

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1452-2
(05/2012)

**Radars de ondas milimétricas para evitar
colisiones entre vehículos y sistemas
de radiocomunicaciones 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
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	Radioastronomía
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
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	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, 2013

© UIT 2013

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.1452-2

Radares de ondas milimétricas para evitar colisiones entre vehículos y sistemas de radiocomunicaciones para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes

(Cuestión UIT-R 205/5)

(2000-2009-2012)

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 para evitar la colisión entre vehículos que funcionan en las bandas 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) contribuirán 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 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;

l) 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;

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,

reconociendo

a) que la banda 77,5-78 GHz está atribuida en todo el mundo con categoría primaria a los servicios de aficionados y aficionados por satélite;

b) que las bandas 76-77,5 GHz y 78-81 GHz están atribuidas en todo el mundo con categoría primaria a los servicios de radiolocalización y radioastronomía,

recomienda

1 que se utilicen como directrices para el diseño de los sistemas las características técnicas y operativas de los radares de vehículo que funcionan en la banda 76-77 GHz 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 equipos de radares de vehículo que funcionan en la banda 77-81 GHz que se presentan en el Anexo 2;

3 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 comunicaciones de datos entre vehículos y entre los vehículos y la infraestructura vial que se presentan en el Anexo 3.

Anexo 1

Radar para evitar colisiones entre vehículos en la banda 76-77 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 76-77 GHz para este fin. En Estados Unidos, los radares de vehículo operativos en la banda de 76-77 GHz están regulados de conformidad con la norma FCC 47 parte 15.253 y como dispositivo de parte 15, 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 (ICM) o un emisor accidental. Además, conforme a los requisitos de espectro europeos en cuanto a Telemática para el transporte vial y el tráfico (RTTT), el ETSI ha adoptado una Norma europea para radares en vehículos que funcionan en la banda 76-77 GHz (ETSI EN 301 091) y la ECC adoptó una Decisión (ECC/DEC/(02)01) sobre las bandas de frecuencias designadas para la introducción coordinada de la RTTT, incluida la banda 76-77 GHz. En Japón, dicha banda se ha atribuido para este tipo de aplicación (ARIB STD-T48).

En octubre de 2010, la Federación de Rusia identificó la referida banda 76-77 GHz para radares en vehículos.

Estos esfuerzos han llevado al Programa de Normalización de la Telecomunidad Asia-Pacífico (ASTAP) a considerar una propuesta sobre un proyecto de norma destinada a radares para evitar colisiones entre vehículos que funcionen en la banda 76-77 GHz.

1.2 Cometido

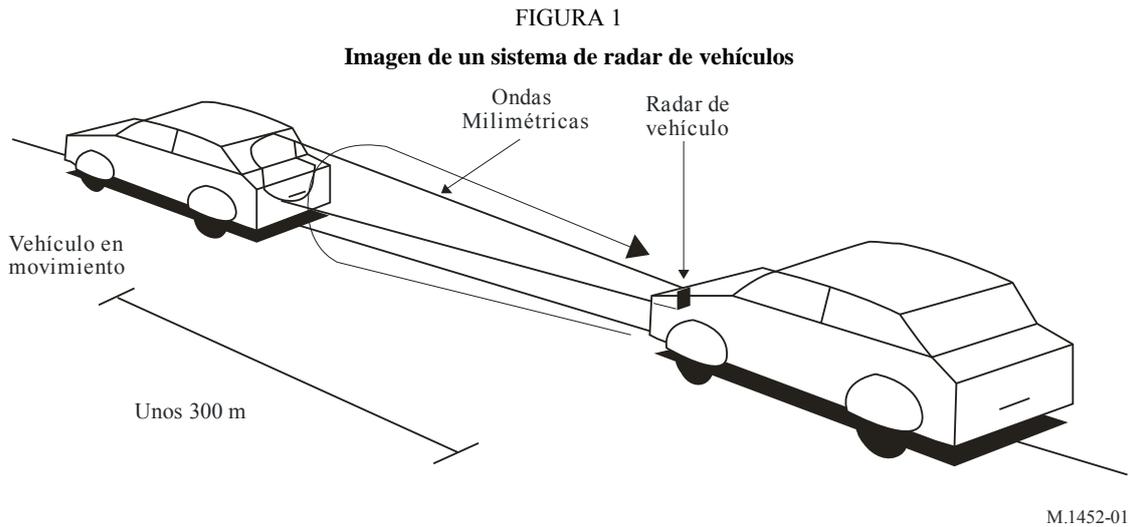
Los sistemas de radar de vehículo en ondas milimétricas existentes pueden dividirse en dos categorías, en función de las gamas de medición y la anchura de banda:

- Categoría 1: Radar de control de trayectoria adaptable (ACC), y para evitar colisiones (CA), operativo en la banda 76-77 GHz para alcances de medición de hasta 300 m.
- Categoría 2: Radar de «corto alcance» para aplicaciones tales como «detección en ángulos muertos» (BSD), «ayuda para cambio de carril» (LCA) y «alerta por rebasamiento de tráfico posterior» (RTCA), operativo en la banda 77-81 GHz, para alcances de medición de hasta 100 m (véase el Anexo 2 para la Categoría 2).

El motivo de la separación de estas aplicaciones en dos bandas de frecuencia diferentes aparece en el Informe 56 de la ECC, que indica que en los estudios de compartición se ha llegado a la conclusión de que dicha compartición no es posible entre la Categoría 1 y la Categoría 2 si funcionan en una banda de frecuencias común.

