

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.2084-1
(11/2019)

**Normas relativas a la interfaz radioeléctrica
de las comunicaciones bidireccionales 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 (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 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, 2020

© UIT 2020

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.2084-1

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

(Cuestión UIT-R 205-5/5)

(2015-2019)

Cometido

En esta Recomendación se identifican las normas específicas sobre la interfaz radioeléctrica de las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura¹ para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes. Las características técnicas descritas en esta Recomendación se basan en las aplicaciones actuales de los sistemas de transporte inteligentes (STI) en el marco del servicio móvil.

Palabras clave

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

Siglas y acrónimos

3GPP	Proyecto de asociación tercera generación (<i>3rd Generation Partnership Project</i>)
AMDFO	Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal
AMDP/DC	Acceso múltiple con detección de portadora/detección de colisión
ARIB	Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones (<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>)
ATIS	Alianza para soluciones en la industria de las telecomunicaciones (<i>Alliance para Telecommunications Industry Solutions</i>)
ATS	Secuencia de pruebas abstractas (<i>abstract test suite</i>)
CCSA	Asociación de Normalización de las Comunicaciones de China (<i>China Communications Standards Association</i>)
CEN	Comité Europeo de Normalización (<i>Comité Européen de Normalisation</i>)
DCC	Control de congestión descentralizado (<i>decentralized congestion control</i>)
DSRC	Comunicaciones especializadas de corto alcance (<i>dedicated short range communications</i>)
EFC	Pago electrónico de peaje (<i>electronic fee collection</i>)
eNB	NodoB E-UTRAN (<i>E-UTRAN NodeB</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
EU	Equipo de usuario
FDD	Dúplex por división de frecuencia (<i>frequency division duplex</i>)

¹ Las comunicaciones de vehículo a infraestructura incluyen las comunicaciones bidireccionales entre el vehículo y la infraestructura.

FDM	Multiplexación por división de frecuencia (<i>frequency division multiplexing</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite (<i>Global Navigation Satellite System</i>)
HARQ	Petición de repetición automática híbrida (<i>hybrid automatic repeat request</i>)
IEEE	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)
IMDA	Autoridad para el Desarrollo de los Medios de Información y Comunicación de Singapur (<i>Infocomm Media Development Authority of Singapore</i>)
LTE	Evolución a largo plazo (<i>long term evolution</i>)
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase binaria
MDP-4	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
PICS	Declaración de conformidad de la implementación de protocolo (<i>protocol implementation conformance statement</i>)
PIXIT	Información adicional sobre la implementación de protocolo para pruebas (<i>protocol implementation extra information for testing</i>)
SC-FDM	Multiplexación por división de frecuencia en portadora única (<i>single carrier-frequency division multiplexing</i>)
SC-FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal en portadora única (<i>single-carrier frequency division multiple access</i>)
STI	Sistemas de transporte inteligentes
TDD	Dúplex por división en el tiempo (<i>time division duplex</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
TSS & TP	Estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas (<i>test suite structure and test purposes</i>)
TTA	Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones (<i>Telecommunications Technology Association</i>)
V2I	Vehículo a infraestructura (<i>vehicle-to-infrastructure</i>)
V2N	Vehículo a red (<i>vehicle-to-network</i>)
V2P	Vehículo a peatón (<i>vehicle-to-pedestrian</i>)
V2V	Vehículo a vehículo (<i>vehicle-to-vehicle</i>)
WAVE	Acceso inalámbrico en el entorno vehicular (<i>wireless access in vehicular environments</i>)

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

Recomendación UIT-R M.2121 Armonización de las bandas de frecuencias para los sistemas de transporte inteligentes en el servicio móvil

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,

recomienda

que se utilicen las normas de la interfaz radioeléctrica y las especificaciones técnicas detalladas en los Anexos 1 a 8 para las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura.

En el Cuadro 1 se resumen las normas y especificaciones técnicas incluidas en los respectivos Anexos.

CUADRO 1

Normas y especificaciones técnicas

	Anexo 1	Anexo 2	Anexo 3	Anexo 4	Anexo 5	Anexo 6	Anexo 7	Anexo 8
Organismo de normalización/especificación técnica	ETSI	IEEE	ARIB	TTA	IMDA	CCSA	3GPP	ATIS

NOTA – En el Anexo 9 se resumen las características técnicas de estas normas y especificaciones técnicas.

Anexo 1

Normas del ETSI

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

- utilización del espectro de 5,9 GHz y acceso al espectro;
- funcionamiento multicanal;
- control de congestión descentralizado (DCC) y seguridad;
- coexistencia de aplicaciones de STI y EFC (utilizando CEN DSRC) en las bandas de 5,8 GHz y 5,9 GHz; y
- normas en materia de pruebas de STI.

Las características técnicas de las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura de la norma ETSI ITS-G5 se indican en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Características del esquema de transmisión

Parámetro	Característica de transmisión
Gama de frecuencias de funcionamiento (MHz)	5 855-5 925
Ancho de banda del canal RF (MHz)	10
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Límite típico de hasta 33 dBm de p.i.r.e.
Esquema de modulación	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 2/3, 3/4
Velocidad de transmisión de datos (Mbit/s)	3, 4,5 , 6 , 9 , 12 , 18 , 24 , 27
Control de acceso al medio	AMDP/DC
Método dúplex	TDD

CUADRO 3

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; Norma armonizada que contempla los requisitos fundamentales del artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/EU	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
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Entidad de gestión DCC transversal para el funcionamiento en el medio ITS G5A y ITS G5B	ETSI TS 103 175

CUADRO 4

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
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

Las tecnologías de interfaz radioeléctrica que soportan las comunicaciones entre el vehículo y su entorno (V2X) para aplicaciones de STI se han desarrollado el marco de las especificaciones técnicas del 3GPP. En su calidad de socio fundador del 3GPP, el ETSI traspone automáticamente las especificaciones y los informes técnicos elaborados por el 3GPP a sus productos. Las especificaciones técnicas del ETSI que constituyen una trasposición de otras especificaciones técnicas del 3GPP sobre comunicaciones V2V y V2I se enumeran en el Anexo 7.

