

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.2084-0
(09/2015)

Normas relativas a la interfaz radioeléctrica de las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura 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 (DPI)

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, 2017

© UIT 2017

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.2084-0

Normas relativas a la interfaz radioeléctrica de las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes

(Cuestión UIT-R 205-5/5)

(2015)

Cometido

En esta Recomendación se identifican las normas específicas sobre la interfaz radioeléctrica de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes. Las características técnicas y operativas descritas en esta Recomendación se basan en las bandas de frecuencia utilizadas actualmente para los sistemas de transporte inteligentes (STI) y las aplicaciones en el servicio móvil.

Palabras clave

STI, comunicaciones de vehículo a vehículo, comunicaciones de vehículo a infraestructura

Siglas y acrónimos

ARIB	Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones
ATS	Secuencia de pruebas abstractas
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase binaria
CEN	Comité Europeo de Normalización (Comité Européen de Normalisation)
AMDP/AC	Acceso múltiple con detección de portadora/detección de colisión
DCC	Control de congestión descentralizado
DSRC	Comunicaciones especializadas de corto alcance
EFC	Pago electrónico de peaje
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
FEC	Corrección de errores en recepción
IEEE	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos
STI	Sistemas de transporte inteligentes
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
PICS	Declaración de conformidad de la implementación de protocolo
PIXIT	Información adicional sobre la implementación de protocolo para pruebas
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura
MDP-4	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
TSS & TP	Estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas
TTA	Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones
V2I	Vehículo a infraestructura
V2V	Vehículo a vehículo
WAVE	Acceso inalámbrico en el entorno vehicular

Recomendaciones de la UIT conexas

Recomendación UIT-R M.1453	Sistemas de transporte inteligentes – Comunicaciones especializadas de corto alcance a 5,8 GHz
Recomendación UIT-R M.1890	Sistemas de transporte inteligentes – Orientaciones y objetivos

La Asamblea de Recomendaciones de la UIT,

considerando

- a) que las organizaciones de normalizaciones (SDO) están elaborando normas específicas para las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura para los sistemas de transporte inteligentes (STI);
- b) que al utilizar la Recomendación UIT-R en la que se indican estas normas, los fabricantes y los operadores de PPDR deben ser capaces de determinar las normas que más se ajustan a sus necesidades,

observando

la Recomendación UIT-R M.1453, en la que se recomiendan comunicaciones especializadas de corto alcance (DSRC) para los STI a 5,8 GHz,

recomienda

que se utilicen las normas de la interfaz radioeléctrica especificadas en los Anexos 1 a 4 para las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura.

NOTA – En el Anexo 5 se resumen las características técnicas de estas normas.

Anexo 1

Normas del ETSI

Las normas del ETSI desarrolladas para la capa de acceso y de medios se basan en características tales como:

- utilización del espectro de 5,9 GHz;
- operación multicanal;
- control de congestión descentralizado (DCC);
- coexistencia de aplicaciones de STI y EFC (utilizando CEN DSRC) en las bandas de 5,8 GHz y 5,9 GHz.

CUADRO 1

Normas básicas de la capa de acceso y de medios

Título de la norma	N.º
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Equipo de radiocomunicaciones que funciona en la banda de frecuencias 5 855 MHz a 5 925 MHz; EN armonizada que contempla los requisitos fundamentales del artículo 3.2 de la Directiva R&TTE (equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación)	ETSI EN 302 571
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificación de la capa de acceso para sistemas de transporte inteligentes que funcionan en la banda de frecuencias de 5 GHz	ETSI EN 302 663
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Mecanismos de control de congestión descentralizado para sistemas de transporte inteligentes que funcionan en la banda de frecuencias de 5 GHz; Parte relativa a la capa de acceso	ETSI TS 102 687
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Técnicas de reducción de la interferencia entre los equipos de comunicación especializada de corto alcance de la CEN europea (CEN DSRC) y los sistemas de transporte inteligentes que funcionan en la banda de frecuencias de 5 GHz	ETSI TS 102 792
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de canales armonizadas para sistemas de transporte inteligentes que funcionan en la banda de frecuencias de 5 GHz	ETSI TS 102 724

CUADRO 2

Normas relativas a pruebas de la capa de acceso y de medios

Título de la norma	N.º
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para algoritmos de control de congestión que funcionan en la gama de 5,9 GHz; Parte 1: Declaración de conformidad de la implementación de protocolo (PICS)	ETSI TS 102 917-1
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para algoritmos de control de congestión que funcionan en la gama de 5,9 GHz; Parte 2: Estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas	ETSI TS 102 917-2
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para algoritmos de control de congestión que funcionan en la gama de 5,9 GHz; Parte 3: Secuencia de pruebas abstractas (ATS) y estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas	ETSI TS 102 917-3
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para los métodos de garantizar la coexistencia de STI G5 cooperativas con RTTT DSRC; Parte 1: Declaración de conformidad de la implementación de protocolo (PICS)	ETSI TS 102 916-1

