

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1801

Normas de interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, incluidas aplicaciones móviles y nómadas en el servicio móvil que funcionan por debajo de 6 GHz

(Cuestiones UIT-R 212/8 y UIT-R 238/8)

(2007)

1 Introducción

Esta Recomendación recomienda normas específicas para el acceso inalámbrico de banda ancha¹ en el servicio móvil. Estas normas están constituidas por especificaciones comunes elaboradas por organizaciones de normalización (SDO). Al utilizar esta Recomendación, los fabricantes y operadores deberían ser capaces de determinar las normas más adecuadas a sus necesidades.

Estas normas soportan una amplia gama de aplicaciones en zonas urbanas, suburbanas y rurales, tanto para datos de Internet de banda ancha genéricos como para datos en tiempo real, incluidas aplicaciones tales como voz y videoconferencia.

2 Cometido

Esta Recomendación identifica normas de interfaz radioeléctrica específicas para sistemas BWA en el servicio móvil que funcionan por debajo de 6 GHz. Las normas incluidas en esta Recomendación pueden soportar usuarios a velocidades de datos de banda ancha, teniendo en cuenta las definiciones del UIT-R de «acceso inalámbrico» y «acceso inalámbrico de banda ancha» que se encuentran en la Recomendación UIT-R F.1399².

Esta Recomendación no pretende tratar la identificación de las bandas de frecuencias más adecuadas para los sistemas BWA ni con asuntos reglamentarios.

3 Recomendaciones de la UIT relacionadas

Las Recomendaciones existentes que se consideran de importancia en el desarrollo de esta Recomendación en particular son las siguientes:

Recomendación UIT-R F.1399 – Terminología del acceso inalámbrico.

Recomendación UIT-R F.1763 – Normas de interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha que funcionan en el servicio fijo por debajo de 6 GHz.

Recomendación UIT-R M.1678 – Antenas adaptativas para sistemas del servicio móvil.

¹ «Acceso inalámbrico» y «BWA» se definen en la Recomendación UIT-R F.1399, que proporciona también las definiciones de los términos acceso inalámbrico «fijo», «móvil» y «nómada».

² *Acceso inalámbrico de banda ancha* se define como el acceso inalámbrico en el que las capacidades de conexión son mayores que las de la *velocidad primaria* que se define como la velocidad binaria de transmisión de 1,544 Mbit/s (T1) o 2,048 Mbit/s (E1). *Acceso inalámbrico* se define como la conexión o conexiones radioeléctricas del usuario final con redes centrales.

4 Acrónimos y abreviaturas

AA	Antena adaptativa (<i>adaptative antenna</i>)
ACK	Acuse de recibo (canal) (<i>aknowledgement (channel)</i>)
AMDC	Acceso múltiple por división de código por Internet (<i>Internet code division multiple access, I-CDMA</i>)
AMDC-I	Acceso múltiple por división de código a Internet (<i>Internet code division multiple access</i>)
AMDC-MP	Acceso múltiple por división de código – multiportadora (<i>code division multiple access – multi carrier, CDMA-MC</i>)
AMDC-SD	Acceso múltiple por división de código de secuencia directa (<i>direct-sequence code division multiple access, DS-CDMA</i>)
AMDCS-DT	AMDC sincronizada por división en el tiempo (<i>time division-synchronized CDMA</i>)
AMDE-AC	Acceso múltiple por división espacial de alta capacidad (<i>high capacity-spatial division multiple access, HC-SDMA</i>)
AMDFO	Acceso múltiple por división en frecuencia ortogonal (<i>orthogonal frequency division multiple access, OFDMA</i>)
AMDS	Acceso múltiple por división espacial (<i>spatial division multiple access, SDMA</i>)
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo (<i>time division multiple access, TDMA</i>)
AMDT-SC	AMDT-portadora única (<i>TDMA-single carrier, TDMA-SC</i>)
AN	Red de acceso (<i>access network</i>)
ARQ	Petición de repetición automática (<i>automatic repeat request</i>)
AT	Terminal de acceso (<i>access terminal</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BCCH	Canal de control de difusión (<i>broadcast control channel</i>)
BER	Proporción de bits erróneos (<i>bit error ratio</i>)
BRAN	Red de acceso radioeléctrico de banda ancha (<i>broadband radio access network</i>)
BS	Estación de base (<i>base station</i>)
BSR	Encaminador de estación de base (<i>base station router</i>)
BTC	Código turbo de bloque (<i>block turbo code</i>)
BWA	Acceso inalámbrico de banda ancha (<i>broadband wireless access</i>)
CC	Código convolucional (<i>convolutional coding</i>)
CL	Capa de conexión (<i>connection layer</i>)
C-plano	Plano de control (<i>control plane</i>)
CTC	Código turbo convolucional (<i>convolutional turbo code</i>)
DDF	Dúplex por división de frecuencia (<i>frequency division duplex, FDD</i>)
DDT	Dúplex por división en el tiempo (<i>time division duplex, TDD</i>)

DECT	Telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón (<i>digital enhanced cordless telecommunications</i>)
DLC	Control de enlace de datos (<i>data link control</i>)
DSSS	Espectro ensanchado de secuencia directa (<i>direct sequence spread spectrum</i>)
E-DCH	Canal especializado mejorado (<i>enhanced dedicated channel</i>)
EGPRS	Servicio radioeléctrico general por paquetes mejorado (<i>enhanced general packet radio service</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (<i>European Telecommunication Standards Institute</i>)
EV-DO	Datos de evolución optimizados (<i>evolution data optimized</i>)
FC	Canal de ida (<i>forward channel</i>)
FCC	Canal directo de control (<i>forward control channel</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
FER	Tasa de errores de trama (<i>frame error rate</i>)
FHSS	Espectro ensanchado por salto de frecuencia (<i>frequency hopping spread spectrum</i>)
FT	Terminación fija (<i>fixed termination</i>)
GERAN	Red de acceso radioeléctrico GSM de borde (<i>GSM edge radio access network</i>)
GPRS	Servicio radioeléctrico general por paquetes (<i>general packet radio service</i>)
GPS	Sistema de posicionamiento global (<i>global positioning system</i>)
HiperMAN	Red de área metropolitana de altas prestaciones (<i>high performance metropolitan area network</i>)
HRPD	Datos de paquetes a alta velocidad (<i>high rate packet data</i>)
HSDPA	Acceso de paquetes de alta velocidad en sentido descendente (<i>high speed downlink packet access</i>)
HS-DSCH	Canal de alta velocidad compartido en sentido descendente (<i>high speed downlink shared channel</i>)
HSUPA	Acceso de paquetes de alta velocidad en sentido ascendente (<i>high speed uplink packet access</i>)
IETF	Grupo Especial sobre ingeniería de Internet (<i>Internet engineering task force</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
LAC	Control de acceso al enlace (<i>link access control</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LDPC	Verificación de paridad de baja densidad (<i>low density parity check</i>)
LLC	Control de enlace lógico (<i>logic link control</i>)
MAC	Control de acceso al medio (<i>medium access control</i>)
MAN	Red de área metropolitana (<i>metropolitan area network</i>)
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation, QAM</i>)

MCSB	Formación de haz síncrona multiportadora (<i>multi-carrier synchronous beamforming</i>)
MDFO	Multiplexión por división de frecuencia ortogonal (<i>orthogonal frequency division multiplexing</i>)
MIMO	Entrada múltiple salida múltiple (<i>multiple input multiple output</i>)
MS	Estación móvil (<i>mobile station</i>)
NLoS	Sin visibilidad directa (<i>non-line of sight</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
PDCP	Protocolo de convergencia de datos de paquetes (<i>packet data convergence protocol</i>)
PHS	Sistema de teléfono transportable personal (<i>personal handyphone system</i>)
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PLP	Protocolo de capa física (<i>physical layer protocol</i>)
PT	Terminación transportable (<i>portable termination</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RAC	Canal de acceso inverso (<i>reverse access channel</i>)
RF	Radiofrecuencia (<i>radio frequency</i>)
RLC	Control del radioenlace (<i>radio link control</i>)
RLP	Protocolo de radioenlace (<i>radio link protocol</i>)
RPC	Control de potencia inverso
RTC	Canal de tráfico inverso (<i>reverse traffic channel</i>)
SC	Portadora única (<i>single carrier</i>)
SDO	Organización de normalización (<i>Standards Development Organization</i>)
SISO	Entrada única salida única (<i>single input single output</i>)
SL	Capa de seguridad/sesión/tren (<i>security/session/stream layer</i>)
SM	Multiplexión espacial (<i>spatial multiplexing</i>)
SNP	Protocolo de red de señalización (<i>signalling network protocol</i>)
TCC	Canales de código de tráfico (<i>traffic code channels</i>)
U-plane	Plano de usuario (<i>user plane</i>)
WirelessMAN	Red inalámbrica de área metropolitana (<i>wireless metropolitan area network</i>)
WWINA	Acceso inalámbrico a Internet de banda ancha (<i>wireless wideband Internet access</i>)

5 Notificación

La Recomendación UIT-R F.1763 recomienda normas de interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha en el servicio fijo que funcionan por debajo de 66 GHz.

6 Recomendación

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

recomienda

1 como adecuadas las normas de interfaz radioeléctrica de los Anexos 1 a 5 para sistemas BWA en el servicio móvil que funcionan por debajo de 6 GHz.

NOTA 1 – El Anexo 6 proporciona un resumen de las características de las normas que figuran en los Anexos 1 a 5.

Anexo 1

Redes radioeléctricas de área local de banda ancha

Las redes radioeléctricas de área local (RLAN) constituyen una ampliación de las LAN de cable utilizando medios radioeléctricos para la conexión. Tienen aplicaciones en entornos comerciales en los que se pueden lograr grandes ahorros tanto de coste como de tiempo en la instalación de una red; en entornos nacionales en los que proporcionan conectividad barata y flexible a múltiples ordenadores domésticos y en entornos universitarios y públicos en los que cada vez se utilizan más ordenadores portátiles tanto para los negocios como para uso personal, mientras se viaja o por el aumento de las prácticas de trabajo flexibles, por ejemplo, trabajadores nómadas que utilizan ordenadores personales no sólo en la oficina y en casa, sino también en hoteles, centros de conferencias, aeropuertos, trenes, aviones y automóviles. En resumen, están destinados principalmente para aplicaciones de acceso inalámbrico nómada en lo que respecta al punto de acceso (por ejemplo, cuando el usuario está moviéndose en un vehículo el punto de acceso también es el vehículo).