CUADRO 5

Normas básicas de seguridad

Título de la norma	N.º
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Seguridad; Formatos de encabezamiento y certificado de seguridad	ETSI TS 103 097
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Seguridad; Arquitectura de seguridad y gestión de la seguridad de las comunicaciones de los STI	ETSI TS 102 940
Sistemas de transporte inteligentes (STI); Seguridad; Confianza y gestión de la privacidad	ETSI TS 102 941

Todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en las normas que se citan en los Cuadros 3, 4 y 12 deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional y regional.

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 existentes en la banda de 5 850-5 925 MHz.

Los requisitos de la utilización de las comunicaciones inalámbricas se basan en la norma IEEE 802.11pTM-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 802.11TM-2007 que se ha incorporado en la revisión de la norma IEEE 802.11TM-2016 – 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 802.11-2016 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 1609.0TM-2013 – IEEE Guide para Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Architecture

IEEE 1609.2TM-2016 – IEEE Standard para Wireless Access in Vehicular Environments – Security Services para Applications and Management Messages

IEEE 1609.3TM-2016 – IEEE Standard para Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Networking Services

IEEE 1609.4TM-2016 – IEEE Standard para Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Multi-channel Operation

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

IEEE 1609.12™-2016 – IEEE Standard para Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Identifier Allocations.

Anexo 3

Norma de la 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 6 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 6

Características del esquema de transmisión

Parámetro	Característica técnica
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 (Mbit/s)	3, 4,5, 6, 9, 12, 18
Control de acceso al medio	AMDP/DC

En el Cuadro 6 se muestran las especificaciones básicas de la norma de la ARIB, *ARIB STD-T109, 700 MHz band ITS²*, 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/DC.

² Véase la norma, *ARIB STD-T109, 700 MHz band intelligent transport systems*, en https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t109.html.

Anexo 4

Normas de la TTA

1 Características técnicas

Las radiocomunicaciones avanzadas de los STI 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 7 se describen las características de las radiocomunicaciones avanzadas de los STI.

CUADRO 7

Características técnicas

Parámetro	Características técnicas
Frecuencia RF (MHz)	5 855-5 925
Ancho de banda del canal RF (MHz)	10
Potencia de transmisión RF (dBm)	20
Tipo de modulación	MDFO (MDP-2, MDP-4, MAQ-16, MAQ-64)
Velocidad de datos (Mbit/s)	3, 4,5, 6, 9, 12, 18, 24, 27
MAC	AMDP/DC, Opción: AMDP/DC basada en intervalo de tiempo
Red	IPv4/IPv6, VMP (compatible WSMP)
Multitramo	Encaminamiento basado en la información sobre la ubicación

2 Normas de la TTA relacionadas con las radiocomunicaciones avanzadas de los STI

En la República de Corea, la Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones estableció seis normas de radiocomunicaciones avanzadas en materia de STI. En el Cuadro 8 se presenta información detallada sobre estas normas.

CUADRO 8

Normas básicas relacionadas con las radiocomunicaciones avanzadas de los STI

Título de la norma	N.º
Sistema de comunicación de vehículos Fase 1: requisitos	TTAK.KO-06.0175/R2
Sistema de comunicación de vehículos Fase 2: arquitectura	TTAK.KO-06.0193/R2
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: PHY/MAC	TTAK.KO-06.0216/R1
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: PHY/MAC(LTE-V2X)	TTAK.KO-06.0479
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: red	TTAK.KO-06.0234/R1
Sistema de comunicación de vehículos Fase 3: interfaz del protocolo de aplicación	TTAK.KO-06.0242/R1

Las tecnologías de interfaz radioeléctrica que soportan las comunicaciones entre el vehículo y su entorno (V2X) para aplicaciones de STI se han desarrollado el marco de las especificaciones técnicas del 3GPP. En su calidad de socia fundadora del 3GPP, la TTA traspone regularmente las especificaciones y los informes técnicos del 3GPP a sus propias especificaciones técnicas.

En el Anexo 7 se describen las especificaciones técnicas de la TTA que constituyen una trasposición de otras especificaciones técnicas del 3GPP sobre comunicación V2X.

Anexo 5**Normas de la IMDA**

La Autoridad para el Desarrollo de los Medios de Información y Comunicación de Singapur (IMDA) estableció las normas de comunicación necesarias para los STI con la colaboración del Comité Asesor en materia de Normas de Telecomunicaciones (TSAC). Para consultar información detallada en relación con dichas normas, véase la especificación técnica de la IMDA sobre comunicaciones de corto alcance especializadas en sistemas de transporte inteligentes, de referencia IMDA TS DSRC.

Esta especificación se elaboró con miras a impulsar el desarrollo de los STI en favor de la mejora de la gestión del tráfico, la seguridad del transporte y la movilidad, así como la creación de una arquitectura de STI para las comunicaciones de vehículo a vehículo (V2V) y de vehículo a infraestructura (V2I). Las características técnicas utilizadas se describen en el Cuadro 9.

CUADRO 9

Características del esquema de transmisión

Parámetro	Característica de transmisión
Gama de frecuencias de funcionamiento (MHz)	5 855-5 925
Ancho de banda del canal RF (MHz)	10
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Límite típico de hasta 33 dBm de p.i.r.e.
Esquema de modulación	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 2/3, 3/4
Velocidad de transmisión de datos (Mbit/s)	3, 4,5 , 6 , 9 , 12 , 18 , 24 , 27
Control de acceso al medio	AMDP/DC
Método dúplex	TDD

Los casos de uso de las comunicaciones DSRC descritos en esta especificación pueden clasificarse a grandes rasgos en las siguientes categorías:

- a) Localización;
- b) Gestión electrónica de aparcamientos;
- c) Gestión de control de señales de tráfico;
- d) Información sobre el tráfico;
- e) Aplicaciones de seguridad;
- f) Aplicaciones de emergencia;
- g) Servicios de tipo quiosco;
- h) Otros servicios y aplicaciones de STI.

