

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1709-1

**Características técnicas de las interfaces radioeléctricas
para sistemas mundiales de comunicaciones
por satélite en banda ancha**

(Cuestión UIT-R 269/4)

(2005-2007)

Cometido

La presente Recomendación recoge las características de las interfaces radioeléctricas que pueden utilizarse como orientación por los diseñadores de las redes de satélite de banda ancha. El fondo del texto se divide en cuatro Anexos, siendo el primero una descripción de la arquitectura genérica de red para sistemas de redes de satélites de banda ancha. Los restantes Anexos contienen cada uno de ellos un resumen de las normas de interfaces radioeléctricas existentes que han sido aprobadas por diversos organismos de normalización. En el Anexo 2 aparece un resumen de la Norma TIA-1008-A relativo al protocolo (IP) por satélite (IPoS). El Anexo 3 presenta un resumen de la Norma DVB-RCS descrita en el Documento EN 301 790 del ETSI. En el Anexo 4 figura un resumen de la especificación de las interfaces radioeléctricas para las comunicaciones mundiales de banda ancha entre estaciones terrenas y satélites regenerativos basada en la Norma BSM/RSM-A del ETSI.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la tecnología de telecomunicaciones por satélite permite acelerar la disponibilidad de comunicaciones de banda ancha a nivel mundial y regional;
- b) que la experiencia operacional obtenida tras la instalación de redes de satélites de banda ancha ha demostrado cuan prácticas y útiles resultan estas redes;
- c) que los sistemas de satélites de banda ancha utilizan diversos tipos de arquitecturas;
- d) que esta diversidad de usos ha dado lugar a la elaboración de varias normas sobre interfaz radioeléctrica a fin de permitir el transporte ininterrumpido de señales de banda ancha a través de diferentes redes,

recomienda

- 1** que cuando se diseñen sistemas de radiocomunicaciones de banda ancha que emplean satélites, se utilice la arquitectura genérica de la red de satélites y las estructuras de protocolo definidas en el Anexo 1;
- 2** que cuando se suministren los sistemas de radiocomunicaciones de banda ancha entre estaciones terrenas y satélites geoestacionarios, se utilicen las especificaciones que figuran en los Anexos 2 a 4.

Anexo 1

Arquitectura genérica de red para sistemas mundiales de comunicaciones por satélites en banda ancha

1 Introducción

Las características inherentes a las comunicaciones por satélite, es decir, su amplia cobertura, el modo de funcionamiento y multidifusión, les permite ofrecer conexiones Internet a alta velocidad y transmisiones multimedios a larga distancia. Existen muchas maneras de utilizar la banda ancha por satélite; sin embargo, ciertas características fundamentales, tales como las pilas de protocolos, las diversas funciones dependientes e independientes de los satélites, el acceso del usuario al sistema y la interfaz radioeléctrica son muy similares. En esta Recomendación se consideran tres actividades bien diferenciadas de normalización, según se indica a continuación:

- IP por satélite (IPoS, *IP over satellite*) de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA), como se resume en el Anexo 2;
- radiodifusión de Vídeo Digital (DVB) (2000), canal interactivo para los sistemas de distribución por satélite del Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones (ETSI), tal como se resume en el Anexo 3;
- especificaciones de la interfaz radioeléctrica para comunicaciones mundiales de banda ancha entre estaciones terrenas y satélites regenerativos basados en la Norma ETSI BSM/RSM-A resumidos en el Anexo 4.

Estas tres normas, como se recoge en el Cuadro 1, podrían aplicarse a servicios de acceso a Internet a alta velocidad ya sea para servicios domésticos o servicios residenciales colectivos. La interconectividad por satélite ininterrumpida con las redes terrenales reviste gran importancia para el éxito de los servicios por satélite de banda ancha. Las arquitecturas descritas en las siguientes secciones constituyen una guía para los fabricantes y encargados de evaluar sistemas en lo que respecta al diseño e instalación del mismo. En este Anexo se describe una red de banda ancha mundial junto con las aplicaciones y servicios comunes. Además, se describen las topologías normales de la red tales como las topologías en estrella y en malla. Este Anexo constituye un recordatorio de la Recomendación que describe las tres normas elaboradas para las redes de satélite de banda ancha. En el Apéndice 1 al Anexo 1 figura una lista de referencias de todas las especificaciones descritas en esta Recomendación.

2 Arquitectura de red mundial

En la Fig. 1 se describe una arquitectura de red mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha que presenta las siguientes características:

- *Red de acceso*: ofrece servicios a usuarios finales.
- *Red de distribución*: permite la distribución de contenidos hacia los extremos.
- *Red principal*: ofrece servicios de concentración de enlaces.

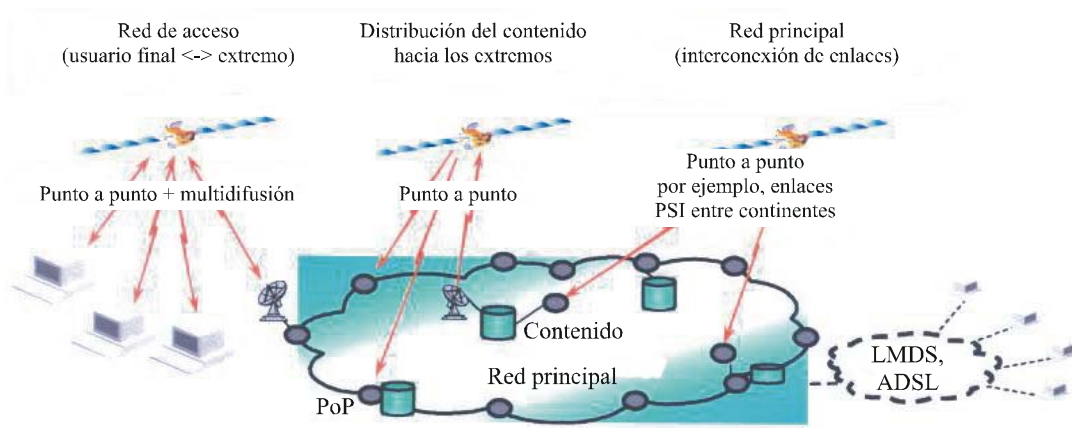
CUADRO 1

Cuadro comparativo entre las Normas ETSI EN 301 790 V.1.3.1, TIA-1008-A y ETSI RSM-A

Punto	ETSI EN 301 790	TIA-1008-A	ETSI RSM-A
Topología de red	En estrella o en malla	En estrella	En estrella o en malla
Modulación	MDP-4	CE-MDP-4-O	CE-MDP-4-O
Método de acceso del tráfico de salida	DVB-S	DVB-S	Acceso múltiple por distribución en el tiempo (AMDT) a alta velocidad
Velocidad de datos del tráfico de salida	1 Mbit/s a 45 Mbit/s	1 Mbit/s a 45 Mbit/s	100 Mbit/s, 133,33 Mbit/s, 400 Mbit/s
Formato de acceso del tráfico de entrada	AMDT-MF	AMDT-MF	Acceso múltiple por distribución de frecuencia AMDF-AMDT
Velocidad de datos del tráfico de entrada	Sin restricción	64 kbit/s, 128 kbit/s, 256 kbit/s, 512 kbit/s, 1 024 kbit/s, 2 048 kbit/s	128 kbit/s, 512 kbit/s, 2 Mbit/s, 16 Mbit/s
Protocolos	DVB/MPEG-2 TS de salida, AP/AAL5/ATM de entrada	Protocolo multicapa	Protocolos Internet de red (IP) del Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF)

FIGURA 1

Características de la red mundial para comunicaciones por satélite de banda ancha



ADSL : línea de abonado digital asimétrica (*asymmetric digital subscriber line*)
 LMDS: sistema de distribución multipunto local (*local multipoint distribution system*)
 PoP : punto de presencia (*point of presence*)

2.1 Servicios

Se ofrecen varios servicios a través de esta red, entre ellos:

- Punto a punto
- Multidifusión/radiodifusión
- Distribución de contenidos.

2.2 Aplicaciones de banda ancha

Las distintas aplicaciones de banda ancha que se ofrecen a través de las redes de satélite son:

- Esparcimiento
 - Vídeo a la carta
 - Distribución de TV
 - Juegos interactivos
 - Aplicaciones musicales
 - Emisión de secuencias.
- Acceso a Internet
 - Acceso a Internet a alta velocidad
 - Mensajería electrónica
 - Aplicaciones multimedios
 - Enseñanza a distancia
 - Telemedicina.
- Actividad económica
 - Videoconferencia
 - De empresa a empresa
 - Seguridad doméstica.
- Concentración de enlaces de voz y de datos
 - Transporte IP
 - Voz por IP
 - Transferencia de ficheros.

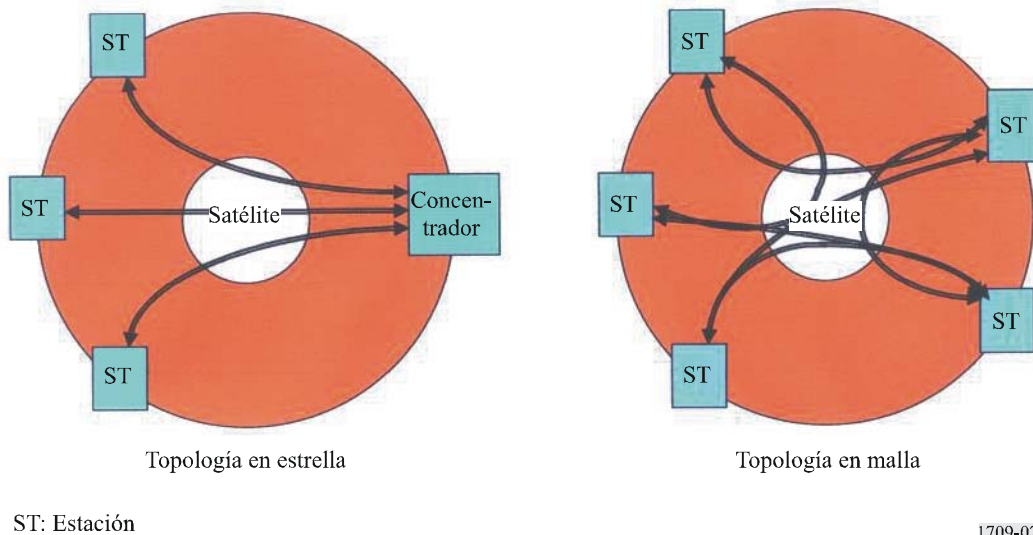
2.3 Topologías

La red puede utilizar tanto una topología en malla como una en estrella, tal como se ilustra en la Fig. 2:

- Una topología de red en estrella se define por la disposición en estrella de los enlaces situados entre la estación central (o punto de acceso a Internet) y las múltiples estaciones distantes. Una estación distante sólo puede establecer un enlace directo con la estación concentradora pero no puede establecer un enlace directo con ninguna otra estación distante.
- Una red en malla se define por la disposición en malla de los enlaces situados entre las estaciones, a tenor de la cual una estación puede conectarse directamente con cualquier otra estación. La topología en estrella puede considerarse como un caso especial de la topología en malla.

NOTA 1 – Una topología en estrella puede utilizarse para ofrecer conectividad en malla estableciendo un enlace indirecto entre estaciones remotas a través de la estación central.

FIGURA 2
Topología en estrella y en malla



Una red mundial para sistemas de comunicaciones por satélite en banda ancha puede utilizar una arquitectura de satélite no regenerativa o regenerativa:

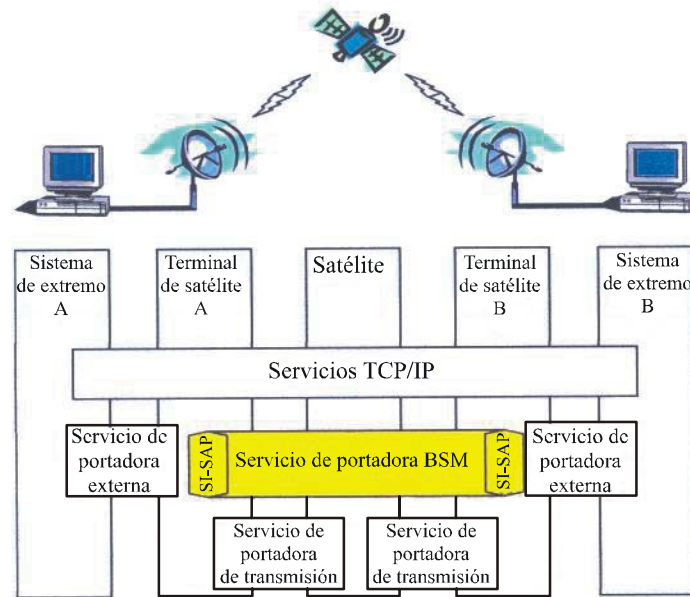
- Una arquitectura no regenerativa se refiere a una arquitectura única, a la que se denomina normalmente «arquitectura guionada acodada». Esta arquitectura no termina ninguna de las capas de la pila de protocolos de la interfaz radioeléctrica en el satélite -el satélite simplemente transfiere las señales desde los enlaces de usuario hasta los enlaces de conexión de manera transparente.
- Una arquitectura regenerativa es la serie de demás arquitecturas que cumplen funciones adicionales en el satélite. En estas arquitecturas, las funciones del satélite terminan una o varias capas de la pila de protocolos de la interfaz radioeléctrica en el satélite.

2.4 Arquitectura de servicios

En la Fig. 3 se ilustran los distintos servicios, por ejemplo, los servicios IP normalizados, los servicios de portadora por satélite en banda ancha y los servicios subyacentes de portadora para transmisiones radioeléctricas. El Grupo de Trabajo de la ETSI que se encarga de los satélites de banda ancha para aplicaciones multimedia en banda ancha por satélite (BSM, *broadband satellite multimedia*) desarrolló una arquitectura de servicio de banda ancha que utiliza estos tres tipos de servicios.

FIGURA 3

Arquitectura global de servicio para comunicaciones por satélite en banda ancha



SI-SAP: punto de acceso al servicio independiente del satélite
 TCP : protocolo de control de transmisión

1709-03

Con el fin de hacer una distinción entre los servicios que utilizan todos los sistemas de satélites de aquellos que son característicos de una determinada tecnología de satélite, la arquitectura de servicios define un punto de acceso al servicio independiente del satélite (SI-SAP) como la interfaz que se encuentra entre estas capas superiores e inferiores. Esta interfaz corresponde a los extremos de los servicios de portadora del sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha, tal como se muestra en la Fig. 3.

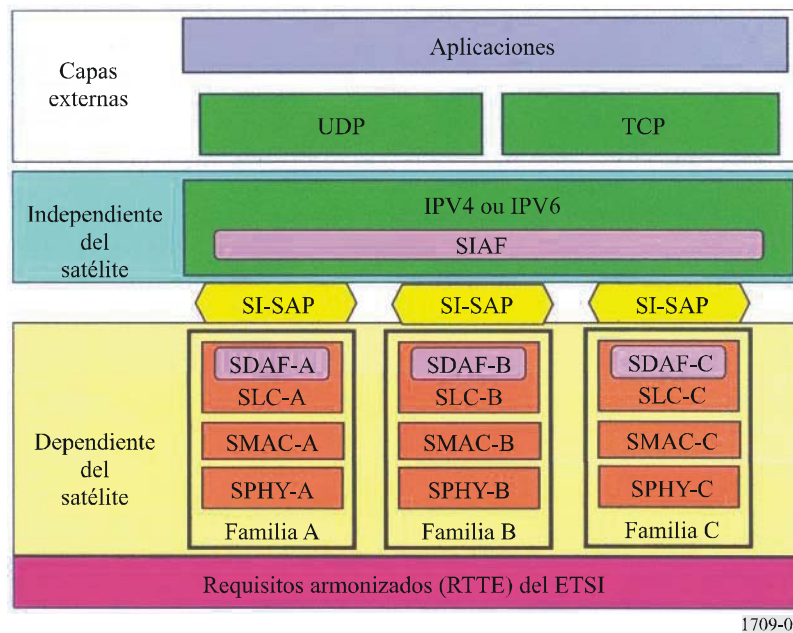
2.5 Arquitectura de protocolo

El sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha identifica tres grupos de protocolos:

- protocolos de red IP del IETF;
- protocolos adaptados del sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha que son sistemas independientes del satélite; y
- protocolos que dependen de la tecnología de satélite.

La arquitectura de protocolo del sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha define la interfaz SI-SAP que se encuentra entre la capa de la red IP y las capas inferiores. Inmediatamente por encima y por debajo de la interfaz, la arquitectura define dos nuevas capas de adaptación que contienen funciones del sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha relacionadas con la interfaz, tal como se muestra en la Fig. 4.

FIGURA 4
Arquitectura del protocolo del sistema mundial de comunicaciones por satélite de banda ancha



SIAF: independiente del satélite función de adaptación
 UDP: protocolo de datagrama de usuario

En la Fig. 4 se muestra cómo la arquitectura del sistema mundial de comunicaciones por satélite en banda ancha soporta una multitud de familias de protocolos de capas inferiores que dependen del satélite. Cada familia corresponde a una tecnología de satélite diferente, incluidos los satélites transparentes y regenerativos y las topologías en malla y en estrella. Cada una de las familias de las capas inferiores que dependen del satélite puede soportar estas funciones SI-SAP genéricas de diferentes maneras. Cada familia define una función de adaptación que depende del satélite (SDAF, *satellite dependent adaptation function*) y que se utiliza para la correspondencia con la interfaz SI-SAP y desde la misma.

El concepto subyacente de la arquitectura reside en una clara separación entre las funciones que se aplican a todos los sistemas de satélites (independientes del satélite (SI)) y las funciones que caracterizan a determinada tecnología de satélite (dependientes del satélite (SD)) y por consiguiente, define una interfaz independiente del satélite que puede utilizarse para ofrecer esencialmente los mismos servicios a través de todas las aplicaciones de esta arquitectura. Si bien es cierto que esto se cumple para todos los aspectos de interfuncionamiento desde la capa 2 (es decir, conexión en puente), la capa 3 y las capas superiores, se prevé que esta arquitectura se utilizará principalmente para definir las funciones de interfuncionamiento para la serie de protocolos IP.

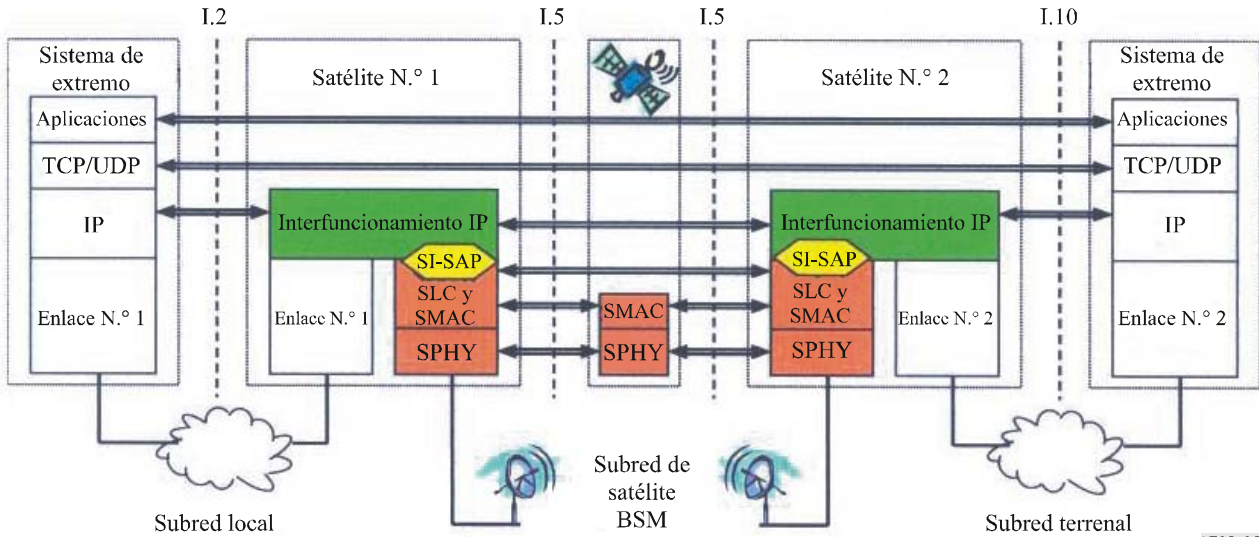
2.6 Interfuncionamiento IP

En la red mundial Internet, una subred IP de satélite debe considerarse simplemente como cualquier otra subred IP, dado que sólo un número muy pequeño de ordenadores centrales estarán conectados directamente a la subred de satélite. Por consiguiente, la directriz principal de interfuncionamiento para los servicios IP a través de una subred de satélite es que los protocolos de la capa IP del lado que no emplea satélites no deben sufrir ninguna modificación. Cualquier cambio que se efectúe en los protocolos y que son necesarios para entrar en funcionamiento a través de un satélite deben llevarse a cabo a través de una serie de funciones de interfuncionamiento IP que se encuentran en

los extremos de la subred de satélite, tal como se ilustra en la Fig. 5. Por tanto, la arquitectura SI-SAP sirve de marco para elaborar una serie de normas comunes de interfuncionamiento IP que garantiza la compatibilidad transparente entre cualquier subred de satélite y una subred basada en IP que no emplea satélites (por ejemplo, terrenal).

