

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 66 GHz

(Cuestión UIT-R 236/9)

(2006)

1 Introducción

La presente Recomendación se refiere a normas específicas para los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA)¹ que funcionan en el servicio fijo para uso internacional. Estas normas constan de las especificaciones comunes elaboradas por organismos de normalización con una amplia participación internacional. La utilización de estas normas debe permitir a fabricantes, operadores y proveedores de dispositivos diseñar equipos y sistemas o dispositivos interoperables y rentables. Cabe también señalar que se pueden utilizar algunas de las normas para sistemas que funcionan en el servicio móvil para proporcionar BWA fijo.

Las normas se aplican a una amplia gama de aplicaciones de banda ancha, fijas y nómadas, en zonas urbanas, suburbanas y rurales, tanto para datos genéricos de tipo Internet como para datos en tiempo real, incluyendo aplicaciones tales como voz y videoconferencias.

2 Cometido

Esta Recomendación define normas específicas de interfaz radioeléctrica para sistemas BWA que funcionan en el servicio fijo por debajo de 66 GHz y aborda los perfiles que requieren las normas de interoperabilidad recomendadas. Proporciona referencias sobre normas de interoperabilidad entre sistemas BWA.

Entre las normas de interoperabilidad mencionadas en la Recomendación figuran las siguientes especificaciones:

- perfiles de sistema;
- parámetros de capa física, en particular la disposición en canales, diagrama de modulación y velocidades de transmisión de datos;
- mensajes y campo de encabezamiento de la capa de control de acceso al medio (MAC);
- métodos de prueba de conformidad.

La Recomendación no tiene por objeto identificar las bandas de frecuencias adecuadas para sistemas BWA ni abordar los aspectos reglamentarios.

3 Referencias

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

Recomendación UIT-R F.1401 – Consideraciones sobre la identificación de posibles bandas de frecuencias para el acceso inalámbrico fijo y estudios de compartición relacionados.

¹ «Acceso inalámbrico» y «BWA» se definen en la Recomendación UIT-R F.1399.

Recomendación UIT-R F.1499 – Sistemas de transmisión radioeléctrica para el acceso inalámbrico fijo en banda ancha basado en normas de módem por cable.

Recomendación UIT-R M.1450 – Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha.

Recomendación UIT-R M.1457 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).

Manual UIT-R – Servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico) Volumen 1: acceso inalámbrico fijo.

Recomendación UIT-T J.122 – Sistemas de transmisión de la segunda generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable para protocolo Internet.

4 Acrónimos y abreviaturas

AMDFO	Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (<i>orthogonal frequency-division multiple access</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATS	Sucesión de pruebas abstractas (<i>abstract test suite</i>)
BRAN	Red de acceso radioeléctrico de banda ancha (<i>broadband radio access network</i> (ETSI))
BWA	Acceso inalámbrico de banda ancha (<i>broadband wireless access</i>)
CL	Capa de convergencia (<i>convergence layer</i>)
DLC	Conexión de enlace de datos (<i>data link control</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
DDF	Dúplex por división de frecuencia
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
HA	<i>HiperACCESS</i> (ETSI)
HiperACCESS	Red de acceso radioeléctrico de elevadas prestaciones (<i>high PERFORMANCE radio ACCESS network</i>)
HiperMAN	Red radioeléctrica para zonas metropolitanas de elevadas prestaciones (<i>high PERFORMANCE radio metropolitan area network</i>)
HM	<i>HiperMAN</i> (ETSI)
IEEE	Instituto de Ingenieros en Electricidad y en Electrónica (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LoS	Línea de visibilidad directa (<i>line of sight</i>)
MAC	Control de acceso al medio (capa OSI) (<i>medium access control</i> (OSI layer))
MDFO	Multiplexión por división de frecuencia ortogonal (<i>orthogonal frequency-division multiplexing</i>)
MIB	Bases de información de gestión (<i>management information bases</i>)
MIMO	Múltiples entradas múltiples salidas (<i>multiple input multiple output</i>)
NLoS	Sin visibilidad directa (<i>non-line of sight</i>)

OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
PHY	Capa física (OSI, PHY) (<i>PHYsical (OSI layer)</i>)
PICS	Enunciado de conformidad de realización de protocolo (<i>protocol implementation conformance statement</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RAM	Red de área metropolitana (<i>metropolitan area network, MAN</i>)
RCT	Prueba de conformidad radioeléctrica (<i>radio conformance test</i>)
SC	Portadora única (<i>single carrier</i>)
SDO	Organización de Desarrollo de Normas (<i>Standards Development Organization</i>)
SME	PyME, pequeña y mediana empresa (<i>small medium enterprise</i>)
SNMP	Protocolo simple de gestión de red (<i>simple network management protocol</i>)
SOHO	Oficinas pequeñas y en el hogar (<i>small office home office</i>)
DDT	Dúplex por división en el tiempo
TS	Especificación técnica (<i>technical specification (ETSI)</i>)
TSS&TP	Estructura de sucesión de pruebas y propósitos de pruebas (<i>test suite structure and test purposes</i>)
WirelessMAN	Red inalámbrica de área metropolitana (<i>wireless metropolitan area network (IEEE)</i>)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

observando

- a) la Recomendación UIT-R F.1499, que indica las especificaciones de los sistemas de transmisión radioeléctrica para el acceso inalámbrico fijo en banda ancha basado en normas de módem por cable;
- b) el Manual sobre servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico) (Volumen 1: acceso inalámbrico fijo), que incluye también un cierto número de soluciones de propietario para BWA fijo;
- c) la Recomendación UIT-R F.1401, que proporciona consideraciones sobre la identificación de posibles bandas de frecuencias para el acceso inalámbrico fijo y estudios de compartición relacionados;
- d) la Recomendación UIT-R M.1450, que recomienda normas para las redes radioeléctricas de área local de banda ancha;
- e) la Recomendación UIT-R. M.1457, que recomienda normas de las interfaces radioeléctricas de IMT-2000, alguna de las cuales pueden también utilizarse para proporcionar BWA fijo,

recomienda

1 que las normas específicas de interfaz radioeléctrica del Anexo 1 puedan utilizarse para sistemas BWA que funcionan en el servicio fijo por debajo de 66 GHz (véase la Nota 1).

NOTA 1 – El UIT-R podrá considerar en el futuro, siguiendo los procedimientos de la Resolución UIT-R 1-4, otras interfaces radioeléctricas utilizadas para sistemas BWA distintas de las mencionadas en el Anexo 1, incluidas las versiones futuras de dichas normas mencionadas en el Anexo 1.

Anexo 1

Normas de interfaz radioeléctrica para sistemas BWA que funcionan en el servicio fijo

1 Descripción general de la interfaz radioeléctrica

En función de la banda de frecuencias y de los detalles de realización, un sistema de acceso construido conforme a esta interfaz radioeléctrica interoperable normalizada puede servir para una amplia gama de aplicaciones, desde las aplicaciones de empresa a las aplicaciones para el hogar en zonas urbanas, suburbanas y rurales. Esta interfaz radioeléctrica se puede también utilizar para otras aplicaciones, tales como redes de reserva. La especificación podría fácilmente servir tanto para datos genéricos de tipo Internet como para datos en tiempo real, incluidas aplicaciones tales como voz y videoconferencia.

Este tipo de sistema se conoce como red inalámbrica de área metropolitana (WirelessMAN en IEEE 802.16, HiperACCESS e HiperMAN en BRAN de ETSI²). La palabra «metropolitana» no se refiere a la aplicación sino a la escala. La arquitectura de este tipo de sistemas es fundamentalmente punto a multipunto (P-MP), con una estación de base que presta servicios a los abonados en una célula de hasta decenas de kilómetros. Los terminales fijos son ideales para proporcionar acceso inalámbrico de banda ancha a edificios, tales como empresas, hogares, cafés Internet, centros polivalentes de telecomunicaciones, etc. También es típico, a frecuencias inferiores a 11 GHz, la utilización de terminales móviles tales como PC portátiles y dispositivos informáticos de pequeño tamaño que soportan acceso inalámbrico nómada.