Anexo 6**Normas de la CCSA**

La Asociación de Normalización de las Comunicaciones de China (CCSA) ha concluido las normas que recogen los requisitos técnicos generales y los requisitos aplicables a la interfaz aérea de comunicación vehicular basada en LTE (LTE-V2X), incluidas las comunicaciones V2V (de vehículo a vehículo), V2I (de vehículo a infraestructura), V2P (de vehículo a peatón) y V2N (de vehículo a red). Las referencias de estas normas se indican en el Cuadro 10.

CUADRO 10

Normas en materia de LTE-V2X de la CCSA

Título de la norma	Referencia de la norma
Requisitos técnicos generales de las comunicaciones vehiculares basadas en LTE	YD/T 3400-2018 ³
Requisitos técnicos de la interfaz aérea de comunicación vehicular basada en LTE	YD/T 3340-2018 ⁴

Las normas en materia de LTE-V2X de la CCSA, derivadas de las especificaciones técnicas traspuestas del 3GPP que figuran en el Cuadro 12 del Anexo 7, admiten dos modos de funcionamiento, a saber:

- 1) El modo de comunicación directa entre equipos de usuario (EU) en el enlace lateral, capaz de soportar comunicaciones V2V, V2I y V2P, cuyas características principales son las siguientes:
 - funcionamiento en el espectro de 5,9 GHz;
 - comunicación directa entre EU;
 - estructura de capa física mejorada;
 - mecanismo de asignación de recursos mejorado, capaz de soportar el modo distribuido (Modo 4) y el modo centralizado (Modo 3);
 - procedimiento de sincronización con el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) y/o el eNB;
 - control de congestión descentralizado;
 - transmisión de vehículo a peatón con ahorro de energía.
- 2) Modo de comunicación celular entre EU y eNB en el enlace ascendente/descendente, capaz de soportar comunicaciones V2N y V2V/V2I/V2P a través de un relevador de la red celular. Las principales características mejoradas en comparación con la comunicación celular tradicional son las siguientes:
 - reducción del periodo de repetición/modificación del servicio multidifusión de difusión multimedios (MBMS) en el enlace descendente;
 - posibilidad de configuración de planificación semipermanente (SPS) múltiple en el enlace ascendente.

Las características técnicas de las normas en materia de LTE-V2X de la CCSA se resumen en el Cuadro 11.

³ Véase: http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm.

⁴ Véase: http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm.

CUADRO 11

Características técnicas de las normas en materia de LTE-V2X de la CCSA

Parámetro	Característica técnica ⁵	
	Modo de comunicación directa	Modo de comunicación celular
Gama de frecuencias de funcionamiento	5 855-5 925 MHz Nota: China aprobó oficialmente la banda 5 905-5 925 MHz para la comunicación LTE-V2X.	Bandas utilizadas en combinación con el modo de comunicación directa. Para FDD UL: 1710-1785 MHz; DL: 1 805-1 880 MHz UL: 880-915 MHz; DL: 925-960 MHz Para TDD 1 880-1 920 MHz 2 496-2 690 MHz
Ancho de banda del canal RF	10/20 MHz	1,4/3/5/10/15/20 MHz
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máximo 23 dBm	Máximo 23 dBm
Esquema de modulación	MDP-4 SC-FDM, MAQ-16 SC-FDM	UL: MDP-4 SC-FDM, MAQ-16 SC-FDM, MAQ-64 SC-FDM, MAQ-256 SC-FDM DL: MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO, MAQ-256 MDFO
Corrección de errores en recepción	Para el canal de control: Codificación convolucional con recorte de cola, velocidad = 1/8. Para el canal de datos: Codificación Turbo con velocidades de hasta 0,86. La velocidad puede controlarse con una granularidad fina.	UCI (información de control del enlace ascendente): Codificación convolucional con recorte de cola / Código de bloque UL-SCH (canal compartido de enlace ascendente): Codificación Turbo DCI (información de control de enlace descendente): Codificación convolucional con recorte de cola DL-SCH (canal compartido de enlace descendente): Codificación Turbo MCH (canal de multidifusión): Codificación Turbo
Velocidad de transmisión de datos	Hasta 15,8 Mbit/s para un ancho de banda de canal de 10 MHz. Hasta 31,7 Mbit/s para un ancho de banda de canal de 20 MHz. La velocidad puede controlarse con una granularidad fina.	Unidifusión: UL: Máximo 105,5 Mbit/s para 20 MHz; 78,7 Mbit/s para 15 MHz; 52,7 Mbit/s para 10 MHz; 26,4 Mbit/s para 5 MHz. DL con una capa: Máximo 97,9 Mbit/s para 20 MHz; 75,4 Mbit/s para 15 MHz; 48,9 Mbit/s para 10 MHz; 24,5 Mbit/s para 5 MHz. DL con dos capas: Máximo 195,8 Mbit/s para 20 MHz; 149,8 Mbit/s para 15 MHz; 97,9 Mbit/s para 10 MHz; 48,9 Mbit/s para 5 MHz. Radiodifusión: Máximo 60% de unidifusión.

⁵ En China, todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional china.

CUADRO 11 (*fin*)

Parámetro	Característica técnica ⁵	
	Modo de comunicación directa	Modo de comunicación celular
Control de acceso al medio	Para el Modo 4: Detección con transmisión semipermanente, selección aleatoria. Para el Modo 3: Programación eNB.	Programación eNB.
Método dúplex	TDD	TDD/FDD
Multiplexación de recursos en los EU	Multiplexación por división de frecuencia (FDM) y multiplexación por división en el tiempo (TDM)	Multiplexación por división de frecuencia (FDM) y multiplexación por división en el tiempo (TDM)
Retransmisión	Petición de repetición automática híbrida (HARQ)	Petición de repetición automática híbrida (HARQ)

Anexo 7

Especificaciones técnicas del 3GPP

Con respecto a los sistemas de transporte inteligentes, el 3GPP ha elaborado una serie de especificaciones técnicas relacionadas con la comunicación entre el vehículo y su entorno (V2X), incluidas las de vehículo a vehículo (V2V), de vehículo a infraestructura (V2I), de vehículo a peatón (V2P) y de vehículo a red (V2N), en el marco de la versión 14 de sus especificaciones sobre evolución a largo plazo (LTE). Las especificaciones técnicas del 3GPP relacionadas con las comunicaciones V2X abarcan las señales y/o los canales de la capa física, los protocolos de acceso al medio y de gestión de los recursos radioeléctricos, la red de acceso radioeléctrico, la red básica y el protocolo de equipo de usuario (UE), la seguridad, los casos de uso y los requisitos de servicio, y los requisitos de calidad de funcionamiento de los dispositivos.