FIGURA 5

Interfuncionamiento IP



1709-05

**Apéndice 1
al Anexo 1**

Lista de referencias

Estos enlaces de referencia describen las características de la Norma TIA-1008-A, tal como se resume en el Anexo 2.

	Documento N.º	Versión	Situación	Fecha de publicación	Ubicación
TIA	TIA-1008-A	A.1	Publicado	Mayo de 2006	http://www.tiaonline.org

Estos enlaces de referencia describen las características de la Norma DVB-RCS, tal como se resume en el Anexo 3.

	Documento N.º	Versión	Situación	Fecha de publicación	Ubicación
ETSI	EN 301 790	V1.3.1	Publicado	Marzo de 2003	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=15626

Estos enlaces de referencia describen las características de la especificación ETSI-SES/BSM/RSM-A, tal como se resume en el Anexo 4.

	Documento N.º	Versión	Situación	Fecha de publicación	Ubicación
ETSI	ETSI TS 102-188-1	V1.1.2	Publicado	Julio de 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20888
ETSI	ETSI TS 102-188-2	V1.1.2	Publicado	Julio de 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20892
ETSI	ETSI TS 102-188-3	V1.1.2	Publicado	Julio de 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20893
ETSI	ETSI TS 102-188-4	V1.1.2	Publicado	Julio de 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20895
ETSI	ETSI TS 102-188-5	V1.1.2	Publicado	Julio de 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20896

Apéndice 2 al Anexo 1

Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas y acrónimos:

ACF	Campo de control de acceso (<i>access control field</i>)
ACK-RET	Acuse de recibo-devuelto (<i>ack-return</i>)
AMDF	Acceso múltiple por división en frecuencia
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo
BoD	Anchura de banda por demanda (<i>bandwidth on demand</i>)
BSM	Multimedios en banda ancha por satélite (<i>broadband satellite multimedia</i>)
BTP	Trama operacional (<i>burst time plan</i>)
CoS	Clase de servicio (<i>class of service</i>)
CR	Velocidad constante (<i>constant rate</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CRWB	Velocidad constante con ráfaga (<i>constant rate with burst</i>)
EDU	Unidad de datos con ampliación (<i>extended data unit</i>)
FEC	Corrección de errores directa (<i>forward error correction</i>)

GEO	Órbita terrena geosíncrona (<i>geosynchronous Earth orbit</i>)
HPB	Ráfaga de alta prioridad (<i>high priority burst</i>)
HVUL	Enlace ascendente de gran volumen (<i>high volume up link</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
kbit/s	Kilobits por segundo (miles de bits por segundo)
LVLL	Volumen y latencia reducidos (<i>low volume low latency</i>)
M&C	Capacidad y mensaje (<i>monitoring and control</i>)
MAC	Control de acceso al medio (<i>medium access control</i>)
Mbit/s	Megabits por segundo (millones de bits por segundo)
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase bivalente
MDP-4	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
MDP-4-O	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura descentrada
MDT	Multiplexación por división en el tiempo
MGID	ID del grupo multidifusión (<i>multicast group ID</i>)
NCC	Centro de control de la red (<i>network control centre</i>)
NPB	Ráfaga de prioridad normal (<i>normal priority burst</i>)
PA	Aloha persistente (<i>persistent aloha</i>)
PCR	Referencia de reloj de programa (<i>program clock reference</i>)
PDS	Servicio de entrega de paquetes (<i>packet delivery service</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PEP	Intermediario para el mejoramiento de la calidad de funcionamiento (<i>performance enhancing proxy</i>)
PHY	Física (<i>physical</i>)
PID	Identificador de paquete (<i>packet identifier</i>)
PN	Número pseudoaleatorio (<i>pseudo-random number</i>)
PTO	Opción de transmisión por paquetes (<i>packet transmission opportunity</i>)
PTP	Punto a punto (<i>point-to-point</i>)
QoS	Calidad de servicio
RF	Frecuencia radioeléctrica
RS	Reed-Solomon
RSM	Malla de satélites de regeneración (<i>regenerative satellite mesh</i>)
SA	Aloha a intervalos (<i>slotted aloha</i>)
SAM	Módulo de acceso de seguridad (<i>security access module</i>)
SAP	Punto de acceso al servicio (<i>service access point</i>)
SDU	Unidad de datos de servicio (<i>service data unit</i>)
SES	Estación terrena por satélite (<i>satellite earth station</i>)
SI-SAP	Punto de acceso al servicio independiente del satélite (<i>satellite independent-SAP</i>)
SLC	Control del enlace de satélite (<i>satellite link control</i>)
SMAC	Control de acceso al medio por satélite (<i>satellite MAC</i>)

ST	Terminal de satélite (<i>satellite terminal</i>)
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>transmission control protocol</i>)
TCT	Cuadro de composición del intervalo de tiempo (<i>time-slot composition table</i>)
TIM	Mensaje de información del terminal (<i>terminal information message</i>)
UDC	Canal de datos del enlace ascendente (<i>up-link data channel</i>)
UDTS	Servicios de transporte de datos de usuario (<i>user data transport services</i>)
ULPC	Control de potencia en el enlace ascendente (<i>uplink power control</i>)
UW	Palabra única (<i>unique word</i>)
VoIP	Protocolo de transmisión de voz por Internet (<i>Voice-over-IP</i>)

Anexo 2

Norma TIA-1008-A (IPoS) sobre interfaz radioeléctrica

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 12
2	Arquitectura de red 12
2.1	Segmentos de red 12
2.2	Interfaces de red 13
2.3	Características de los terminales distantes 14
3	Interfaz de satélite IPoS 15
3.1	Modelo de referencia del protocolo IPoS 15
3.2	División funcional por capas 16
3.3	Capa física (PHY)..... 16
3.4	Transmisión del satélite saliente 17
3.5	Transmisión del satélite entrante 17
3.6	Capa de enlace de datos (DLL) 17
3.7	Subcapa de control del enlace de satélite (SLC) 17
3.8	Subcapa de control de acceso al medio (MAC)..... 18
3.9	Subcapa de multiplexación saliente 18
3.10	Capa de adaptación de red 19

1 Introducción

La solución que se describe en esta sección es una introducción a la norma IPoS que ha sido elaborada por la TIA de los Estados Unidos de América. Las portadoras salientes IPoS (es decir, las portadoras de difusión desde un concentrador o terminal de difusión hasta muchas estaciones distantes) utilizan un esquema de multiplexación estadístico conforme con el formato de datos DVB y la distribución del tráfico IP a los terminales distantes que se basa en el encapsulado multiprotocolo DVB. La subcapa de multiplexación en la portadora saliente permite al concentrador transmitir varios tipos de tráfico, programas, o servicios en la misma portadora saliente y controlar la transmisión de cada programa por separado. La subcapa de multiplexación IPoS se basa en el formato de multiplexación estadístico de radiodifusión DVB digital/Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (DVB/MPEG).

Este Anexo se ofrece un panorama general técnico de la especificación IPoS. En el § 2 se describe la arquitectura de red para el sistema IPoS y en el § 3 se describe la arquitectura de protocolo utilizada para la interfaz radioeléctrica por satélite entre los terminales distantes y el concentrador.

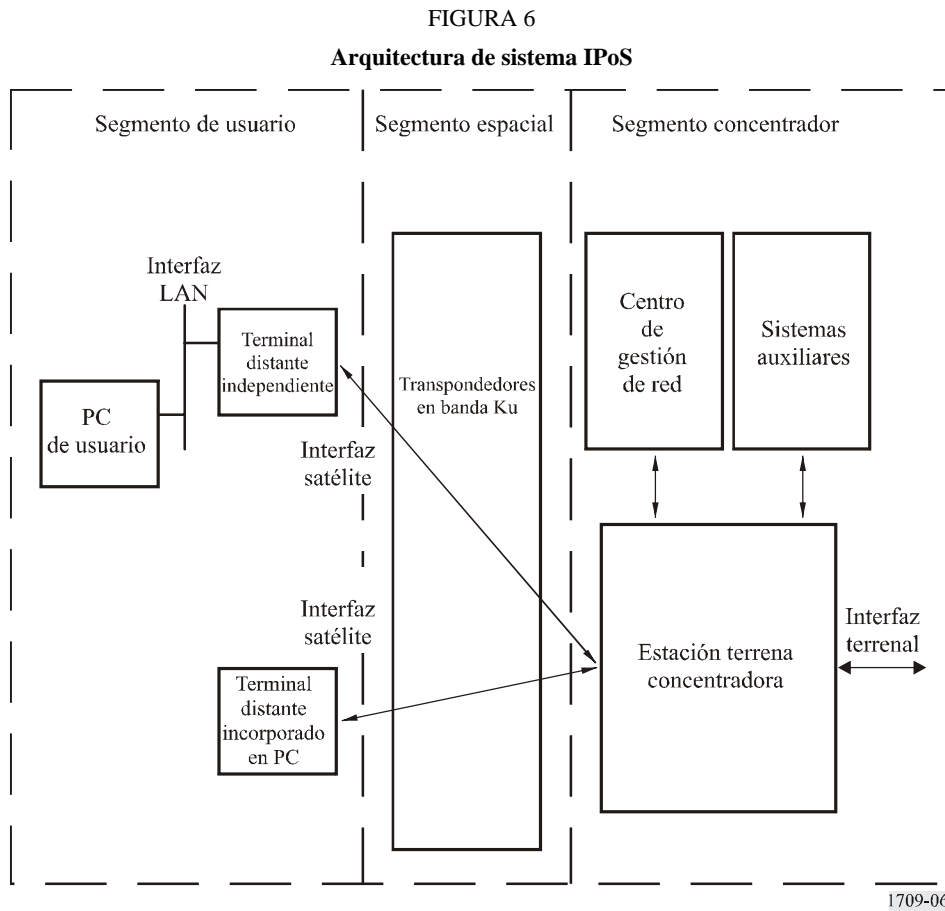
2 Arquitectura de red

2.1 Segmentos de red

El IPoS se diseñó para utilizarlo en una red de satélite en estrella que comprende tres segmentos principales:

1. *Segmento concentrador:* El segmento concentrador soporta el acceso a Internet a un número considerable de terminales distantes a través del satélite. Este segmento está compuesto por estaciones terrenas concentradoras de gran tamaño y los equipos conexos a través de los cuales fluye todo el tráfico.
2. *Segmento espacial:* El segmento espacial está compuesto de transpondedores guíaondas acodados en satélites geosíncronos que facilitan la transmisión en ambas direcciones entre el concentrador y los terminales distantes. En cierto modo, los parámetros y procedimientos IPoS son independientes del espectro subyacente, ya se trate de las bandas de frecuencias 6/4 GHz, 14/10-11 GHz, 30/20 GHz, o incluso la banda de frecuencia 8/7 GHz utilizada por los transpondedores de satélite; no obstante, existen requisitos físicos relacionados con los parámetros de la frecuencia radioeléctrica que son específicos para cada banda de frecuencia. En la versión actual de la interfaz de la capa física (PHY) IPoS se supone que los servicios IPoS utilizan satélites en bandas 14/10-11 GHz con el espectro que ha sido designado para los SFS.
3. *Segmento de usuario:* En general, el segmento de usuario IPoS está compuesto de miles de terminales de usuario, cada uno de los cuales ofrece comunicaciones de banda ancha e IP a un emplazamiento remoto. En esta norma también se denomina a los terminales de usuario terminales distantes. Estos terminales soportan los ordenadores centrales de usuario, o los ordenadores personales (PC), que ejecutan las aplicaciones. Este soporte del PC de usuario puede clasificarse en términos generales como:
 - *Punto de acceso único:* en el que el ordenador central y el terminal distante están conectados, por ejemplo a través de una interfaz de bus serial universal (USB).
 - *LAN en las instalaciones del cliente:* en la que los terminales distantes ofrecen acceso a una multiplicidad de ordenadores. Las LAN del cliente se consideran herramientas externas al sistema IPoS.

En la Fig. 6 se ilustran los componentes de más alto nivel que forman parte de la arquitectura IPoS y se identifican las principales interfaces internas y externas que constituyen el sistema IPoS.



2.2 Interfaces de red

Las principales interfaces que componen el sistema IPoS son:

- *Interfaz LAN terminal:* Ésta es la interfaz que se encuentra entre los ordenadores centrales de usuario, o PC, y los terminales distantes. La interfaz LAN terminal utiliza un protocolo Ethernet que no forma parte de esta norma.
- *Interfaz de satélite IPoS:* Ésta es la interfaz donde los terminales distantes y el concentrador intercambian información sobre el usuario, el control y la gestión. La interfaz de satélite IPoS, o interfaz radioeléctrica, es el tema principal de esta norma.
- *Interfaz terrenal concentradora:* Ésta es la interfaz que se encuentra entre el concentrador y la red básica que conecta al concentrador con las redes externas de datos por paquetes, la red pública Internet, o las redes privadas de datos. La interfaz terrenal de concentradora utiliza protocolos IP que no forman parte de esta norma.

La interfaz de satélite IPoS hace una distinción entre los dos sentidos de transmisión:

- La dirección saliente desde el concentrador IPoS hasta los terminales de usuario se transmite empleando toda la anchura de banda atribuida a la portadora saliente. Dado que la transmisión saliente IPoS puede multiplexar numerosas transmisiones, emite secuencias a muchos terminales distantes.
- La dirección entrante desde los terminales distantes hasta el concentrador IPoS es una conexión punto a punto que utiliza la anchura de banda atribuida por el concentrador a cada terminal distante o que utiliza una anchura de banda compartida por todos los terminales en modo contienda.

2.3 Características de los terminales distantes

El terminal distante es la plataforma de acceso desde la cual el usuario centraliza el acceso a los servicios del sistema IPoS. Uno de los criterios fundamentales para clasificar los terminales IPoS es determinar si requiere o no la utilización de un PC. Teniendo en cuenta estos criterios, existen dos categorías de terminales distantes:

- *Incorporados en los PC*: Este tipo de terminal está destinado principalmente a las aplicaciones del consumidor. Los terminales distantes incorporados en un PC funcionan como equipo periférico, normalmente como un USB periférico, y se necesita el soporte de un PC para su puesta en funcionamiento. Ese soporte incluye:
 - Descargar los programas informáticos periféricos.
 - Instalar una función para el mejoramiento de la calidad de funcionamiento.
 - Incorporar funciones de puesta en servicio y gestión.
- *Independientes*: Los terminales independientes están destinados a todo tipo de clientes, a saber, al consumidor y a los (SOHO, *small office, home office*) segmentos de mercado de profesiones liberales, personas que trabajan desde su casa y empresas. Los terminales distantes independientes no necesitan un PC externo para poner en funcionamiento el sistema IPoS. El concentrador puede gestionar cabalmente los terminales independientes, por ejemplo los terminales distantes independientes pueden descargar sus propios programas informáticos y con sus parámetros de configuración son establecidos por el concentrador.

Otro criterio para clasificar los terminales distantes es el tipo de canal de retorno que utiliza un terminal para enviar los datos al concentrador. Por consiguiente, los terminales distantes pueden clasificarse en:

- *Canal de retorno del satélite*: devuelve la transmisión directamente al concentrador a través de los canales de satélite salientes del sistema IPoS.
- *Únicamente recepción con retorno terrenal*: funcionamiento únicamente en recepción con respecto al satélite, utilizando alguna capacidad de retorno terrenal (por ejemplo, una conexión por marcación).

En el Cuadro 2 se resumen las características de los distintos tipos de terminales distantes definidos actualmente en el sistema IPoS.

CUADRO 2

Características de los terminales IPoS

Nombre/características del terminal	Soporte	Canal de retorno
Equipo periférico de PC para comunicaciones por satélite en banda ancha, bajo costo, bidireccional	PC	Satélite
Terminal independiente para comunicaciones en banda ancha, bajo costo, bidireccional	Independiente	Satélite
Equipo periférico de PC para comunicaciones por satélite en banda ancha, únicamente recepción, bajo costo	PC	Por marcación

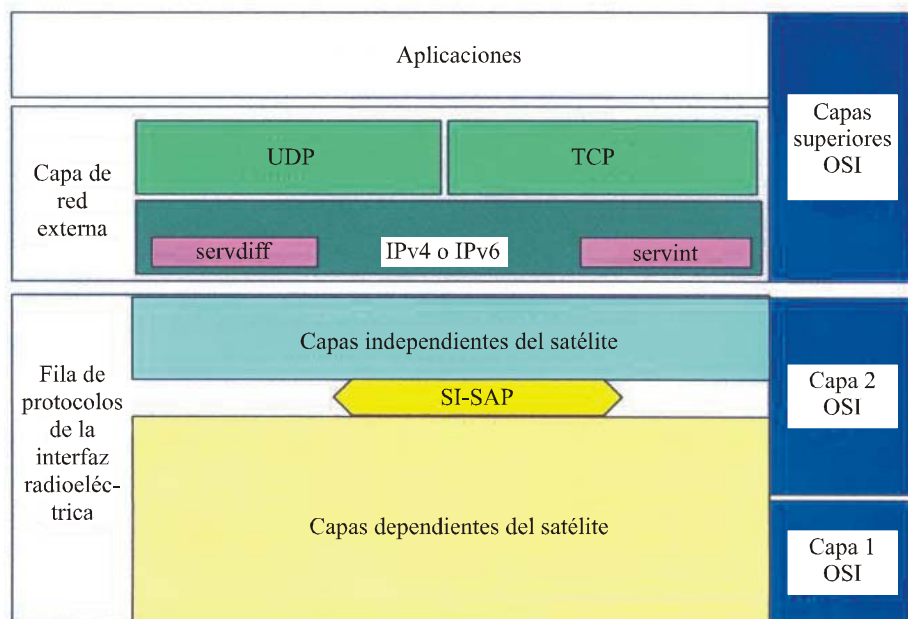
3 Interfaz de satélite IPoS

3.1 Modelo de referencia para el protocolo IPoS

El protocolo IPoS es un protocolo para entidades pares de múltiples capas que ofrece mecanismos para intercambiar tráfico IP e información sobre señalización entre las entidades que forman parte del concentrador y los terminales distantes.

El protocolo IPoS está estructurado de conformidad con la arquitectura del protocolo BSM, tal como se define en la Norma TR 101 984. Esta arquitectura hace una división entre las funciones que dependen del satélite y las funciones independientes del satélite, tal como se ilustra en la Fig. 7.