La interfaz radioeléctrica admite diversas velocidades de transmisión de datos. A las frecuencias más altas (por ejemplo, por encima de 10 GHz), soporta velocidades de transmisión de datos superiores a 100 Mbit/s para cada canal de 25 MHz o 28 MHz, y algunas administraciones tienen numerosos canales disponibles. A las frecuencias más bajas (por ejemplo, por debajo de 11 GHz), las velocidades de transmisión de datos llegan hasta 70 Mbit/s por cada canal de 20 MHz. La interfaz radioeléctrica admite también el funcionamiento de DDT y DDF, con el uso en condiciones de explotación de varias técnicas avanzadas de procesamiento de antena, tales como conformación de haz, precodificación, codificación de espacio-tiempo, MIMO, etc.

La interfaz radioeléctrica incluye una capa física (PHY) así como una capa de control de acceso al medio (MAC). El MAC se basa en el acceso múltiple asignado por demanda, en el cual las transmisiones se programan según su prioridad y la disponibilidad. Este diseño está impulsado por la necesidad de permitir acceso de clase portadora a las redes públicas, tanto protocolo Internet (IP) como modo de transferencia asíncrona (ATM), con plena compatibilidad con calidad de servicio (QoS).

El MAC admite varias especificaciones de PHY, dependiendo de las bandas de frecuencias del caso y los requisitos de explotación. En particular, las alternativas típicamente incluyen:

- a) *Por debajo de 11 GHz*
 - WirelessMAN-OFDM e HiperMAN: esta especificación está definida en la Norma 802.16 de la IEEE y en la Norma TS 102 177 de ETSI, y se basa en la MDFO.

² El ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación) y el IEEE son organismos de elaboración de normas (SDO) que tienen a su cargo las normas de interfaz radioeléctrica que se consideran en este Anexo.

- WirelessMAN-OFDMA: esta especificación, definida en la Norma IEEE 802.16, se basa en el AMDFO.
 - WirelessMAN-SCa: esta especificación, definida en la Norma IEEE 802.16, utiliza una transmisión de portadora única, basada en DDT y DDF.
- b) *Por encima de 10 GHz*
- WirelessMAN-SC: esta especificación, definida en la Norma IEEE 802.16, utiliza transmisión de portadora única, basada en DDT/DDF, multiplexión por división en el tiempo (MDT)/acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT).
 - HiperACCESS: esta especificación, definida por ETSI BRAN para frecuencias por encima de 11 GHz, utiliza transmisiones de portadora única MDT y AMDT.

Todas las PHY anteriores utilizan el mismo MAC, a excepción de HiperACCESS. La norma HiperACCESS define un sistema interoperable P-MP para BWA fijo por encima de 10 GHz, utilizando un enlace descendente de MDT de portadora única y transmisiones de enlace ascendente AMDT para obtener una alta eficiencia espectral y flexibilidad.

En el Apéndice 1 se muestran en forma gráfica las equivalencias y las diferencias entre las normas de la IEEE y el ETSI.

Estas normas IEEE y ETSI son normas de interoperabilidad de interfaz radioeléctrica. Una norma de interoperabilidad es un documento que establece los requisitos de ingeniería y técnicos necesarios para el diseño de sistemas, unidades o fuerzas y para el uso de los servicios así intercambiados a fin de permitirles funcionar en forma eficaz juntos. ISO/CEI³ han publicado otras definiciones pertinentes que describen tipos distintos de normas. .

Las SDO que desarrollaron las normas antes mencionadas, definen los perfiles de sistema correspondientes a los parámetros de interoperabilidad recomendados. En el documento de normas principal se incluyen los perfiles IEEE 802.16. Los perfiles HiperMAN se definen en ETSI TS 102 210, mientras que los perfiles HiperACCESS están contenidos en ETSI TS 101 999 y TS 102 000. Los perfiles son necesarios para facilitar la interoperabilidad. En el Apéndice 2 aparecen más directivas, incluidas referencias a las especificaciones de pruebas de conformidad.