Las especificaciones técnicas del 3GPP admiten dos interfaces diferentes para las comunicaciones V2X. Una es la interfaz Uu, que permite la comunicación entre la red celular, la infraestructura vial, los peatones y los vehículos mediante enlaces ascendentes y descendentes a través del eNB. La otra es la interfaz PC5, que se ha desarrollado con el objeto de facilitar una comunicación directa entre los vehículos y la infraestructura vial. La interfaz Uu utiliza siempre una programación centralizada, lo que significa que la estación base (eNB) controla el acceso al medio y la gestión de los recursos radioeléctricos. La interfaz PC5 admite dos tipos de programación, a saber, la programación centralizada, similar a la utilizada para la interfaz Uu, y la programación distribuida, en la que cada vehículo determina por sí mismo los recursos de tiempo y de frecuencia adecuados para sus transmisiones. Cabe señalar que la interfaz PC5 con programación distribuida puede funcionar tanto dentro como fuera de la zona de cobertura celular y no requiere el apoyo de un operador celular. Si bien la interfaz PC5 sólo admite transmisiones de radiodifusión, la interfaz Uu admite transmisiones de unidifusión, multidifusión y radiodifusión.

El enlace descendente LTE utiliza el acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (AMDFO), y el enlace ascendente LTE y las interfaces PC5 utilizan el acceso múltiple por división de frecuencia

ortogonal en portadora única (SC-FDMA). Las bandas de frecuencias previstas para la interfaz Uu LTE-V2X y para la interfaz PC5⁶ se indican en el Cuadro 13.

Todas las especificaciones técnicas del 3GPP que figuran en el Cuadro 12 han sido transpuestas por sus organizaciones asociadas⁷ a sus correspondientes productos (por ejemplo, normas). Las normas detalladas transpuestas por las organizaciones asociadas del 3GPP se enumeran en el Cuadro 12.

CUADRO 12

Lista de las especificaciones técnicas y normas transpuestas del 3GPP relacionadas con la comunicación V2X

Título de las especificaciones	Número de referencia	Número de la norma			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
<Red central y protocolo de EU>					
Requisitos de servicio para el servicio V2X	3GPP TS 22.185	ATIS.3GPP.TS 22.185V1430	CCSA TS 22.185 v14.3.0	ETSI TS 122 185	TTAT.3G-22.185(R14-14.3.0)
< Red central y protocolo de EU >					
Numeración, direccionamiento e identificación	3GPP TS 23.003	ATIS.3GPP.TS 23.003V1460	CCSA TS 23.003 v14.6.0	ETSI TS 123 003	TTAT.3G-23.003(R14-14.5.0)
Procedimientos de restauración	3GPP TS 23.007	ATIS.3GPP.TS 23.007V1440	CCSA TS 23.007 v14.4.0	ETSI TS 123 007	TTAT.3G-23.007(R14-14.3.0)
Organización de los datos del abonado	3GPP TS 23.008	ATIS.3GPP.TS 23.008V1440	CCSA TS 23.008 v14.4.0	ETSI TS 123 008	TTAT.3G-23.008(R14-14.3.0)
Funciones del estrato de no acceso (NAS) relacionadas con la estación móvil (MS) en modo reposo	3GPP TS 23.122	ATIS.3GPP.TS 23.122V1440	CCSA TS 23.122 v14.4.0	ETSI TS 123 122	TTAT.3G-23.122(R14-14.4.0)
Arquitectura de control de la política y la tarificación	3GPP TS 23.203	ATIS.3GPP.TS 23.203V1450	CCSA TS 23.203 v14.5.0	ETSI TS 123 203	TTAT.3G-23.203(R14-14.5.0)
Mejoras de la arquitectura para el servicio V2X	3GPP TS 23.285	ATIS.3GPP.TS 23.285V1450	CCSA TS 23.285 v14.5.0	ETSI TS 123 285	TTAT.3G-23.285(R14-14.4.0)
Servicios de proximidad (ProSe); etapa 2	3GPP TS 23.303	ATIS.3GPP.TS 23.303V1410	CCSA TS 23.303 v14.1.0	ETSI TS 123 303	TTAT.3G-23.303(R14-14.1.0)
Protocolo del estrato de no acceso (NAS) para el sistema de paquetes evolucionado (EPS); etapa 3	3GPP TS 24.301	ATIS.3GPP.TS 24.301V1460	CCSA TS 24.301 v14.6.0	ETSI TS 124 301	TTAT.3G-24.301(R14-14.5.0)

⁶ Las especificaciones técnicas publicadas del 3GPP están disponibles en el Portal del 3GPP: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs>.

⁷ Las organizaciones asociadas del 3GPP son la ARIB, la ATIS, la CCSA, el ETSI, la TSDSI, la TTA y la TTC (<http://www.3gpp.org/partners>).

⁸ Véase: <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14>.