FIGURA 7
Modelo de referencia del protocolo



1709-07

La arquitectura de protocolo separa las funciones dependientes del satélite y las funciones independientes del satélite mediante una interfaz denominada SI-SAP. El objetivo de esta separación se explica a continuación:

- Separar los aspectos específicos del satélite de los de la capa superior independiente del satélite. Esta separación se ha diseñado para facilitar futuros avances en el mercado, en especial perfeccionamientos del IP.
- Proporcionar flexibilidad para que puedan ofrecerse soluciones más complejas según el segmento de mercado (por ejemplo, PEP, *performance enhancing proxy*).
- Transportar más fácilmente hasta los nuevos satélites los elementos que se encuentran por encima de la interfaz SI-SAP.
- Permitir la ampliación para admitir nuevas funcionalidades de capa superior sin necesidad de introducir grandes cambios en los diseños existentes.

Tal como se muestra en la Fig. 7, la interfaz SI-SAP está situada entre el enlace de datos (capa 2) y las capas de red en el modelo de capas de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Los elementos que se encuentran por encima de la interfaz SI-SAP pueden, y en realidad deben,

diseñarse sin que se tengan conocimientos específicos de la capa que soporta el enlace de satélite. Las capas independientes del satélite que se muestran en la Fig. 7 son genéricas, incluidos los servicios que el IPoS actualmente no ha especificado tales como los ServInt, ServDiff y el protocolo IPv6.

La interfaz IPoS se ha organizado en planos, capas y sentidos de transmisión por el satélite. Existen tres planos de protocolo:

- Plano 1: Plano de usuario (U-Plane):* suministra los protocolos que se necesitan para transportar de manera fiable el tráfico IP que contiene información de usuario a través de la interfaz de satélite.
- Plano 2: Plano de control (C-Plane):* contiene los protocolos de señalización que se necesitan para soportar y controlar las conexiones y recursos de acceso al satélite necesarios en el transporte del tráfico de usuario.
- Plano 3: Plano de gestión (M-Plane):* corresponde a la administración y mensajería relacionada con la puesta en funcionamiento de los terminales remotos, la facturación de los usuarios, la calidad de funcionamiento y la función señaladora de alarmas. El plan de gestión está fuera del alcance de esta norma.

Lógicamente, cada uno de los planos IPoS está dividido en tres subcapas de protocolo. Las subcapas de protocolo se utilizan para dividir la funcionalidad general del sistema en grupos de funciones en el mismo nivel de abstracción.

- *Capa física (PHY):* ofrece la funcionalidad del nivel más bajo relativa a la modulación, al control de errores en la información y a los trenes de señalización transportados a través de la interfaz.
- *Capa de control de enlace de datos (DLC):* permite la multiplexación de varios trenes así como la prestación de servicios de transporte fiables y eficaces.
- *Capa de adaptación de red:* controla el acceso del usuario al satélite y los recursos radioeléctricos que se necesitan para este acceso.

3.2 División funcional por capas

En esta subsección se indican las responsabilidades funcionales de las capas en la parte de la interfaz IPoS dependiente del satélite.

3.3 Capa física (PHY)

La función de la capa PHY consiste en la transmisión y recepción de señales moduladas utilizadas para transportar los datos suministrados por el enlace de datos y las capas superiores a través del satélite. En la capa PHY no existe distinción entre los métodos de transporte del U-Plane y la información del C-Plane o el M-Plane. Esta distinción se hace en capas superiores.

Los servicios prestados en la capa PHY se agrupan en las siguientes categorías:

- La adquisición inicial, la sincronización y los procedimientos de detección de la distancia con el concentrador, incluidos el alineamiento de temporización de las transmisiones con la estructura de trama de las portadoras entrantes y el ajuste de la potencia transmitida por los terminales distantes.
- La modulación, la codificación, la corrección de errores, la aleatorización, la temporización, y la sincronización de la frecuencia de los flujos de información, suministrados por el U-Plane y el C-Plane de la capa DLC a las portadoras salientes y entrantes.

- La calidad de funcionamiento de las mediciones locales, tales como la relación E_{bt}/N_0 recibida, el reloj recuperado, y el estado y supervisión de los parámetros físicos (tales como la temporización) y su indicación a las capas superiores.

3.4 Transmisión del satélite saliente

Las portadoras salientes IPoS utilizan un esquema de multiplexación estadístico que se ajusta al formato de datos DVB, y la distribución del tráfico IP a los terminales distantes se basa en el encapsulado multiprotocolo DVB. Las velocidades simbólicas de 1 MSímbolos/s a 45 MSímbolos/s se soportan a tasas FEC de 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 y 7/8 con una modulación y codificación DVB-S y a tasas FEC que oscilan entre 1/4 y 9/10 con una modulación y codificación DVB-S2.

3.5 Transmisión de satélite entrante

Las portadoras entrantes IPoS utilizan una modulación MDP-4-O a velocidades de transmisión de 64, 128 ó 256 kSímbolos/s con una codificación convolucional a 1/2 velocidad, o a velocidades de transmisión de 256, 512, 1 024 y 2 048 kSímbolos/s con una codificación FEC Turbo y BCH.

La interfaz IPoS utiliza el AMDT-FM en función de la demanda en sus transmisiones entrantes para que los terminales transmitan al concentrador. La portadora entrante IPoS tiene una longitud de trama AMDT de 45 ms dividida en un número variable de segmentos. Las transmisiones que se realizan desde un terminal hasta el concentrador se denominan «ráfaga». Una ráfaga requiere un número entero de segmentos en la tara y transporta un número entero de segmentos de datos. Estos segmentos en la tara se utilizan para ofrecer el preámbulo de ráfaga y permitir que transcurra suficiente tiempo entre las ráfagas para garantizar que las ráfagas consecutivas no se superponen temporalmente.

3.6 Capa de enlace de datos (DLL)

La capa DLL ofrece el verdadero servicio de transporte a través de la red IPoS. Esta capa se divide en las siguientes subcapas:

- Control del enlace de satélite (SLC, *satellite link control*).
- Control de acceso al medio (MAC, *media access control*).
- Subcapa de multiplexación saliente.

3.7 Subcapa de control del enlace de satélite (SLC)

La capa SLC es la subcapa de la capa DLC que se encarga de la transmisión de paquetes entre los terminales distantes y el concentrador.

La interfaz IPoS soporta diferentes métodos de transmisión en sentido entrante y saliente.

Se emplea un método de transmisión sin errores fiable en la dirección entrante que efectúa retransmisiones selectivas. Conforme a este método de entrega fiable, las entidades receptoras de la subcapa SLC entregan únicamente los paquetes de datos sin errores a las capas superiores.

En la dirección saliente donde hay muy pocos errores de transmisión (BER típica = 10^{-10}), la capa SLC transmisora entrega cada paquete de datos sólo una vez sin retransmitir paquetes erróneos o perdidos.

Las tareas de la subcapa SLC son:

- Generación de ID de sesión y correlación de los paquetes entrantes en la sesión correspondiente.
- Encriptado de UDP IP específicas para la privacidad de los datos de usuario a usuario.

- Segmentación y reagrupación, a tenor de la cual se efectúa la segmentación/reagrupación de paquetes de datos de capas superiores con longitud variable en UDP más pequeñas.
- Suministro de datos en secuencia a la entidad par que utiliza el modo de entrega fiable/poco fiable.

3.8 Subcapa de control de acceso al medio (MAC)

Los servicios que presta o las funciones que cumple la capa de control de acceso al medio (MAC) pueden agruparse en las siguientes categorías:

- *Transferencia de datos*: Este servicio ofrece transferencia de interacciones MAC entre entidades pares MAC. Este servicio no ofrece segmentación de datos; por consiguiente, las capas superiores desempeñan la función de segmentación/reagrupamiento.
- *Reatribución de los recursos radioeléctricos y de los parámetros MAC*: Este servicio aplica procedimientos de control para los identificadores que la capa de red ha asignado a una determinada capa DLC por cierto periodo o de manera permanente. Asimismo, este servicio aplica procedimientos para el establecimiento y terminación de modos de transferencia a través de la capa DLC.
- *Detección de errores*: Técnicas para la detección de errores de procedimiento o errores que ocurren durante la transmisión de las tramas.

3.9 Subcapa de multiplexación saliente

En la dirección saliente, la subcapa de multiplexación permite que el concentrador transmita varios tipos de tráfico, programas, o servicios en la misma portadora saliente y controla la transmisión de cada programa por separado. La subcapa de multiplexación IPoS se basa en el formato de multiplexación estadístico de radiodifusión de televisión digital/grupo de expertos en imágenes en movimiento (DVB/MPEG).

Según este formato DVB/MPEG, todas las tramas o paquetes relacionados con uno de los tipos de tráfico tienen el mismo identificador de paquete (PID, *packet identifier*). En los terminales distantes, un demultiplexor divide el múltiplex saliente en trenes de transporte específicos, y el terminal distante filtra sólo aquellos que corresponden a las direcciones del PID configurado en el terminal.

Los terminales distantes IPoS están configurados para filtrar dos tipos de PID relacionados con los siguientes tipos de trenes de transporte, que revisten importancia para el sistema IPoS:

Tipo 1: Cuadros PSI, que permiten la configuración de servicios en los terminales IPoS y no IPoS. Los terminales IPoS reciben los cuadros PSI para determinar la configuración específica del sistema IPoS.

Tipo 2: La información de control y usuario IPoS, que se transporta en los canales lógicos IPoS. La información contenida en los canales lógicos IPoS pueden enviarse a todos, a un grupo o a cada uno de los terminales IPoS.

Los paquetes salientes DVB/MPEG se difunden por toda la anchura de banda de la portadora saliente, y los terminales IPoS filtran aquellos paquetes que no concuerdan con sus propias direcciones. El esquema de direccionamiento se incluye como parte de la cabecera del paquete de transporte y de la cabecera MAC.

3.10 Capa de adaptación de red

La función de la capa de adaptación de red cumple las siguientes subfunciones fundamentales:

- *Transporte de paquetes IP*: Esta función consiste en determinar la clase de servicio del paquete IP sobre la base del tipo de paquete, el tipo de aplicación, el destino, y la configuración interna.
- *Gestión del tráfico*: Esta función lleva a cabo las funciones de compartimiento y vigilancia del tráfico en los paquetes IP antes de que éstos se ofrezcan a los servicios de transporte IPoS.
- *Intermediario para el mejoramiento de la calidad de funcionamiento (PEP)*: Esta función mejora la calidad de funcionamiento de ciertas aplicaciones destinadas a mejorar el servicio en un enlace de satélite. El PEP se utiliza a menudo para reducir las degradaciones en el caudal que sufren las aplicaciones del protocolo de control de transmisión (TCP, *transmission control protocol*) debido a los retrasos y a las pérdidas en los enlaces de satélite.
- *Intermediario multidifusión*: Este intermediario adapta los protocolos multidifusión IP (por ejemplo, PIM-SM) a los servicios de transporte IPoS adecuados para facilitar la multidifusión.

La capa de adaptación de red no forma parte de la norma sobre interfaz radioeléctrica IPoS.

Anexo 3

Norma ETSI EN 301 790 V1.3.1 sobre interfaz radioeléctrica

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción..... 20
2	Modelo de referencia de la red de interacción de satélite..... 21
	2.1 Modelo de pilas de protocolo 21
	2.2 Modelo de sistema 21
	2.3 Modelo de referencia de la red interactiva por satélite..... 22
3	Enlace de ida..... 23
4	Especificación de la capa física de la banda de base del enlace de retorno y definición del acceso múltiple 24
	4.1 Sincronización del RCST 24
	4.1.1 Control de temporización 24
	4.1.2 Sincronización de portadora 24

	<i>Página</i>
4.1.3 Sincronización de la ráfaga.....	25
4.1.4 Sincronización del reloj de símbolo	25
4.2 Formato de ráfaga	25
4.2.1 Formatos de ráfaga de tráfico (TRF)	26
4.2.2 Formatos de ráfaga de sincronización (SYN) de adquisición (ACQ)	27
4.3 Modulación	27
4.4 Mensajes para el control de acceso al medio (MAC)	27
5 Pilas de protocolos.....	28
6 Categorías de la solicitud de capacidad	30
6.1 Asignación de velocidad continua (CRA)	30
6.2 Capacidad dinámica basada en la velocidad (RBDC)	30
6.3 Capacidad dinámica basada en el volumen (VBDC)	30
6.4 Capacidad dinámica basada en el volumen absoluto (AVBDC)	30
6.5 Asignación de capacidad disponible (FCA)	31
7 Acceso múltiple	31
7.1 AMDT-FM	31
8 Seguridad, identidad y encriptado	31

1 Introducción

En este punto se describen las especificaciones para el suministro de canales de interacción destinados a los sistemas de distribución por satélite, DVB-RCS.

Particularmente, en este punto:

- se especifica la codificación/modulación del canal; se describen dos esquemas de codificación: codificación turbo y concatenada. El RCST puede utilizar ambos esquemas, aunque dentro de una sesión no se les exige a los terminales que cambien el esquema de codificación;
- se especifican dos tipos de ráfagas de tráfico que transportan células ATM o paquetes MPEG-2 TS (MPEG-2 *transport streams*);
- se especifica el protocolo MAC para el canal de retorno del enlace de satélite;
- se mantiene la compatibilidad del canal de retorno con la tecnología DVB-S en el enlace de ida;
- se especifica la sincronización del terminal, las categorías de solicitud de capacidad y la seguridad, la identidad y el encriptado del sistema.

2 Modelo de referencia de la red de interacción de satélite

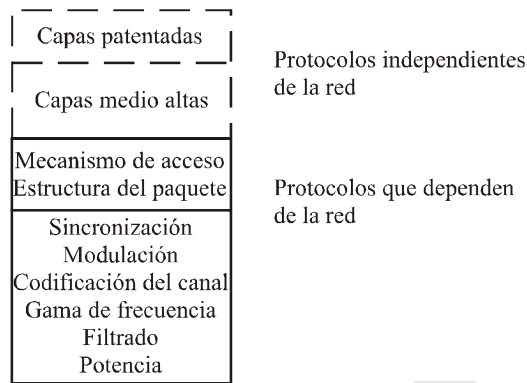
2.1 Modelo de pilas de protocolo

Para los servicios interactivos que soportan la difusión a usuarios finales con canal de retorno, un modelo de comunicaciones simple consta de las siguientes capas:

- *Capa física:* en la que se definen todos los parámetros de transmisión (eléctricos) físicos.
- *Capa de transporte:* define todas las estructuras de datos y protocolos de comunicación relevantes como los contenedores de datos, etc.
- *Capa de aplicación:* es el programa informático de aplicación interactivo y el entorno de funcionamiento (por ejemplo, aplicación para compras desde el hogar, intérpretes de comandos, etc.).

Se adoptó un modelo simplificado de las capas OSI para facilitar la elaboración de especificaciones destinadas a dichas capas. En la Fig. 8 se señalan las capas inferiores del modelo simplificado y se identifican algunos de los parámetros clave para las dos capas inferiores.

FIGURA 8
Estructura de capa para el modelo de referencia del sistema genérico



1709-08

En el presente texto se estudian únicamente los aspectos que dependen de la red interactiva de satélites.

2.2 Modelo de sistema

En la Fig. 9 se muestra el modelo que ha de utilizarse en los sistemas de distribución de radiodifusión de vídeo digital (DVB) para servicios interactivos.

En el modelo de sistema, se establecen dos canales entre el proveedor de servicio y el usuario:

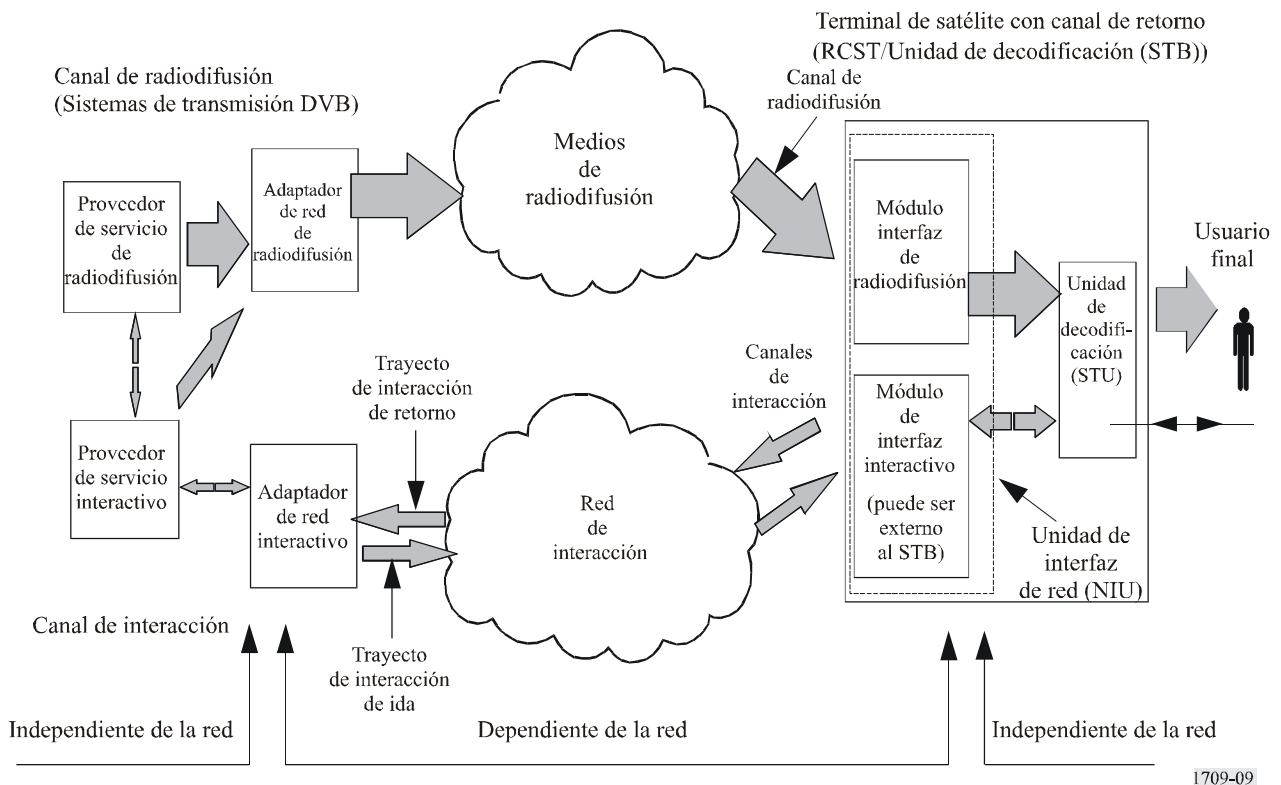
- *Canal de radiodifusión:* canal de radiodifusión de banda ancha unidireccional, que incluye vídeo, audio y datos, desde el proveedor de servicio hasta los usuarios. Éste también puede incluir el trayecto de interacción de ida.
- *Canal de interacción:* se establece un canal de interacción bidireccional entre el proveedor de servicio y el usuario para fines interactivos. Éste está formado por:
 - *Trayecto de interacción de retorno (canal de retorno):* canal de comunicación desde el usuario hasta el proveedor de servicio. Se utiliza para hacer solicitudes al proveedor de servicio, para responder a preguntas o para transferir datos.

- *Trayecto de interacción de ida*: canal de comunicación desde el proveedor de servicio hasta el usuario. Se utiliza para suministrar información del proveedor de servicio al usuario y cualquier otro tipo de comunicación que se necesite para la prestación de servicios interactivos. Este trayecto puede integrarse en el canal de radiodifusión. Es posible que este canal no se necesite en algunas aplicaciones sencillas que pueden emplear el canal de difusión para el transporte de datos al usuario.

El RCST está formado por la unidad de interfaz de red (compuesta de un módulo interfaz de difusión y un módulo de interfaz interactivo) y la unidad de decodificación. El RCST ofrece interfaz para los canales de difusión y de interacción. La interfaz entre el RCST y la red de interacción se suministra a través del módulo de interfaz interactivo.