2 Especificación detallada de la interfaz radioeléctrica

Las especificaciones contenidas en este punto incluyen las siguientes normas de BWA para el servicio fijo:

2.1 Norma IEEE 802.16-2004

Norma 802.16-2004 IEEE para redes de área local y metropolitanas Parte 16: Interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha que funcionan en el servicio fijo.

Resumen: Esta norma especifica la interfaz radioeléctrica de sistemas BWA fijos compatibles con los servicios de multimedios. La capa MAC es compatible en principio con una arquitectura P-MP, con una topología de malla opcional. La MAC está estructurada de manera que admite múltiples especificaciones PHY, cada una adecuada a un determinado entorno de funcionamiento. Para el caso de las frecuencias de trabajo de 10-66 GHz, la PHY se basa en la modulación de una sola portadora. Para frecuencias por debajo de 11 GHz, en las cuales debe admitirse la propagación sin visibilidad directa, se dan tres alternativas, que son la utilización de MDFO, AMDFO, y

³ «Standardization and related activities – General vocabulary», ISO/CEI Guide 2, Eighth Edition. Ginebra, Suiza, International Organization for Standardization, 2004.

modulación de una sola portadora. Esta norma modifica y refunde las normas IEEE 802.16-2001, 802.16a-2003 y 802.16c-2002.

Norma: La norma IEEE está disponible en formato electrónico en la siguiente dirección: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf>

A reserva del Corrigendum 1⁴

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

2.2 Normas ETSI

Las especificaciones contenidas en este punto incluyen las siguientes normas de BWA en el servicio fijo:

- a) Normas que tratan sobre el BWA fijo por debajo de 11 GHz:
- ETSI TS 102 177 v1.2.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; capa física (PHY).
 - ETSI TS 102 178 v1.2.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; capa de control para enlace de datos (DLC).
 - ETSI TS 102 210 v1.2.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; perfiles de sistema.
 - ETSI TS 102 389 v1.1.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; base de información de gestión (MIB) de protocolos de gestión de red simple (SNMP)

Resumen: Las normas HiperMAN tratan del interfuncionamiento para sistemas BWA fijos que funcionan en las frecuencias de 2-11 GHz, usando un enlace descendente OFDM y un enlace ascendente OFDMA, para proporcionar células de gran tamaño cuando se trabaja sin visibilidad directa NLoS). La norma permite la compatibilidad con DDF y DDT, eficiencia espectral y velocidades de datos elevadas, modulación adaptativa, gran radio de célula, compatibilidad con sistemas avanzados de antenas y algoritmos de encriptado de alta seguridad. Sus perfiles apuntan a las separaciones de canales de 1,75 MHz, 3,5 MHz y 7 MHz, adecuados para la banda de 3,5 GHz.

- b) Normas que tratan sobre BWA fijo por encima de 10 GHz:
- ETSI TS 101 999 v1.1.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; capa física (PHY).
 - ETSI TS 102 000 v1.4.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperMAN; capa de control para enlace de datos (DLC).
 - ETSI TS 102 115 v1.1.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperACCESS; capa de convergencia basadas en células. Parte 1: Parte común y Parte 2: subcapa de convergencia específica al servicio UNI (SSCS).
 - ETSI TS 102 117 v1.1.1: Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (*broadband radio access networks*, BRAN); HiperACCESS; capa de convergencia basada en paquetes. Parte 1: Parte común y Parte 2: SSCS Ethernet.

⁴ La publicación citada no sólo incluye el Corrigendum 1 sino también el contenido adicional que se aplica únicamente al servicio móvil y no forma parte de la presente Recomendación.

Resumen: HiperACCESS especifica la interfaz radioeléctrica de los sistemas de acceso radioeléctrico de banda ancha que trabajan en el servicio fijo con una topología P-MP. La norma está optimizada para redes centrales basadas en paquetes y en células. Las principales aplicaciones son las redes de reserva que trabajan en condiciones de visibilidad directa (LoS), las PYME (pequeñas y medianas empresas) y las pequeñas oficinas en el hogar (SOHO, *small office home office*). La especificación HiperACCESS consta de varias partes: capa física basada en transmisión de portadora única, optimizada para enlaces de LoS por encima de 10 GHz, DLC (capa de control de enlaces de datos) con un conjunto bien controlado de características optativas y previsiones para la evolución futura, varias capas de convergencia, un conjunto completo de especificaciones de prueba para asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes. El concepto adaptativo HiperACCESS permite un elevado caudal de tráfico de más de 100 Mbit/s en condiciones normales de propagación, permite factores elevados de reutilización de frecuencias, y garantiza que la interferencia con otros sistemas es pequeña y controlable así como densidades de flujo de potencia ajustables según la reglamentación de cada país.