CUADRO 12 (continuación)

Título de las especificaciones	Número de referencia	Número de la norma			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
Aspectos de protocolo de equipo de usuario (UE) con capacidades de servicios de proximidad (ProSe) a función ProSe; etapa 3	3GPP TS 24.334	ATIS.3GPP.TS 24.334V1400	CCSA TS 24.334 v14.0.0	ETSI TS 124 334	TTAT.3G- 24.334(R14- 14.0.0)
Objeto de gestión (MO) de los servicios V2X	3GPP TS 24.385	ATIS.3GPP.TS 24.385V1430	CCSA TS 24.385 v14.3.0	ETSI TS 124 385	TTAT.3G- 24.385(R14- 14.2.0)
Equipo de usuario (UE) a la función de control de V2X; aspectos de protocolo; etapa 3	3GPP TS 24.386	ATIS.3GPP.TS 24.386V1430	CCSA TS 24.386 v14.3.0	ETSI TS 124 386	TTAT.3G- 24.386(R14- 14.2.0)
Transferencia del estado de representación por el punto de referencia xMB entre el proveedor de contenido y el BM-SC	3GPP TS 29.116	ATIS.3GPP.TS 29.116V1430	CCSA TS 29.116 v14.3.0	ETSI TS 129 116	TTAT.3G- 29.116(R14- 14.2.0)
Control de política y tarificación (PCC); puntos de referencia	3GPP TS 29.212	ATIS.3GPP.TS 29.212V1460	CCSA TS 29.212 v14.6.0	ETSI TS 129 212	TTAT.3G- 29.212(R14- 14.5.0)
Sistema de paquetes evolucionado (EPS); interfaces relacionadas con la entidad de gestión de la movilidad (MME) y el nodo de soporte de servicio del GPRS (SGSN) con protocolo Diameter	3GPP TS 29.272	ATIS.3GPP.TS 29.272V1460	CCSA TS 29.272 v14.6.0	ETSI TS 129 272	TTAT.3G- 29.272(R14- 14.5.0)
Aspectos de la función de control V2X al servidor de abonado doméstico (HSS) (V4); etapa 3	3GPP TS 29.388	ATIS.3GPP.TS 29.388V1410	CCSA TS 29.388 v14.1.0	ETSI TS 129 388	TTAT.3G- 29.388(R14- 14.1.0)
Aspectos de señalización de la función de control inter-V2X (V6); etapa 3	3GPP TS 29.389	ATIS.3GPP.TS 29.389V1410	CCSA TS 29.389 v14.1.0	ETSI TS 129 389	TTAT.3G- 29.389(R14- 14.1.0)
Activadores del sistema de comunicación en grupo para LTE (GCSE_LTE); punto de referencia MB2; etapa 3	3GPP TS 29.468	ATIS.3GPP.TS 29.468V1430	CCSA TS 29.468 v14.3.0	ETSI TS 129 468	TTAT.3G- 29.468(R14- 14.2.0)
Características de la aplicación del módulo de identidad de abonado universal (USIM)	3GPP TS 31.102	ATIS.3GPP.TS 31.102V1440	CCSA TS 31.102 v14.4.0	ETSI TS 131 102	TTAT.3G- 31.102(R14- 14.3.0)
<Seguridad>					
Aspecto de seguridad para el soporte LTE de servicios V2X	3GPP TS 33.185	ATIS.3GPP.TS 33.185V1410	CCSA TS 33.185 v14.1.0	ETSI TS 133 185	TTAT.3G- 33.185(R14- 14.1.0)
< Requisitos de calidad de funcionamiento de los dispositivos >					
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); transmisión y recepción radioeléctricas del equipo de usuario (UE)	3GPP TS 36.101	ATIS.3GPP.TS 36.101V1460	CCSA TS 36.101 v14.6.0	ETSI TS 136 101	TTAT.3G- 36.101(R14- 14.5.0)

CUADRO 12 (continuación)

Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); requisitos para el soporte de la gestión de recursos radioeléctricos	3GPP TS 36.133	ATIS.3GPP.TS 36.133V1460	CCSA TS 36.133 v14.6.0	ETSI TS 136 133	TTAT.3G-36.133(R14-14.5.0)
< Aspectos relativos a la capa física >					
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); canales físicos y modulación	3GPP TS 36.211	ATIS.3GPP.TS 36.211V1450	CCSA TS 36.211 v14.5.0	ETSI TS 136 211	TTAT.3G-36.211(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); multiplexación y codificación de canales	3GPP TS 36.212	ATIS.3GPP.TS 36.212V1451	CCSA TS 36.212 v14.5.1	ETSI TS 136 212	TTAT.3G-36.212(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); procedimientos de la capa física	3GPP TS 36.213	ATIS.3GPP.TS 36.213V1450	CCSA TS 36.213 v14.5.0	ETSI TS 136 213	TTAT.3G-36.213(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); capa física; mediciones	3GPP TS 36.214	ATIS.3GPP.TS 36.214V1440	CCSA TS 36.214 v14.4.0	ETSI TS 136 214	TTAT.3G-36.214(R14-14.3.0)
< Protocolos de acceso al medio y de gestión de recursos radioeléctricos >					
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA) y red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada (E-UTRAN); descripción global; etapa 2	3GPP TS 36.300	ATIS.3GPP.TS 36.300V1450	CCSA TS 36.300 v14.5.0	ETSI TS 136 300	TTAT.3G-36.300(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); servicios prestados por la capa física	3GPP TS 36.302	ATIS.3GPP.TS 36.302V1440	CCSA TS 36.302 v14.4.0	ETSI TS 136 302	TTAT.3G-36.302(R14-14.3.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); procedimientos del equipo de usuario (UE) en modo reposo	3GPP TS 36.304	ATIS.3GPP.TS 36.304V1450	CCSA TS 36.304 v14.5.0	ETSI TS 136 304	TTAT.3G-36.304(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); capacidades de acceso radioeléctrico del equipo de usuario (UE)	3GPP TS 36.306	ATIS.3GPP.TS 36.306V1450	CCSA TS 36.306 v14.5.0	ETSI TS 136 306	TTAT.3G-36.306(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); especificación del protocolo del control de acceso al medio (MAC)	3GPP TS 36.321	ATIS.3GPP.TS 36.321V1400	CCSA TS 36.321 v14.5.0	ETSI TS 136 321	TTAT.3G-36.321(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); especificación del protocolo de control del radioenlace (RLC)	3GPP TS 36.322	ATIS.3GPP.TS 36.322V1450	CCSA TS 36.322 v14.1.0	ETSI TS 136 322	TTAT.3G-36.322(R14-14.1.0)