FIGURA 9

Un modelo de referencia del sistema genérico para sistemas interactivos



1709-09

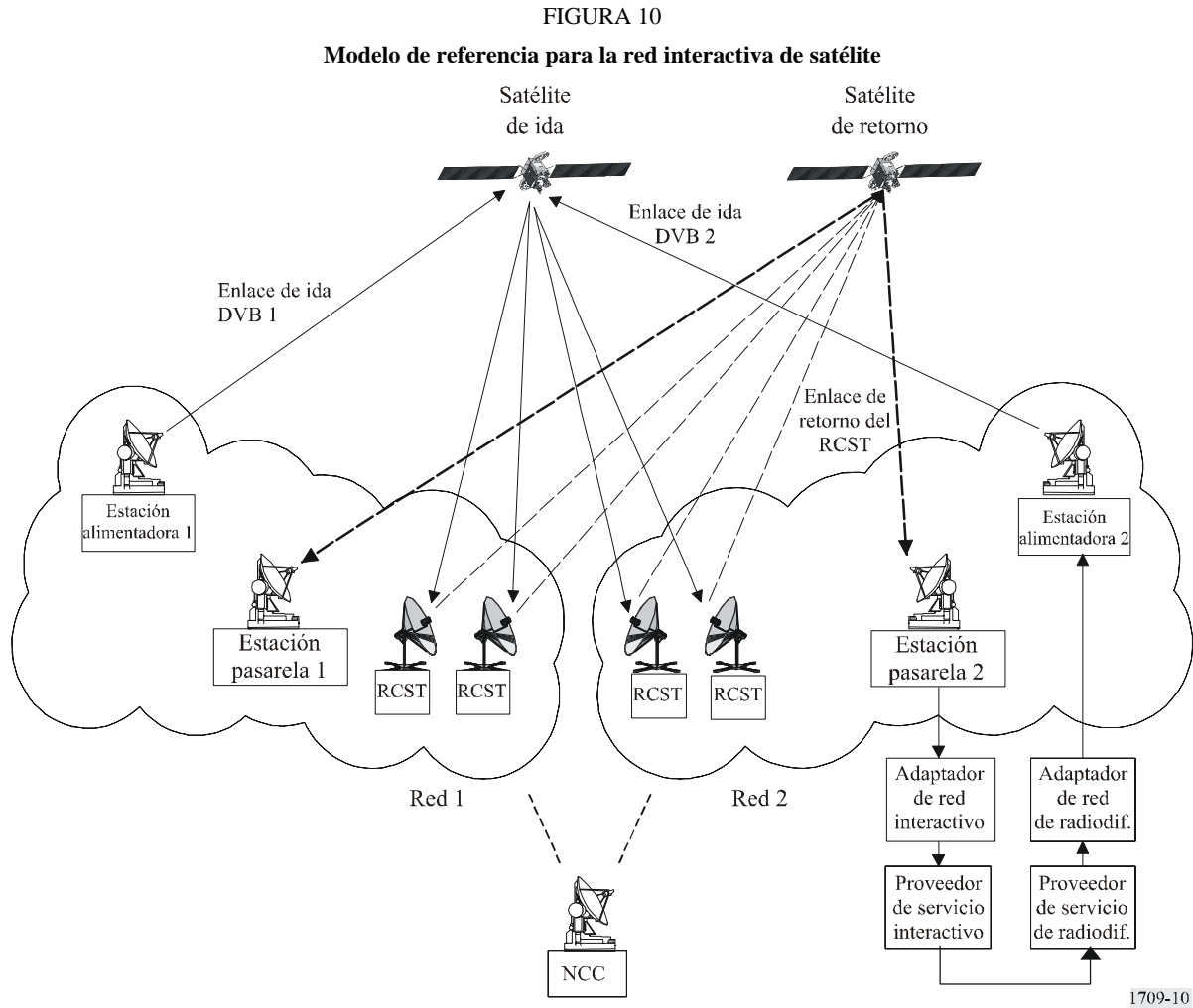
2.3 Modelo de referencia de la red interactiva por satélite

Una red global interactiva por satélite, dentro de la cual puede funcionar un número considerable de RCST, estará compuesta por los siguientes bloques funcionales, tal como se muestra en la Fig. 10:

- *Centro de control de red (NCC, network control centre)*: un NCC realiza las funciones de supervisión y control. Este centro genera señales de control y de temporización para el funcionamiento de la red interactiva de satélite que han de transmitirse por una o varias estaciones de conexión.
- *Pasarela de tráfico (TG, traffic gateway)*: una pasarela TG recibe las señales de retorno del RCST, realiza las funciones de contabilidad, presta servicios interactivos y/o ofrece conexiones a proveedores de servicios públicos, servicios patentados y privados (bases de

datos, televisión de pago o programas de vídeo, descarga de programas informáticos, compras en línea, telebanca, servicios financieros, acceso a la bolsa de valores, juegos interactivos, etc.) y redes (Internet, RDSI, RTPC, etc.).

- *Alimentador*: un alimentador transmite la señal de enlace de ida, que es un enlace ascendente de radiodifusión vídeo digital por satélite (DVB-S) normalizado, en el que se multiplican los datos del usuario y/o las señales de control y de temporización necesarias para el funcionamiento de la red interactiva de satélite.



1709-10

El enlace de ida transporta las señales desde la NCC y el tráfico de usuario hasta el RCST. En adelante, la señalización desde el NCC hasta el RCST necesaria para el funcionamiento del sistema de enlace de retorno se denomina «señalización del enlace de ida». Tanto el tráfico de usuario como la señalización del enlace de ida pueden transportarse a través de diferentes señales de enlace de ida. Son posibles varias configuraciones del RCST, dependiendo del número de receptores del enlace de ida presentes en el mismo.

3 Enlace de ida

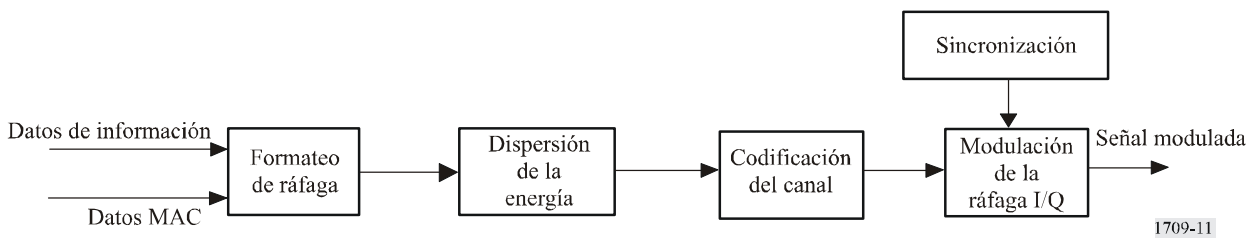
El RCST debe ser capaz de recibir señales digitales de conformidad con las Normas EN 300 421, TR 101 202, ETS 300 802, EN 300 468, EN 301 192 y ETR 154.

4 Especificación de la capa física de la banda de base del enlace de retorno y definición del acceso múltiple

En este Anexo se especifica la capa física de la banda de base. La Fig. 11 representa el procesamiento de la señal digital genérica en el transmisor RCST, que va desde el formateo de la ráfaga del tren de bits de la información en serie, hasta la modulación que representa la conversión de digital a analógico. En los siguientes puntos se describe el procesamiento de la señal que ha de realizar cada bloque.

FIGURA 11

Diagrama de bloques del procesamiento de la señal de la banda de base del enlace de retorno del RCST



4.1 Sincronización del RCST

4.1.1 Control de temporización

La sincronización del RCST es una característica importante de la red interactiva de satélite. Se imponen restricciones en el RCST para obtener un sistema de acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT) eficiente en el que haya mínima interferencia entre usuarios y máximo caudal, aunque estas restricciones pueden reducirse al mínimo el NCC lleva a cabo tareas como la compensación del error de transposición de frecuencia de satélite y del efecto Doppler en modo común para la frecuencia de portadora RCST. Por esta razón el esquema de sincronización se basa en la información contenida en la señalización del enlace de ida tal como se muestra a continuación:

- referencia del reloj de red (NCR, *network clock reference*);
- señalización en las secciones específicas DVB/MPEG-2 TS.

La NCR se distribuye con un PID específico dentro del MPEG-2 TS que transporta la señalización del enlace de ida. La distribución NCR se efectúa según el mecanismo de distribución de la referencia de reloj de programa (PCR, *program clock reference*) definido en la Norma ISO/CEI 13818-1, que se origina normalmente de un codificador de vídeo MPEG, mientras que en esta especificación la NCR proviene del reloj de referencia del NCC. El reloj de referencia del NCC tendrá una precisión de 5 ppm o mayor.

4.1.2 Sincronización de portadora

El MPEG-2 TS que transporta la señalización del enlace de ida contiene la información de la NCR que suministra al RCST la referencia de 27 MHz del reloj de referencia del NCC. El RCST reconstruye el reloj de referencia a partir de la información NCR recibida que utilizan los decodificadores MPEG para los trenes de transporte MPEG-2 (MPEG-2 TS). Seguidamente, el RCST realiza una comparación para determinar el desplazamiento entre el reloj de referencia local que controla al oscilador local del convertidor ascendente RCST y el reloj de referencia recuperado de la NCR recibida. Finalmente, compensa la frecuencia de portadora de acuerdo con este

desplazamiento. Esta sincronización de portadora local permite ajustar la frecuencia transmitida de todos los RCST en la red a aproximadamente la misma frecuencia.

La precisión de la frecuencia de portadora normalizada debe ser mayor que 10^{-8} (diferencia cuadrática media).

4.1.3 Sincronización de la ráfaga

El RCST obtiene la frecuencia central, la hora de inicio y la duración de sus ráfagas de transmisión mediante el examen de la señalización del enlace de ida.

La contienda entre el RCST en el enlace de retorno se resuelve como se describe en esta especificación.

Las ráfagas se envían de acuerdo con la trama operacional (BTP, *burst time plan*) recibida en la señalización del enlace de ida. La BTP se expresa en términos de frecuencia central y hora de inicio absoluta (expresada en un contravalor NCR) de supertramas y frecuencia conexas y los desplazamientos de tiempo de las atribuciones de ráfaga junto con una descripción de las propiedades del intervalo de tiempo. La supertrama siempre comienza a determinado valor del contador NCR local del RCST, que sirve de referencia para el posicionamiento de todas las ráfagas en la supertrama. A efectos de sincronización de la red, el RCST reconstruye, además del reloj de referencia, el valor absoluto del reloj de referencia del NCC. El RCST compara el valor reconstruido con el valor de la NCR dado por la BTP. La referencia de tiempo para contar los intervalos de tiempo se da cuando los valores son iguales.

La precisión de la sincronización de la ráfaga debe situarse en un 50% de un periodo de símbolo. La resolución debe ser un intervalo de cómputo de NCR 1. La precisión de la sincronización de la ráfaga es la desviación del caso más desfavorable del inicio programado del tiempo de ráfaga y del verdadero inicio del tiempo de ráfaga en la salida del transmisor. El inicio programado del tiempo de ráfaga es el instante de tiempo en que el valor de la NCR ideal reconstruida es igual al valor introducido en la terminal BTP (TBTP) para esa ráfaga. La NCR ideal reconstruida se define como la observada a la salida de un receptor ideal DVB-S sin retraso. En caso de que fuese necesario llevar a cabo la compensación para el retraso del receptor para lograr una determinada precisión, esta compensación debe realizarla el RCST.

4.1.4 Sincronización del reloj de símbolo

El reloj de símbolo del transmisor debe ajustarse según el reloj de la NCR con el fin de evitar variaciones de tiempo con respecto al reloj de referencia del NCC. El RCST no necesita compensar el reloj de símbolo Doppler.

La precisión del reloj de símbolo debe situarse en 20 ppm a partir del valor nominal del ritmo de símbolo en el cuadro de composición del intervalo de tiempo (TCT, *time-slot composition table*). El ritmo del reloj de símbolo debe tener una estabilidad a corto plazo que limite los errores de tiempo de cualquier símbolo en una ráfaga con una duración de símbolo de $1/20$.

4.2 Formato de ráfaga

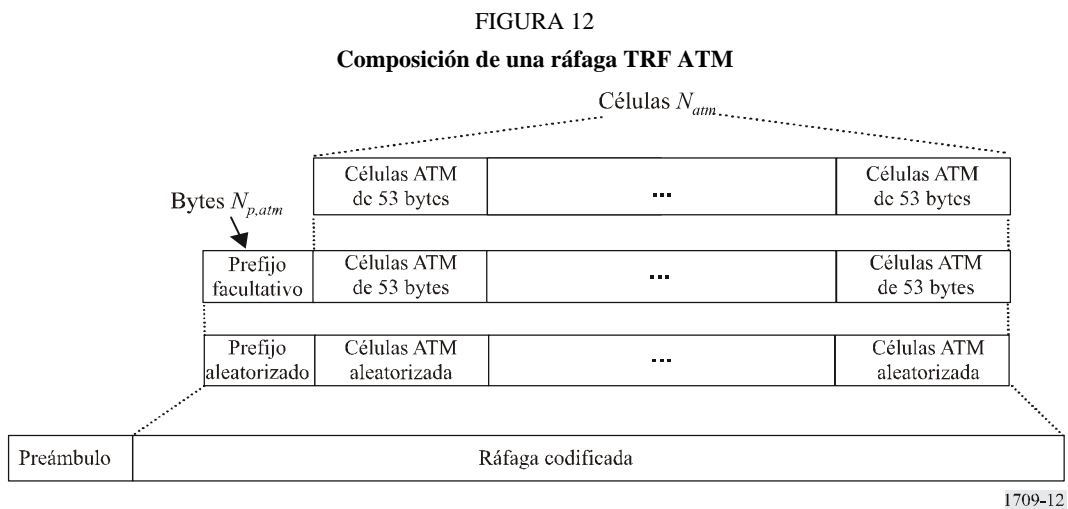
Existen cuatro tipos de ráfaga: tráfico (TRF, *traffic burst type*), adquisición (ACQ, *acquisition burst*), sincronización (SYNC, *synchronization burst type*) y canal de señalización común (CSC). Los formatos de ráfaga se describen a continuación.

4.2.1 Formatos de ráfaga de tráfico (TRF)

Las ráfagas de tráfico (TRF) se utilizan para transportar datos útiles desde el RCST hasta la pasarela. A continuación se definen dos tipos de ráfagas de tráfico que transportan ya sea células ATM o paquetes MPEG-2 TS. Normalmente, una TRF es seguida por un tiempo de guarda para disminuir la potencia transmitida y compensar las diferencias de tiempo.

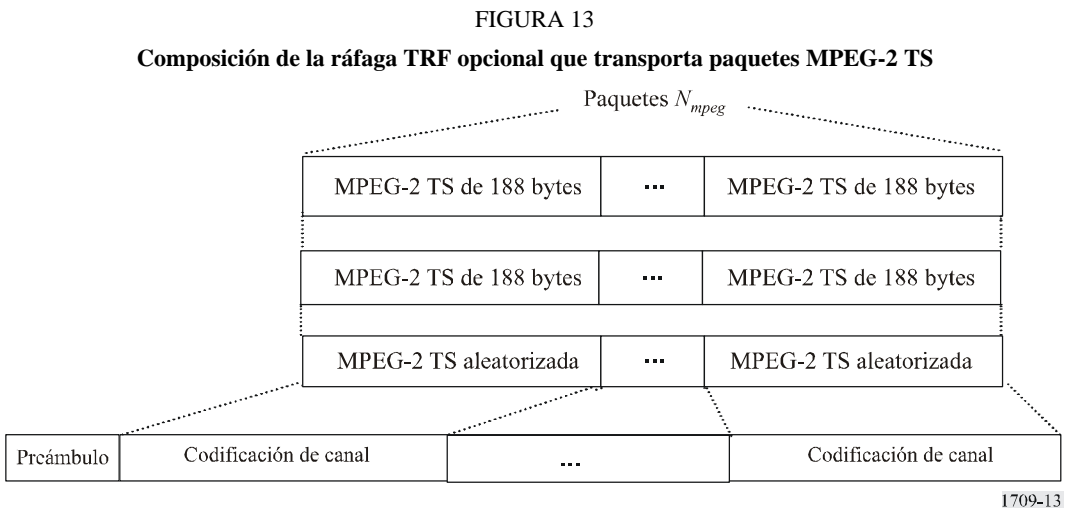
4.2.1.1 Ráfaga TRF ATM

La cabida útil de una ráfaga de tráfico ATM está compuesta de células ATM concatenadas N_{atm} , cada una de una longitud de 53 bytes, más un prefijo opcional de $N_{p, atm}$ bytes. Las células ATM siguen la estructura de una célula ATM pero no soportan necesariamente las clases de servicio ATM. Para una descripción más detallada de la ráfaga TRF ATM véase la Fig. 12.



4.2.1.2 Ráfaga TRF opcional MPEG-2 TS

En el caso de que los paquetes MPEG-2 TS sean los contenedores básicos, una ráfaga contiene N_{mpeg} paquetes MPEG-2 TS concatenados, cada uno de una longitud de 188 bytes. La ráfaga está compuesta de varios bloques de codificación de canal. Para una descripción de la ráfaga TRF MPEG-2 TS véase la Fig. 13.



El RCST puede reducir el número de los paquetes MPEG-2 en un intervalo de tiempo TRF a partir del campo de duración del intervalo de tiempo (*time_slot_duration*) del TCT, después de haber sustraído la duración de tiempo de los otros campos. La transmisión de las ráfagas TRF MPEG-2 TS es opcional. El RCST informará al NCC que soporta este mecanismo en la ráfaga CSC.

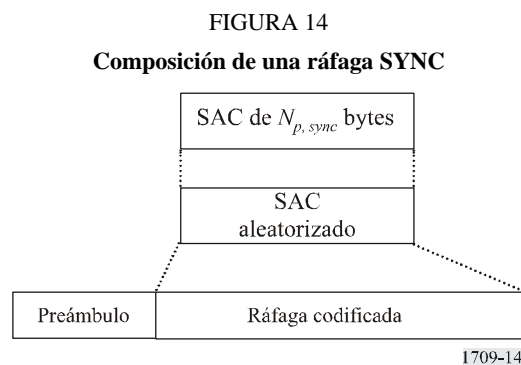
4.2.2 Formatos de ráfaga de sincronización (SYN) de adquisición (ACQ)

Las ráfagas de sincronización y de adquisición se necesitan para determinar con precisión la posición de la transmisión de ráfaga del RCST durante y después de haber entrado en el sistema. Con este objetivo, se definen dos tipos de ráfagas por separado (SYNC y ACQ), a tenor de los puntos siguientes.

4.2.2.1 Formato de ráfaga de sincronización (SYNC)

El RCST utiliza una ráfaga SYNC para mantener la sincronización y enviar información de control al sistema. Las ráfagas SYNC están compuestas de un preámbulo para detectar ráfagas, un campo opcional de control de acceso al satélite (SAC) de $N_{p, sync}$ bytes, con la codificación adecuada para el control de errores. Al igual que una TRF, una ráfaga SYNC normalmente es seguida por un tiempo de guarda para disminuir la potencia transmitida y compensar la variación de tiempo. En la Fig. 14 se describe la ráfaga SYNC. La frecuencia con que se utiliza la ráfaga SYNC depende de las capacidades del NCC.

NOTA 1 – Las ráfagas SYNC pueden utilizarse en modo contienda.



4.3 Modulación

La señal debe modularse utilizando MDP-4, con conformación de banda de base.

