



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.112

Anexo A
(03/2001)

SERIE J: REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE
PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS, Y DE
OTRAS SEÑALES MULTIMEDIOS

Sistemas interactivos para distribución de televisión digital

Sistemas de transmisión para servicios interactivos
de televisión por cable

**Anexo A: Difusión de vídeo digital: Canal de
interacción para sistemas de distribución de
televisión por cable en difusión de vídeo digital**

Recomendación UIT-T J.112 – Anexo A

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE J

REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS, Y DE OTRAS SEÑALES MULTIMEDIOS

Recomendaciones generales	J.1–J.9
Especificaciones generales para transmisiones radiofónicas analógicas	J.10–J.19
Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos	J.20–J.29
Equipos y líneas utilizados para circuitos radiofónicos analógicos	J.30–J.39
Codificadores digitales para señales radiofónicas analógicas	J.40–J.49
Transmisión digital de señales radiofónicas	J.50–J.59
Circuitos para transmisiones de televisión analógica	J.60–J.69
Transmisiones de televisión analógica por líneas metálicas e interconexión con radioenlaces	J.70–J.79
Transmisión digital de señales de televisión	J.80–J.89
Servicios digitales auxiliares para transmisiones de televisión	J.90–J.99
Requisitos operacionales y métodos para transmisiones de televisión	J.100–J.109
Sistemas interactivos para distribución de televisión digital	J.110–J.129
Transporte de señales MPEG-2 por redes de transmisión de paquetes	J.130–J.139
Mediciones de la calidad de servicio	J.140–J.149
Distribución de televisión digital por redes locales de abonados	J.150–J.159
IPCablecom	J.160–J.179
Varios	J.180–J.199
Aplicación para televisión digital interactiva	J.200–J.209

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T J.112

Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable

ANEXO A

Difusión de vídeo digital: Canal de interacción para sistemas de distribución de televisión por cable en difusión de vídeo digital

Resumen

El presente anexo es la especificación fundamental para la provisión del canal de interacción en las redes de televisión por cable.

No tiene por objeto especificar una solución basada en un canal de retorno asociado a cada sistema de radiodifusión porque se desea conseguir la interoperabilidad de diferentes medios de entrega para el transporte del canal de retorno.

Las soluciones proporcionadas en el presente anexo forman parte de un conjunto más amplio de alternativas de implementación de servicios interactivos para sistemas de radiodifusión de vídeo digital (DVD).

Orígenes

El anexo A a la Recomendación UIT-T J.112, preparado por la Comisión de Estudio 9 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobado por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 9 de marzo de 2001.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2002

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

Anexo A – Difusión de vídeo digital: Canal de interacción para sistemas de distribución de televisión por cable en difusión de vídeo digital.....	1
A.1 Alcance	1
A.2 Referencias.....	1
A.3 Abreviaturas.....	2
A.4 Modelo de referencia para la arquitectura de sistema de canales de interacción de banda estrecha en un escenario de radiodifusión (servicios interactivos asimétricos).....	4
A.4.1 Modelo de pila de protocolos	4
A.4.2 Modelo de sistema	5
A.5 Especificación del canal de interacción DVB para redes CATV	7
A.5.1 Concepto de sistema	7
A.5.2 Especificación de la capa física inferior	10
A.5.3 Alineación de trama.....	27
A.5.4 Asignación de temporización de intervalo	45
A.5.5 Funcionalidad MAC	55
A.5.6 Miniintervalos.....	138
A.5.7 Supresión de encabezamiento.....	141
A.5.8 Seguridad (facultativa)	148
A.6 Protocolo interactivo de capa intermedia para aplicaciones de STB cable y aplicaciones de módem de datos cable	163
A.6.1 IP directo.....	163
A.6.2 Puenteado Ethernet MAC.....	165
A.6.3 PPP.....	165
A.7 (Nota informativa A) Transiciones de estados y periodos de temporización MAC... ..	167
A.7.1 Inicialización, aprovisionamiento, anuncio de comienzo de sesión, y calibración	168
A.7.2 Establecimiento de la conexión	171
A.7.3 Liberación de la conexión.....	172
A.7.4 Proceso de reserva	173
A.7.5 Petición de recurso.....	176
A.7.6 Recalibración	178
A.7.7 Mensaje de reaprovisionamiento	178
A.7.8 Mensaje de control de transmisión	178
A.7.9 Mensaje de petición de estado	179
A.7.10 Mensaje de reposo	179