CUADRO 12 (*fin*)

Título de las especificaciones	Número de referencia	Número de la norma			
		ATIS	Título de las especificaciones	Número de referencia	ATIS
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); especificación del protocolo de convergencia de paquetes de datos (PDCP)	3GPP TS 36.323	ATIS.3GPP.TS 36.323V1410	CCSA TS 36.323 v14.5.0	ETSI TS 136 323	TTAT.3G-36.323(R14-14.4.0)
Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); especificación del protocolo de control de recursos radioeléctricos (RRC)	3GPP TS 36.331	ATIS.3GPP.TS 36.331V1451	CCSA TS 36.331 v14.5.1	ETSI TS 136 331	TTAT.3G-36.331(R14-14.4.0)
< Aspectos relativos a la red de acceso radioeléctrico >					
Red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada (E-UTRAN); protocolo de aplicación M2 (M2AP)	3GPP TS 36.443	ATIS.3GPP.TS 36.443V1401	CCSA TS 36.443 v14.0.1	ETSI TS 136 443	TTAT.3G-36.443(R14-14.0.1)
Red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada (E-UTRAN); protocolo de aplicación S1 (S1AP)	3GPP TS 36.413	ATIS.3GPP.TS 36.413V1441	CCSA TS 36.413 v14.4.1	ETSI TS 136 413	TTAT.3G-36.413(R14-14.4.0)
Red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada (E-UTRAN); protocolo de aplicación X2 (X2AP)	3GPP TS 36.423	ATIS.3GPP.TS 36.423V1450	CCSA TS 36.423 v14.5.0	ETSI TS 136 423	TTAT.3G-36.423(R14-14.4.0)

CUADRO 13

Características del esquema de transmisión

Parámetro	Característica de transmisión	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Gama de frecuencias de funcionamiento	<p>Todas las bandas especificadas en la norma TS 36.101⁹ soportan el funcionamiento con la interfaz Uu, salvo la banda 47.</p> <p>A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5:</p> <p>Banda 3: UL: 1 710-1 785 MHz DL: 1 805-1 880 MHz</p> <p>Banda 5: UL: 824 MHz- 849 MHz DL: 869 MHz-894 MHz</p> <p>Banda 7: UL: 2 500-2 570 MHz DL: 2 620-2 690 MHz</p> <p>Banda 8: UL: 880-915 MHz DL: 925-960 MHz</p> <p>Banda 20: UL: 832-862 MHz DL: 791-821 MHz</p> <p>Banda 28: UL: 703-748 MHz DL: 758 MHz-803 MHz</p> <p>Banda 34: UL: 2 010 MHz-2 025 MHz DL: 2 010 MHz-2 025 MHz</p> <p>Banda 39: 1 880-1 920 MHz</p> <p>Banda 41: 2 496-2 690 MHz</p> <p>Banda 71: UL: 663 MHz-698 MHz DL: 617 MHz-652 MHz</p>	Según la versión 14 Banda 47: 5 855-5 925 MHz
Ancho de banda del canal RF	1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz por canal	10 o 20 MHz por canal
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máx. 43 dBm para eNB Máx. 23 o 33 dBm para EU	Máx. 23 o 33 dBm
Esquema de modulación	<p>Enlace ascendente: MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA, MAQ-64 SC-FDMA;</p> <p>Enlace descendente: MDP-4 AMDFO, MAQ-16 AMDFO, MAQ-64 AMDFO</p>	MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional y codificación Turbo	Codificación convolucional y codificación Turbo

⁹ Véase la norma TS 36.101, "Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); transmisión y recepción radioeléctricas del equipo de usuario (UE)", en: <http://www.3gpp.org/DynaReport/36-series.htm>.

CUADRO 13 (*fin*)

Parámetro	Característica de transmisión	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Velocidad de transmisión de datos	Enlace ascendente: De 1,4 Mbit/s a 36,7 Mbit/s para un canal de 10 MHz Enlace descendente: De 1,4 Mbit/s a 75,4 Mbit/s para un canal de 10 MHz	De 1,3 Mbit/s a 15,8 Mbit/s para un canal de 10 MHz
Control de acceso al medio	Programación centralizada por el eNB	Programación centralizada o programación distribuida
Método dúplex	FDD o TDD	TDD

Anexo 8

Normas de la ATIS

La alianza para soluciones en la industria de las telecomunicaciones (ATIS) ha traspuesto y normalizado las especificaciones técnicas en materia de sistemas de transporte inteligentes del 3GPP para las comunicaciones entre el vehículo y su entorno (V2X), incluidas las de vehículo a vehículo (V2V), de vehículo a infraestructura (V2I), de vehículo a peatón (V2P) y de vehículo a red (V2N), de la versión 14 de sus especificaciones sobre evolución a largo plazo (LTE). Las normas de la ATIS que constituyen una trasposición de las especificaciones técnicas del 3GPP sobre comunicaciones V2X se enumeran en el Anexo 7.

Las bandas de frecuencias previstas para la interfaz Uu LTE-V2X y la interfaz PC5¹⁰ se describen en el Cuadro 14.

CUADRO 14

Características del esquema de transmisión

Parámetro	Característica de transmisión	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Gama de frecuencias de funcionamiento	A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5 (según la versión 14): Banda 3: UL: 1 710-1 785 MHz DL: 1 805-1 880 MHz Banda 7: UL: 2 500-2 570 MHz DL: 2 620-2 690 MHz Banda 8: UL: 880-915 MHz DL: 925-960 MHz Banda 39: 1 880-1 920 MHz Banda 41: 2 496-2 690 MHz	Según la versión 14 Banda 47: 5 855-5 925 MHz

¹⁰ Las normas publicadas de la ATIS pueden consultarse en: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>.