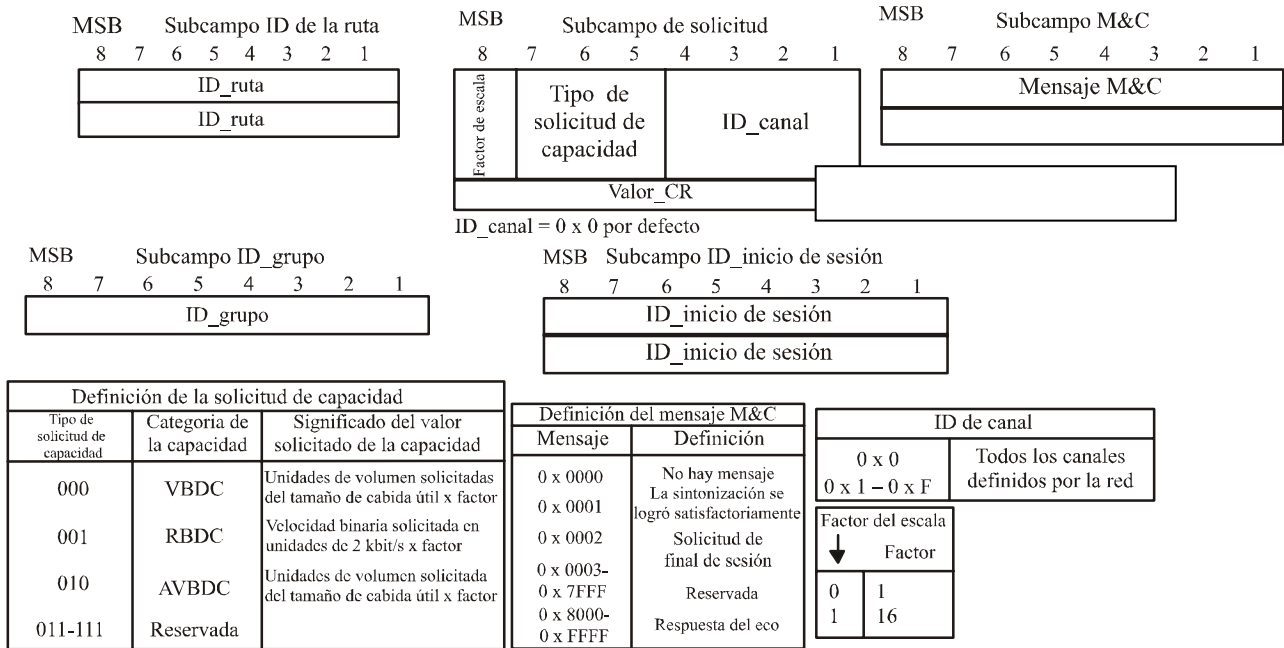
4.4 Mensajes para el control de acceso al medio (MAC)

El RCST puede utilizar todos los métodos descritos a continuación para solicitar capacidad y mensajes (M&C, *monitoring and control*). Uno o varios de los métodos pueden utilizarse en una red interactiva de satélite. Para usos específicos, el RCST se configura al momento de iniciar la sesión mediante el descriptor que inicializa la sesión y que se transmite en un mensaje de información del terminal (TIM, *terminal information message*).

La ráfaga SYNC y el prefijo opcional anexo a las ráfagas ATM TRF contienen el SAC compuesto por la información de señalización añadida por el RCST a fin de solicitar capacidad en la sesión, u otra información MAC adicional. El SAC está compuesto por los subcampos opcionales que se definen en la Fig. 15.

FIGURA 15

Composición del campo SAC



Tamaño de la cabida útil = 53 ó 188 bytes de conformidad con el modo de encapsulado definido al inicio de la sesión.
 MSB: Bit más significativo.
 VBDC: Capacidad dinámica basada en el volumen.
 RBDC: Capacidad dinámica basada en la tasa.
 AVBDC: Capacidad dinámica absoluta basada en el volumen.

1709-15

5 Pilas de protocolos

En el enlace de retorno, las pilas de protocolos se basan en las células ATM o en los paquetes opcionales MPEG-2 TS que corresponden a las ráfagas AMDT. Para la transmisión de los datagramas IP, las pilas de protocolos utilizadas en el enlace de retorno tienen las siguientes características:

- enlace de retorno basado en ATM: IP/AAL5/ATM;
- enlace de retorno opcional MPEG: multiprotocolo a través del encapsulado de los trenes de transporte MPEG-2.

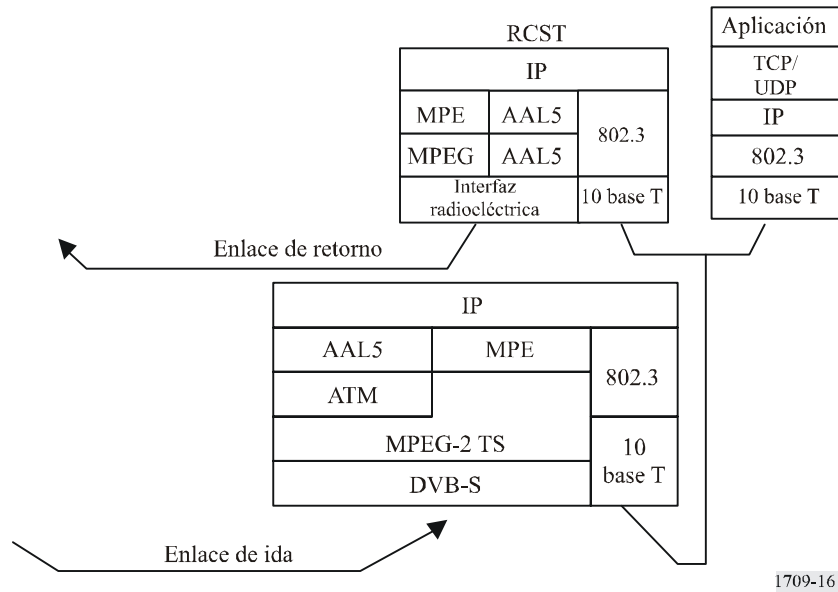
En el enlace de ida la pila de protocolos se basa en la Norma DVB/MPEG-2 TS (véase la Norma TR 101 154). Para la transmisión de datagramas IP, las pilas de protocolos utilizadas en el enlace de ida se describen de la siguiente manera:

- encapsulado multiprotocolo a través de trenes de transporte MPEG-2;
- opcionalmente IP/AAL5/ATM/MPEG-TS en modo encauzamiento de datos para facilitar las comunicaciones directas de terminal a terminal en sistemas por satélite regenerativos.

En las Figs. 16 y 17 se muestran ejemplos de pilas de protocolos para el tráfico y la señalización respectivamente.

FIGURA 16

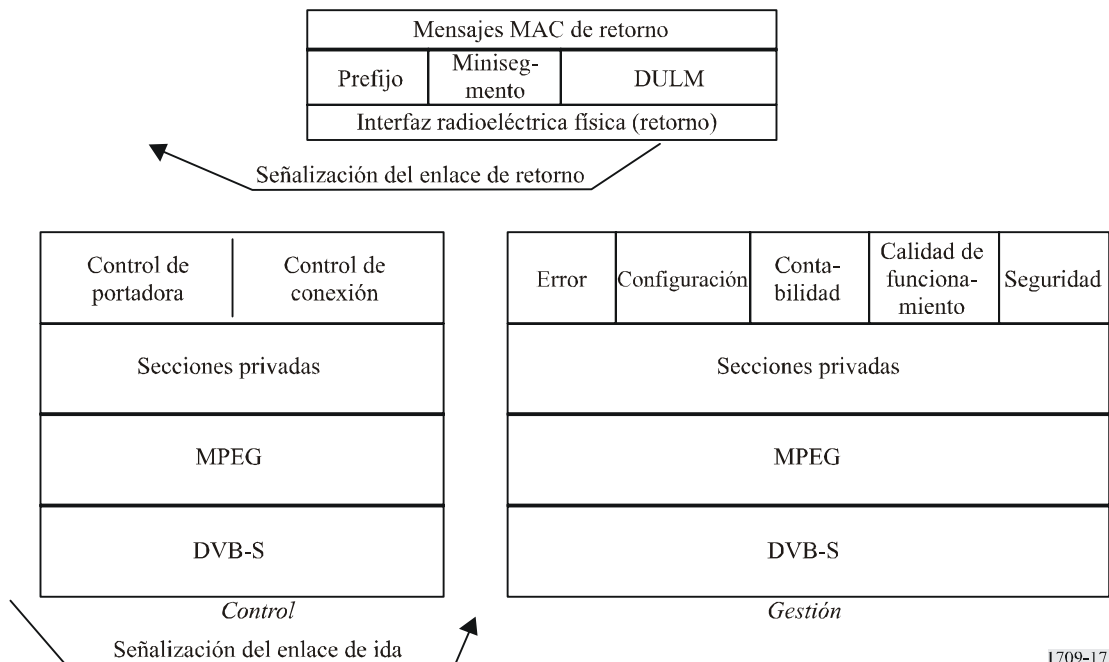
Ejemplo de pilas de protocolos para el tráfico de usuario con el RCST de tipo A (IP/AAL5/ATM/MPEG-2/DVBS es opcional en el enlace de ida)



1709-16

FIGURA 17

Pilas de protocolos para la señalización



1709-17

DULM: Método de etiquetado de la unidad de datos.

6 Categorías de la solicitud de capacidad

El proceso de atribución de intervalos de tiempo debe admitir cinco categorías de capacidad:

- asignación de velocidad continua (CRA, *continuous-rate assignment*);
- capacidad dinámica basada en la velocidad (RBDC, *rate-based dynamic capacity*);
- capacidad dinámica basada en el volumen (VBDC, *volume-based dynamic capacity*);
- capacidad dinámica basada en el volumen absoluto (AVBDC, *absolute volume-based dynamic capacity*);
- asignación de la capacidad disponible (FCA, *free-capacity assignment*).

6.1 Asignación de velocidad continua (CRA)

La CRA es la capacidad de velocidad que debe suministrarse en su totalidad a todas y cada una de las supertramas según las necesidades. El RCST y el NCC deben negociar directamente la obtención de tal capacidad.

6.2 Capacidad dinámica basada en la velocidad (RBDC)

La RBDC es la capacidad de velocidad que solicita dinámicamente el RCST. La capacidad RBDC debe suministrarse en respuesta a una solicitud explícita del RCST al NCC, cuya solicitud es definitiva (es decir, que corresponde a la velocidad total que actualmente se solicita). Cada solicitud debe invalidar todas las solicitudes RBDC hechas previamente por el mismo RCST, y deben estar sujetas a una velocidad máxima límite que se negocia directamente entre el RCST y el NCC.

Para prevenir anomalías en el terminal resultante de una asignación de capacidad pendiente, la última solicitud RBDC enviada por un determinado terminal al NCC vence automáticamente después de un periodo de expiración cuyo valor por defecto es dos supertramas, y esta expiración trae como resultado que la velocidad de la RBDC sea igual a cero. La expiración puede configurarse entre una y 15 supertramas (si se ajusta a 0 el mecanismo de expiración se desactiva) mediante el mecanismo opcional estipulado en el § 8.

La CRA y la RBDC pueden utilizarse de manera combinada, de modo que la CRA suministre una capacidad mínima fija por supertrama y la RBDC ofrezca un componente de variación dinámico por encima del valor mínimo.

6.3 Capacidad dinámica basada en el volumen (VBDC)

La VBDC es la capacidad de volumen que el RCST solicita dinámicamente. La capacidad VBDC debe suministrarse en respuesta a las solicitudes explícitas presentadas por el RCST al NCC, las cuales tienen carácter acumulativo (es decir, cada solicitud debe añadirse a las solicitudes hechas previamente por el mismo RCST). El total de solicitudes acumuladas realizadas por el RCST debe reducirse en el valor de esta categoría de capacidad asignada en cada supertrama.

6.4 Capacidad dinámica basada en el volumen absoluto (AVBDC)

La AVBDC es la capacidad de volumen que el RCST solicita dinámicamente. Esta capacidad VBDC debe suministrarse en respuesta a las solicitudes explícitas realizadas por el RCST al NCC, las cuales tienen carácter absoluto (es decir, esta solicitud reemplaza las solicitudes hechas previamente por el mismo RCST). La AVBDC se utiliza en lugar de la VBDC cuando el RCST considera que la solicitud VBDC podría perderse (por ejemplo en el caso de los minisegmentos de contienda).

6.5 Asignación de capacidad disponible (FCA)

La FCA es la capacidad de volumen que debe asignarse al RCST a partir de la capacidad que de otra manera quedaría sin utilizar. Esta asignación de capacidad debe hacerse de manera automática y no debe contemplar ninguna señalización del RCST al NCC. El NCC debe estar en condiciones de rechazar la FCA a cualquier RCST.

La FCA no debe hacerse corresponder con ninguna categoría de tráfico, dado que la disponibilidad varía constantemente. La capacidad asignada en esta categoría está prevista como capacidad de gratificación que puede utilizarse para reducir los retrasos en todo tipo de tráfico capaz de tolerar fluctuaciones del retraso.

7 Acceso múltiple

La capacidad de acceso múltiple es un acceso múltiple por división en el tiempo de frecuencia múltiple (AMDT-FM) de segmento fijo o dinámico. El RCST debe indicar su capacidad utilizando el campo AMDT-FM presente en la ráfaga CSC.

7.1 AMDT-FM

El esquema de acceso al satélite es el acceso múltiple por división en el tiempo de frecuencia múltiple (AMDT-FM). El AMDT-FM permite a un grupo de RCST ponerse en comunicación con una pasarela utilizando un conjunto de frecuencias de portadora, cada una de las cuales se divide en intervalos de tiempo. El NCC atribuirá a cada RCST activo una serie de ráfagas, las cuales están definidas por una frecuencia, una anchura de banda, un tiempo de inicio y una duración.

8 Seguridad, identidad y encriptado

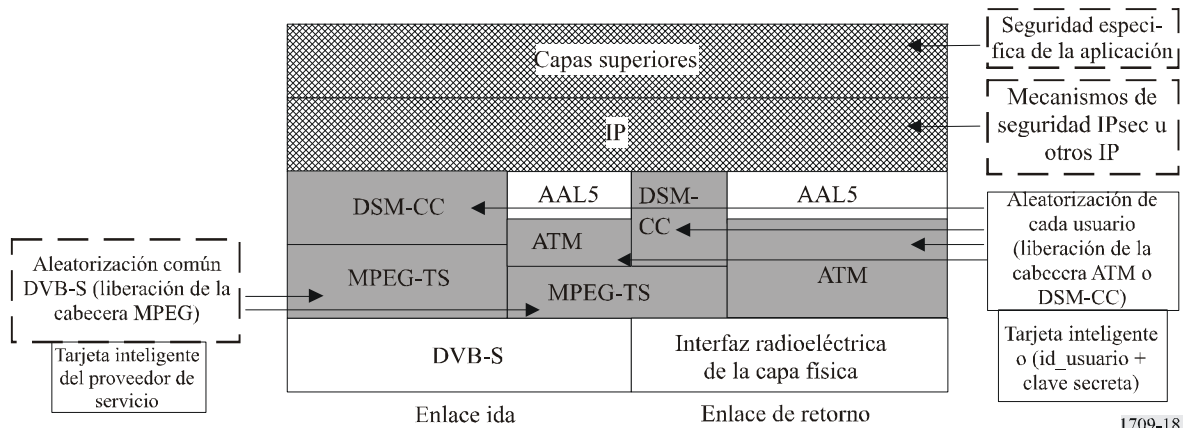
La seguridad tiene como objetivo brindar protección a la identidad de usuario incluidos su ubicación exacta, el tráfico de señalización destinado al usuario y a partir del mismo, el tráfico de datos dirigido al usuario y a partir del mismo, e impedir al operador/usuario utilizar la red sin la autorización y el abono adecuados. Pueden aplicarse tres niveles de seguridad a las distintas capas:

- aleatorización común DVB en el enlace de ida (el proveedor de servicio podría solicitarlo);
- aleatorización de usuario particular de la red interactiva de satélite en el enlace de ida y de retorno;
- mecanismos de seguridad de la capa IP o superiores (el proveedor de servicio o el proveedor de contenido podrían utilizarlos).

Aunque el usuario/proveedor de servicio puede utilizar sus propios sistemas de seguridad por encima de la capa del enlace de datos, sería recomendable crear un sistema de seguridad en la capa del enlace de datos de manera que el sistema se encuentre inherentemente protegido en la sección del satélite sin tener que adoptar medidas de protección suplementarias. Además, dado que el enlace de ida de la red interactiva de satélite se basa en la Norma DVB/MPEG-TS, puede aplicarse el mecanismo de aleatorización común DVB, pero no es necesario (únicamente se añadiría una protección adicional a todo el tren de control para los usuarios no abonados). Este concepto se ilustra en la Fig. 18.

FIGURA 18

Capas de seguridad para la red interactiva de satélite (ejemplo)



Anexo 4

Especificaciones de la interfaz radioeléctrica para las comunicaciones mundiales de banda ancha entre estaciones terrenas y satélites regenerativos sobre la base de la Norma ETSI BSM/RSM-A

ÍNDICE

	<i>Página</i>	
1	Objetivo	33
2	Panorama general de la interfaz radioeléctrica RSM-A	33
2.1	Descripción de la RSM-A.....	33
2.2	Arquitectura de protocolo RSM-A	34
3	Capa física	35
3.1	Enlace ascendente	37
3.1.1	Codificación	38
3.1.2	Estructura de trama	38
3.1.3	Modulación	39
3.1.4	Modos portadora del enlace ascendente.....	39
3.1.5	Control de potencia del enlace ascendente (ULPC).....	40

	<i>Página</i>
3.2	Enlace descendente 41
3.2.1	Codificación 42
3.2.2	Estructura de la trama 42
3.2.3	Modulación 43
3.2.4	Modos portadora del enlace descendente..... 44
3.3	Otras funciones de la capa PHY 44
4	Capa de enlace de datos 44
4.1	Funciones de la subcapa SLC 44
4.2	Subcapa SMAC 45
4.3	Modos de funcionamiento 46
4.4	Clase de servicio (CoS) y conceptos afines 46
4.5	Asignación de los recursos de gestión de la anchura de banda y gestión de la cola..... 48
4.5.1	Sesiones basadas en la velocidad 49
4.5.2	Sesiones basadas en el volumen..... 49
4.5.3	Acceso en modo contienda 49
4.5.4	Aloha persistente (PA) 49
5	Módulo de acceso de seguridad – Descripción funcional 49

1 Objetivo

Este Anexo ofrece una introducción detallada de la interfaz radioeléctrica que actualmente ha publicado la ETSI como especificaciones SES/BSM RSM-A (véanse las Normas ETSI TS 102 188-1~7 y 102 189-1~3).

2 Panorama general de la interfaz radioeléctrica RSM-A

2.1 Descripción de la RSM-A

La ETSI ha publicado la interfaz radioeléctrica como las especificaciones SES/BSM RSM-A (véanse las Normas ETSI TS 102 188-1~7 y 102 189-1~3). En los siguientes apartados se hace un resumen de esta interfaz radioeléctrica. Esta norma sobre la interfaz radioeléctrica especifica las capas físicas y de enlace de datos que se encuentran por debajo de la ETSI SES/BSM denominadas punto de acceso al servicio independiente del satélite (SI-SAP) (véase la Norma ETSI TS 102 292).

El sistema RSM-A utiliza un satélite regenerativo que soporta una topología completamente en malla, en la que los datos pueden transmitirse entre cualquier par de terminales de satélite en un tramo sencillo.

Todos los terminales de satélite utilizan la misma interfaz radioeléctrica que emplea transmisiones AMDF-AMDT en el enlace ascendente dirigidas al satélite y MDT en el enlace descendente desde el satélite. Los distintos tamaños de la plataforma de transmisión admiten velocidades de ráfaga de datos de usuario desde unos pocos kbit/s hasta varios Mbit/s.

El enlace ascendente utiliza haces puntuales que ofrecen cobertura a las células geográficamente distribuidas a través de la zona de cobertura del satélite. El enlace descendente también utiliza haces puntuales para servicios punto a punto, pero además de estos enlaces puntuales, existen otros haces con forma de enlaces descendentes que cubren una porción reconfigurable de la zona de cobertura del satélite.