Las normas para redes radioeléctricas de área local de banda ancha se encuentran en la Recomendación UIT-R M.1450 y se pueden agrupar de la forma siguiente:

- IEEE 802.11
- ETSI BRAN HIPERLAN
- ARIB HiSWANa

IEEE 802.11 ha desarrollado un conjunto de normas para las RLAN, 802.11-1999 (R2003), que se han armonizado con CEI/ISO³. El control de acceso al medio (MAC) y las características físicas para redes de área local (LAN) inalámbrica se especifican en ISO/CEI 8802-11:2005 que forma parte de una serie de normas para redes de área local y metropolitanas. La unidad de control de acceso al medio en ISO/CEI 8802-11:2005 está concebida para soportar unidades de capa física, puesto que se pueden adoptar en función de la disponibilidad de espectro. ISO/CEI 8802-11:2005 contiene cinco unidades de capa física: cuatro unidades radioeléctricas, que funcionan en la banda 2 400-2 500 MHz y en bandas incluidas en 5,15-5,25 GHz, 5,25-5,35 GHz, 5,47-5,725 GHz y 5,725-5,825 GHz, y una unidad infrarroja (IR) de banda base. Una unidad radioeléctrica emplea técnicas de espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS), dos emplean técnicas de espectro

³ ISO/CEI 8802-11:2005, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.

ensanchado de secuencia directa (DSSS) y otra emplea técnicas de multiplexión por división de frecuencia ortogonal (MDFO).

ETSI BRAN HIPERLAN

Las especificaciones HiperLAN 2 fueron desarrolladas por el Comité Técnico ETSI TC BRAN (*broadband radio access networks*). HiperLAN 2 es una norma RLAN flexible, diseñada para proporcionar acceso de alta velocidad de hasta 54 Mbit/s en la capa física (PHY) a diversas redes, incluidas las redes basadas en el protocolo Internet (IP) utilizadas normalmente para sistemas RLAN. Se especifican capas de convergencia que proporcionan su interfuncionamiento con Ethernet, IEEE 1394 y ATM. Las aplicaciones básicas son de datos, voz y vídeo, teniendo en cuenta los parámetros específicos de calidad de servicio (QoS). Los sistemas HiperLAN 2 se pueden instalar en oficinas, aulas, domicilios, fábricas, zonas de alta ocupación tales como pabellones de exposiciones y, de forma más general, donde la transmisión radioeléctrica sea una alternativa eficaz o complemente la tecnología por cable.

HiperLAN 2 está diseñada para funcionar en las bandas 5,15-5,25 GHz, 5,25-5,35 GHz y 5,47-5,725 GHz. Las especificaciones básicas son TS 101 475 (capa física), TS 101 761 (capa de control de enlace de datos) y TS 101 493 (capas de convergencia). Todas las normas ETSI están disponibles en formato electrónico en <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>, cuando se especifica el número de norma en la tecla de búsqueda.

ETSI TC BRAN también ha desarrollado especificaciones de pruebas de conformidad para las normas HIPERLAN 2 básicas, para garantizar la interoperatividad de dispositivos y productos fabricados por diferentes suministradores. Las especificaciones de pruebas incluyen tanto pruebas radioeléctricas como de protocolo.

ETSI TC BRAN ha trabajado en estrecha colaboración con IEEE-SA (Grupo de Trabajo 802.11) y con MMAC en Japón (Grupo de Trabajo sobre redes de acceso inalámbricas de alta velocidad) para armonizar los sistemas desarrollados por estos tres foros para las bandas de 5 GHz.

MMAC⁴ **HSWA**⁵ ha desarrollado y **ARIB**⁶ ha aprobado y publicado una norma para sistemas de comunicaciones de acceso móvil de banda ancha. Se denomina HiSWANa (ARIB STD-T70). El ámbito de las especificaciones técnicas se limita a la interfaz aérea, a las interfaces de servicio del subsistema inalámbrico, a las funciones de la capa de convergencia y a las capacidades de soporte necesarias para realizar los servicios.

Las especificaciones técnicas describen las capas PHY y MAC/DLC, que no dependen de la red principal y de la capa de convergencia específica de la red principal. La velocidad de datos típica se encuentra entre 6 y 36 Mbit/s. Se utilizan técnicas de MDFO y AMDT-DDT. Es capaz de soportar aplicaciones multimedia con mecanismos para tener en cuenta la QoS. En la zona de servicio local se soporta una movilidad de usuario restringida. Actualmente, sólo se soporta Ethernet.

El sistema HiSWANa funciona en las bandas de 5 GHz (4,9-5,0 GHz y 5,15-5,25 GHz).

⁴ Consejo de promoción de sistemas de comunicaciones de acceso móvil multimedia (también denominado «foro de sistemas de comunicaciones de acceso móvil multimedia» o «foro MMAC»).

⁵ Comité sobre el acceso inalámbrico de alta velocidad.

⁶ Asociación de industrias y empresas radioeléctricas.

Anexo 2

Interfaces radioeléctricas terrenales IMT-2000

Los títulos de este Anexo se han tomado del § 5 de la Recomendación UIT-R M.1457, donde se puede encontrar información adicional y actualizada.

1.1 Ensanche directo AMDC IMT-2000⁷

El acceso radioeléctrico UTRAN es un acceso AMDC de secuencia directa (AMDC-SD) con la información distribuida en una anchura de banda aproximada de 5 MHz, utilizando una velocidad de datos codificados de 3,84 Mchip/s. Se utiliza una modulación avanzada (MAQ-16) y técnicas de codificación (códigos turbo) para lograr el acceso de paquetes a alta velocidad.

Una trama radioeléctrica de 10 ms se divide en 15 intervalos (2 560 datos codificados por intervalo a la velocidad de datos codificados de 3,84 Mchip/s). Por lo tanto cada canal físico se define como un código (o número de códigos). Se definen subtramas de 2 ms constituidas por 3 intervalos para HS-DSCH (acceso de paquetes de alta velocidad en sentido descendente – HSDPA), E-DCH (acceso de paquetes de alta velocidad en sentido ascendente – HSUPA) y los canales de señalización asociados. Esta tecnología logra una velocidad de transmisión de canal superior a 14 Mbit/s.

La interfaz radioeléctrica se define para transportar una amplia gama de servicios y soportar eficazmente tanto servicios por circuitos conmutados (por ejemplo, redes basadas en la RTPC y la RDSI) como servicios con conmutación de paquetes (por ejemplo, redes basadas en IP). Se ha diseñado un protocolo radioeléctrico sensible en el que el usuario utiliza simultáneamente varios servicios diferentes, tales como voz, datos y multimedia, que se multiplexan en una única portadora. Los servicios radioeléctricos definidos proporcionan soporte tanto para servicios en tiempo real como en tiempo diferido mediante el empleo de datos de transporte transparente y/o no transparente. Se puede ajustar la QoS respecto del retardo, la probabilidad de errores en los bits y la tasa de errores de trama (FER).

La arquitectura de la red radioeléctrica de acceso también proporciona soporte para servicios de difusión y de multidifusión multimedia, es decir, que permiten la distribución de contenido multimedia a grupos de usuarios en un portador punto a multipunto.

1.2 AMDC multiportadora IMT-2000⁸

La interfaz radioeléctrica cdma2000 proporciona dos posibilidades: funcionamiento con nX en el que se utilizan múltiples portadoras de 1,25 MHz o con datos de paquetes de alta velocidad 1X-EV-DO en el que se utiliza un canal 1X RF especializado.

La opción de funcionamiento nX soporta una anchura de banda de 1,25 MHz con una velocidad de datos codificados de 1,2288 Mchip/s o un funcionamiento multiportadora que utiliza múltiples portadoras de 1,25 MHz. La interfaz radioeléctrica se define para que transporte una amplia gama de servicios y soporte tanto servicios de circuitos conmutados (por ejemplo, redes basadas en la RTPC y en la RDSI) como servicios con conmutación de paquetes (por ejemplo, redes basadas en IP). El protocolo radioeléctrico se ha diseñado de manera que el usuario puede utilizar de forma flexible varios servicios diferentes como voz, datos y multimedios que se multiplexan en una única

⁷ Véase el § 5.1 de la Recomendación UIT-R M.1457.

⁸ Véase el § 5.2 de la Recomendación UIT-R M.1457.

portadora. Los servicios radioeléctricos definidos proporcionan soporte tanto para servicio en tiempo real como en diferido mediante la utilización de transporte de datos transparente y/o no transparente. Se puede ajustar la QoS respecto del retardo, la probabilidad de errores en los bits y la FER.

La especificación de la interfaz radioeléctrica incluye características mejoradas para servicios de datos de paquetes de alta velocidad y otros servicios simultáneos, tales como voz en una única portadora. En particular, se han introducido características para el enlace inverso mejorado, lo que permite una mayor capacidad y cobertura, así como velocidades de datos superiores al valor actual en el enlace ascendente y un retardo y una varianza de retardo menores para el enlace inverso.

La arquitectura de red del enlace radioeléctrico también proporciona apoyo a servicios de difusión y de multidifusión multimedios, es decir, permite la distribución del contenido multimedios a grupos de usuarios por un portador punto a multipunto.

Para datos de paquetes de alta velocidad (1X-EV-DO) el canal AMDC de ida, desplegado en un canal 1X RF especializado, está constituido por los siguientes canales multiplexados en el tiempo: el canal piloto, el canal MAC de ida, el canal de control y el canal de tráfico de ida. El canal de tráfico de ida transporta paquetes de datos de usuario. El canal de control transporta mensajes de control y también puede transportar tráfico de usuario. Cada canal está subdividido en canales Walsh en cuadratura multiplexados por división en el código.

El canal MAC está constituido por dos subcanales: el canal de control de potencia inverso (RPC) y el canal de actividad inversa (RA). El canal RA transmite un tren de bits de actividad de enlace inversa (RAB). Cada símbolo de canal MAC está modulado MDP-2 en una de las palabras de código Walsh 64.