CUADRO 2 (*fin*)

Título de la norma	N.º
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para los métodos de garantizar la coexistencia de STI G5 cooperativas con RTTT; Parte 2: Estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas	ETSI TS 102 916-2
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Especificaciones de pruebas para los métodos de garantizar la coexistencia de STI G5 cooperativas con RTTT DSRC; Parte 3: Secuencia de pruebas abstractas (ATS) y estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas	ETSI TS 102 916-3

Anexo 2

Normas del IEEE

Las normas del IEEE desarrolladas para la capa de acceso y de medios se basan en características tales como:

- utilización del espectro de 5,9 GHz;
- operación multicanal;
- coexistencia de aplicaciones de STI y otros servicios en la banda de 5 850-5 925 MHz.

El programa de STI lo gestiona la Oficina del Programa Conjunto de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos para STI. Los requisitos de la utilización de las comunicaciones inalámbricas se basan en la norma IEEE 802.11p™-2010 – Norma del IEEE sobre tecnología de la información – redes de área local y metropolitana – requisitos específicos – Parte 11: Especificaciones del control de acceso al medio (MAC) LAN inalámbrico y de la capa física (PHY), Enmienda 6: Acceso inalámbrico en entornos vehiculares, elaborada inicialmente como enmienda a la norma IEEE 802.11™-2007 que se ha incorporado en la revisión de la norma IEEE 802.11™-2012 – Norma del IEEE sobre tecnología de la información– Telecomunicaciones e intercambio de información entre redes de área local y metropolitana – Requisitos específicos Parte 11: Especificaciones del control de acceso al medio (MAC) LAN inalámbrico y de la capa física (PHY). Los protocolos de capa superior y los requisitos de servicios se describen en las normas de la serie IEEE 1609, que se basan en la IEEE 802.11. La normalización de los protocolos de capa superior y de los servicios dan soporte a los requisitos de comunicación de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura vial de la arquitectura STI nacional y de las iniciativas de la oficina del programa conjunto. El programa STI para la habilitación de comunicaciones inalámbricas redundante en beneficio de los operadores de vehículos, los centros de expedición, los centros de gestión del tráfico, los centros de respuesta a emergencia, las guías de ruta, las alertas ámbar y de seguridad, y las respuestas a emergencias de viajeros, trazable hasta la arquitectura nacional de STI.

La norma IEEE 802.11-2012 se puede descargar gratuitamente en el programa Get del IEEE: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>.

A continuación se enumeran las normas de la serie IEEE 1609:

IEEE 1609.0™-2013 – IEEE Guide for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Architecture

IEEE 1609.2™-2013 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments – Security Services for Applications and Management Messages

IEEE 1609.3™-2010 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Networking Services

IEEE 1609.3™-2010/Cor 1-2012 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Networking Services Corrigendum 1: Miscellaneous Corrections

IEEE 1609.3™-2010/Cor 2-2014 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Networking Services – Corrigendum 2: Correct identified errors

IEEE 1609.4™-2010 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Multi-channel Operation

IEEE 1609.4™-2010/Cor 1-2014 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Multi-channel Operation – Corrigendum 1: Correct identified errors

IEEE 1609.11™-2010 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Over-the-Air Electronic Payment Data Exchange Protocol for Intelligent Transportation Systems (ITS)

IEEE 1609.12™-2012 – IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Identifier Allocations.

Anexo 3

Norma de ARIB

En Japón, para la utilización de sistemas de apoyo a la conducción segura se ha asignado parte de la banda de 700 MHz (755,5-764,5 MHz) en una nueva atribución espectral a título primario en la banda del dividendo digital. En el Cuadro 3 se muestran las características técnicas de las comunicaciones vehículo a vehículo y vehículo a infraestructura para los sistemas de apoyo a la conducción segura.

CUADRO 3

Características del plan de transmisión

Aspecto	Características técnicas
Gama de frecuencias de funcionamiento	755,5-764,5 MHz (monocanal)
Ancho de banda ocupado	Inferior a 9 MHz
Esquema de modulación	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4
Velocidad de transmisión de datos	3 Mbit/s, 4,5 Mbit/s, 6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s
Control de acceso al medio	AMDP/AC

En el Cuadro 3 se muestran las especificaciones básicas de la norma ARIB; ARIB STD-T109¹, Sistemas de transporte inteligentes en la banda 700 MHz (STI) que se desarrolló en febrero de 2012.

Se utilizará un ancho de canal de 9 MHz en la banda de 700 MHz para los sistemas de ayuda a la conducción segura.