El satélite asigna una anchura de banda de enlace ascendente en cada haz a cada uno de los terminales, según las necesidades. Todos los paquetes que se reciben en el satélite procedentes de todos los haces se recuperan y se reenvían a sus haces de enlace descendente de destino por cada campo de dirección MAC en la cabecera de paquete. Los paquetes destinados al mismo haz de destino se agrupan y se transmiten en el sentido del enlace descendente a través de ráfagas de portadora MDT a muy alta velocidad. Tanto el usuario final como los tipos de terminal de pasarela comparten dinámicamente y de manera flexible la anchura de banda total disponible, según las necesidades, para soportar el flujo de tráfico en cada sentido.

2.2 Arquitectura de protocolo RSM-A

La arquitectura de red ETSI/BSM (véase la Norma ETSI TS 102 292) hace una división entre las funciones dependientes del satélite y las funciones independientes del satélite. El propósito de esta división se explica a continuación:

- separar los aspectos característicos del satélite (es decir, un satélite OSG en la banda Ka con conmutación por paquetes) de la capa superior independiente del satélite. Se hace esta distinción para facilitar los futuros avances en el mercado, en particular los avances relacionados con el protocolo de la capa IP;
- ofrecer flexibilidad para la adición de diferentes soluciones basadas en el segmento de mercado en las capas superiores (por ejemplo, intermediarios para el mejoramiento de la calidad de funcionamiento (PEP) y pasarelas de aplicación).

Esta interfaz se denomina punto de acceso al servicio independiente del satélite (SI-SAP) (véase la Norma ETSI TS 102 292). En el modelo de capas OSI, el SI-SAP se sitúa entre el enlace y las capas de red.

La arquitectura de protocolo para la configuración básica entre terminales de satélite (ST-to-ST) se muestra en la Fig. 19. Dentro de cada ST, el SI-SAP ofrece la interfaz para las capas básicas RSM-A, compuestas por el control del enlace de satélite (SLC), el control de acceso al medio por satélite (SMAC) y las capas PHY.

El satélite regenerativo pone a disposición una funcionalidad de capa MAC, tal como anchura de banda por demanda (BoD); conmutación por paquetes MAC y replicación MAC.

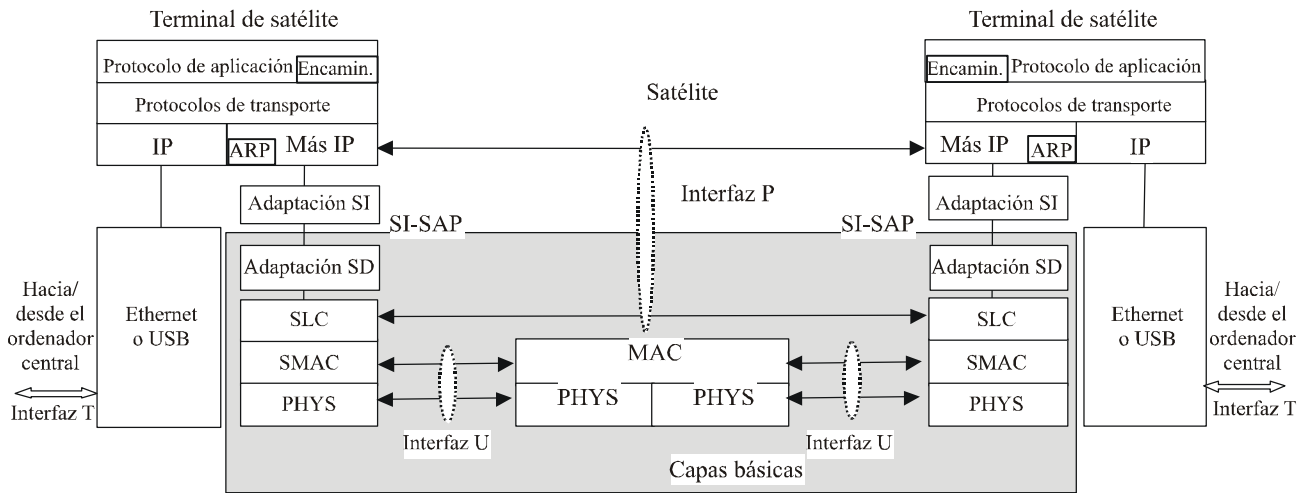
La capa PHY se describe detalladamente en la especificación de la capa física BSM RSM-A (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7) y en el § 3 de este Anexo.

La capa de enlace de datos brinda el verdadero servicio de transporte a través de la red RSM-A. Esta capa se divide en dos subcapas: la subcapa SLC y la subcapa SMAC. Estas subcapas se describen detalladamente en la especificación sobre la capa BSM RSM-A SLC/SMAC (véase la ETSI TS 102 189-1~3) y en el § 4 de este Anexo.

La Norma RSM-A también especifica un módulo de acceso de seguridad (SAM, *security access module*) para garantizar la protección de la capacidad. En el § 5 de este Anexo se resume la interfaz situada entre el ST y el SAM.

FIGURA 19

Arquitectura de referencia de protocolo de datos de usuario RSM-A general simplificada

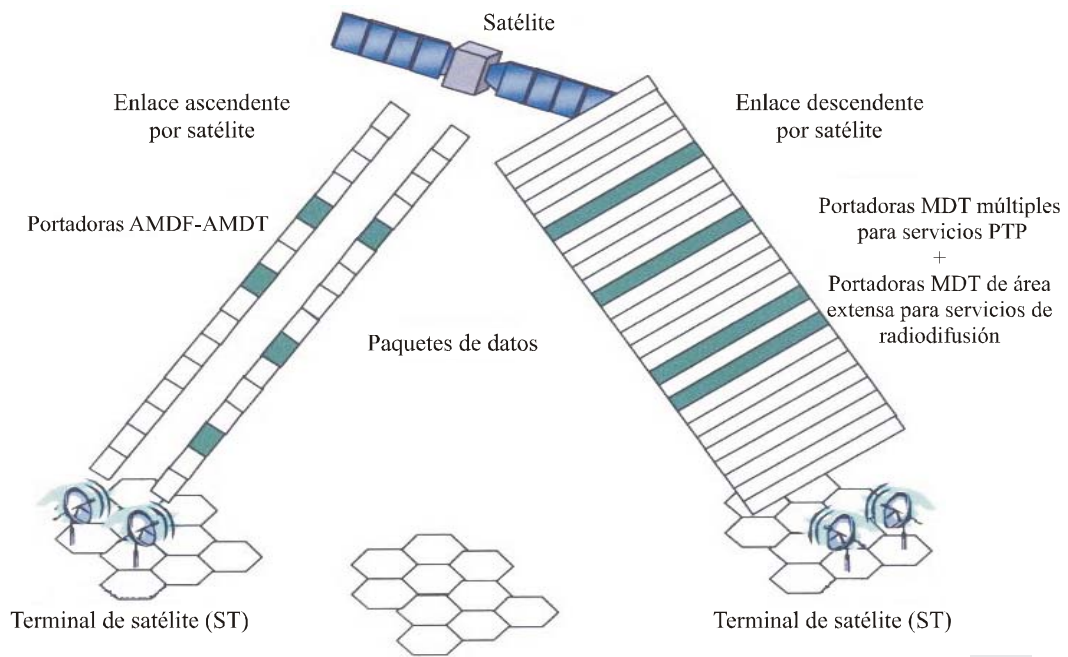


1709-19

3 Capa física

FIGURA 20

Panorama general de la capa física

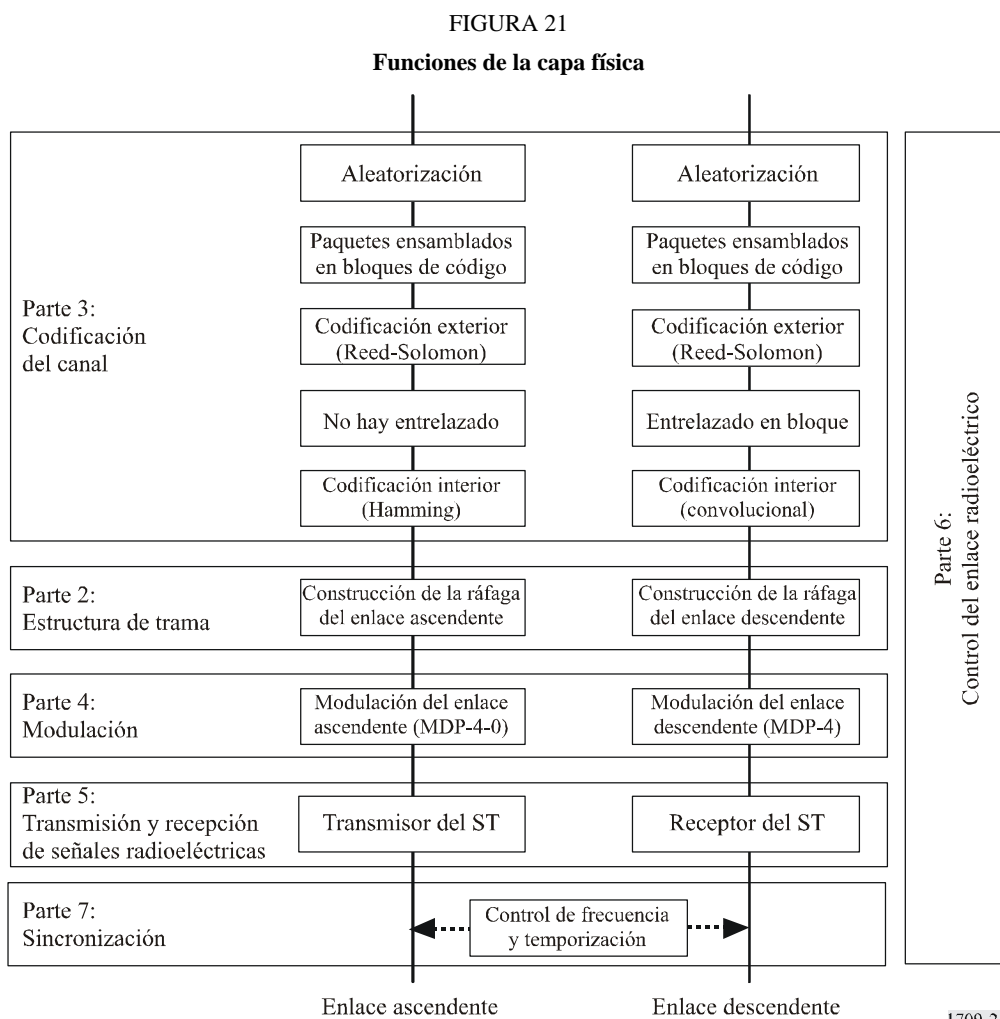


1709-20

El enlace ascendente y el enlace descendente utilizan diferentes formatos de transmisión tal como se ilustra en la Fig. 20:

- *Enlace ascendente por satélite:* El enlace ascendente por satélite está compuesto por un conjunto de portadoras de AMDF-AMDT. Cada célula del enlace ascendente funciona como una serie de portadoras separadas. Existen distintos modos de portadora AMDF-AMDT que soportan velocidades de ráfaga de datos-usuario desde 128 kbit/s hasta 16 Mbit/s.
- *Enlace descendente por satélite:* El enlace descendente por satélite está compuesto por un conjunto de portadoras de MDT. Cada portadora MDT contiene el tráfico de usuario de una determinada zona geográfica y el conjunto de portadoras MDT puede redireccionarse en cada intervalo de tiempo del enlace descendente para prestar servicio a las distintas células del enlace descendente. La capacidad del enlace descendente de cada satélite puede atribuirse entre servicios punto a punto y de radiodifusión, en función de las necesidades y/o de la hora del día.

Las funciones de la capa física se ilustran en la Fig. 21.



1709-21

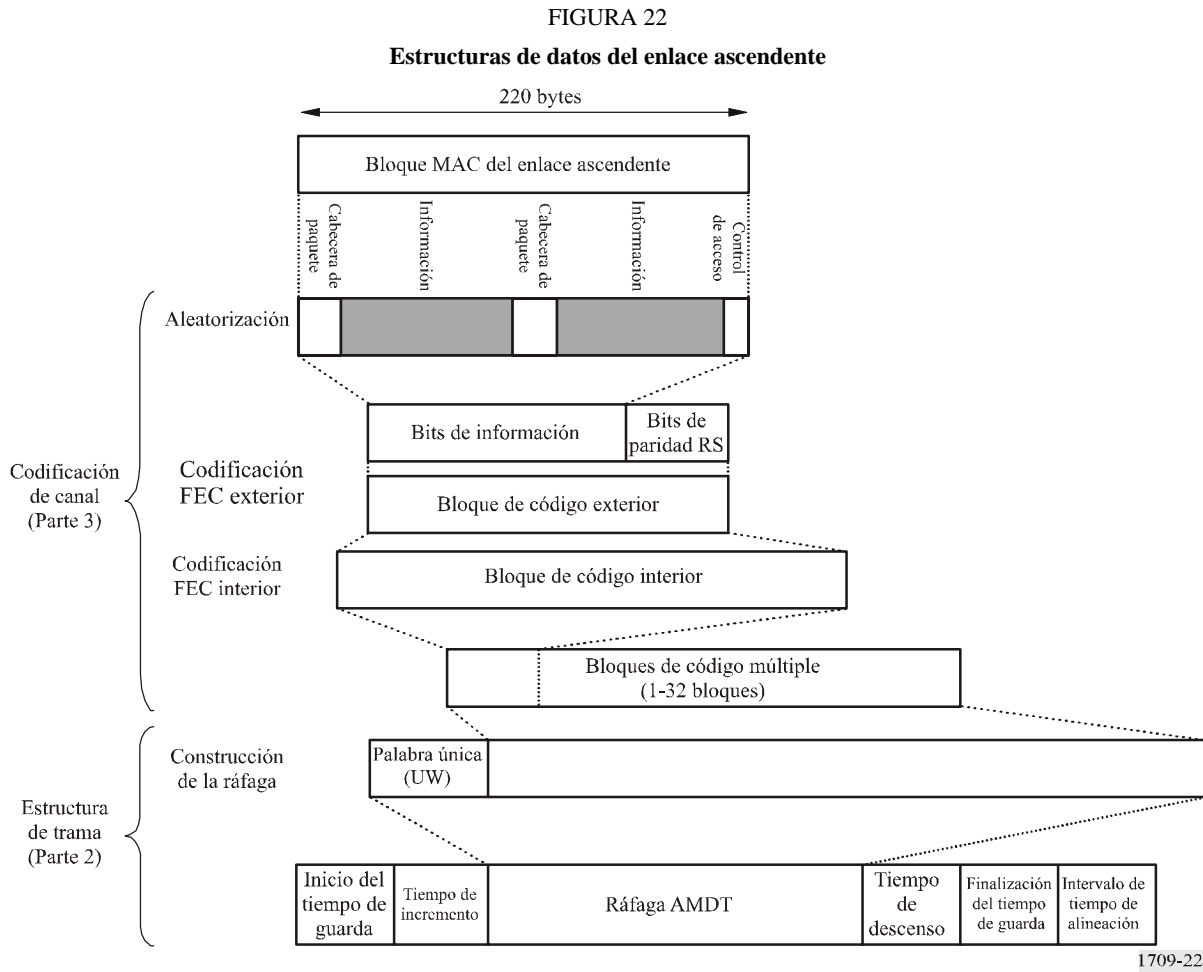
MDP-4: modulación por desplazamiento de fase en cuadratura

MDP-4-0: modulación por desplazamiento de fase en cuadratura descentrada

En los puntos a continuación se hace una breve descripción de las funciones de la capa PHY. Las especificaciones detalladas de estas funciones se dan en la especificación RSM-A, tal como se explica a continuación.

3.1 Enlace ascendente

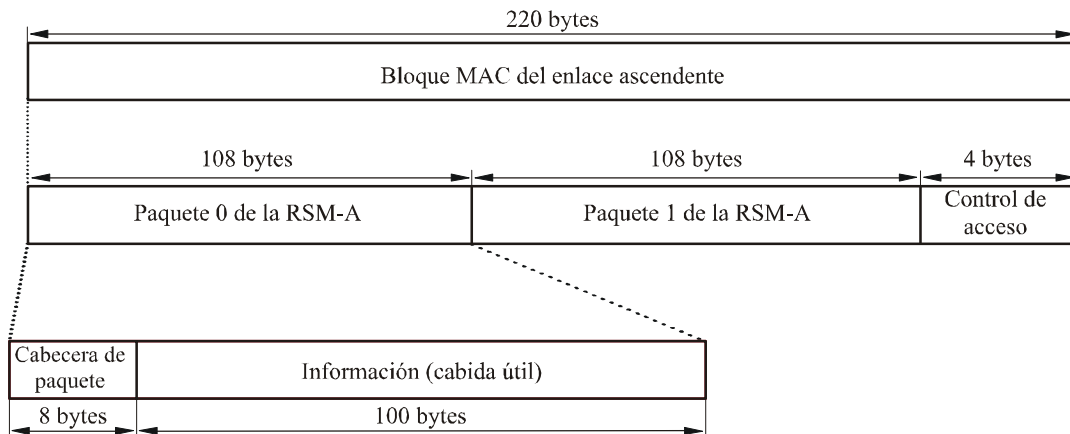
En la Fig. 22 se ofrece una visión general de las estructuras de datos del enlace ascendente.



Los datos se intercambian con la capa SMAC como en un bloque MAC del enlace ascendente que contiene dos paquetes RSM-A más un campo de control de acceso. Este bloque MAC se aleatoriza y ensambla de manera selectiva en la parte superior de la capa PHY. Se continúa con dos etapas de codificación FEC (codificación exterior seguida por una codificación interior). Finalmente, los bloques de código múltiple se ensamblan en una ráfaga AMDT única; el número de bloques de código en la ráfaga depende del modo portadora del enlace ascendente.

Dos paquetes se combinan en un bloque único y una cabecera de control de acceso de 4 bytes se anexa al bloque MAC del enlace ascendente no codificado completamente tal como se ilustra en la Fig. 23.

FIGURA 23

Ensamblaje del bloque MAC del enlace ascendente

1709-23

Las funciones de aleatorización del enlace ascendente y de ensamblaje del bloque MAC del enlace ascendente se definen en la Parte 3 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

3.1.1 Codificación

El bloque MAC del enlace ascendente no codificado se codifica pues en dos etapas:

- un código exterior Reed-Solomon que utiliza un código RS (244,220);
- un código interior Hamming con un código de bloque (12,8).

Esto da como resultado un bloque de código codificado de 366 bytes.

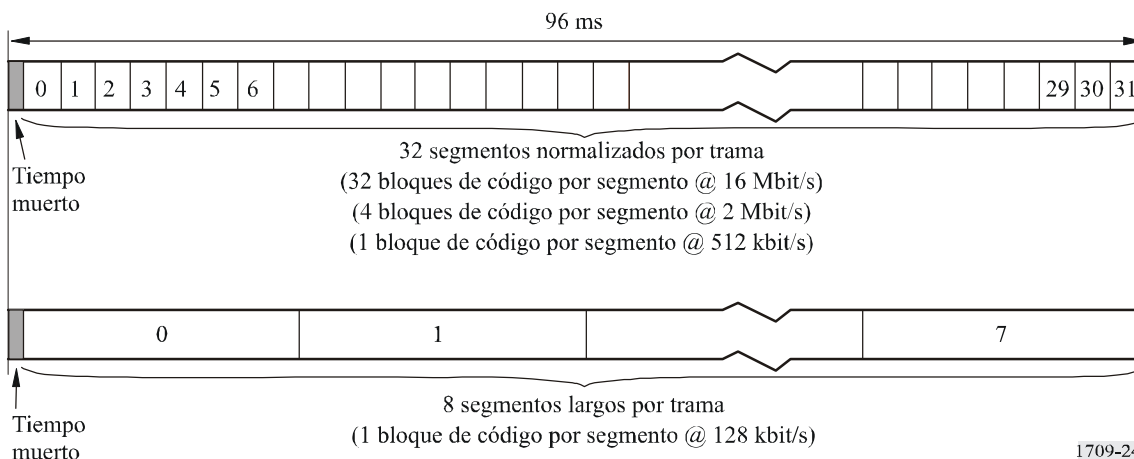
Las funciones de codificación del enlace ascendente se definen en la Parte 3 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

3.1.2 Estructura de trama

Existen cuatro posibles modos portadora AMDF de: 128 kbit/s, 512 kbit/s, 2 Mbit/s y 16 Mbit/s.