El canal de tráfico de ida es un canal de velocidad variable basado en paquetes. Los datos de usuario para un terminal de acceso se transmiten a una velocidad de datos que varía entre 38,4 kbit/s y 3,1 Mbit/s. Los datos del canal de tráfico de ida y del canal de control están codificados, aleatorizados y entrelazados. Las salidas del entrelazador de canal se introducen en un modulador MDP-4/MDP-8/MAQ-16. Las secuencias de símbolos modulados se repiten y reúnen según las necesidades. Posteriormente las secuencias resultantes de los símbolos de modulación se demultiplexan para formar 16 pares (en fase y en cuadratura) de trenes en paralelo. Cada uno de los trenes en paralelo se trata mediante una función Walsh módulo 16 separada con una velocidad de datos codificados que convierta los símbolos Walsh a 76,8 ksymbol/s. Los símbolos codificados Walsh de todos los trenes se suman para formar un único tren en fase y un único tren en cuadratura a una velocidad de datos codificados de 1,2288 Mchip/s. Los datos codificados resultantes se multiplexan por división en el tiempo con datos codificados de preámbulo, de canal piloto y de canal MAC para formar la secuencia resultante de datos codificados para la operación de ensanchamiento en cuadratura.

Los paquetes de capa física del canal de tráfico se pueden transmitir entre 1 y 16 intervalos. Cuando se asigna más de un intervalo, los intervalos transmitidos utilizan un entrelazado de 4 intervalos. Es decir, los intervalos transmitidos de un paquete están separados por 3 intervalos y los intervalos de otros paquetes se transmiten en intervalos situados entre esos intervalos transmitidos. Si se recibe un acuse de recibo positivo por el canal ACK del enlace inverso indicando que el paquete de capa física se ha recibido en el canal de tráfico de ida, antes de que se hayan transmitido todos los intervalos asignados, no se transmitirán los intervalos restantes y se utilizará el siguiente intervalo asignado para el primer intervalo de la siguiente transmisión de paquetes de capa física.

El canal AMDC inverso para 1 X-EV-DO, desplegado para un canal 1X RF especializado, está constituido por el canal de acceso y el canal de tráfico inverso. El canal de acceso lo utiliza el terminal de acceso para iniciar la comunicación con la red de acceso o para responder a un mensaje dirigido a la red de acceso. El canal de acceso está constituido por un canal piloto y un canal de

datos. El canal de tráfico inverso lo utiliza la estación móvil para transmitir tráfico específico de usuario o información de señalización a la red de acceso. El canal de tráfico inverso está constituido por un canal piloto, un canal indicador de velocidad inversa (RRI), un canal de control de la velocidad de datos (DRC), un canal ACK y un canal de datos. El canal RRI se utiliza para indicar la velocidad de datos transmitida en un canal de tráfico inverso. El canal RRI se multiplexa en el tiempo con el canal piloto. El canal DRC lo utiliza la estación móvil para indicar a la red de acceso la velocidad de datos de canal de tráfico de ida admisible y el sector con mejor servicio en el canal AMDC de ida. El canal ACK lo utiliza la terminal de acceso para informar a la red de acceso si se ha recibido con éxito o no el paquete de datos transmitido en el canal de tráfico de ida.

Para el acceso HRPD mejorado, se implementan H-ARQ (petición de repetición automática híbrida) de capa física, tamaños de trama más cortos, planificación/control de velocidad más rápidos y modulación y codificación adaptativas para mejorar la velocidad de datos máxima y la capacidad del sistema en el enlace inverso.

1.3 DDT de AMDC IMT-2000⁹

La interfaz radioeléctrica dúplex por división en el de tiempo (DDT) del acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA) se define cuando se pueden identificar dos posibilidades, denominadas DDT de 1,28 Mchip/s (AMDS-DT) y DDT de 3,84 Mchip/s.

La interfaz radioeléctrica DDT UTRA se desarrolló con el firme objetivo de armonización con el componente DDT (véase el § 5.1) para conseguir la mayor similitud. Esto se consiguió mediante la armonización de parámetros importantes de la capa física y se especificó un conjunto común de protocolos en las capas superiores para DDF y DDT donde la DDT de 1,28 Mchip/s tiene mucho en común con la DDT de 3,84 Mchip/s. La DDT UTRA con las dos opciones satisface las necesidades de diferentes regiones de forma flexible y está especificada mediante un conjunto común de especificaciones.

El tipo de acceso radioeléctrico es de acceso múltiple por división de código con secuencia directa (AMDC-SD). Existen dos opciones de velocidad de datos codificados: la opción DDT de 3,84 Mchip/s, en la que se distribuye la información sobre una anchura de banda aproximada de 5 MHz y con una velocidad de datos codificados de 3,84 Mchip/s y la opción DDT de 1,28 Mchip/s Mcps en la que la información se distribuye en una anchura de banda aproximada de 1,6 MHz y con una velocidad de datos codificados de 1,28 Mchip/s. La interfaz radioeléctrica se define para transmitir una amplia gama de servicios y soportar eficazmente tanto servicios con circuitos conmutados (por ejemplo, redes basadas en la RTPC y la RDSI) así como servicios de paquetes conmutados (por ejemplo, redes basadas en IP). Se ha diseñado un protocolo radioeléctrico flexible en el que el usuario puede utilizar simultáneamente varios servicios diferentes tales como voz, datos y multimedia, multiplexados en una única portadora. Los servicios radioeléctricos portadores definidos proporcionan apoyo tanto a servicios en tiempo real como a servicios en diferido, empleando un transporte de datos transparente y/o no transparente. Se puede ajustar la QoS en función del retardo, la BER y la FER.

La especificación de la interfaz radioeléctrica incluye características mejoradas para el acceso de paquetes de alta velocidad en sentido descendente (HSDPA), lo que permite la transmisión simultánea de paquetes de datos de enlace descendente de alta velocidad y de paquetes de datos de alta velocidad y otros servicios tales como voz en una única portadora. Esta tecnología logra una velocidad de transmisión de canal superior a 10 Mbit/s.

⁹ Véase el § 5.3 de la Recomendación UIT-R M.1457.

La arquitectura de la red de acceso radioeléctrica también facilita los servicios de difusión y multidifusión multimedios, es decir, permite la distribución de contenidos multimedios a grupos de usuarios en portadores punto a multipunto.

1.4 AMDT de portadora única IMT-2000¹⁰

Esta interfaz radioeléctrica proporciona dos opciones de anchura de banda para datos de alta velocidad, que utilizan ambas tecnologías AMDT. La opción de anchura de banda de portadora de 200 kHz (EDGE) utiliza modulación MDP-8 con modulación ARQ híbrido y consigue una velocidad de transmisión de canal en el modo de portadora dual de 1,625 Mbit/s soportando a la vez alta movilidad. Para entornos con movilidad inferior, se proporciona una segunda anchura de banda de 1,6 MHz que utiliza modulación QAM desplazada binaria y cuaternaria con ARQ híbrido. Esta opción de anchura de banda de 1,6 MHz soporta la asignación de intervalos flexible y logra una velocidad de transmisión de canal de 5,2 Mbit/s.

Se proporciona un buen servicio de difusión o punto a multipunto conocido como servicio de difusión/multidifusión multimedios (MBMS). Los servicios punto a multipunto existen actualmente y permiten transmitir datos desde una única entidad de origen a múltiples puntos de destino. MBMS proporciona eficazmente esa capacidad para estos servicios de difusión/multidifusión prestados por los suministradores de servicios en entornos domésticos y de otros servicios de valor añadido (VASP).

El MBMS es un servicio portador punto a multipunto unidireccional en el que se transmiten los datos desde una entidad de origen única a múltiples receptores. También podrá ampliar el soporte de otros servicios con estas capacidades de portador.

El modo multidifusión se puede explotar al mismo tiempo que la multidifusión IETF por IP. Esto permitirá una óptima utilización de las plataformas de servicio IP para contribuir a la mejora de la disponibilidad de aplicaciones y contenidos de forma que los servicios actuales y futuros se puedan entregar de una forma más eficiente desde el punto de vista de los recursos.

1.5 AMDF/AMDT IMT-2000¹¹

La interfaz radioeléctrica IMT-2000 para tecnología AMDF/AMDT se denomina telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón (DECT).

Esta interfaz radioeléctrica especifica una interfaz radioeléctrica AMDT con DDT. Las velocidades de transmisión de canal para los tipos de modulación especificados son 1,152 Mbit/s, 2,304 Mbit/s, 3,456 Mbit/s, 4,608 Mbit/s y 6,912 Mbit/s. La norma soporta conexiones simétricas y asimétricas y transporte de datos con conexión y sin conexión. La utilización del funcionamiento multiportadora con, por ejemplo, tres portadoras permite velocidades binarias de hasta 20 Mbit/s. La capa de red contiene los protocolos para el control de llamadas, los servicios complementarios, el servicio de mensajes con conexión, el servicio de mensajes sin conexión y la gestión de movilidad, incluida la seguridad y los servicios de confidencialidad.

Se definen los canales de frecuencias de acceso radioeléctrico así como una estructura temporal. La separación entre portadoras es de 1,728 MHz. Para acceder al medio a tiempo, se utiliza una estructura regular AMDT con una longitud de trama de 10 ms. En esta trama se crean 24 intervalos completos, constituido cada uno de ellos por dos mitades de intervalo. Un intervalo doble tiene una longitud de dos intervalos completos y en consecuencia empieza con un intervalo completo.

¹⁰ Véase el § 5.4 de la Recomendación UIT-R M.1457.

¹¹ Véase el § 5.5 de la Recomendación UIT-R M.1457.

La modulación es una modulación por desplazamiento de frecuencia gaussiana (MDFG), con una relación entre anchura de banda y periodo binario de 0,5 nominalmente, una modulación por desplazamiento de fase diferencial (MDPD) o una modulación de amplitud en cuadratura (MAQ). Se permite al equipo utilizar modulaciones de 4 niveles y/o 8, 16 ó 64 niveles, además de modulaciones de 2 niveles. Esto aumenta la velocidad binaria de un único equipo radioeléctrico por un factor de 2, 3, 4 ó 6. La modulación de 4 niveles será π /MDPD-4, la de 8 niveles será π /MDPD-8, la de 16 niveles será MAQ-16 y la de 64 niveles MAQ-64.

La capa MAC ofrece tres grupos de servicios a las capas superiores y para la entidad de gestión:

- control de mensajes de difusión (BMC);
- control de mensajes sin conexión (CMC);
- control multiportador (MBC).

El BMC proporciona un conjunto de servicios sin conexión punto a punto continuo. Se utilizan para transportar canales lógicos internos y también se ofrecen a las capas superiores. Estos canales funcionan en el sentido terminación fija (FT) a terminación transportable (PT) y están disponibles en todos los PT a su alcance.

El CMC proporciona un servicio punto a punto o punto multipunto sin conexión a las capas superiores. Estos servicios pueden funcionar en ambos sentidos entre una FT específica y una o más PT.