CUADRO 14 (*fin*)

Parámetro	Característica de transmisión	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Ancho de banda del canal RF	1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz por canal	10 o 20 MHz por canal
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máx. 43 dBm para eNB Máx. 23 o 33 dBm para EU	Máx. 23 o 33 dBm
Esquema de modulación	Enlace ascendente: MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA, MAQ-64 SC-FDMA; Enlace descendente: MDP-4 AMDFO, MAQ-16 AMDFO, MAQ-64 AMDFO	MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional y codificación Turbo	Codificación convolucional y codificación Turbo
Velocidad de transmisión de datos	Enlace ascendente: De 1,4 Mbit/s a 36,7 Mbit/s para un canal de 10 MHz Enlace descendente: De 1,4 Mbit/s a 75,4 Mbit/s para un canal de 10 MHz	De 1,3 Mbit/s a 15,8 Mbit/s para un canal de 10 MHz
Control de acceso al medio	Programación centralizada por el eNB	Programación centralizada o programación distribuida
Método dúplex	FDD o TDD	TDD

Anexo 9

Resumen de las características técnicas de las normas y especificaciones técnicas

Las características técnicas de las distintas normas y especificaciones técnicas se indican en el Cuadro 15.

CUADRO 15
Características técnicas

Parámetro	ETSI (Anexo 1, Cuadros 3 y 4)	ETSI (Anexo 7, Cuadro 12) ¹¹	
		Interfaz Uu	Interfaz PC5
Gama de frecuencias de funcionamiento	5 855-5 925 MHz	<p>Todas las bandas especificadas en la norma ETSI TS 136 101¹² soportan el funcionamiento con la interfaz Uu, salvo la banda 47.</p> <p>A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5¹³:</p> <p>Banda 3: UL: 1 710-1 785 MHz DL: 1 805-1 880 MHz</p> <p>Banda 5: UL: 824 MHz-849 MHz DL: 869 MHz-894 MHz</p> <p>Banda 7: UL: 2 500-2 570 MHz DL: 2 620-2 690 MHz</p> <p>Banda 8: UL: 880-915 MHz DL: 925-960 MHz</p> <p>Banda 20: UL: 832 MHz-862 MHz DL: 791 MHz-821 MHz</p> <p>Banda 28: UL: 703 MHz-748 MHz DL: 758 MHz-803 MHz</p> <p>Banda 34: UL: 2010 MHz-2 025 MHz DL: 2010 MHz-2 025 MHz</p> <p>Banda 39: UL: 1 880-1 920 MHz DL: 1 880-1 920 MHz</p> <p>Banda 41: UL: 2 496-2 690 MHz DL: 2 496-2 690 MHz</p> <p>Banda 71: UL: 663 MHz-698 MHz DL: 617 MHz-652 MHz</p>	<p>Según las versiones 14 y 15</p> <p>Banda 47: 5 855-5 925 MHz</p>

¹¹ Todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional y regional.

¹² Véase la norma ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); transmisión y recepción radioeléctricas del equipo de usuario (UE) (3GPP TS 36.101, versión 15.4.0, 15ª edición), apartado 5.5. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf.

¹³ Véase la norma ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionado (E-UTRA); transmisión y recepción radioeléctricas del equipo de usuario (UE) (3GPP TS 36.101, versión 15.4.0, 15ª edición), apartado 5.5G. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf.

CUADRO 15 (continuación)

Parámetro	ETSI (Anexo 1, Cuadros 3 y 4)	ETSI (Anexo 7, Cuadro 12) ¹¹	
		Interfaz Uu	Interfaz PC5
Ancho de banda del canal RF	10 MHz	1.4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz por canal	10 o 20 MHz por canal (se admite la agregación de portadoras 10+10 MHz y 10+20 MHz)
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máx. 33 dBm de p.i.r.e.	Máx.43 dBm para eNB Máx.23 o 33 dBm para EU	Máx.23 o 33 dBm
Densidad de potencia de transmisión de RF			
Esquema de modulación	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO	Enlace ascendente: MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA, MAQ-64 SC-FDMA; Enlace descendente : MDP-4 AMDFO, MAQ-16 AMDFO, MAQ-64 AMDFO	MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA MAQ-64 SC-FDMA
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4, 2/3	Codificación convolucional y codificación Turbo	Codificación convolucional y codificación Turbo
Velocidad de transmisión de datos	3 Mbit/s, 4.5 Mbit/s, 6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s, 24Mbit/s, 27Mbit/s	Enlace ascendente: De 1,4 Mbit/s a 36,7 Mbit/s para un canal de 10 MHz Enlace descendente: De 1,4 Mbit/s a 75,4 Mbit/s para un canal de 10 MHz	De 1,3 Mbit/s a 24,5 Mbit/s para un canal de 10 MHz
Control de acceso al medio	AMDP/DC	Programación centralizada por el eNB	Programación centralizada o programación distribuida
Método dúplex	TDD	FDD o TDD	TDD

Parámetro	IEEE (Anexo 2)	ARIB (Anexo 3)	TTA (Anexo 4)	IMDA (Anexo 5)
Gama de frecuencias de funcionamiento	5 850-5 925 MHz	755,5-764.5 MHz (canal único)	5 855-5 925 MHz	5 855-5 925 MHz
Ancho de banda del canal RF	10 MHz o 20 MHz	Menos de 9 MHz	Menos de 10 MHz	10 MHz

CUADRO 15 (continuación)

Parámetro	IEEE (Anexo 2)	ARIB (Anexo 3)	TTA (Anexo 4)	IMDA (Anexo 5)
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF		–	20 dBm	Límite típico de hasta 33 dBm de p.i.r.e.
Densidad de potencia de transmisión de RF		10 dBm/MHz		
Esquema de modulación	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-4-MDFO MDP-2-MDFO 52 subportadoras	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64	MDP-2 MDFO, MDP-4 MDFO, MAQ-16 MDFO, MAQ-64 MDFO
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 3/4	Codificación convolucional, velocidad = 1/2, 2/3, 3/4
Velocidad de transmisión de datos	3, 4,5, 6, 9, 12, 18, 24 y 27 Mbit/s para una separación entre canales de 10 MHz 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s para una separación entre 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, 24, 27 Mbit/s	3 Mbit/s, 4,5 Mbit/s, 6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s, 24Mbit/s, 27 Mbit/s
Control de acceso al medio	AMDP/DC	AMDP/DC	AMDP/DC	AMDP/DC
Método dúplex	TDD	TDD	TDD	TDD

Parámetro	CCSA (Anexo 6) ¹⁴	
	Modo de comunicación celular	Modo de comunicación directa
Gama de frecuencias de funcionamiento	Bandas utilizadas en combinación con el modo de comunicación directa. Para FDD UL: 1 710-1 785 MHz; DL: 1 805-1 880 MHz UL: 880-915 MHz; DL: 925-960 MHz	5 855-5 925 MHz Nota: China aprobó oficialmente la banda 5 905-5 925 MHz para la comunicación LTE-V2X.