	Página
A.8 Primitivas MAC (a título informativo).....	180
A.8.1 Primitivas de control y recurso.....	181
A.8.2 Primitiva de datos.....	191
A.8.3 Ejemplo de escenarios de control MAC.....	194

Recomendación UIT-T J.112

Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable

ANEXO A

Difusión de vídeo digital: Canal de interacción para sistemas de distribución de televisión por cable en difusión de vídeo digital

A.1 Alcance

El presente anexo es la especificación fundamental para la provisión del canal de interacción en las redes de televisión por cable.

No tiene por objeto especificar una solución basada en un canal de retorno asociado a cada sistema de radiodifusión porque se desea conseguir la interoperabilidad de diferentes medios de entrega para el transporte del canal de retorno.

Las soluciones relativas al canal de interacción proporcionadas en el presente anexo para las redes de televisión por cable forman parte de un conjunto más amplio de alternativas de implementación de servicios interactivos para sistemas de difusión de vídeo digital (DVB, *digital video broadcasting*).

A.2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones del presente anexo:

- Las referencias pueden ser específicas (es decir, referencias identificadas por su fecha de publicación, número de edición, número de versión etc.), o referencias no específicas.
 - En el caso de una referencia específica, las ulteriores revisiones no son aplicables.
 - En el caso de una referencia no específica, es aplicable la última versión.
 - Asimismo, deberá entenderse que en el caso de una referencia no específica a una norma ETS serán aplicables las últimas versiones publicadas como un documento EN con el mismo número.
- [1] UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
 - [2] UIT-T I.363 (1993), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha*.
 - [3] ANSI X3.92-1981, *Data Encryption Algorithm*.
 - [4] ANSI X3.106-1983, *Modes of Operation for the Data Encryption Algorithm*.
 - [5] IETF RFC 2104, *HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication*.
 - [6] ETSI EN 301 192, *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting*.
 - [7] ETSI EN 300 429, *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*.
 - [8] IETF RFC 1483, *Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5*.
 - [9] IETF RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*.
 - [10] IETF RFC 951, *Bootstrap Protocol*.

- [11] IETF RFC 791, *Internet Protocol*.
- [12] ATM Forum AF-UNI-0010.002, *ATM User-Network Interface Specification V3.1*.
- [13] IETF RFC 2236, *Internet Group Management Protocol, Version 2*.
- [14] ETSI TR 100 815, *Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines for the handling of Asynchronous Transfer Mode (ATM) signals in DVB systems*.
- [15] ISO/CEI 8802-3:1996, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*.
- [16] UIT-T I.432.X (1996), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha – Especificación de la capa física*.
- [17] ETSI TR 101 196, *Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV); Guidelines for the use of ETS 300 800*.
- [18] ETSI EN 301 199, *Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Local Multi-point Distribution Systems (LMDS)*.
- [19] EN 50083-2 (BS), *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*.
- [20] ITU-T H.222.0 (2000) | ISO/IEC 13818-1:2000, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*.
- [21] ETSI EN 300 468, *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems*.
- [22] IETF RFC 2364, *PPP Over AAL5*.
- [23] IETF RFC 1332, *The PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP)*.
- [24] ETSI ETS 300 800, *Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)*.

A.3 Abreviaturas

En este anexo se utilizan las siguientes siglas.

ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BC	Canal de radiodifusión (<i>broadcast channel</i>)
BIM	Módulo interfaz de radiodifusión (<i>broadcast interface module</i>)
BRA	Acceso a velocidad básica (<i>basic rate access</i>)
CATV	Televisión por cable (<i>cable television</i>)
CBC	Concatenación de bloques cifrados (<i>cipher block chaining</i>)
CM	Módem de cable (<i>cable modem</i>)
Connection ID	Identificador de conexión (<i>connection identifier</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
DAVIC	Consejo audiovisual digital (<i>digital audiovisual council</i>)
DCE	Equipo de comunicación de datos (<i>data communication equipment</i>)
DES	Norma de criptación de datos (<i>data encryption standard</i>)
D-H	Diffie-Hellman

DL	Enlace de datos (<i>data link</i>)
DTE	Equipo de terminación de datos (<i>data termination equipment</i>)
DTMF	Multifrecuencia bitono (modo de marcación) [<i>dual-tone multifrequency (dialling node)</i>]
DVB	Difusión de vídeo digital (<i>digital video broadcasting</i>)
EKE	Intercambio explícito de clave (<i>explicit key exchange</i>)
FAS	Señal de alineación de trama (<i>frame alignment signal</i>)
FIFO	Primero en entrar, primero en salir (<i>first in first out</i>)
HEC	Control de errores del encabezamiento (<i>header error control</i>)
HMAC	Código de autenticación de mensaje basado en troceado (<i>hash-based message authentication code</i>)
IB	Dentro de banda (<i>in-band</i>)
IC	Canal de interacción (<i>interaction channel</i>)
IIM	Módulo interfaz interactivo (<i>interactive interface module</i>)
INA	Adaptador de red interactivo (<i>interactive network adapter</i>)
IQ	Componentes en fase y en cuadratura (<i>in-phase and quadrature components</i>)
IRD	Decodificador de receptor integrado (<i>integrated receiver decoder</i>)
IV	Vector de inicialización (<i>initialization vector</i>)
LFSR	Registro de desplazamiento con realimentación lineal (<i>linear feedback shift register</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
MKE	Intercambio principal de clave (<i>main key exchange</i>)
MMDS	Sistemas de distribución multipunto multicanal (<i>multi-channel multi-point distribution systems</i>)
MPEG	Grupo de expertos en imágenes en movimiento (<i>Moving Picture Experts Group</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MTU	Unidad de transmisión máxima (<i>maximum transmission unit</i>)
NIU	Unidad de interfaz de red (<i>network interface unit</i>)
NSAP	Punto de acceso al servicio de red (<i>network service access point</i>)
OH	Tara (<i>overhead</i>)
OOB	Fuera de banda (<i>out-of-band</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
PID	Identificador de paquetes (<i>packet identifier</i>), definido en ISO/CEI 13818 (MPEG-2)
PM	Modulación por impulsos (<i>pulse modulation</i>)
PRNG	Generador de números pseudoaleatorios (<i>pseudo-random number generator</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)

QKE	Intercambio rápido de clave (<i>quick key exchange</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (<i>quaternary phase shift keying</i>)
Reservation ID	Identificador de reserva (<i>reservation identifier</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RTGC	Red telefónica general conmutada
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SHA-1	Algoritmo 1 de troceado seguro (<i>secure hash algorithm 1</i>)
SL-ESF	Supertrama ampliada de enlace de señalización (<i>signalling link extended superframe</i>)
SMATV	Antena colectiva de televisión por satélite (<i>satellite master antenna television</i>)
STB	Adaptador multimedios (<i>set-top box</i>)
STU	Unidad de adaptación multimedios (<i>set-top unit</i>)
TDMA	Acceso múltiplex por división en el tiempo (<i>time division multiplex access</i>)
TS	Tren de transporte (<i>transport stream</i>)
VCi	Identificación de canal virtual ATM (<i>ATM virtual channel identification</i>) definida en UIT-T I.363 [2]
VPI	Identificación de trayecto virtual ATM (<i>ATM virtual path identification</i>), definida en UIT-T I.363 [2]