Cada instancia BMC proporciona uno o un conjunto de servicios punto a punto con conexión a las capas superiores. Un servicio BMC puede utilizar más de un único portador para proporcionar más de un único servicio.

Se definen cuatro tipos de portadores MAC:

- Portador símplex: se crea un portador símplex para asignar un canal físico para las transmisiones en un sentido.
- Portador dúplex: se crea un portador dúplex mediante un par de portadores símplex, que funcionan en sentidos opuestos en dos canales físicos.
- Portador símplex doble: se crea un portador símplex doble mediante un par de portadores símplex largos que funcionan en el mismo sentido en dos canales físicos.
- Portador dúplex doble: un portador dúplex doble está compuesto por un par de portadores dúplex que se refieren a la misma conexión MAC.

Un portador puede existir en uno de los tres estados de funcionamiento siguientes:

- Estado simulado: en el que hay normalmente transmisiones continuas (es decir, una transmisión en cada trama).
- Portador de tráfico: cuando existen transmisiones punto a punto continuas. Un portador de tráfico es un portador dúplex o un portador símplex doble o un portador dúplex doble.
- Portador sin conexión: cuando existen transmisiones discontinuas. Un portador sin conexión es un portador símplex o un portador dúplex.

La capa MAC define una estructura lógica para los canales físicos. La velocidad binaria de usuario depende del tipo de intervalo seleccionado, del esquema de modulación, del nivel de protección, del número de intervalos y del número de portadoras.

Los mensajes de selección de canales dinámicos de instante obligatorios y sus procedimientos facilitan la coexistencia efectiva de sistemas públicos y privados no coordinados en la banda de frecuencias designada común y evita la imposición de una planificación de frecuencias tradicional. Cada dispositivo tiene acceso a todos los canales (combinaciones de tiempo y de frecuencia). Cuando se necesita una conexión, se selecciona el canal que en ese instante y en esa ubicación tiene menos interferencias de todos los canales de acceso comunes. Esto evita la planificación tradicional de frecuencias y simplifica en gran manera las instalaciones. Este procedimiento también proporciona cada vez mayor capacidad a las estaciones de base, situadas cada vez más próximas entre sí, y mantiene al mismo tiempo una calidad de radio enlace alta. Al no necesitar distribuir las frecuencias entre diferentes servicios o usuarios, se hace un uso eficiente del espectro.

Las últimas especificaciones proporcionan una actualización al «DECT de nueva generación» en el que el interés principal reside en el soporte de servicios basados en IP. La calidad del servicio de voz mejora más aún utilizando la codificación de banda ancha. El códec obligatorio para proporcionar interfuncionamiento en la interfaz aérea es G.722. También se pueden negociar otros códecs opcionales. Además de voz por IP, el «DECT de nueva generación» puede proporcionar audio, vídeo y otros servicios basados en IP.

Anexo 3

Normas armonizadas de interfaces radioeléctricas IEEE y ETSI para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) incluidas aplicaciones móviles y nómadas en el servicio móvil

1 Visión general de la interfaz radioeléctrica

La norma IEEE 802.16 (incluida la Enmienda 802.16a-2005) y las normas ETSI HiperMAN definen interfaces radioeléctricas armonizadas para las capas físicas MDFO y AMDFO y la capa MAC/DLC. Sin embargo la ETSI BRAN HiperMAN sólo se destina a aplicaciones nómadas mientras que la norma IEEE 802.16 también se destina a aplicaciones de vehículos.

El uso de bandas de frecuencias inferiores a 6 GHz facilita que el sistema de acceso se construya de conformidad con la interfaz radioeléctrica normalizada para soportar una variedad de aplicaciones, incluidas aplicaciones empresariales con movilidad total y aplicaciones residenciales en zonas urbanas, suburbanas y rurales. La interfaz está optimizada para canales radioeléctricos móviles dinámicos y facilita el uso de métodos de manejo optimizados y un conjunto completo de modos de ahorro de energía. La especificación podría soportar fácilmente tanto datos de tipo Internet genéricos como datos en tiempo real, incluidas aplicaciones tales como voz y videoconferencia.

Este tipo de sistema se conoce como red de área metropolitana inalámbrica (WirelessMAN en IEEE e HiperMAN en ETSI BRAN). La palabra «metropolitana» no se refiere a la aplicación sino a la escala. La arquitectura para este tipo de sistema es fundamentalmente punto a multipunto, con una estación de base que da servicio a abonados en una celda con un tamaño de hasta unos pocos kilómetros. Los usuarios pueden acceder a diversos tipos de terminales, por ejemplo, teléfonos inalámbricos, teléfonos inteligentes, PDA y PC portátiles en un entorno móvil. La interfaz radioeléctrica soporta diversas anchuras de canal, tales como 1,25; 3,5; 5; 7; 8,75; 10, 14, 15, 17,5 y 20 MHz para las frecuencias de funcionamiento por debajo de 6 GHz. El uso de MDFO y acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (AMDFO) mejora la eficiencia de la anchura de banda debido a la programación y a la flexibilidad combinadas en tiempo y en frecuencia cuando se

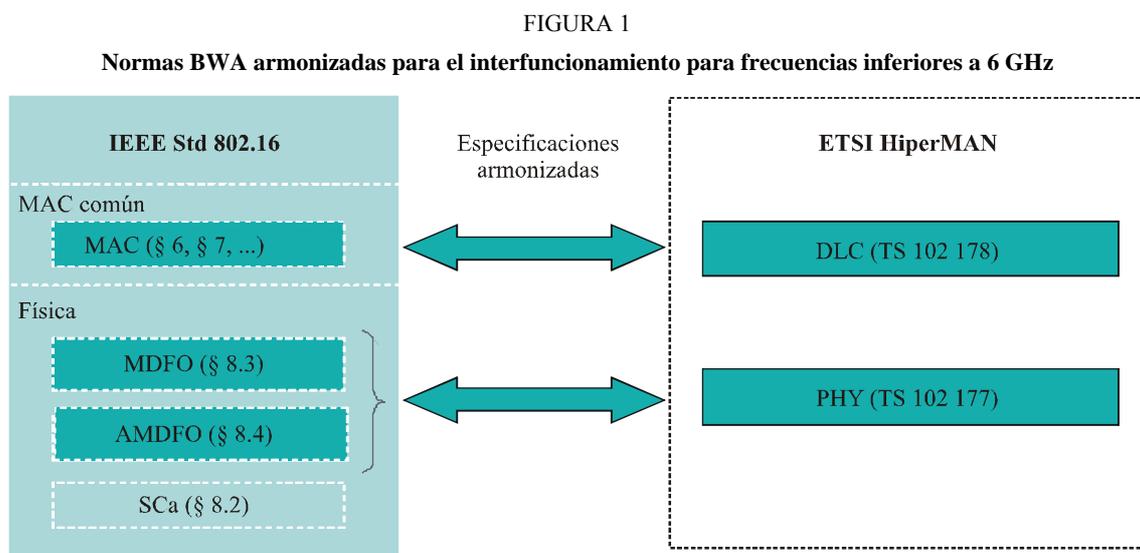
gestionan diferentes dispositivos de usuario con diversos tipos de antena y factores de forma. Aporta una reducción de la interferencia para los dispositivos de usuario con antenas omnidireccionales y capacidades sin visibilidad directa (NLoS) mejoradas que son fundamentales cuando se da servicio a abonados móviles. La subcanalización define subcanales que se pueden asignar a diferentes abonados en función de las condiciones del canal y de sus necesidades de datos. Esto ofrece a los proveedores de servicio más flexibilidad en la gestión de la anchura de banda y de la potencia transmitida y conduce a un uso más eficiente de los recursos, incluido el recurso del espectro.

La interfaz radioeléctrica soporta diversas anchuras de canal y frecuencias de funcionamiento que aportan una eficiencia espectral máxima de hasta 3,5 bit/s/Hz en una única configuración de antena receptora y transmisora (SISO).

La interfaz radioeléctrica incluye PHY así como MAC/DLC. El MAC/DLC se basa en un acceso múltiple asignado por demanda en el que se programan las transmisiones en función de la prioridad y de la disponibilidad. Este diseño proviene de la necesidad de soportar el acceso por clases de portadora para redes públicas, soportando además diversas subcapas de convergencia, tales como el protocolo IP y Ethernet con una buena QoS.

El MAC/DLC armonizado soporta los modos de PHY MDFO y AMDFO.

La Fig. 1 muestra de forma esquemática las especificaciones de interfuncionamiento armonizado de las normas IEEE WirelessMAN y ETSI HiperMAN, que incluyen especificaciones para las capas físicas MDFO y AMDFO así como para la toda la capa MAC, incluida la seguridad.



1801-01

El WiMAX ForumTM, IEEE 802.16 y ETSI HiperMAN definen perfiles para los parámetros de interfuncionamiento recomendados. Los perfiles IEEE 802.16 se incluyen en el documento normativo principal mientras que los perfiles HiperMAN se incluyen en un documento separado. La TTA (*Telecommunications Technology Association*) define un perfil para el servicio WiBro (banda ancha inalámbrico) que se denomina perfil de WiMAX Forum.

La TTA mantiene una norma TTAS.KO-06.0082/R1 para el servicio WiBro, que es un servicio por Internet portátil en Corea. La norma es un subconjunto de la norma IEEE 802.16 incluidos la enmienda IEEE 802.16e-2005 y el Corrigendum IEEE 802.16-2004/Cor. 1.

2 Especificación detallada de la interfaz radioeléctrica

2.1 IEEE 802.16

Norma IEEE para redes de área metropolitana y local Parte 16: interfaz aérea para sistemas móviles y fijos de acceso inalámbrico de banda ancha.

La norma IEEE 802.16 es una norma de interfaz aérea para acceso inalámbrico de banda ancha (BWA). La norma básica IEEE 802.16-2004 considera sólo sistemas fijos y nómadas. La enmienda IEEE 802.16e-2005 permite el funcionamiento combinado fijo y móvil en bandas de frecuencias autorizadas por debajo de 6 GHz. La actual norma IEEE 802.16 (incluida la enmienda IEEE 802.16e) está diseñada para redes radioeléctricas de datos por paquetes de gran capacidad capaces de soportar diversos tipos de aplicaciones y de servicios IP, basadas en diferentes modelos de uso, movilidad y negocio. Para permitir tanta diversidad, la interfaz aérea IEEE 802.16 está diseñada con un alto grado de flexibilidad y un amplio conjunto de opciones.