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

Apéndice 1 al Anexo 1

Comparación y equivalencia de las normas IEEE y ETSI

1 Introducción

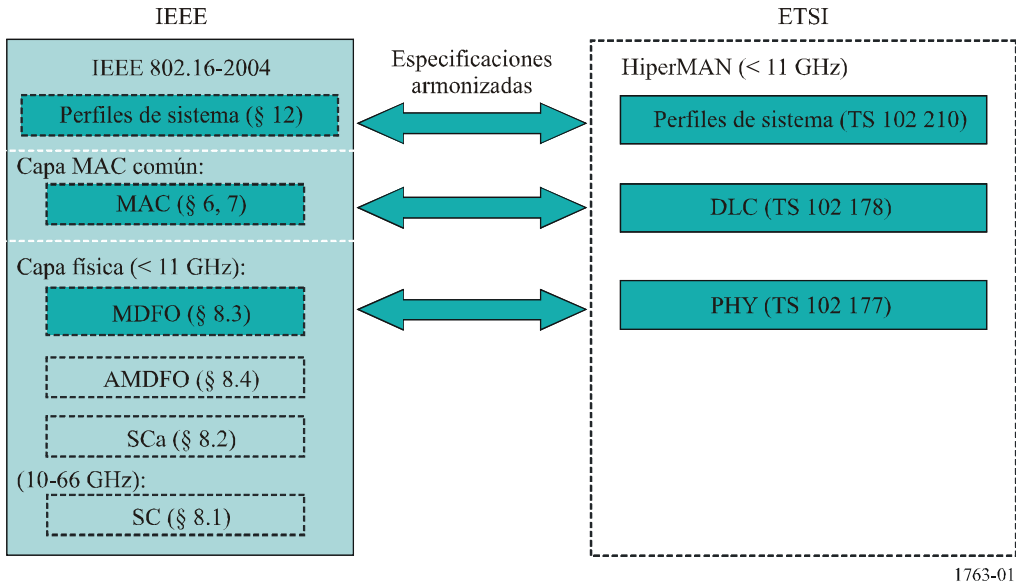
En este Apéndice se muestran las equivalencias entre las normas IEEE y ETSI que abarca esta Recomendación. Como las especificaciones son distintas para las normas de interfuncionamiento de sistemas destinados a trabajar por debajo de 11 GHz o por encima de 10 GHz, se las muestra por separado en las Figs. 1 y 2.

Cabe señalar que la aplicabilidad de los dos conjuntos de normas se superpone en un intervalo de 1 GHz. Esto permite elegir las especificaciones en el intervalo de 10 a 11 GHz, y los diseñadores de sistemas elegirán las normas a usar para esta banda en función de si desean lograr la compatibilidad con los sistemas por debajo de 10 GHz o los sistemas por encima de 11 GHz.

2 Normas para las bandas por debajo de 11 GHz

En la Fig. 1 se muestran las especificaciones de interfuncionamiento armonizadas entre las normas IEEE WirelessMAN y ETSI HiperMAN, para las bandas por debajo de 11 GHz, y en las cuales se incluyen las especificaciones de la capa física MDFO, MAC, seguridad y perfiles de sistema.