A.4 Modelo de referencia para la arquitectura de sistema de canales de interacción de banda estrecha en un escenario de radiodifusión (servicios interactivos asimétricos)

A.4.1 Modelo de pila de protocolos

Para servicios interactivos asimétricos que soporten la radiodifusión al hogar con canal de retorno de banda estrecha, un modelo de comunicaciones simple está formado por las siguientes capas:

- **capa física:** define todos los parámetros de transmisión físicos (eléctricos);
- **capa de transporte:** define todas las estructuras de datos y protocolos de comunicación de interés, tales como los contenedores de datos, etc.;
- **capa de aplicación:** contiene los entornos de soporte lógico y de ejecución de aplicaciones interactivas (por ejemplo, aplicaciones de compras a domicilio, intérprete de scripts, etc.).

Se adoptó un modelo simplificado de las capas OSI para facilitar la producción de especificaciones para estos nodos. En la figura A.1 se indican las capas inferiores del modelo simplificado y se identifican algunos de los parámetros esenciales para las dos capas inferiores. Teniendo en cuenta las necesidades del usuario en relación con los servicios interactivos, en este anexo no se consideran las capas superiores.

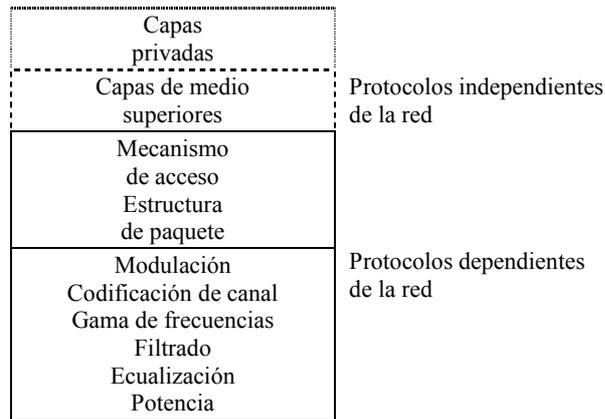


Figura A.1/J.112 – Estructura de capa para el modelo de referencia de sistema genérico

En este anexo sólo se tratan los aspectos relacionados concretamente con la red de televisión por cable.