La tecnología móvil inalámbrica de banda ancha, basada en la norma IEEE 802.16, permite el desarrollo flexible de redes y servicios. A continuación se describen algunas características importantes de la norma:

Capacidad, eficiencia espectral y cobertura

Se establecen técnicas de antenas múltiples avanzadas junto con señalización AMDFO para maximizar la capacidad del sistema y la cobertura. La señalización MDFO convierte a un canal de banda ancha con desvanecimiento selectivo en frecuencia en múltiples subportadoras de banda estrecha con desvanecimiento constante y, por lo tanto, se pueden utilizar las antenas inteligentes en subportadoras constantes. Aquí se enumeran las principales características de la técnica de antena múltiple.

- entrada múltiple salida múltiple (MIMO) de segundo, tercero y cuarto orden y multiplexión espacial (SM) en los enlaces ascendente y descendente;
- conmutación MIMO adaptativa entre la codificación de bloques de multiplexión espacial/codificación de bloques en el tiempo y el espacio para maximizar la eficiencia espectral sin reducir la zona de cobertura;
- multiplexión espacial colaborativa UL (enlace ascendente) para dispositivos con una única antena transmisora;
- formación de haz avanzada y generación de nulos.

Tanto en el enlace ascendente como en el descendente se soportan órdenes de modulación MDP-4, MAQ-16 y MAQ-64. Estos tipos de codificación avanzados incluyen la codificación convolucional, CTC, BTC y LDPC junto con ARQ híbrida de redundancia incremental y combinada y los mecanismos de modulación y codificación adaptativas permiten a esta tecnología soportar enlaces aéreos robustos de altas prestaciones.

Soporte para movilidad

La norma soporta traspaso optimizado, iniciado por una estación de base y una estación móvil para un uso eficiente de la anchura de banda con un retardo reducido para lograr un retardo de traspaso inferior a 50 ms. La norma también soporta la conmutación rápida en la estación de base (FBSS) y el traspaso de diversidad Marco (MDHO) como opciones para reducir aún más el retardo por traspaso.

Se soportan diversos modelos de ahorro de energía, incluidos múltiples modos de espera y de reserva.

Oferta de servicios y clases de servicios

Se dispone de un conjunto de opciones de QoS tales como UGS (concesión de servicio no solicitada), velocidad variable en tiempo real, velocidad variable en diferido, velocidad variable en tiempo real ampliada y optimizada con supresión de silencio (principalmente para VoIP) para permitir el soporte de niveles de servicio garantizados entre las que se incluyen velocidades de información máximas y comprometidas, la velocidad mínima reservada, la velocidad máxima mantenida, la tolerancia máxima de latencia, la tolerancia de fluctuación de fase y la prioridad de tráfico para diversos tipos de aplicaciones de Internet en tiempo real tales como VoIP.

La asignación variable de subtramas de enlace ascendente y descendente soporta un tráfico de datos UL/DL que es asimétrico por definición.

Múltiples modos de asignación de subportadoras AMDFO diversificados y adyacentes permiten que esta tecnología tenga en cuenta la movilidad y la capacidad en la red y entre usuarios. El AMDFO con permutación de subportadoras adyacentes permite asignar un subconjunto de subportadoras a usuarios móviles en función de la intensidad relativa de la señal.

Esquemas de señalización de subcanalización, basados en MAP, proporcionan un mecanismo para la programación óptima de los recursos de espacio, frecuencia y tiempo para controlar y al mismo tiempo asignar datos (multidifusión, difusión y unidifusión) a través de la interfaz aérea de una trama a otra.

Escalabilidad

La norma IEEE 802.16 está definida para tener en consideración diferentes anchuras de banda de canal entre 1,25 a 28 MHz y así cumplir diversos requisitos en todo el mundo.

La capa física escalable basada en el concepto de AMDFO escalable permite a esta tecnología optimizar las características en un entorno móvil con desvanecimiento multitrayecto, caracterizado por el retardo debido al ensanchamiento y el desplazamiento Doppler con una tara mínima en una amplia gama de anchuras de banda de canal. La escalabilidad se logra ajustando el tamaño del FFT a la anchura de banda del canal y fijando la separación de las frecuencias de subportadora.

Planificación de reutilización

La PHY AMDFO IEEE 802.16 soporta diversos modos de asignación de las subportadoras y de las estructuras de trama como la subcanalización parcial (PUSC), la subcanalización total (FUSC) y la modulación y codificación avanzada (AMC). Estas opciones permiten a los proveedores de servicio realizar de forma flexible su planificación de reutilización de las redes inalámbricas para los casos de despliegue de uso eficiente del espectro, factor de utilización 1, de reutilización resistente a las interferencias, factor de reutilización 3, y reutilización fraccional óptima.

En el caso del factor de reutilización 1, aunque la capacidad del sistema puede normalmente mejorar, los usuarios en el borde de la celda pueden sufrir una baja calidad de conexión debido a las interferencias. Puesto que en AMDFO los usuarios utilizan subcanales, que sólo ocupan una pequeña fracción de la anchura de banda del canal, el problema de las interferencias en el borde de la celda se puede resolver fácilmente mediante la reconfiguración de los subcanales y el factor de reutilización en las tramas (de ahí la noción de reutilización fraccional) sin recurrir a la planificación tradicional de frecuencias. En esta configuración, se mantiene el factor de reutilización de frecuencias 1 para usuarios¹² centrales que disponen de una conexión de enlace mejor para maximizar el uso eficiente del espectro, mientras que la reutilización de frecuencia

¹² Usuarios que están ubicados cerca del centro de un sector, lejos de los sectores adyacentes.

fraccional se usa para usuarios en el borde¹³ para mejorar la calidad de la conexión y la capacidad. La planificación de reutilización de subcanales se puede optimizar de forma adaptativa en sectores o celdas basándose en la red, en la distribución de diversos tipos de usuario (estacionarios y móviles) y en las condiciones de interferencia para cada trama. Todas las celdas/sectores pueden funcionar en el mismo canal de frecuencia RF y no se requiere planificación de frecuencia convencional.

Subcapa de seguridad

IEEE 802.16 soporta la gestión de privacidad y de claves – PKMv1 RSA, HMAC, AES-CCM y PKMv2 – EAP, CMAC, AES-CTR, MBS.

Norma

La norma IEEE está disponible en formato electrónico en la dirección siguiente:

- Norma básica: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf>
- Enmienda 802.16e: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16e-2005.pdf>

2.2 Normas ETSI

Las especificaciones incluidas en este punto contienen las normas para BWA, siendo la última versión disponible:

- ETSI TS 102 177 v1.3.2: broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Physical (PHY) Layer.
- ETSI TS 102 178 v1.3.2: broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; data link control (DLC) layer.
- ETSI TS 102 210 v1.2.1: broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; system profiles.

Resumen: la norma HiperMAN considera e interfuncionamiento entre sistemas BWA en frecuencias inferiores a 11 GHz que permiten mayores tamaños de celda cuando no hay visibilidad directa (NLoS). La norma facilita el soporte de DDF y DDT, alta eficiencia espectral y altas velocidades de datos, modulación adaptativa, grandes tamaños de celda, sistemas de antenas avanzados y algoritmos de cifrado de alta seguridad. Los perfiles existentes tienden a unas separaciones de canales de 1,75 MHz, 3,5 MHz y 7 MHz que son adecuadas para la banda de 3,5 GHz.

Las principales características de las normas HiperMAN, que están completamente armonizadas con IEEE 802.16, son:

- todas las mejoras de PHY relativas a los modos MDFO y AMDFO, incluido MIMO para el modo AMDFO;
- canalización flexible, incluido el barrido de 3,5 MHz, 7 MHz y 10 MHz (hasta 28 MHz);
- AMDFO escalable, incluidos tamaños de FFT de 512, 1 024 y 2 048 puntos, que se utilizan en función de la anchura del canal, de forma que la separación entre subportadoras se mantiene constante;
- AMDFO ascendente y descendente (subcanalización) para los modos MDFO y AMDFO;
- soporta las antenas adaptativas para los modos MDFO y AMDFO.

Normas: todas las normas ETSI están disponibles en formato electrónico en: <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp> especificando en la casilla de búsqueda el número de la norma.

¹³ Usuarios que están ubicados cerca del borde de un sector, cerca de los sectores adyacentes.

Anexo 4

Normas de interfaz radioeléctrica ATIS WTSC para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) en el servicio móvil

Acceso a Internet inalámbrico de banda ancha (WWINA) ATIS WTSC y otras normas

El Comité sobre sistemas y tecnologías inalámbricos (WTSC, anteriormente T1P1) de la *Alliance of Telecommunications Industry Solutions* (ATIS), una organización de normalización acreditada por la *American National Standards Institute* (ANSI), ha desarrollado tres normas nacionales americanas (ANS), que se adhieren a los requisitos adoptados para el acceso inalámbrico de banda ancha a Internet (WWNIA), así como otras normas que se aplican al acceso inalámbrico nómada. Las normas de interfaz aérea WWINA permiten servicios de abonado con portabilidad inalámbrica y con itinerancia nómada que complementan los mercados DSL y de módem de cable. Estos sistemas están optimizados para servicios de datos por paquetes de alta velocidad que funcionan en un canal separado optimizado para datos. Los requisitos WWINA especifican una interfaz aérea a Internet inalámbrica NLoS para dispositivos multimedios de pantalla completa y altas prestaciones.

Estas interfaces aéreas sirven para dispositivos portátiles de terminal de acceso (AT) con prestaciones mejoradas cuando se compara a otros sistemas considerados como dispositivos de usuario de alta movilidad. En particular, las interfaces aéreas WWINA optimizan los siguientes atributos de calidad:

- velocidades de datos del sistema;
- cobertura/alcance del sistema;
- capacidad de red;
- mínima complejidad de la red;
- gestión del grado de servicio y de la calidad del servicio.

I Norma de interfaz aérea para sistemas de espectro ensanchado T1.723-2002 I-CDMA

1 Visión general de la interfaz radioeléctrica

La norma AMDC-I (acceso múltiple por división en el código a Internet) utiliza la tecnología AMDC con una velocidad de datos codificados de 1,2288 Mcps y una asignación de frecuencia de 1,23 MHz similar a los sistemas celulares AMDC. Utiliza modulación MDP-4/MDP-2 junto con código producto turbo (TPC) y corrección de errores en recepción BCH y un protocolo AR que garantiza una entrega de datos robusta. Se utilizan buscadores de canal de 12,5 kHz, 25 kHz, 30 kHz o 50 kHz para obtener las frecuencias centrales de transmisión y recepción del canal y proporcionar compatibilidad con las asignaciones de frecuencia DDF celulares actuales.