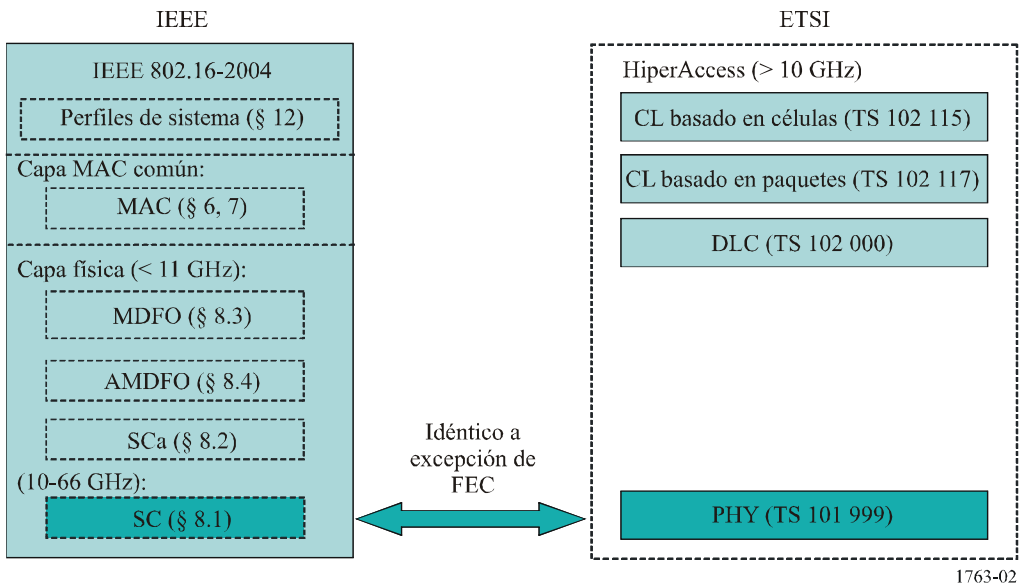
FIGURA 1
Normas BWA armonizadas para el interfuncionamiento en frecuencias por debajo de 11 GHz



3 Normas para las bandas por encima de 10 GHz

En la Fig.2 se muestran las similitudes entre las normas IEEE WirelessMAN y ETSI HiperACCESS para frecuencias por encima de 10 GHz. Las especificaciones para los sistemas por encima de 10 GHz son distintas en HiperACCESS y en WirelessMAN.

FIGURA 2
Elementos comunes de las normas BWA para frecuencias por encima de 10 GHz



Apéndice 2 al Anexo 1

Especificaciones de las pruebas de conformidad

1 Introducción

Los perfiles de sistemas son conjuntos de características a utilizar en casos típicos de realización. Como las normas contienen opciones para cumplir las necesidades en múltiples entornos, el primer paso para asegurar el interfuncionamiento es la definición de los perfiles de sistema comunes. El HiperACCESS es una excepción, ya que no se necesitan perfiles de sistemas porque la estación base tiene el control total de la utilización de las características optativas terminal por terminal.

Las características que en la norma se especifican como optativas se pueden enumerar en el perfil como «requerida» o «condicionalmente requerida». Los perfiles no modifican la condición de «obligatorio» si se especifica en la propia norma. Las características optativas se implementarán tal como se especifican en la norma.

Los pasos a dar a continuación para asegurar el interfuncionamiento son la prueba para asegurar la conformidad con normas y las pruebas de interfuncionamiento.

- Las pruebas de conformidad consisten en determinar en qué medida una determinada implementación cumple con los requisitos individuales de su norma de base.
- Las pruebas de interfuncionamiento consisten en determinar si la funcionalidad de extremo a extremo entre (al menos) dos sistemas de comunicaciones es tal como la exigen las normas de dicho sistema de base.

Las especificaciones de las pruebas de conformidad para WirelessMAN, HiperMAN e HiperACCESS se definen según ISO/CEI 9646 «Information Technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework» (*Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Metodología y marco para las pruebas de conformidad*).

2 Especificaciones de las pruebas de conformidad según IEEE 802.16-2004 WirelessMAN y ETSI HiperMAN para las bandas por debajo de 11 GHz

Las siguientes especificaciones de prueba HiperMAN se aplican de igual manera tanto a las normas HiperMAN DLC y WirelessMAN MAC, cosa que demuestra la equivalencia de dichas normas.

ETSI TS 102 385-1 V1.1.1 (2005-02)

Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (BRAN); HiperMAN; Pruebas de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC); Parte 1: Proforma de enunciado de conformidad de realización de protocolo (ECRP).

