|  |
| --- |
| **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 infraestructura[[1]](#footnote-1) 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 (*3rd Generation Partnership Project*)

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 (*Association of Radio Industries and Businesses*)

ATIS Alianza para soluciones en la industria de las telecomunicaciones (*Alliance para Telecommunications Industry Solutions*)

ATS Secuencia de pruebas abstractas (*abstract test suite*)

CCSA Asociación de Normalización de las Comunicaciones de China (*China Communications Standards Association*)

CEN Comité Europeo de Normalización (*Comité Européen de Normalisation*)

DCC Control de congestión descentralizado (*decentralized congestion control*)

DSRC Comunicaciones especializadas de corto alcance (*dedicated short range communications*)

EFC Pago electrónico de peaje (*electronic fee collection*)

eNB NodoB E-UTRAN (*E-UTRAN NodeB*)

ETSI Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (*European Telecommunications Standards Institute*)

EU Equipo de usuario

FDD Dúplex por división de frecuencia (*frequency division duplex*)

FDM Multiplexación por división de frecuencia (*frequency division multiplexing*)

FEC Corrección de errores en recepción (*forward error correction*)

GNSS Sistema mundial de navegación por satélite (*Global Navigation Satellite System*)

HARQ Petición de repetición automática híbrida (*hybrid automatic repeat request*)

IEEE Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*)

IMDA Autoridad para el Desarrollo de los Medios de Información y Comunicación de Singapur (*Infocomm Media Development Authority of Singapore*)

LTE Evolución a largo plazo (*long term evolution*)

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 (*protocol implementation conformance statement*)

PIXIT Información adicional sobre la implementación de protocolo para pruebas (*protocol implementation extra information for testing*)

SC-FDM Multiplexación por división de frecuencia en portadora única (*single carrier-frequency division multiplexing*)

SC-FDMA Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal en portadora única (*single-carrier frequency division multiple access*)

STI Sistemas de transporte inteligentes

TDD Dúplex por división en el tiempo (*time division duplex*)

TDM Multiplexación por división en el tiempo (*time division multiplexing*)

TSS & TP Estructura de la serie de pruebas y objeto de las pruebas (*test suite structure and test purposes*)

TTA Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones (*Telecommunications Technology Association*)

V2I Vehículo a infraestructura (*vehicle-to-infrastructure*)

V2N Vehículo a red (*vehicle-to-network*)

V2P Vehículo a peatón (*vehicle-to-pedestrian*)

V2V Vehículo a vehículo (*vehicle-to-vehicle*)

WAVE Acceso inalámbrico en el entorno vehicular (*wireless access in vehicular environments*)

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 trasmisión/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 802.11p™-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™-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 redunda 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 1609.0™-2013 – IEEE Guide para Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) – Architecture

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

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

IEEE 1609.4™-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 ITS*[[2]](#footnote-2), 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.

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 su 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 trasmisión/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]](#footnote-3) |
| Requisitos técnicos de la interfaz aérea de comunicación vehicular basada en LTE | YD/T 3340-2018[[4]](#footnote-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.

CUADRO 11

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

| Parámetro | Característica técnica[[5]](#footnote-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 trasmisión/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. |

CUADRO 11 (*fin*)

| Parámetro | Característica técnica5 | |
| --- | --- | --- |
| 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 PC5[[6]](#footnote-6) se indican en el Cuadro 13.

Todas las especificaciones técnicas del 3GPP que figuran en el Cuadro 12 han sido transpuestas por sus organizaciones asociadas[[7]](#footnote-7) 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]](#footnote-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) |

CUADRO 12 (*continuación*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Título de las especificaciones | Número de referencia | Número de la norma | | | |
| ATIS | CCSA8 | 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 xMBentre 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 | Todas las bandas especificadas en la norma TS 36.101[[9]](#footnote-9) soportan el funcionamiento con la interfaz Uu, salvo la banda 47.  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 MHz- 849 MHz  DL: 869 MHz-894 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 20: UL: 832-862 MHz  DL: 791-821 MHz | Según la versión 14  Banda 47: 5 855-5 925 MHz |
|  | Banda 28: UL: 703-748 MHz  DL: 758 MHz-803 MHz  Banda 34: UL: 2 010 MHz-2 025 MHz  DL: 2 010 MHz-2 025 MHz  Banda 39: 1 880-1 920 MHz  Banda 41: 2 496-2 690 MHz  Banda 71: UL: 663 MHz-698 MHz  DL: 617 MHz-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 trasmisión/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 |

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 PC5[[10]](#footnote-10) 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 |

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 trasmisión/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]](#footnote-11) | |
| --- | --- | --- | --- |
| Interfaz Uu | Interfaz PC5 |
| Gama de frecuencias de funcionamiento | 5 855-5 925 MHz | Todas las bandas especificadas en la norma ETSI TS 136 101[[12]](#footnote-12) soportan el funcionamiento con la interfaz Uu, salvo la banda 47.  A continuación se indican las bandas para la interfaz Uu, cuando se utilizan en combinación con la PC5[[13]](#footnote-13):  Banda 3: UL: 1 710-1 785 MHz  DL: 1 805-1 880 MHz  Banda 5: UL: 824 MHz-849 MHz  DL: 869 MHz-894 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 20: UL: 832 MHz-862 MHz  DL: 791 MHz-821 MHz  Banda 28: UL: 703 MHz-748 MHz  DL: 758 MHz-803 MHz  Banda 34: UL: 2010 MHz-2 025 MHz  DL: 2010 MHz-2 025 MHz  Banda 39: UL: 1 880-1 920 MHz  DL: 1 880-1 920 MHz  Banda 41: UL: 2 496-2 690 MHz  DL: 2 496-2 690 MHz  Banda 71: UL: 663 MHz-698 MHz  DL: 617 MHz-652 MHz | Según las versiones 14 y 15  Banda 47: 5 855-5 925 MHz |

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 trasmisión/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 trasmisión/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]](#footnote-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. |

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 trasmisión/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 trasmisión/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 trasmisión/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 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Las comunicaciones de vehículo a infraestructura incluyen las comunicaciones bidireccionales entre el vehículo y la infraestructura. [↑](#footnote-ref-1)
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>. [↑](#footnote-ref-2)
3. Véase: <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm>. [↑](#footnote-ref-3)
4. Véase: <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm>. [↑](#footnote-ref-4)
5. En China, todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional china. [↑](#footnote-ref-5)
6. Las especificaciones técnicas publicadas del 3GPP están disponibles en el Portal del 3GPP: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs>. [↑](#footnote-ref-6)
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>). [↑](#footnote-ref-7)
8. Véase: <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14>. [↑](#footnote-ref-8)
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> . [↑](#footnote-ref-9)
10. Las normas publicadas de la ATIS pueden consultarse en: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx> . [↑](#footnote-ref-10)
11. Todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional y regional. [↑](#footnote-ref-11)
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>. [↑](#footnote-ref-12)
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>. [↑](#footnote-ref-13)
14. En China, todas las tecnologías de interfaz radioeléctrica basadas en normas deben desplegarse con arreglo a la normativa nacional china. [↑](#footnote-ref-14)