2 Especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica

La interfaz radioeléctrica AMDC-I está constituida de tres capas que siguen el modelo OSI. Estas capas son la capa física, la capa de enlace que incluye LAC y MAC y la capa de red.

La capa física envía y recibe segmentos de datos de paquetes desde la capa de enlace. Proporciona la corrección de errores en recepción (FEC), el entrelazado, la ortogonalización y el ensanchamiento para permitir el acceso múltiple por división en el código, y la modulación.

La capa de enlace contiene dos subcapas: control de acceso a medios (MAC) y control de acceso a enlace (LAC). La capa MAC es responsable de gestionar los recursos de la capa física para los servicios de datos. La capa LAC es responsable del inicio de una conexión de capa de enlace entre el AT y el BSR (encaminador de estación base). La capa de enlace es responsable de la segmentación y reagrupación, de los servicios de datos y de la recuperación del error ARQ.

La capa de red recibe la cabida útil de usuario en forma de paquetes IP y procesa esos paquetes desde y hacia la capa de enlace. La capa de red comunica con su entidad par a través de la interfaz radioeléctrica AMDC-I para proporcionar el establecimiento y el control de las funciones de la capa de red. Proporciona la gestión y configuración del terminal de acceso (AT), el mantenimiento de la conexión, la autenticación del dispositivo y el soporte de autenticación de usuario. La capa de red también proporciona soporte QoS, servicios de sesión y soporte de movilidad a través del IP móvil.

II ATIS-0700001.2004 MCSB física, MAC/LLC, y especificación de capa de red

1 Visión general de la interfaz radioeléctrica

La norma MCSB (formación de haz síncrona multiportadora) utiliza una combinación de tecnología AMDC y de antenas inteligentes para lograr un sistema punto a multipunto con calidad de transmisión mejorada con el fin de conseguir velocidades de datos de banda ancha en entornos NLoS.

2 Especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica

La interfaz radioeléctrica MCSB está constituida de tres capas que siguen el modelo OSI. Estas capas son la capa física, la capa de enlace de datos, que incluye LLC y MAC, y la capa de red.

CUADRO 1

Función de las capas de la interfaz radioeléctrica

Capa	Función
Capa de red (L3)	Clasificación/priorización de paquetes, puentes, OA&M
Enlace de datos (L2)	LLC: Segmentación/reestructuración, gestión de recursos, recuperación de errores de retransmisión selectiva
	MAC: Segmentación/reestructuración, gestión de recursos, corrección de errores en recepción
Física (L1)	Canalización, ensanchamiento AMDC, modulación, control de potencia, sincronización

Como se muestra en el Cuadro 1, la capa física define la modulación, la multiplexión, el entramado del DDT, el control de potencia y la sincronización de temporización. Trata de la misma forma los datos tanto de circuitos conmutados como de paquetes conmutados.

La capa de enlace de datos contiene dos subcapas: MAC y de LLC. La capa MAC es responsable de la asignación de canales, de su reasignación y liberación y del tratamiento de los paquetes de datos. La capa LLC procesa datos de circuitos conmutados y de paquetes conmutados. El LLC para conmutación de circuitos empaqueta y desempaqueta los paquetes de señales de control, los procesa y establece la conexión de voz con un canal adecuado de codificador de voz. El LLC para conmutación de paquetes implementa el entramado de los datos y el protocolo de recuperación selectiva de los errores de retransmisión.

La capa de red realiza la clasificación/priorización de los paquetes, establece los puentes Ethernet y la mensajería de operación, la administración y el mantenimiento (OA&M) y es la interfaz con la red principal.

La interfaz radioeléctrica utiliza subportadoras de 500 kHz para los canales de tráfico/acceso/difusión, mientras que el canal de sincronización utiliza subportadoras de 1 MHz. Por lo tanto, al utilizar una anchura de banda de 5 MHz, se pueden utilizar 10 subportadoras para los canales de tráfico/acceso/difusión o 5 subportadoras para los canales de sincronización. Cada subportadora tiene capacidad para acomodar hasta 32 canales de código de tráfico (TCC).

Se utiliza codificación con corrección de errores en recepción Reed-Solomon y el tren de datos se modula utilizando MDP-4, MDP-8, MAQ-16 o MAQ-64. Los datos en cada TCC se combinan y posteriormente se combinan con otros canales de código para su suma.

El canal de tráfico inverso puede utilizar un máximo de 2 ó 4 subportadoras contiguas.

Se utiliza un periodo de trama de 10 ms con un total de 125 símbolos incluidos en la trama (incluido los enlaces ascendente y descendente). El tráfico de ida puede ocupar $55 + n * 7$ símbolos mientras que el tráfico inverso resultante ocupa $55 - n * 7$ símbolos, donde n varía entre 0 (simétrico) y 7.

III Acceso múltiple por división espacial de alta capacidad (AMDE-AC) ATIS-0700004.2005

1 Visión general de la interfaz radioeléctrica

La norma de AMDE-AC especifica la interfaz radioeléctrica para un sistema de banda ancha móvil de amplia cobertura. El AMDE-AC utiliza DDT y tecnologías de antenas adaptativas (AA) junto con algoritmos de procesamiento espacial con antenas múltiples para generar un sistema de comunicaciones móvil eficiente desde el punto de vista del espectro que puede proporcionar un servicio de banda ancha móvil desplegado en una única banda de frecuencias tan pequeña como 5 MHz (no emparejada) en el espectro atribuido a los servicios móviles. Los sistemas AMDE-AC están diseñados para funcionar en frecuencias autorizadas por debajo de 3 GHz, que son las que mejor se adaptan a las aplicaciones móviles y las que ofrecen movilidad total y una amplia zona de cobertura. Puesto que se basa en tecnología DDT y no requiere bandas simétricas emparejadas separadas por un intervalo adecuado o una separación de duplexor, los sistemas basados en la norma AMDE-AC pueden fácilmente cambiar de frecuencia para su funcionamiento en diferentes bandas de frecuencias. La tecnología AMDE-AC consigue una velocidad de transmisión de canal de 20 Mbit/s en una banda autorizada de 5 MHz. Con un factor de reutilización de frecuencias $N = 1/2$, en un despliegue que utilice 10 MHz de espectro autorizado, se dispone en estas redes de una velocidad de transmisión de 40 Mbit/s en cada celda, lo que constituye una eficiencia espectral de 4 bit/s/Hz/celda.

2 Especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica

La interfaz aérea AMDE-AC tiene una estructura DDT/AMDT cuyas características físicas y lógicas se han elegido para el transporte eficaz de datos IP de usuario y para extraer el mayor beneficio posible del uso de antenas adaptativas. Los aspectos físicos del protocolo están dispuestos para proporcionar datos sobre la formación espacial y entornos de interferencias de enlace ascendente y descendente correlacionadas para canales lógicos disponibles para la transmisión y recepción directiva de estos canales de tráfico. Por el contrario, los canales que no se pueden tratar con procesamiento directivo, tales como canales de mensajería y de difusión tienen cabidas útiles más pequeñas y obtienen un mayor grado de protección contra errores para equilibrar sus enlaces

con aquellos de los canales procesados de forma directiva. Se incorpora la modulación y la codificación de canales adaptativas, junto con el control de potencia en los enlaces ascendente y descendente, para proporcionar transmisiones fiables a través de una amplia gama de condiciones de enlace. La modulación, la codificación y el control de potencia están complementados mediante un ARQ rápido para proporcionar un enlace fiable. También se soporta un traspaso rápido, con tara baja entre celdas. Se proporciona autenticación, autorización y privacidad para el enlace de acceso radioeléctrico mediante autenticación mutua de los terminales y de la red de acceso y mediante cifrado.

La interfaz aérea AMDE-AC tiene tres capas designadas como L1, L2 y L3.

El Cuadro 2 describe la funcionalidad de la interfaz aérea que corresponde a cada capa. Las características de cada capa se describen brevemente a continuación, mientras que en los puntos posteriores de la presente Recomendación se ofrecen más detalles sobre los aspectos fundamentales.

CUADRO 2

Capas de la interfaz aérea

Capa	Propiedades definidas
L1	Estructuras de trama y de ráfaga, modulación y codificación de canal, avance de temporización
L2	Transmisión fiable, correspondencia de canales lógicos a físicos, cifrado en bloque
L3	Gestión de sesión, gestión de recursos, gestión de movilidad, fragmentación, control de potencia, adaptación de enlace, autenticación

El Cuadro 3 resume los elementos fundamentales de una interfaz aérea AMDE-AC.

CUADRO 3

Resumen de los elementos básicos de la interfaz aérea AMDE-AC

Cantidad	Valor
Método dúplex	DDT
Método de acceso múltiple	AMDF/AMDT/AMDE
Esquema de acceso	Sentido de colisión/evitación, programación centralizada
Separación de portadoras	625 kHz
Periodo de trama	5 ms
Asimetría de la velocidad de datos de usuario	3:1 asimetría de abajo a arriba de velocidades máximas
Intervalos de tiempo de enlace ascendente	3
Intervalos de tiempo de enlace descendente	3
Alcance	> 15 km
Velocidad de símbolos	500 kbaudio/s
Conformación del pulso	Raíz cuadrada del coseno alzado

CUADRO 3 (Fin)

Cantidad	Valor
Anchura de banda de canal en exceso	25%
Modulación y codificación	<ul style="list-style-type: none"> – selección de trama a trama independiente para constelación + codificación de enlace ascendente y de enlace descendente – constelación de 8 enlaces ascendentes + clases de codificación – constelación de 9 enlaces descendentes + clases de codificación – módulo constante y constelaciones rectangulares
Control de potencia	Bucle abierto y cerrado de trama a trama de enlace ascendente y de enlace descendente
ARQ rápido	Sí
Agregación de portadora e intervalo de tiempo	Sí
QoS	Especificación de política DiffServ (servicios diferenciados), soporta la limitación de velocidad, prioridad, participación, etc.
Seguridad	AT mutua y autenticación BSR, cifrado para privacidad
Traspaso	Dirigido a terminal de acceso
Asignación de recursos	Anchura de banda dinámica bajo demanda

IV Norma de interfaz aérea T1.716/7-2000(R2004) para AMDC de secuencia directa de banda ancha para acceso RTPC inalámbrico fijo – Capa 1/Capa 2

1 Visión general de la interfaz radioeléctrica

Esta interfaz radioeléctrica utiliza AMDC con secuencia directa, con velocidades de datos codificados definidas entre 4,16 Mchip/s y 16,64 Mchip/s, dando lugar a anchuras de banda de RF entre 5 MHz y 20 MHz. El funcionamiento DDF se define con separaciones de banda mínimas de enlace ascendente y enlace descendente de 40 a 60 MHz en función de la velocidad de datos codificados.