¹⁴ En China, todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional china.

CUADRO 15 (continuación)

Parámetro	CCSA (Anexo 6) ¹⁴	
	Modo de comunicación celular	Modo de comunicación directa
	Para TDD 1 880-1 920 MHz 2 496-2 690 MHz	
Ancho de banda del canal RF	1,4/3/5/10/15/20 MHz	10/20 MHz
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máximo 23 dBm	Máximo 23 dBm
Densidad de potencia de transmisión de RF		
Esquema de modulación	MDP-4 SC-FDM, MAQ-16 SC-FDM, MAQ-64 SC-FDM, MAQ-256 SC-FDM	MDP-4 SC-FDM, MAQ-16 SC-FDM
Corrección de errores en recepción	PUCCH (canal físico de control del enlace ascendente): Codificación convolucional con recorte de cola / Código de bloque PUSCH (canal físico compartido de enlace ascendente): Codificación Turbo	Para el canal de control: Codificación convolucional con recorte de cola, velocidad = 1/8. Para el canal de datos: Codificación Turbo con velocidades de hasta 0,86. La velocidad puede controlarse con una granularidad fina.
Velocidad de transmisión de datos	Máximo 105,5 Mbits	Hasta 15,8 Mbit/s para un ancho de banda de 10 MHz. Hasta 31,7 Mbit/s para un ancho de banda de 20 MHz. La velocidad puede controlarse con una granularidad fina.
Control de acceso al medio	Programación eNB	Para el Modo 4: Detección con SPS, selección aleatoria. Para el Modo 3: programación eNB.
Método dúplex	TDD/FDD	TDD

Parámetro	3GPP (Anexo 7)	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Gama de frecuencias de funcionamiento	A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5: Banda 3: UL: 1 710-1 785 MHz DL: 1 805-1 880 MHz Banda 5: UL: 824-849 MHz DL: 869-894 MHz Banda 7: UL: 2 500-2 570 MHz DL: 2 620-2 690 MHz	Según la versión 14 Banda 47: 5 855-5 925 MHz

CUADRO 15 (continuación)

Parámetro	3GPP (Anexo 7)	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
	Banda 8: UL: 880-915 MHz DL: 925-960 MHz Banda 20: UL: 832-862 MHz DL: 791-821 MHz Banda 28: UL: 703-748 MHz DL: 758-803 MHz Banda 34: UL: 2 010-2 025 MHz DL: 2 010-2 025 MHz Banda 39: 1 880-1 920 MHz Banda 41: 2 496-2 690 MHz Banda 71: UL: 663-698 MHz DL: 617-652 MHz	
Ancho de banda del canal RF	1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz por canal	10 o 20 MHz por canal
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máx. 43 dBm para eNB Máx. 23 o 33 dBm para EU	Máx. 23 o 33 dBm
Densidad de potencia de transmisión de RF		
Esquema de modulación	Enlace ascendente: MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA, MAQ-64 SC-FDMA; Enlace descendente: MDP-4 AMDFO, MAQ-16 AMDFO, MAQ-64 AMDFO	MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional y codificación Turbo	Codificación convolucional y codificación Turbo
Velocidad de transmisión de datos	Enlace ascendente: De 1,4 Mbit/s a 36,7 Mbit/s para un canal de 10 MHz Enlace descendente: De 1,4 Mbit/s a 75,4 Mbit/s para un canal de 10 MHz	De 1,3 Mbit/s a 15,8 Mbit/s para un canal de 10 MHz
Control de acceso al medio	Programación centralizada por el eNB	Programación centralizada o programación distribuida
Método dúplex	FDD o TDD	TDD

Parámetro	ATIS (Anexo 8)	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
Gama de frecuencias de funcionamiento	A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5 (según la versión 14): Banda 5: UL: 824-849 MHz DL: 869-894 MHz	Según la versión 14: Banda 47: 5 855-5 925 MHz

CUADRO 15 (*fin*)

Parámetro	ATIS (Anexo 8)	
	Interfaz Uu	Interfaz PC5
	Banda 7: UL: 2 500-2 570 MHz DL: 2 620-2 690 MHz Banda 41: 2 496-2 690 MHz Banda 71: UL: 663-698 MHz DL: 617-652 MHz	
Ancho de banda del canal RF	1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz por canal	10 o 20 MHz por canal
Potencia de transmisión/p.i.r.e. RF	Máx. 43 dBm para eNB Máx. 23 o 33 dBm para EU	Máx. 23 o 33 dBm
Densidad de potencia de transmisión de RF		
Esquema de modulación	Enlace ascendente: MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA, MAQ-64 SC-FDMA; Enlace descendente: MDP-4 AMDFO, MAQ-16 AMDFO, MAQ-64 AMDFO	MDP-4 SC-FDMA, MAQ-16 SC-FDMA
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional y codificación Turbo	Codificación convolucional y codificación Turbo
Velocidad de transmisión de datos	Enlace ascendente: De 1,4 Mbit/s a 36,7 Mbit/s para un canal de 10 MHz Enlace descendente: De 1,4 Mbit/s a 75,4 Mbit/s para un canal de 10 MHz	De 1,3 Mbit/s a 15,8 Mbit/s para un canal de 10 MHz
Control de acceso al medio	Programación centralizada por el eNB	Programación centralizada o programación distribuida
Método dúplex	FDD o TDD	TDD