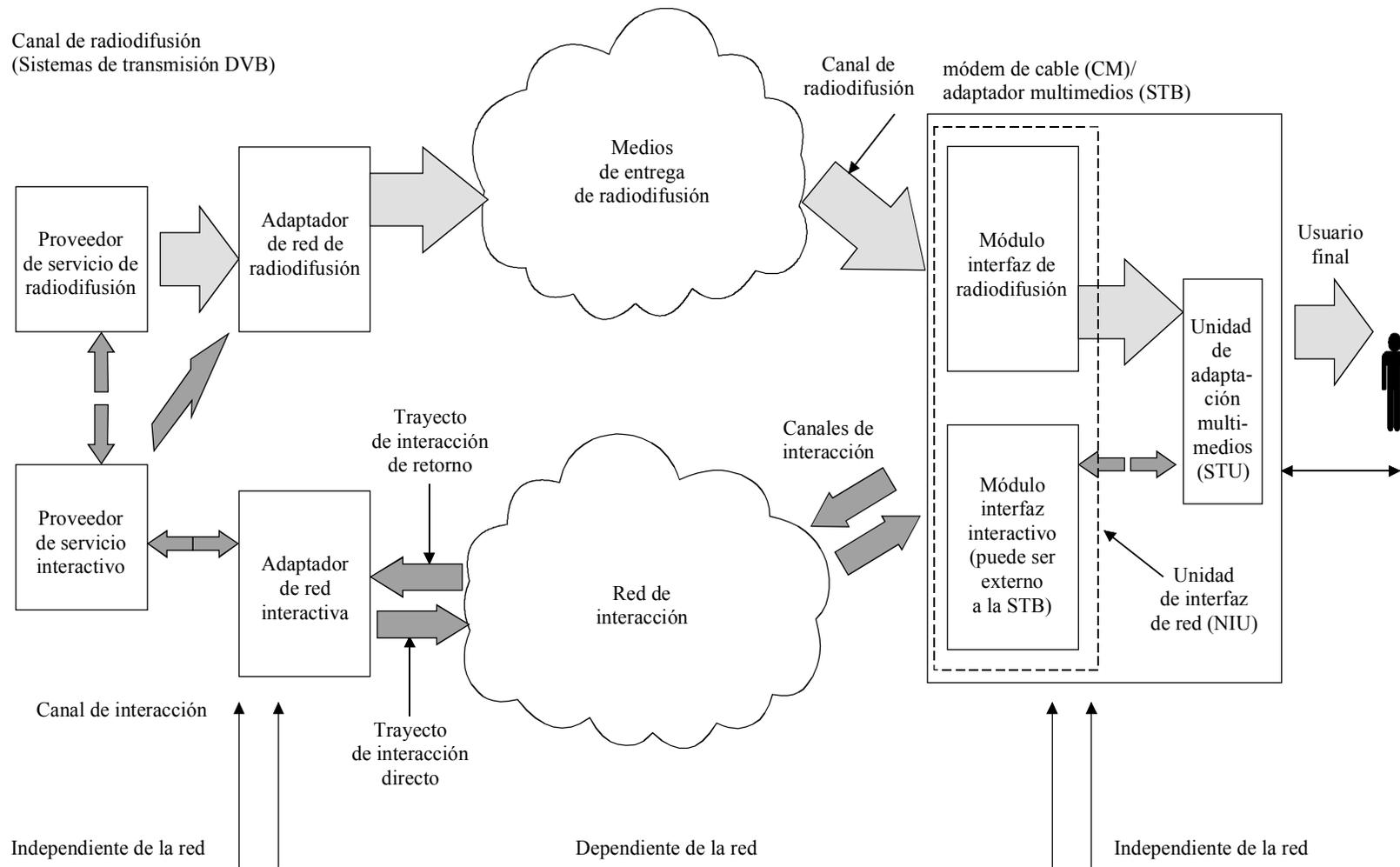
A.4.2 Modelo de sistema

La figura A.2 muestra el modelo de sistema que se ha de utilizar en la DVB para servicios interactivos.

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

- **Canal de radiodifusión (BC):** canal de radiodifusión de banda ancha unidireccional que comprende vídeo, audio y datos. El BC se establece del proveedor de servicio a los usuarios. Puede incluir el trayecto de interacción en el sentido de ida.
- **Canal de interacción (IC):** canal de interacción bidireccional que se establece entre el proveedor de servicio y el usuario a efectos de interacción. Este canal está formado por:
 - **El trayecto de interacción de retorno** (canal de retorno): del usuario al proveedor de servicio. Se utiliza para hacer peticiones al proveedor de servicio o para responder a preguntas. Es un canal de banda estrecha, conocido también como canal de retorno.
 - **El trayecto de interacción de ida:** del proveedor de servicio al usuario. Lo utiliza el proveedor de servicio para suministrar algún tipo de información al usuario y cualquier otra comunicación necesaria para la prestación del servicio interactivo. Puede estar incorporado en el canal de radiodifusión. Es posible que este canal no sea necesario en algunas implementaciones simples que utilizan el canal de radiodifusión para el transporte de datos al usuario.