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

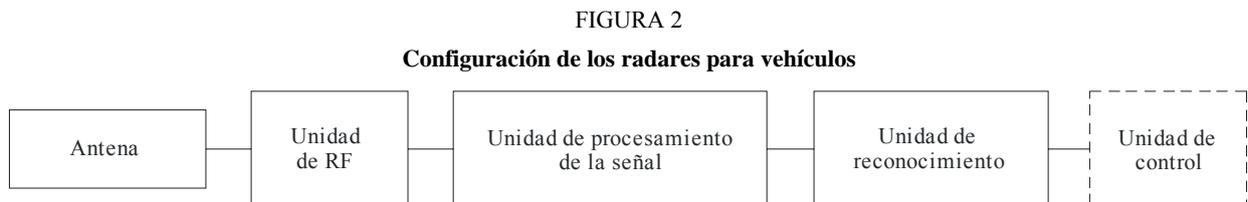
La Fig. 1 muestra un ejemplo de aplicación de radar de vehículo.



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.

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.



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 Métodos del radar y de la modulación

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

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

2.2 Características técnicas y de funcionamiento de los radares para vehículos en la banda 76-77 GHz

En el Cuadro 1 aparecen las características de los radares para vehículos en la banda 76-77 GHz.

CUADRO 1

Características de los radares para vehículos en la banda 76-77 GHz

Característica (parámetro)	Valor
Características de funcionamiento	
Aplicación	Control de trayectoria adaptable (ACC) ACC parada y arranque Evitar colisiones (CA)
Instalación típica	Un sensor (tras la rejilla de refrigeración)
Características técnicas	
Alcance típico	0-300 m
Gama de frecuencias	76,00-77,00 GHz
Anchura de banda especificada (típica)	Hasta 1 GHz
Potencia de cresta (p.i.r.e.)	Hasta +55 dBm
Potencia media (p.i.r.e.)	23,5 – 50 dBm

Anexo 2

Radar para evitar colisiones entre vehículos en la banda 77-81 GHz

1 Consideraciones generales

1.1 Introducción

La actual tecnología de radares para automóviles que funcionan por debajo de 30 GHz da lugar a un alcance limitado (equipos de UWB de 24 GHz) o una resolución limitada (radar ICM de 24 GHz). Por tanto, la CEPT llegó a la conclusión de que debe considerarse la banda 77-81 GHz como la única banda de frecuencia armonizada a escala mundial para los radares de vehículos. Esta banda ha sido designada por la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) en julio de 2004 (ECC/DEC/(04)03) para los radares de vehículos. La Comisión Europea adoptó la decisión 2004/545/EC sobre la armonización del espectro radioeléctrico en la gama de 79 GHz para su utilización por los radares de vehículos. La Norma armonizada EN 302 264 fue adoptada por el ETSI para los radares de corto alcance que funcionan en la banda 77-81 GHz.

En marzo de 2010, el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones (MIC) de Japón creó un grupo de estudio en el Consejo de Información y Comunicaciones para la introducción de radares de alta resolución en la banda de frecuencias 77-81 GHz de uso nacional.

En octubre de 2010, la Federación de Rusia identificó la citada banda 77-81 GHz para los radares de vehículos.

A fin de permitir a las futuras aplicaciones de los radares en vehículos la observación de objetos situados en las proximidades de un automóvil, tales como peatones o bicicletas, se necesita simultáneamente un alcance ampliado y una alta resolución. En consecuencia, las aplicaciones en vehículos mejorarán las funciones de seguridad. A tal efecto en Europa ya se ha previsto y atribuido la gama de frecuencias 77-81 GHz.

2 Requisitos del sistema

2.1 Métodos del radar y de la modulación

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

- método FM-onda continua (modulación de frecuencia);
- método de radar con compresión de impulsos («Chirp») (FM-onda continua rápida);
- método de espectro ensanchado (espectro ensanchado con secuencia directa);
- método de impulsos (modulación de impulsos);
- método de dos frecuencias en onda continua (sin modulación o con modulación de frecuencia);
- método de código de frecuencia.

2.2 Características técnicas y de funcionamiento de los radares para vehículos en la banda 77-81 GHz

En el Cuadro 2 aparecen las características típicas de los radares para vehículos.

CUADRO 2

Características de los radares para vehículos en la banda 77-81 GHz

Parámetro	Valor	
	Sistema A	Sistema B ¹
Densidad espectral de potencia media (p.i.r.e.)	9 dBm/MHz	-3 dBm/MHz (Nota 1)
Potencia de cresta (p.i.r.e.)	+45 dBm	+55 dBm (Nota 2)
Potencia de transmisión	10 dBm	
Ganancia de antena	35 dBi	
Anchura de banda especificada	Hasta 4 GHz	

NOTA 1 – La máxima densidad espectral de potencia media en el exterior de un vehículo a causa del funcionamiento de un radar de corto alcance no deberá sobrepasar una p.i.r.e. de -9 dBm/MHz.

NOTA 2 – La potencia de cresta se define en una anchura de banda de 50 MHz.

Anexo 3

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

- Método de comunicaciones: monodireccional, símplex, semidúplex, dúplex completo, multidifusión.
- Método de modulación: según requiera la aplicación.
- 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).
- Potencia de transmisión (Potencia transferida a la antena): 10 mW o inferior/p.i.r.e: 40 dBm o inferior.
- Anchura de banda ocupada permitida: 2,5 GHz como máximo.

¹ Los parámetros del Sistema B se han obtenido de la Norma ETSI EN 302 264.

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

En el Cuadro 3 se muestran las características especificadas para los sistemas de radiocomunicaciones de ondas milimétricas para STI.

CUADRO 3

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 antena)		10 mW o inferior	10 mW o inferior
Máxima p.i.r.e.	40 dBm		
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)