2 Especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica

La interfaz radioeléctrica AMDC de secuencia directa de banda ancha está constituida por dos capas: la Capa 1 (L1) y la Capa 2 (L2 – dividida en las subcapas MAC y DLC) que difiere del modelo OSI clásico como se muestra en el Cuadro 4:

- El DLC se limita al control del enlace de datos de los canales de control especializados. Los canales de tráfico especializados no son gestionados por el DLC.
- El MAC – no la capa física (PHY) – realiza la codificación/decodificación para la FEC, el cifrado y descifrado, la repetición/combinación de símbolos y el control de potencia para la QoS.

CUADRO 4

Capas de la interfaz aérea

Capa	Función
Capa 2 (L2)	DLC: control del enlace de datos de los canales de control especializados
	MAC: codificación/decodificación, repetición/combinación de símbolos, control de potencia, cifrado/descifrado
Capa 1 (L1)	Canalización, ensanchamiento AMDC, modulación/demodulación, sincronización, combinación/separación RF

La Capa 1 proporciona los canales físicos (portadores) de 128 kbit/s. Se pueden agregar múltiples portadores de 128 kbit/s para proporcionar servicios a velocidades de datos mayores a un usuario individual. La Capa 1 multiplexa múltiples canales físicos en el mismo espectro de RF mediante el uso de espectro ensanchado de secuencia directa con una secuencia de ensanchado diferenciada para cada canal.

La secuencia de datos para cada canal físico modula la secuencia de ensanchamiento y la secuencia resultante modula la portadora RF. La velocidad de datos codificados de la secuencia de ensanchamiento determina la anchura de banda en transmisión.

La Capa 1 genera los símbolos piloto necesarios y los transmite con las señales de datos moduladas.

La subcapa DLC de la Capa 2 proporciona servicios de plano de control. La subcapa DLC facilita el control de errores a través de un protocolo de acceso de enlace equilibrado, denominado LAPC_c, basado en LAPC que a su vez está basado en LAPD (Recomendaciones UIT-T Q.920 y UIT-T Q.931). Los servicios del plano de control proporcionan un servicio punto a punto que funciona en el modo acuse de recibo. El servicio punto a punto incluye el direccionamiento, el control de errores, el control de flujo y la secuenciación de las tramas, la multiplexión/demultiplexión de los campos de información de la capa de red y el reparto de las tramas DLC.

Todas las normas referenciadas en este Anexo están disponibles en formato electrónico en: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>.

Anexo 5**«PHS de próxima generación» para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) en el servicio móvil****1 Visión general de la interfaz radioeléctrica**

El grupo MoU PHS, que es una organización de normalización para sistema de teléfono transportable personal (PHS) ha desarrollado el «PHS de próxima generación¹⁴» como uno de los sistemas BWA. El sistema «PHS de próxima generación» logra una alta eficiencia en el uso del

¹⁴ El «PHS de próxima generación», en sentido amplio, puede incluir un sistema PHS mejorado, que es un sistema AMDT-DDT.

espectro principalmente porque utiliza microceldas cuyos radios son mucho menores que los de las celdas típicas de telefonía móvil y del sistema PHS original.

«PHS de próxima generación» es un nuevo sistema BWA móvil que utiliza AMDFO/AMDT-DDT, y algunas características más avanzadas que se describen a continuación.

- **Habilitación de conectividad continua en IP**
Al considerar la conveniencia de la conectividad continua proporcionada por los módem de cable, etc., es fundamental una conectividad continua en IP que permita al usuario iniciar en un instante la transmisión de alta velocidad.
- **Alta velocidad de datos de transmisión**
También resulta importante mantener la capacidad en cierta manera por razones prácticas, incluso en el caso de que se produzca una concentración grave de tráfico.
- **Alta velocidad de datos de transmisión para el enlace ascendente**
Cuando se considera la demanda futura de comunicaciones de banda ancha bidireccionales, tales como videoconferencia, se estima muy importante utilizar velocidades de datos de transmisión de enlace ascendente superiores a 10 Mbit/s.
- **Alta eficiencia en el uso del espectro**
Cuando se produce una congestión grave de tráfico, la falta de frecuencias compromete muchos servicios de forma concéntrica en zonas empresariales o urbanas. Para evitar estas situaciones, es necesario un uso muy eficiente del espectro.

Además, logra un uso espectral muy eficiente al adoptar las tecnologías descritas a continuación.

- **Tecnologías de grupos de antenas adaptativas y de acceso múltiple por división en el espacio** que permiten un factor de reutilización de frecuencias superior a 4.
- **La tecnología de control descentralizado autónomo** contribuye a hacer que resulte innecesaria la planificación de designación de celdas y, por lo tanto, se consiguen radios de celda inferiores a 100 ms.

Puesto que muchas celdas pueden superponerse una sobre otra en el «PHS de próxima generación», un equipo portátil puede acceder al mismo tiempo a múltiples estaciones de celdas diferentes. Por lo tanto, este sistema es capaz de proporcionar a todos los usuarios una capacidad estable continua al distribuir el volumen de tráfico que podría producirse intensa y temporalmente.

Puesto que el «PHS de próxima generación» adopta el método de control autónomo descentralizado, que permite a varios operadores compartir la misma banda de frecuencias, se conseguirá un uso del espectro más eficiente.

El «PHS de próxima generación» es, entre los sistemas BWA, un sistema cuyas zonas de cobertura de servicio están constituidas por muchas microceldas.

La interfaz radioeléctrica del «PHS de próxima generación» soporta anchuras de banda entre 1,25 MHz y 20 MHz y modulaciones de hasta MAQ-256 para lograr una velocidad de datos de transmisión alta en los enlaces ascendente y descendente.

2 Especificación detallada de la interfaz radioeléctrica

La interfaz radioeléctrica del «PHS de próxima generación» tiene dos dimensiones para métodos de acceso múltiple, tales como AMDFO (controlado a lo largo del eje de frecuencias) y AMDT (controlado a lo largo del eje de tiempo). En el eje de tiempo, el formato tiempo-trama es el mismo que el del PHS original con una trama simétrica de 5 ms. En el eje de frecuencia, mediante el uso del método AMDFO, se asigna un número de subportadoras en toda la anchura de banda asignada, en función de la demanda del usuario y de las circunstancias de frecuencia en cada instante.

Esta interfaz radioeléctrica puede utilizar anchuras de banda de 1,25 MHz, 2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz y 20 MHz y la separación entre frecuencias de subportadora es de 37,5 MHz. La trama temporal tiene 8 intervalos de 5 ms cada uno, 4 intervalos consecutivos son para el enlace descendente y los otros 4 intervalos consecutivos son para el enlace ascendente. Por supuesto, cada intervalo de 4 intervalos se puede usar por separado y también se puede usar de forma continua para un usuario e incluso es posible el uso continuo de más de 4 intervalos en una estructura de trama asimétrica.

El «PHS de próxima generación» consigue una utilización espectral eficiente mediante algunas funciones tales como conjuntos de antenas adaptativas, AMDE y MIMO. También tiene funciones como el método de control descentralizado autónomo y la técnica de asignación de canales dinámica para obtener una red de microceldas que también es efectiva en el uso del espectro.

Los elementos básicos de la interfaz radioeléctrica se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5

Elementos básicos del «PHS de próxima generación»

Método de acceso múltiple	AMDFO/AMDT
Método dúplex	TDD
Número de multiplexión AMDT	4
Número de multiplexión AMDFO	Depende de la anchura de banda del canal
Anchura de banda del canal de funcionamiento	1,25 MHz, 2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz
Separación entre frecuencias de subportadora	37,5 kHz
Número de puntos FFT (anchura de banda del canal: MHz)	32 (1,25), 64 (2,5), 128 (5), 256 (10), 512 (20)
Duración de trama	5 ms
Número de intervalos	8 intervalos (4 descendente/4 ascendente: simetría)
Método de modulación	MDP-2, MDP-4, MAQ-16, MAQ-32, MAQ-64, MAQ-256
Asignación de canal	Control descentralizado autónomo
Tamaño de celda básica	Microcelda
Técnica de conexión	Conexión subcanal, conexión de intervalo
Tecnologías de uso eficiente del espectro	Conjunto de antenas adaptativas, AMDE, MIMO
Velocidad de transmisión de canal máxima/5 MHz (en caso de SISO, simetría)	Enlace ascendente: 8,0 Mbit/s Enlace descendente: 11,2 Mbit/s

Normas: la especificación de «PHS de próxima generación» (A-GN4.00-01-TS) está disponible en formato electrónico en: <http://www.phsmou.org/about/nextgen.aspx>.

Anexo 6

El Cuadro 6 proporciona un resumen de las características fundamentales de cada norma.