El terminal del usuario está formado por la unidad de interfaz de red (NIU, *network interface unit*) [que consiste en el módulo interfaz de radiodifusión (BIM, *broadcast interface module*) y el módulo interfaz interactivo (IIM, *interactive interface module*)] y la unidad de adaptación multimedia (STU, *set-top unit*). Este terminal proporciona la interfaz tanto para los canales de radiodifusión como para los canales de interacción. La interfaz entre el terminal del usuario y la red de interacción se efectúa a través del módulo interfaz interactivo.



T0910160-00

Figura A.2/J.112 – Modelo de referencia de sistema genérico para sistemas interactivos

A.5 Especificación del canal de interacción DVB para redes CATV

Las infraestructuras CATV pueden soportar la implementación del canal de retorno para servicios interactivos adecuados a los sistemas de radiodifusión DVB.

Puede utilizarse CATV para implementar servicios interactivos en el entorno DVB, proporcionando un trayecto de comunicación bidireccional entre el terminal de usuario y el proveedor de servicio.

A.5.1 Concepto de sistema

El sistema interactivo está formado por el trayecto de interacción de ida (sentido descendente) y el trayecto de interacción de retorno (sentido ascendente). La idea básica consiste en utilizar la transmisión en sentido descendente del INA a las NIU a fin de proporcionar sincronización e información a todas las NIU. Esto permite que las NIU se adapten a la red y envíen información sincronizada en sentido ascendente.

La transmisión en sentido ascendente se divide en intervalos de tiempo que pueden ser utilizados por distintos usuarios, empleando la técnica del acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*). Se utiliza un canal en sentido descendente para sincronizar hasta ocho canales en sentido ascendente, que están divididos en intervalos de tiempo. Periódicamente se envía un contador ubicado en el INA a las NIU para que todas ellas funcionen con el mismo reloj. De este modo, el INA tiene la posibilidad de asignar intervalos de tiempo a distintos usuarios.

Con este sistema se ofrecen tres modos de acceso principales. El primero está basado en el acceso por contienda, por el cual los usuarios pueden enviar información en cualquier momento con el riesgo de sufrir una colisión con las transmisiones de otros usuarios. El segundo y tercer modos se basan en un acceso sin contienda, en el cual el INA proporciona una cantidad finita de intervalos a una NIU determinada, o bien una velocidad binaria dada pedida por una NIU hasta que el INA interrumpe la conexión a petición de la NIU. Estos modos de acceso están compartidos dinámicamente entre intervalos de tiempo, lo que permite a las NIU saber cuándo una transmisión basada en contienda está o no autorizada. Así se evita la colisión en los dos modos de acceso sin contienda.

Periódicamente, el INA indicará a los nuevos usuarios que pueden aplicar el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión para que tengan la oportunidad de sincronizar su reloj con el reloj de la red, sin peligro de sufrir colisiones con los usuarios ya activos. Esto se logra dejando un intervalo de tiempo mayor para que los nuevos usuarios envíen su información, teniendo en cuenta el tiempo de propagación necesario desde el INA hasta las NIU y en sentido contrario.

A.5.1.1 Principios relativos a la señalización fuera de banda/dentro de banda

El sistema interactivo se basa en la señalización en sentido descendente fuera de banda (OOB, *out-of-band*) o dentro de banda (IB, *in-band*). No obstante, los adaptadores multimedios/módems de cable no necesitan soportar ambos sistemas.

En el caso de señalización OOB, un trayecto de interacción de ida es obligatorio. Este trayecto es reservado únicamente para la información sobre datos de interactividad y control. Sin embargo, también se puede enviar información en sentido descendente con una velocidad binaria más alta a través de un canal DVB-C cuya frecuencia se indica en el trayecto de información de ida.

En el caso de la señalización IB, el trayecto de información de ida está comprendido en el TS MPEG-2 de un canal DVB-C. Cabe indicar que no es obligatorio incluir el trayecto de información de ida en todos los canales DVB-C.