La velocidad de transmisión de datos es variable, en función del plan de modulación seleccionado y la velocidad de codificación (R) como se indica a continuación:

- 3 Mbit/s (MDP-2 MDFO, R = 1/2), 4,5 Mbit/s (MDP-2 MDFO, R = 3/4);
- 6 Mbit/s (MDP-4 MDFO/, R = 1/2), 9 Mbit/s (MDP-4 MDFO, R = 3/4);
- 12 Mbit/s (MAQ-16 MDFO, R = 1/2), 18 Mbit/s (MAQ-16 MDFO, R = 3/4).

El monocanal permite las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura con arreglo al control de acceso al medio AMDP/AC.

Anexo 4

Normas de la TTA

1 Características técnicas

Las radiocomunicaciones avanzadas de los sistemas de transporte inteligentes han de considerar las comunicaciones V2V/V2I descritas y sus requisitos de servicios y las normas WAVE para la armonización internacional. En las aplicaciones V2V, es preciso considerar la baja latencia de paquetes ya que el tiempo vital del mensaje de seguridad es útil en el orden de 100 ms. Asimismo, se requiere un canal radioeléctrico con elevada actividad cuando muchos vehículos tratan de activar simultáneamente el canal radioeléctrico. En aplicaciones V2I, se necesita adoptar la transmisión de paquetes largos que incluya un mensaje corto, información cartográfica e información de imágenes del orden de 2 Kbytes en un tamaño de paquete en condiciones de gran movilidad.

En el Cuadro 4 se describen las características de las radiocomunicaciones avanzadas de los sistemas de transporte inteligentes.

CUADRO 4

Características técnicas

Parámetro	Características técnicas
Frecuencia RF	5 855-5 925 MHz (sistema piloto)
Ancho de banda del canal RF	10 MHz
Potencia de transmisión RF	23 dBm
Tipo de modulación	MDFO (MDP-2, MDP-4, MAQ-16, Opción: MAQ-64)

¹ ARIB standard; ARIB STD-T109, 700MHz band intelligent transport systems (http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T109v1_2-E1.pdf).

CUADRO 4 (*fin*)

Parámetro	Características técnicas
Velocidad de datos	3, 4,5, 6, 9, 12, 18 Mbit/s, Opción: 24, 27 Mbit/s
MAC	AMDP/AC, Opción: AMDP/AC basada en intervalo de tiempo
Red	IPv4/IPv6, VMP (compatible WSMP)
Multitransmisión	Encaminamiento basado en la información sobre la ubicación

2 Normas de la TTA relacionadas con las radiocomunicaciones avanzadas de sistemas de transporte inteligentes

En la República de Corea, la Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones estableció cuatro normas de radiocomunicaciones avanzadas de sistemas de transporte inteligente. En el Cuadro 5 se presenta información detallada sobre estas normas.

CUADRO 5

Normas básicas relacionadas con las radiocomunicaciones de los sistemas de transporte inteligente

Título de la norma	N.º
Sistema de comunicación de vehículos Fase 1: requisitos	TTAK.KO-06.0175/R1
Sistema de comunicación de vehículos Fase 2: arquitectura	TTAK.KO-06.0193/R1
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: PHY/MAC	TTAK.KO-06.0216/R1
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: red	TTAK.KO-06.0234/R1

Anexo 5

Resumen de las características técnicas de las normas

En el Cuadro 6 se muestran las características técnicas de cada norma.

CUADRO 6

Características técnicas

Parámetro	ETSI (Anexo 1)	IEEE (Anexo 2)	ARIB (Anexo 3)	TTA (Anexo 4)
Gama de frecuencias de funcionamiento	5 855-5 925 MHz	5 850-5 925 MHz	755,5-764,5 MHz (monocanal)	5 855-5 925 MHz (sistema piloto)
Ancho de banda del canal RF	10 MHz	10 MHz ó 20 MHz	Inferior a 9 MHz	Inferior a 10 MHz

CUADRO 6 (fin)

Parámetro	ETSI (Anexo 1)	IEEE (Anexo 2)	ARIB (Anexo 3)	TTA (Anexo 4)
Potencia de transmisión/PIRE RF	Máx. 33 dBm PIRE		–	23 dBm
Densidad de potencia de transmisión RF			10 dBm/MHz	
Esquema de modulación	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO	MAQ-64 – MDFO MAQ-16 – MDFO MDP-2 – MDFO MDP-4 – MDFO 52 subportadoras	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16MDFO, Opción: MAQ-64
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4, 2/3	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4
Velocidad de transmisión de datos	3 Mbit/s, 4,5 Mbit/s, 6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s, 24 Mbit/s, 27 Mbit/s	3, 4,5, 6, 9, 12, 18, 24 y 27 Mbit/s para una separación de canales de 10 MHz 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s para una separación de canales de 20 MHz	3 Mbit/s, 4,5 Mbit/s, 6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s	3, 4,5, 6, 9, 12, 18 Mbit/s, Opción: 24, 27 Mbit/s
Control de acceso al medio	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC, Opción: AMDP/AC basado en intervalo de tiempo
Método dúplex	TDD	TDD	TDD	TDD