CUADRO 6

Parámetros técnicos fundamentales

Norma	Anchura de banda del canal RF nominal	Modulación/velocidad de codificación ⁽¹⁾ – en sentido ascendente – en sentido descendente	Soporte de codificación	Velocidad de transmisión de canal de pico por canal de 5 MHz (salvo cuando se indica)	Soporta formación de haz (sí/no)	Soporta MIMO (sí/no)	Método dúplex	Método de acceso múltiple	Duración de trama	Capacidad de movilidad (nómada/móvil)
IEEE 802.16 MAN inalámbrica/ ETSI HiperMAN (Anexo 3)	Flexible de 1,25 MHz hasta 28 MHz Anchuras de banda típicas: 3,5; 5; 7; 8,75; 10 y 20 MHz	Ascendente: – MDPQ-1/2, 3/4 – MAQ-16-1/2, 3/4 – MAQ-64-1/2, 2/3, 3/4, 5/6 Descendente: – MDP-4-1/2, 3/4 – MAQ-16-1/2, 3/4 – MAQ-64-1/2, 2/3, 3/4, 5/6	CC/CTC Otras opciones: BTC/LDPC	Hasta 17,5 Mbit/s con SISO Hasta 35 Mbit/s con (2 × 2) MIMO Hasta 70 Mbit/s con (4 × 4) MIMO	Sí	Sí	DDT/ DDF/ HFDD	AMDFO AMDT	5 ms Otras opciones: 2; 2,5; 4; 8; 10; 12,5 y 20 ms	Móvil
Norma de interfaz aérea T1.723-2002 AMDC-I para sistemas de espectro ensanchado (Anexo 4)	1,25 MHz	Ascendente: – MDP-4, – 0,325-0,793 Descendente: – MDP-4, – 0,325-0,793	TPC BCH de bloque	Ascendente: 1,228 Mbit/s Descendente: 1,8432 Mbit/s	No explícita aunque no excluida	No explícita aunque no excluida	DDF	AMDC	Ter 1: 13,33 ms Ter 2: 26,67 ms	Nómada
ATIS-0700001.2004 especificación de capa de física MCSB, MAC/LLC y de red (Anexo 4)	5 MHz	Ascendente: – MDP-4, MDP-8 – MAQ-16 R-S (18, 16) Descendente: – MDP-4, MDP-8 – MAQ-64 R-S (18, 16)	Reed-Solomon (18, 16)	Ascendente: 6,4 Mbit/s Descendente: 24 Mbit/s	Sí	No especificado	DDT	AMDC	10 ms	Nómada

CUADRO 6 (Continuación)

Norma	Anchura de banda del canal RF nominal	Modulación/velocidad de codificación ⁽¹⁾ – en sentido ascendente – en sentido descendente	Soporte de codificación	Velocidad de transmisión de canal de pico por canal de 5 MHz (salvo cuando se indica)	Soporta formación de haz (sí/no)	Soporta MIMO (sí/no)	Método dúplex	Método de acceso múltiple	Duración de trama	Capacidad de movilidad (nómada/móvil)
ATIS-0700004.2005 acceso múltiple por división espacial de alta capacidad (AMDE-AC) (Anexo 4)	0,625 MHz	Ascendente: – MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-12, MAQ-16 3/4 Descendente: – MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-12, MAQ-16, MAQ-24 8/9	Código convolucional y de bloque	Ascendente: 2,866 Mbit/s × 8 subcanales × 4 canales espaciales = 91,7 Mbit/s Descendente: 2,5 Mbit/s × 8 subcanales × 4 canales espaciales = 80 Mbit/s	Sí	Sí	DDT	AMDT/AMDF/AMDE	5 ms	Móvil
T1.716/7-2000 (R2004) norma de interfaz aérea para AMDC de secuencia directa de banda ancha para acceso a la RTPC fija inalámbrica – Capa 1/Capa 2 (Anexo 4)	2 × 5 a 2 × 20 MHz (en incrementos de 3,5 ó 5 MHz)	Ascendente: – MDP-4, – 1/2 Descendente: – MDP-4, – 1/2	Convolucional	Ascendente: 1,92 Mbit/s Descendente: 1,92 Mbit/s	No	No	DDF	AMDC	19 ms máx	Nómada
PHS de próxima generación (Anexo 5)	1,25 MHz 2,5 MHz 5 MHz 10 MHz 20 MHz	Ascendente y descendente: MDP-2 1/2 MDP-4 1/2, 3/4 MAQ-16 3/4 MAQ-32 4/5 MAQ-64 5/6 MAQ-256 7/8	Código convolucional Código Trellis	Ascendente: 8,0 Mbit/s Descendente: 11,2 Mbit/s (en caso de SISO, simetría)	Sí (opción)	Sí (opción)	DDT	AMDFO AMDT	5 ms	Móvil

CUADRO 6 (Continuación)

Norma	Anchura de banda del canal RF nominal	Modulación/velocidad de codificación ⁽¹⁾ – en sentido ascendente – en sentido descendente	Soporte de codificación	Velocidad de transmisión de canal de pico por canal de 5 MHz (salvo cuando se indica)	Soporta formación de haz (sí/no)	Soporta MIMO (sí/no)	Método dúplex	Método de acceso múltiple	Duración de trama	Capacidad de movilidad (nómada/móvil)
IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11b) (Anexo 1)	22 MHz	Simétrico ascendente y descendente: MDPD-4 CCK MDP-2 PBCC – 1/2 MDP-4 PBCC – 1/2	Sin codificar/ CC	2,5 Mbit/s	No	No	DDT	CSMA/ CA, SSMA	Duración de trama variable	Nómada
IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11a) (Anexo 1)	20 MHz	Simétrico ascendente y descendente: MAQ-64 MDF= 2/3, 3/4 MAQ-16 MDFO – 1/2, 3/4 MDP-4 MDFO – 1/2, 3/4 MDP-2 MDFO – 1/2, 3/4	CC	13,5 Mbit/s	No	No	DDT	CSMA/ CA	Duración de trama variable	Nómada
IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11g) (Anexo 1)	20 MHz	Simétrico ascendente y descendente: MAQ-64 MDFO 2/3, 3/4 MAQ-16 MDFO – 1/2, 3/4 MDP-4 MDFO – 1/2, 3/4 MDP-2 MDFO – 1/2, 3/4 MDP-8 PBCC – 2/3 MAQ-64 DSSS-MDFO – 2/3, 3/4 MAQ-16 DSSS-MDFO – 1/2, 3/4 MDP-4 DSSS-MDFO – 1/2, 3/4 MDP-2 DSSS-MDFO – 1/2, 3/4	CC	13,5 Mbit/s	No	No	DDT	CSMA/ CA	Duración de trama variable	Nómada
ETSI BRAN HiperLAN 2 (Anexo 1)	20 MHz	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-4-MDFO MDP-2-MDFO Ascendente y descendente	CC	6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s en canales de 20 MHz (sólo se soportan canales de 20 MHz)	No	No	DDT	AMDT	2 ms	Nómada

CUADRO 6 (Continuación)

Norma	Anchura de banda del canal RF nominal	Modulación/velocidad de codificación ⁽¹⁾ – en sentido ascendente – en sentido descendente	Soporte de codificación	Velocidad de transmisión de canal de pico por canal de 5 MHz (salvo cuando se indica)	Soporta formación de haz (sí/no)	Soporta MIMO (sí/no)	Método dúplex	Método de acceso múltiple	Duración de trama	Capacidad de movilidad (nómada/móvil)
ARIB HiSWANa (Anexo 1)	4 × 20 MHz (5,15-5,25 GHz) 4 × 20 MHz (4,9-5,0 GHz)	– MDP-2 1/2 – MDP-2 3/4 – MDP-4 1/2 – MDP-4 3/4 – MAQ-16 9/16 – MAQ-16 3/4 – MAQ-64 3/4	Convolucional	6-54 Mbit/s en 20 MHz	No	No	DDT	AMDT	2 ms	Nómada
IMT-2000 AMDC Ensanchamiento directo (Anexo 2)	5 MHz	Ascendente: MDP-4 Descendente: MAQ-16, MDP-4	Turbo convolucional	Ascendente: 5,7 Mbit/s Descendente: 14 Mbit/s	Sí	No (Para su inclusión en Rel-7)	DDF	AMDC	2 ms y 10 ms	Móvil
IMT-2000 CDMA Multiportadora (Anexo 2)	1,25 MHz	Ascendente: MDP-2, MDP-4, MDP-8 Descendente: MAQ-16, MDP-8, MDP-4	Convolucional/ turbo	Ascendente: 1,8 Mbit/s Descendente: 3,1 Mbit/s Por canal de 1,25 MHz	Sí	No	DDF	AMDC	Descendente: 1,25; 1,67; 2,5; 5; 10; 20; 40; 80 ms Ascendente: 6,66; 10; 20; 26,67; 40; 80 ms	Móvil
IMT-2000 AMDC DDT (Anexo 2)	HCR: 5 MHz LCR: 1,6 MHz (alta velocidad de datos/baja velocidad de datos)	HCR ascendente: MAQ-16, MDP-4 LCR ascendente: MDP-8, MDP-4 HCR Descendente: MAQ-16, MDP-4 LCR Descendente: MAQ-16, MDP-8, MDP-4	Turbo convolucional	HCR Ascendente: 9,2 Mbit/s LCR Ascendente: Portadora ⁽²⁾ 2 Mbit/s/1,6 MHz HCR Descendente: 10,2 Mbit/s LCR Descendente: Portadora ⁽²⁾ 2,8 Mbit/s/ 1,6 MHz	Sí	No	DDT	HCR: AMDT/A MDC LCR: TD- SCDMA	HCR: 10 ms LCR: 5 ms	Móvil

CUADRO 6 (Fin)

Norma	Anchura de banda del canal RF nominal	Modulación/velocidad de codificación ⁽¹⁾ – en sentido ascendente – en sentido descendente	Soporte de codificación	Velocidad de transmisión de canal de pico por canal de 5 MHz (salvo cuando se indica)	Soporta formación de haz (sí/no)	Soporta MIMO (sí/no)	Método dúplex	Método de acceso múltiple	Duración de trama	Capacidad de movilidad (nómada/móvil)
IMT-2000 AMDT portadora única (Anexo 2)	2 × 200 kHz 2 × 1,6 MHz	Ascendente: – GMSK – MDP-8 – B-MAQO – Q-MAQO 0,329 – 1/1 Descendente: – GMSK – MDP-8 – B-MAQO – Q-MAQO 0,329 – 1/1	Convolucional por puntos	Ascendente: 16,25 Mbit/s 20,312 Mbit/s Descendente: 16,25 Mbit/s 20,312 Mbit/s	No explícita aunque no excluida	No explícita aunque no excluida	DDF DDT (para 1,6 MHz)	AMDT	4,6 ms 4,615 ms	Móvil
IMT-2000 AMDF/AMDT (Anexo 2)	1,728 MHz	Ascendente y descendente: GFSK $\pi/2$ -MDP-D2 $\pi/4$ -MDP-D4 $\pi/8$ -MDP-D8 MAQ-16, MAQ-64	Depende del servicio: CRC, BCH, Reed-Solomon, Turbo	20 Mbit/s	parcial	parcial	DDT	AMDT	10 ms	Móvil

⁽¹⁾ Incluidos todos los modos aplicables o, por lo menos, el máximo y el mínimo.

⁽²⁾ LCR DDT tiene una canalización igual a 1,6 MHz. En 5 MHz se pueden desplegar tres portadoras LCR DDT. La opción A 7,68 Mchip/s DDT también está disponible. Esto requiere una anchura de banda de 10 MHz y proporciona el doble de velocidad de datos que HCR DDT.