Ambos sistemas pueden ofrecer la misma calidad de servicio. No obstante, la arquitectura general del sistema será distinta entre redes que utilizan adaptadores multimedios/módems de cable IB y adaptadores multimedios/módems de cable OOB. Se señala además que ambos tipos de sistemas pueden existir en las mismas redes, siempre que se utilicen frecuencias distintas para cada sistema.

A.5.1.2 Atribución del espectro

En la figura A.3 se indica una posible atribución del espectro. Aunque no sea obligatorio, se da una orientación sobre la utilización de las siguientes gamas de frecuencia preferidas: 70 a 130 MHz y/o 300 a 862 MHz para el trayecto de interacción de ida (sentido descendente OOB) y 5 a 65 MHz para el trayecto de interacción de retorno (sentido ascendente), o parte de ellas. Para evitar problemas de filtrado en los amplificadores RF bidireccionales y en los adaptadores multimedios/módems de cable, el límite superior de 65 MHz para el flujo en sentido ascendente no se utilizará junto con el límite inferior de 70 MHz para el flujo en sentido descendente en el mismo sistema. Además, para evitar degradaciones a frecuencias intermedias en los adaptadores multimedios/módems de cable, así como en los receptores analógicos de la misma red, podría ser necesario dejar de lado partes de la gama 5...65 MHz que comprende las gamas de frecuencias intermedias de estos aparatos.

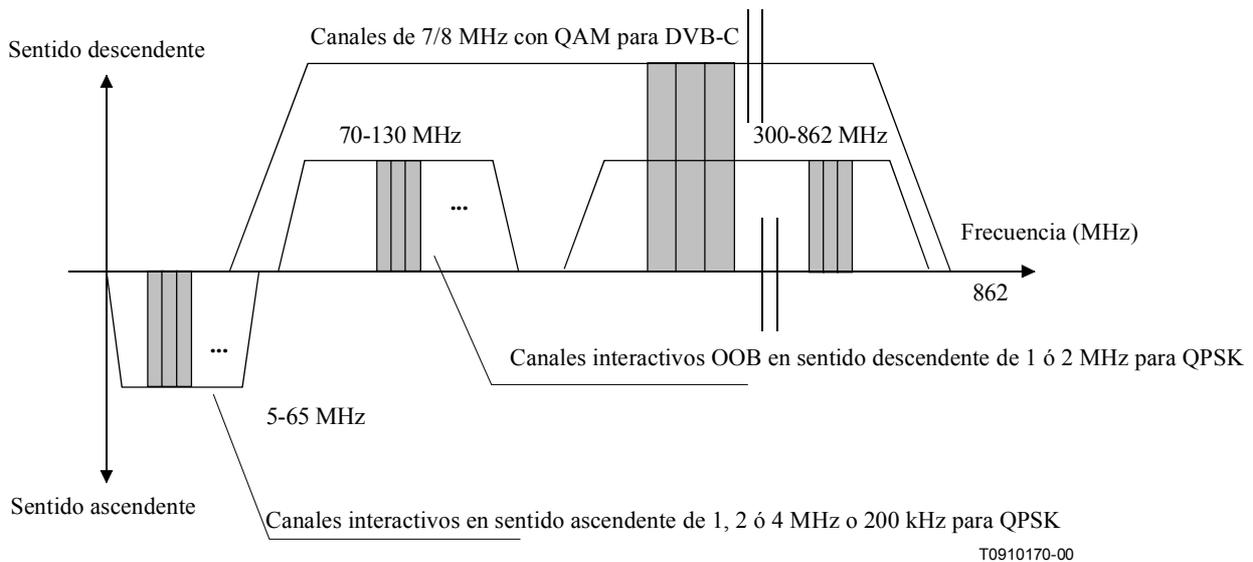


Figura A.3/J.112 – Gamas de frecuencias preferidas DVB para sistemas interactivos CATV