Cada portadora del enlace ascendente funciona con una de las dos estructuras de trama AMDT del enlace ascendente, tal como se muestra en la Fig. 24.

FIGURA 24

Estructura de trama de enlace ascendente

1709-24

Cada portadora se divide en un periodo de tiempo muerto seguido por un número fijo de intervalos de tiempo para la transmisión de bloques de código. El número de intervalos de tiempo es una función del formato del segmento AMDT como se muestra a continuación:

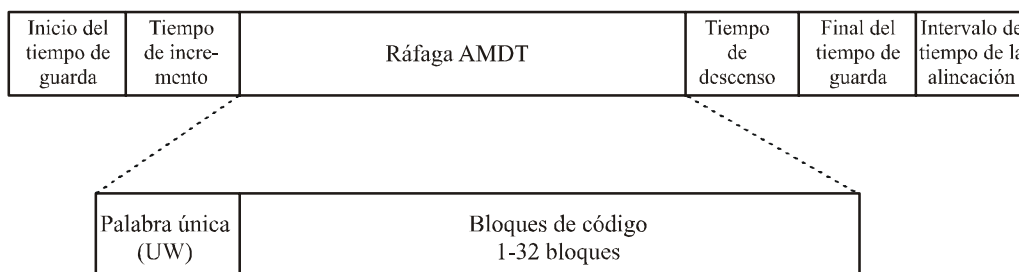
- La trama del enlace ascendente está formada por 32 segmentos normalizados para los modos portadora de 16 Mbit/s, 2 Mbit/s y 512 kbit/s.
- La trama del enlace ascendente está formada por 8 segmentos largos para el modo portadora de 128 kbit/s.

Las estructuras de la trama del enlace ascendente y las estructuras de ráfagas se definen en la Parte 2 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

Los modos portadora AMDF-AMDT pueden configurarse de manera flexible para cada célula a fin de suministrar velocidades de datos de usuario que van desde 128 kbit/s hasta más de 16 Mbit/s. En cada portadora AMDF, los intervalos de tiempo AMDT se atribuyen dinámicamente: cada segmento puede atribuirse para el acceso múltiple (es decir contienda) o para el acceso de reserva (es decir para un ST específico).

Una ráfaga AMDT única se coloca dentro de cada intervalo de tiempo. Cada ráfaga está precedida y seguida por un tiempo de guarda y un tiempo de incremento de potencia, tal como se ilustra en la Fig. 25. El tiempo de guarda se utiliza para evitar la interferencia entre los intervalos de tiempo adyacentes y los tiempos de incremento de potencia se utilizan para activar y desactivar la portadora del enlace ascendente.

FIGURA 25
Segmento del enlace ascendente y estructura de ráfaga
(no se utiliza para medir)



1709-25

La ráfaga AMDT está compuesta por una palabra única (UW, *unique word*) que se utiliza para la sincronización, seguida de un campo de tráfico compuesto por entre 1 y 32 bloques de código. El número de bloques de código depende del modo portadora.

Las estructuras de la ráfaga del enlace ascendente se definen en la Parte 2 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

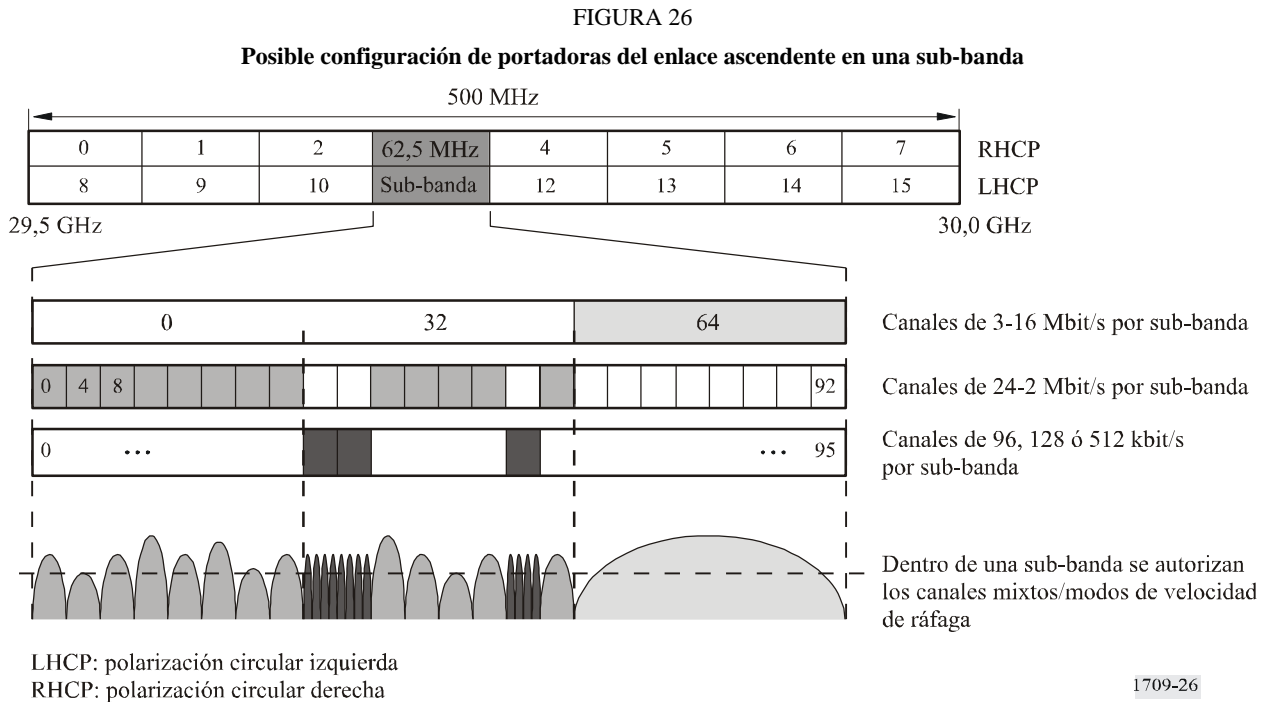
3.1.3 Modulación

El enlace ascendente utiliza la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura descentrada (MDP-4-O). El modo portadora determina la velocidad de modulación. Las funciones de la modulación del enlace ascendente se definen en la Parte 4 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

3.1.4 Modos portadora del enlace ascendente

La banda de frecuencias del enlace ascendente de 500 MHz se divide en 16 sub-bandas de 62,5 MHz; 8 sub-bandas destinadas a cada una de las dos polarizaciones.

Cada sub-banda del enlace ascendente puede configurarse independientemente para una combinación de modos portadora de 128 kbit/s, 512 kbit/s, 2 Mbit/s o 16 Mbit/s. En la Fig. 26 se ilustra la posible configuración de una sub-banda.



La anchura de banda de portadora para un modo portadora de velocidad reducida de 128 kbit/s y para un modo portadora de 512 kbit/s es de $651\,041^{2/3}$ Hz. Este valor se obtiene dividiendo una sub-banda del enlace ascendente de 62,5 MHz en 96 portadoras del enlace descendente equidistantes. Las portadoras de 128 kbit/s o 512 kbit/s se designan 0, 1, 2 a 95, y corresponden a la frecuencia de funcionamiento cada vez mayor.

La anchura de banda de portadora para un modo portadora de 2 Mbit/s es $2\,604\,166^{2/3}$ Hz. Este valor se obtiene dividiendo una sub-banda del enlace descendente de 62,5 MHz en 24 portadoras del enlace ascendente equidistantes. Las portadoras de 2 Mbit/s se designan 0, 4, 8, a 92, y corresponden a la frecuencia de funcionamiento cada vez mayor.

La anchura de banda de portadora para un modo portadora de 16 Mbit/s es $20\,833\,333^{1/3}$ Hz. Este valor se obtiene dividiendo una sub-banda del enlace ascendente de 62,5 MHz en tres portadoras del enlace ascendente equidistantes. Las portadoras de 16 Mbit/s se designan 0, 32 y 64, que corresponden a la frecuencia de funcionamiento cada vez mayor.

3.1.5 Control de potencia en el enlace ascendente (ULPC)

La función de control de potencia en el enlace ascendente (ULPC, *uplink power control*) se utiliza para controlar la potencia de transmisión del ST a fin de alcanzar los siguientes objetivos:

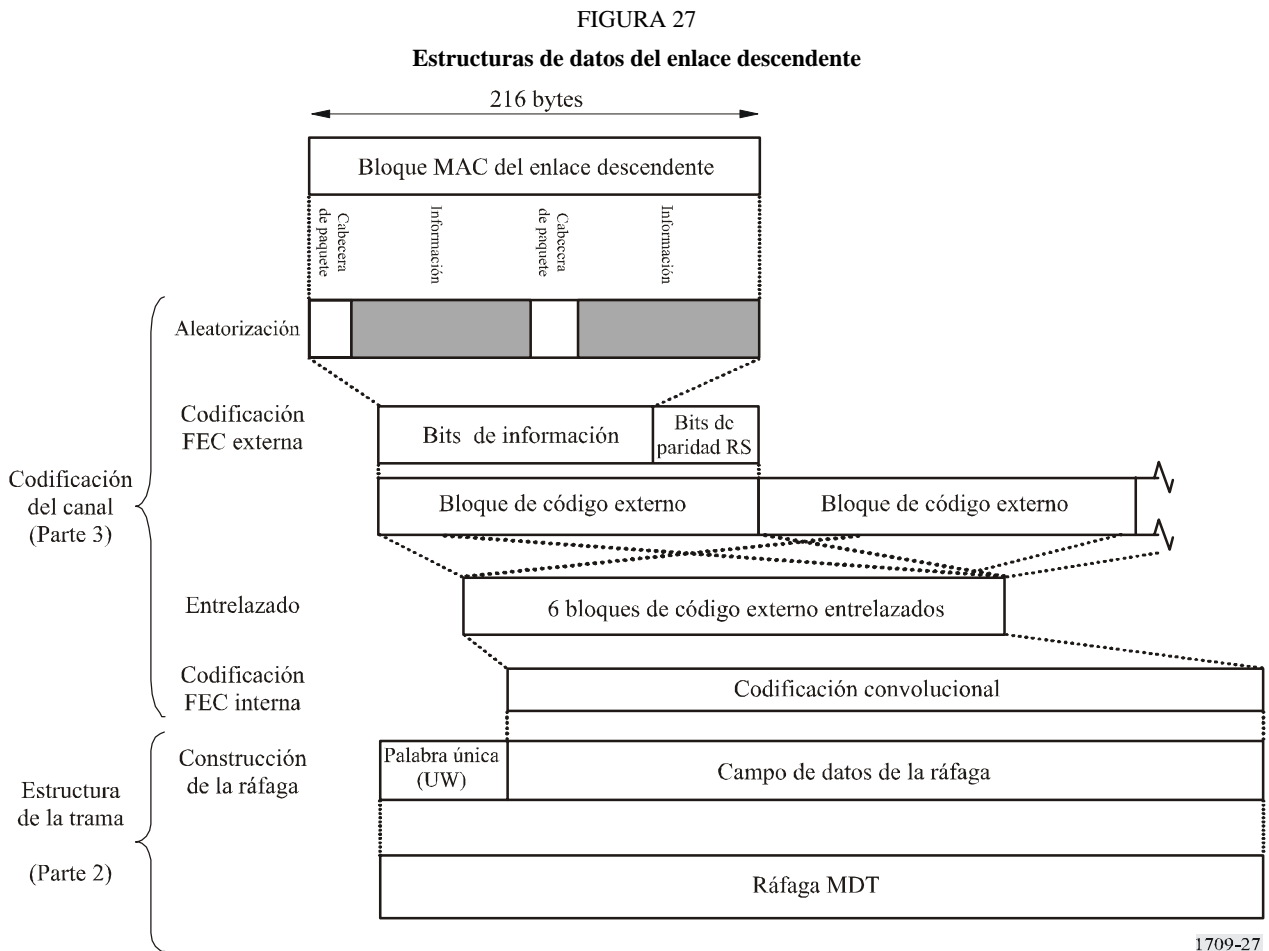
- minimizar la interferencia, en particular en condiciones de cielo despejado;
- garantizar márgenes adecuados contra la interferencia y los efectos atmosféricos para alcanzar los objetivos de velocidad de pérdida de paquetes del enlace ascendente y de error de control de la potencia;
- compensar las imperfecciones de radiofrecuencia del ST, tales como la variación de la contraposición con la frecuencia.

La función ULPC se distribuye entre el satélite y los ST y utiliza un bucle de control doble: cada ST ajusta su potencia de transmisión del enlace ascendente por cada frecuencia de portadora basándose en las mediciones locales de la potencia de la radiobaliza del enlace descendente junto con la recepción de paquetes de respuesta del satélite.

Las funciones del control de potencia del enlace ascendente se definen en la Parte 6 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

3.2 Enlace descendente

En la Fig. 27 se ofrece un panorama general de las estructuras de datos del enlace descendente.

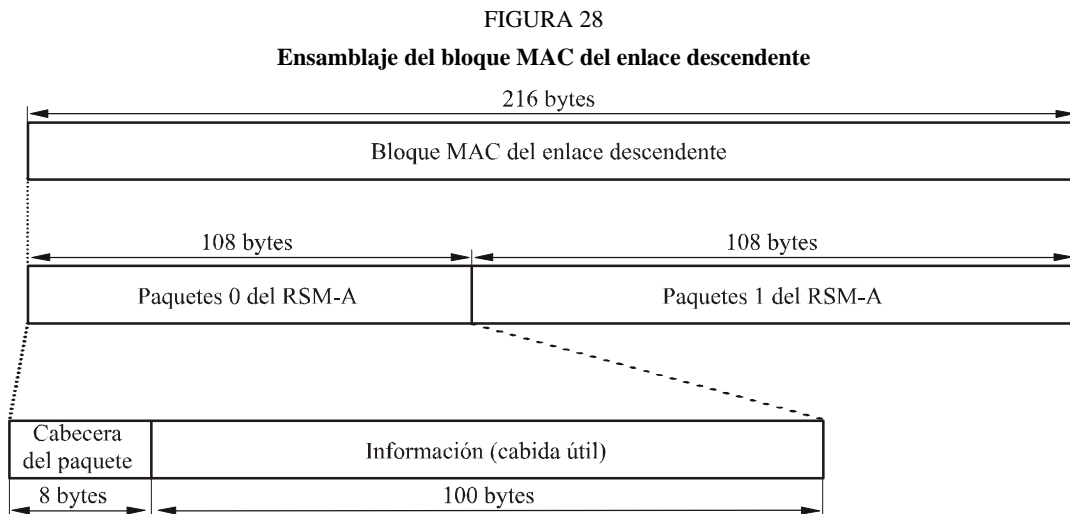


Los datos del enlace descendente se transmiten en ráfagas MDT de gran tamaño, cada una de las cuales contiene seis bloques de código entrelazados. Lo anterior trae como resultado la decodificación FEC seguida del descentrelazado.

Los datos se intercambian con la capa SMAC en forma de un bloque MAC del enlace descendente que contiene dos RSM-A. Este bloque MAC se aleatoriza y se ensambla de manera selectiva en la parte superior de la capa PHY. Seguidamente vienen dos etapas de codificación FEC (codificación externa y codificación interna) separadas por una etapa de entrelazado. Los bloques de código entrelazados se ensamblan en una ráfaga MDT única.

En los siguientes subapartados se suministran más detalles de estas estructuras de datos y de las funciones conexas.

Los dos paquetes se combinan en un bloque MAC de enlace descendente único tal como se ilustra en la Fig. 28.



1709-28

Las funciones de aleatorización del enlace descendente y de ensamblaje del bloque MAC del enlace descendente se definen en la Parte 3 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

3.2.1 Codificación

Un total de seis bloques MAC del enlace descendente se combinan en cada una de las ráfagas del enlace descendente en tres etapas:

- Cada bloque MAC del enlace descendente sin codificar se codifica por separado con un código Red-Solomon externo que utiliza un código RS (236,216).
- Los seis bloques de códigos codificados resultantes se entrelazan en bloque.
- Los bloques de códigos entrelazados se codifican con un código de convolución interna de velocidad de 2/3.

Las salidas del intercalador se dividen en cuatro trenes independientes. Cada tren de salida está compuesto de un total de 2 838 bits (entrada de 354 bytes más seis bits de evacuación) en la entrada del codificador interno y un total de 4 257 bits en la salida del codificador.

Las funciones de codificación del enlace descendente se definen en la Parte 3 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

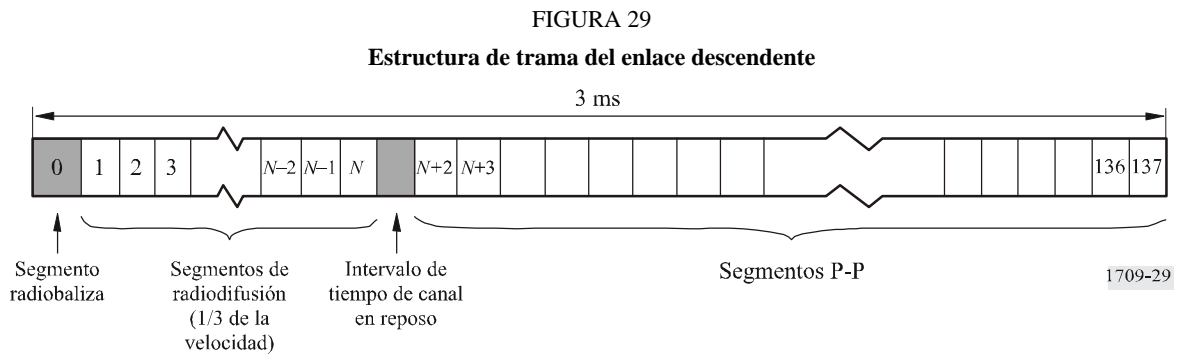
3.2.2 Estructura de la trama

La trama del enlace descendente está compuesta por un segmento de radiobaliza, segmentos de radiodifusión, un intervalo de tiempo de canal en reposo y segmentos punto a punto (P-P), tal como se ilustra en la Fig. 29.

El segmento de radiobaliza se utiliza para transmitir una porción de una secuencia PN de 0,768 s para sincronizar el ST con la temporización del satélite. También se utiliza para sincronizar los contadores de trama del enlace ascendente y del enlace descendente.

Los segmentos de radiodifusión se programan antes de la transmisión P-P. Un intervalo de radiodifusión es tres o cuatro veces más largo que el intervalo P-P, dependiendo de la velocidad de transmisión del modo radiodifusión (es decir, 1/3 de la velocidad o 1/4 de la velocidad, respectivamente).

Los intervalos de tiempo de canal en reposo se producen una vez por cada trama de intervalo para llevar a cabo las funciones del sistema.



