i.r.e.: 10 mW o inferior/40 dBm o inferior.
- 5 Anchura de banda ocupada permitida: 2,5 GHz como máximo.

#### 2 Ejemplos de características técnicas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para aplicaciones STI

En el Cuadro 1 se muestran las características especificadas para los sistemas de radiocomunicaciones de ondas milimétricas para STI.

CUADRO 1

#### Características técnicas de los sistemas de radiocomunicaciones por ondas milimétricas para aplicaciones STI

Elemento	Características técnicas		
	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Método de comunicación	Monodireccional, símplex, semidúplex, dúplex completo, multidifusión		
Método de modulación	No se determina el método de modulación para permitir actualizaciones futuras		
Banda de frecuencias	63,0-64,0 GHz	59,0-66,0 GHz	57,0-64,0 GHz
Potencia de transmisión (potencia transferida a la antenna)	40 dBm	10 mW o inferior	10 mW o inferior
p.i.r.e.			
Anchura de banda ocupada permitida		2,5 GHz como máximo	
Ganancia de antena	23 dBi o inferior (atenuación del lóbulo lateral: 20 dB)	47 dBi o inferior	17 dBi (47 dBi para las aplicaciones punto a punto)