ETSI TS 102 385-2 V1.1.1 (2005-02)

Redes de acceso radioeléctrico de banda ancha (BRAN); HiperMAN; Pruebas de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC); Parte 2: Especificación de la estructura de la serie de pruebas y objeto de la prueba (TSS&TP).

3 Especificaciones de las pruebas de conformidad para IEEE 802.16-2004 WirelessMAN y ETSI HiperACCESS para las bandas por encima de 10 GHz

Las especificaciones de las pruebas para los sistemas por encima de 10 GHz son distintas para WirelessMAN y para HiperACCESS.

3.1 Especificaciones de las pruebas de conformidad para IEEE 802.16-2004 MAN inalámbrica para 10-66 GHz

Las especificaciones de las pruebas de conformidad para IEEE 802.16-2004 MAN inalámbrica se encuentran en las siguientes normas IEEE:

IEEE Standard 802.16/Conformance01-2003

IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 - Part 1: Protocol Implementation Conformance Statements for 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air Interface.

IEEE Standard 802.16/Conformance02-2003

IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 - Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for 10-66 GHz WirelessMAN-SC.

IEEE Standard 802.16/Conformance03-2004

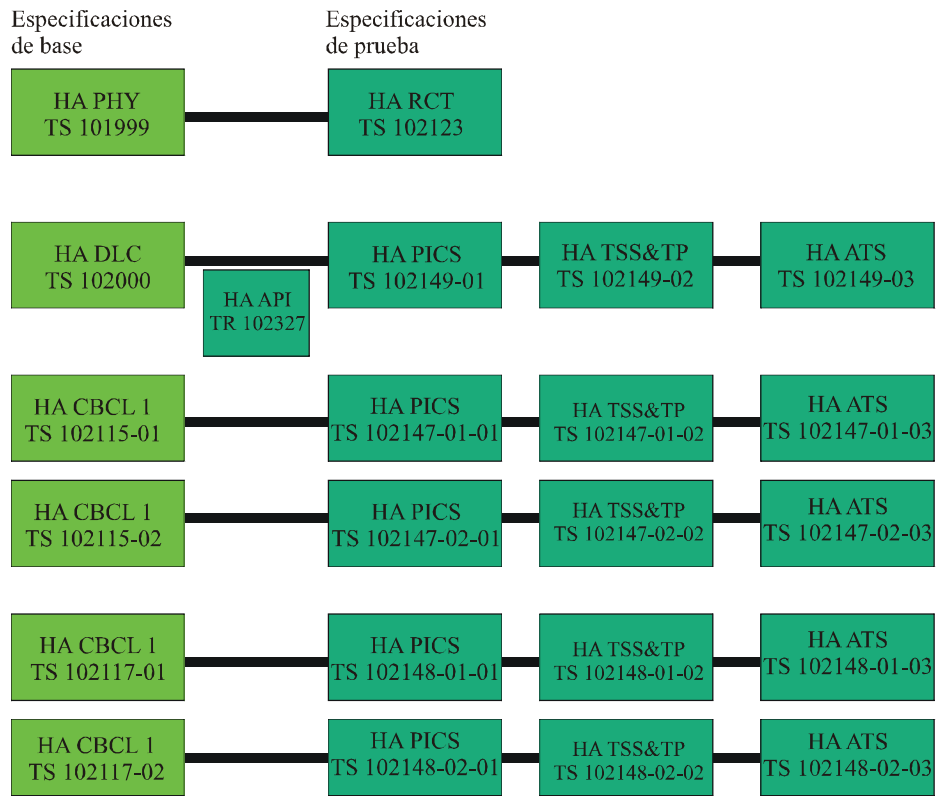
IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 - Part 3: Radio Conformance Tests (RCT) for 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air Interface 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air Interface.

3.2 Especificaciones de pruebas de conformidad para ETSI HiperACCESS para bandas por encima de 10 GHz

En la Fig. 3 se muestra la relación entre las especificaciones de base y de prueba para HiperACCESS.

FIGURA 3

Normas de BRAN HiperACCESS y especificaciones de pruebas



1763-03