La velocidad de transmisión es la velocidad total durante los intervalos de tiempo P-P. La velocidad de transmisión durante el segmento de radiobaliza y el intervalo de tiempo de canal en reposo corresponde a 1/3 de la velocidad y la velocidad de transmisión durante los segmentos de radiodifusión corresponde a 1/3 ó 1/4 de la velocidad. La estructura de trama ofrece un número variable de segmentos de radiodifusión (atribuidos en incrementos de tres o cuatro intervalos P-P, dependiendo de la velocidad), junto con los segmentos que aún no han sido atribuidos al P-P. Se soportan las siguientes gamas de configuración:

Modo radiodifusión	Número de segmentos de radiodifusión	Número de intervalos P-P
Segmentos de radiodifusión de 1/3 de la velocidad	0 a 45	1 a 136
Segmentos de radiodifusión de 1/4 de la velocidad	0 a 34	0 a 136

Las estructuras de trama del enlace descendente se definen en la Parte 2 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

El ST determina el número de segmentos de radiodifusión y el modo radiodifusión a través de la difusión de información del sistema, tal como se define en la especificación RSM-A SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

3.2.3 Modulación

La modulación del enlace descendente es MDP-4 y se define en la Parte 4 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188 1~7).

3.2.4 Modos portadora del enlace descendente

El enlace descendente funciona con una portadora única en una de las dos polarizaciones. El sistema logra reutilizar la frecuencia recurriendo a la polarización de manera independiente en cada haz del enlace descendente. La polarización del enlace descendente de radiobaliza, radiodifusión, en reposo y P-P es independiente de la polarización del enlace ascendente.

Además, la portadora del enlace descendente puede funcionar utilizando uno de los tres modos existentes. Estos modos se denominan velocidad completa, 1/3 de la velocidad y 1/4 de la velocidad correspondiente a la velocidad de modulación de la ráfaga de la portadora:

- 1/3 de la velocidad – El enlace descendente transmite a una velocidad de $133^{1/3} \times 10^6$ MDP-4 símbolos/s (es decir, cada uno de los brazos I y Q del modulador funciona a una velocidad de símbolo de $133^{1/3} \times 10^6$ MDP-2 símbolos/s).
- 1/4 de la velocidad – El enlace descendente transmite a una velocidad de 100×10^6 MDP-4 símbolos/s (es decir, cada uno de los brazos I y Q del modulador funciona a una velocidad de símbolo de 100×10^6 MDP-2 símbolos/s).
- Velocidad completa – El enlace descendente transmite a una velocidad de 400×10^6 MDP-4 símbolos/s (es decir, cada uno de los brazos I y Q del modulador funciona a una velocidad de símbolo de 400×10^6 MDP-2 símbolos/s).

3.3 Otras funciones de la capa PHY

La transmisión de la capa PHY entraña otras funciones, entre las que cabe mencionar:

- Las transmisiones radioeléctricas desde el ST y el receptor del ST se necesitan para alcanzar algunos niveles mínimos de calidad de funcionamiento. Además, las emisiones de frecuencias radioeléctricas desde el ST se necesitan para ajustarse a las normas relevantes. Estos requisitos se definen en la Parte 5 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).
- Las mediciones y subprocedimientos utilizados para la adquisición inicial por el ST, y para seleccionar el modo de enlace descendente y controlar la potencia del enlace ascendente durante el funcionamiento normal. Estas funciones se definen en la Parte 6 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).
- La sincronización del receptor ST con respecto a la frecuencia y el tiempo (adquisición de tiempo y alineación de la trama de tiempo). Estas funciones se definen en la Parte 7 de la especificación de la capa PHY (véase la Norma ETSI TS 102 188-1~7).

4 Capa de enlace de datos

La capa de enlace de datos está compuesta por dos subcapas, la subcapa SLC y la subcapa SMAC.

4.1 Funciones de la subcapa SLC

La capa de control de enlace de satélite se encarga de la entrega de paquetes de extremo a extremo desde un ST a otro. Las funciones de la subcapa SLC son:

- Generar ID de sesión y correlacionar los paquetes entrantes en la sesión correspondiente.
- Procedimientos de reconocimiento y reconciliación de la capacidad al inicio de la sesión. Cuando dos ST de diferentes capacidades tienen que comunicarse entre sí, el ST que transmite comienza estableciendo un modo de transmisión que considera el receptor puede soportar y luego, basándose en la respuesta del receptor, puede modificar el modo para que éste sea más compatible y/o más óptimo.

- Cálculo de un CRC de detección de errores.
- Elaboración de unidades de datos con ampliación (EDU) a partir de unidad de datos de servicio (SDU, *service data units*).
- Segmentación de las EDU en segmentos y anexión de las correspondientes cabeceras SLC. En el ST receptor, la entidad SLC correspondiente tiene que reensamblar la aplicación EDU.
- Construcción de unidades de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) SLC.

4.2 Subcapa SMAC

La capa SMAC controla la manera en que el ST utiliza los recursos del enlace ascendente. Los recursos del enlace ascendente descritos a continuación son una combinación de canales de contienda y recursos especializados. La SMAC debe llevar a cabo las siguientes tareas:

- La SMAC combina múltiples sesiones SLC y las multiplexa en uno o varios canales de datos del enlace ascendente comunes (UDC, *up-link data channel*).
- La SMAC examina el servicio de transporte de datos de usuario (UDTS, *user data transport service*) y la prioridad de la SDU y correlaciona la SDU a un servicio de entrega de paquetes (PDS, *packet delivery service*).
- La SMAC crea un paquete RSM-A añadiendo una cabecera MAC a un SLC-PDU.
- La capa SMAC debe señalar las subclases adecuadamente, tal como se indica en el perfil de la clase de servicio (CoS) conexo.
- La SMAC funciona en forma de colas. Para cada PDS puede haber una o varias colas. Cada paquete RSM-A se pone en una cola basándose en el PDS y en la información de configuración interna. Para conservar el orden de los paquetes RSM-A, éstos no pueden moverse entre las colas, pero la manera en que se entregan puede variar.
- La SMAC ejecuta el algoritmo adecuado sin interrupción para obtener los recursos de la red. El ST negocia la cabida útil con el satélite utilizando el protocolo de control de la anchura de banda.
- La capa SMAC combina los paquetes RSM-A en bloques y asigna segmentos para cada uno de los bloques. Los bloques se agrupan en la capa de transmisión para la creación de ráfagas junto con la información del intervalo de tiempo. En el lado recepción se realiza el proceso inverso.
- La SMAC interactúa con el módulo de acceso de seguridad (SAM) para crear la función del campo de control de acceso (ACF, *access control field*) destinada a todos los bloques MAC que se transmiten en la interfaz U.
- En el lado recepción, la capa SMAC recibe los paquetes RSM-A entrantes y los clasifica basándose en la dirección RSM-A de destino. Los paquetes pueden utilizar la dirección de destino de unidifusión de cualquiera de los puertos del ST y/o algunas identidades del grupo multidifusión (MGID). Estas MGID son una combinación de MGID reservadas previamente para el centro operacional de control de la red (NOCC, *network operation control centre*) para la transmisión del ST (que ha de supervisarse en todo momento) y las (MGID, *multicast group identity*) utilizadas para la transmisión multidifusión usuario a usuario.

4.3 Modos de funcionamiento

La subcapa SMAC funciona de dos maneras. Existe un modo de anchura de banda por demanda (BoD) y el modo enlace ascendente de gran volumen (HVUL, *high volume uplink*).

Cuando la subcapa funciona en el modo BoD, el ST comparte todos los recursos del enlace ascendente con otros ST situados en la misma zona geográfica basándose en la configuración. El ST utiliza los canales de contienda para acceder inicialmente al sistema. El protocolo de control de la anchura de banda debe ejecutarse continuamente para lograr que se asignen los recursos destinados a los canales especializados del enlace ascendente. El sistema Aloha a intervalos y los protocolos Aloha persistentes se utilizan para obtener los recursos en los canales de contienda del enlace ascendente. Se necesitan continuamente todos los ST para controlar la cantidad de recursos que utilizan valiéndose de un mecanismo colector de testigos.

Cuando la subcapa funciona en modo HVUL existen varios conjuntos de recursos del enlace ascendente que son de uso exclusivo del ST, sin que el ST tenga que utilizar ningún protocolo o hacer alguna solicitud explícita a la red. Por consiguiente, el ST no tiene que utilizar los canales de contienda, ni aplicar el protocolo de control de la anchura de banda. No hay un control de flujo basado en el colector de testigos, porque los recursos no se comparten. Sin embargo, se necesita el ST para garantizar que los recursos del enlace ascendente se distribuyen entre las regiones del enlace descendente basándose en la configuración del NOCC. Esto garantiza un tratamiento equitativo de los trenes de datos para todos los destinos en el ST.

4.4 Clase de servicio (CoS) y conceptos afines

La calidad de servicio (QoS) es la noción abstracta de la manera idónea en que cierto tráfico se lleva a su destino, teniendo en cuenta las necesidades de ese tráfico. Dado que, por lo general, los diferentes tipos de tráfico tienen diferentes requisitos de QoS, el tráfico se clasifica en diferentes clases de tráfico BSM (véase la Norma ETSI TS 102 295) o clases de servicio (abreviada: CoS). El tráfico de una determinada CoS puede transportarse de diferentes maneras con el propósito de ofrecer la QoS adecuada para tal tráfico. Las clases de tráfico BSM son una adaptación de las clases de QoS de la Recomendación UIT-T Y.1541, tal como se muestra en el Cuadro 3.

En la RSM-A, las diferentes CoS son soportadas directamente por los servicios de transporte de datos de usuario (abreviada: UDTS, *user data transport services*), los cuales son caracterizaciones generales de cómo el tráfico se pone en cola y se envía. El método específico mediante el cual se envía un paquete RSM-A se denomina PDS. El PDS que se escoge para transmitir un paquete está relacionado con el UDTS del tráfico de datos conexo, pero no de manera estrictamente bilateral. La correspondencia del servicio entre las clases de tráfico BSM (véase la Norma ETSI TS 102 295) y los servicios RSM-A (UDTS) se ilustran en el Cuadro 3.

La asociación de estos conceptos se muestra en la Fig. 30 para la BoD. El conjunto completo de reglas para correlacionar el UDTS con el servicio de entrega de paquetes (PDS, *packet delivery service*) figura en la Parte 2 de la especificación sobre la capa SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

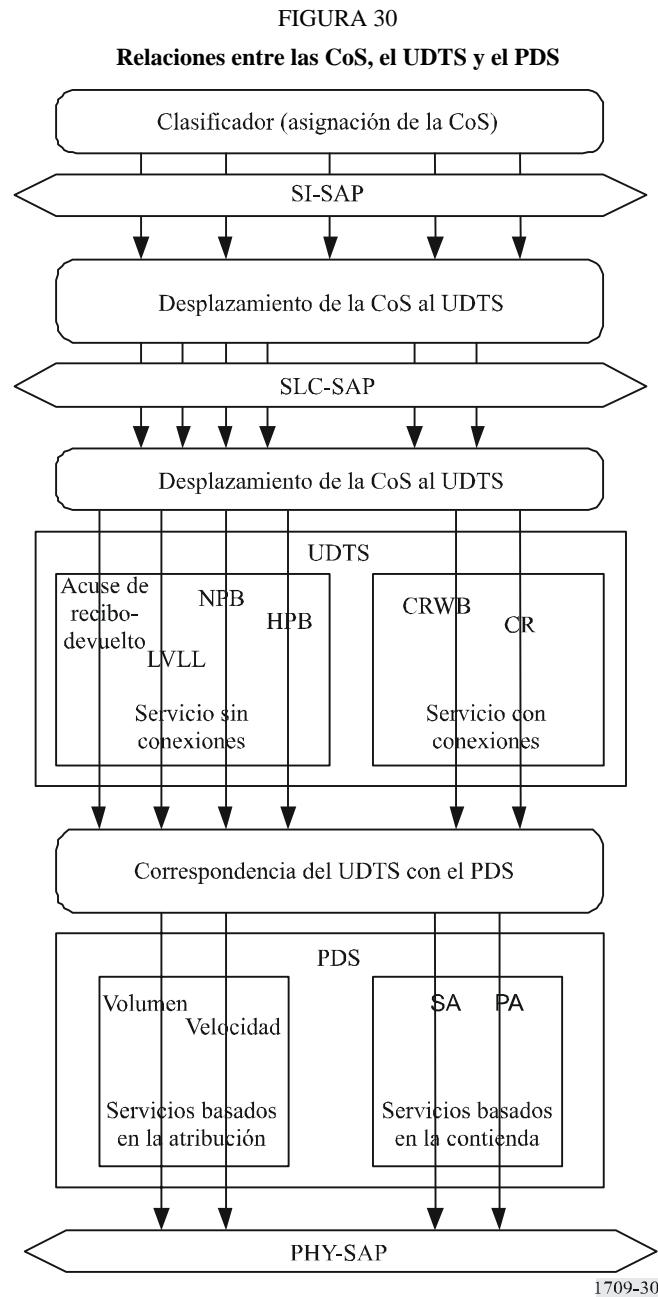
CUADRO 3

Correspondencia entre las clases de tráfico BSM y los UDTS RSM-A

Clases de tráfico BSM (véase la Norma ETSI TS 102 295)			RSM-A
Clases de tráfico	Categorías de servicio	Clase Y.1541	UDTS ⁽¹⁾
0	Apropiación, servicios de emergencia, servicios de red esenciales	N/A	Cualquiera
1	Tiempo real, sensibles a la fluctuación de fase, alto grado de interacción, células de tamaño fijo (VoIP)	0	CR
2	Tiempo real, sensibles a la fluctuación de fase, interactivas - Paquetes de tamaño variable (vídeo en tiempo real)	1	CRWB
3	Datos transaccionales, altamente interactivas (señalización, ingeniería de tráfico, PEP)	2	LVLL
4	Datos transaccionales, PEP, interactivas	3	HPB
5	Sólo pérdida baja (transacciones cortas, datos en grandes cantidades, flujo continuo de vídeo)	4	NPB
6	Pérdida media, retrasos mayores (aplicaciones tradicionales de las redes IP)	5	NPB
7	No se especifica. Podría utilizarse para redes de almacenamiento o tráfico de radiodifusión/multidifusión de baja prioridad (con capa de alta fiabilidad)	N/A	NPB

⁽¹⁾ Los UDTS RSM-A se definen en la Parte 2 de la especificación de la capa SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

NOTA – Las clases de tráfico BSM «0» y «7» no se adaptan a partir de las clases de la Recomendación UIT-T Y.1541.



4.5 Asignación de los recursos de gestión de la anchura de banda y gestión de la cola

La función de gestión de la anchura de banda toma paquetes de la subcapa SLC e identifica la opción de transmisión por paquetes (PTO) para transmitir estos paquetes.

La función de gestión de la anchura de banda se basa en colas. Todos los paquetes salientes se hacen corresponder con una de las distintas colas, teniendo en cuenta el destino y el UDTS conexo. Cada cola tiene un PDS asignado. Dependiendo del estado de la cola para cada PDS, la SMAC utiliza el protocolo adecuado y recoge los recursos radioeléctricos en forma de PTO para transmitir los contenidos de la cola. Cuando las PTO están disponibles, la capa SMAC utiliza un algoritmo definido para identificar qué cola debe asignarse a cada PTO en particular.

4.5.1 Sesiones basadas en la velocidad

Las sesiones basadas en la velocidad se agrupan en una de las dos UDC, dependiendo de sus prioridades. El ST mantiene las colas conectadas con la correspondiente velocidad y la información de control del flujo. Cada conexión que se ha negociado con el NOCC se hace corresponder con una cola.

4.5.2 Sesiones basadas en el volumen

Las sesiones basadas en el volumen se multiplexan en una de las cuatro UDC comunes basándose en la región del enlace descendente de destino y la prioridad. El ST conserva las colas para las transmisiones de volumen. Las colas se establecen teniendo en cuenta las prioridades y la región de destino. Los paquetes se correlacionan con la cola adecuada cuando el SLC las entrega al SMAC.

4.5.3 Acceso en modo contienda

Los canales de contienda están disponibles para transferir datos y para la señalización de control, es decir, para solicitudes de recursos. La red configura estática y parcialmente los canales de contienda y los indica dinámica y parcialmente. La capa SMAC gestiona el acceso a estos recursos según las reglas consignadas en la Parte 2 de la especificación sobre la capa SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

4.5.4 Aloha persistente (PA)

Ésta es una modificación del procedimiento Aloha a intervalos normalizado, a tenor del cual un terminal único puede apoderarse de un intervalo de tiempo en una trama o conjunto de tramas utilizando el protocolo Aloha y luego seguir utilizándolo una vez entre cada trama (o cada conjunto de tramas) hasta que renuncia al intervalo de tiempo dejando de transmitir en él. Este protocolo se utiliza para el tráfico de baja latencia, de bajo volumen periódico o casi periódico, como los paquetes de acuse de recibo TCP. La adquisición inicial de intervalo de tiempo es similar al método Aloha a intervalos/de contienda –se suministra información más detallada en la Parte 2 de la especificación sobre la capa SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3).

5 Módulo de acceso de seguridad – Descripción funcional

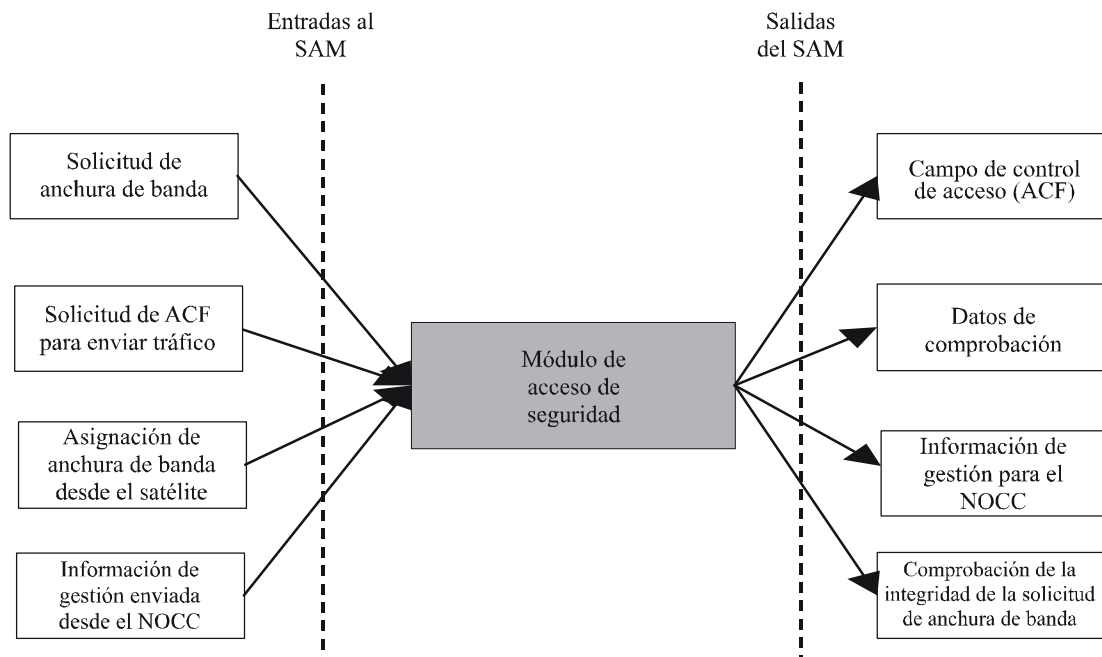
El SAM es el componente de seguridad principal de un terminal de satélite. Físicamente se trata de una microplaqueta segura incorporada en el terminal. El SAM contiene material clave secreto y autentica cada paquete RSM-A que envía el terminal, produciendo un campo de control de acceso que otros componentes autorizados del sistema pueden verificar. El SAM sólo puede firmar solicitudes que son válidas en el marco de las políticas elaboradas por ese ST en particular. En el lado recepción, éste verifica que los mensajes de gestión sean mensajes auténticos enviados desde el NOCC. Para una descripción completa sobre esta interfaz véase la Parte 3 de la especificación sobre la capa SMAC/SLC (véase la Norma ETSI TS 102 189-1~3) para obtener información completa sobre esta interfaz.

El SAM del sistema RSM-A se encarga de las siguientes tareas:

- autenticación;
- protección de la autorización;
- registro;
- comprobación de la utilización.

FIGURA 31

Interacciones de la función de seguridad entre el SAM y el ST



1709-31