A.5.1.3 Acceso múltiple FDM/TDMA

Se define un esquema de acceso múltiple para que distintos usuarios compartan el mismo medio de transmisión. La información en sentido descendente se envía por radiodifusión a todos los usuarios de las redes. Así pues, existe una asignación de dirección a cada usuario, lo que permite al INA enviar información por unidifusión a un usuario determinado. En los adaptadores multimedios/módems de cable se almacenan dos direcciones para identificar a los usuarios en la red:

- Dirección MAC: Es un valor de 48 bits que representa la dirección MAC única de la NIU. Esta dirección MAC puede estar codificada en firme en la NIU o puede ser suministrada por una fuente externa.
- Dirección NSAP: Es un valor de 160 bits que representa una dirección de la red. Esta dirección es suministrada por las capas superiores durante la comunicación.

La información en sentido ascendente puede provenir de cualquier usuario de la red y, por consiguiente, debe ser también diferenciada en el INA utilizando el mencionado conjunto de direcciones.

Los canales en sentido ascendente y los canales en sentido descendente OOB se dividen en canales individuales, de una anchura de banda de 1 ó 2 MHz para el sentido descendente y 1, 2 ó 4 MHz o 200 kHz para el sentido ascendente. Cada canal en sentido descendente contiene una trama de sincronización utilizada por hasta 8 canales en sentido ascendente diferentes, cuyas frecuencias se indican por el protocolo de control de acceso a medios (MAC, *media access control*).

En los canales en sentido ascendente, los usuarios envían paquetes en sentido ascendente, con acceso de tipo TDMA. Esto significa que cada canal es compartido por muchos usuarios diferentes, que pueden enviar paquetes en sentido ascendente con riesgo de colisiones cuando el INA lo permita, o bien pedir la transmisión y utilizar los intervalos asignados específicamente por el INA a cada usuario. Suponiendo que cada canal puede, por tanto, servir a miles de usuarios al mismo tiempo, la anchura de banda en sentido ascendente puede ser utilizada al mismo tiempo, fácilmente, por todos los usuarios presentes en la red.

La técnica TDMA utiliza una metodología de transmisión por intervalos que permite que los tiempos de comienzo de la transmisión se sincronicen con una fuente de reloj común. La sincronización de los tiempos de comienzo aumenta el caudal de mensajes del canal de señalización ya que los paquetes en sentido ascendente no se superponen durante la transmisión. El periodo entre los tiempos de comienzo secuenciales se identifica como un intervalo. Cada intervalo es un punto en el tiempo en el que se puede transmitir un paquete en sentido ascendente por el enlace de señalización.

La referencia de tiempo relativa a la ubicación del intervalo se recibe a través de los canales en sentido descendente generados en el sistema de entrega, y todas las unidades de adaptación la reciben simultáneamente. Cabe indicar que esta referencia de tiempo no se envía de la misma manera para señalización OOB y para señalización IB. Puesto que todas las NIU se refieren a la misma base de tiempo, los momentos de los intervalos están alineados para todas esas unidades. No obstante, dado que en toda red de transmisión existe un tiempo de propagación, un método de alineación de la base de tiempo permite acomodar la desviación de la transmisión debida a dicho tiempo de propagación.

El enlace de señalización TDMA es utilizado por las NIU que participan en sesiones interactivas, por lo que el número de intervalos de mensaje disponibles en el canal depende del número de usuarios simultáneos. Cuando no se utilizan los intervalos de mensaje, pueden asignarse a una NIU múltiples intervalos de mensaje para aumentar el caudal de mensajes. La NIU recibe asignaciones de intervalos adicionales del flujo de información de señalización en sentido descendente.

Existen diferentes modos de acceso a los intervalos en sentido ascendente:

- intervalos reservados con reserva de velocidad fija (acceso a velocidad fija: el usuario tiene reservado uno o varios intervalos de tiempo en cada trama para, por ejemplo, voz y audio);
- intervalos reservados con reserva dinámica (acceso por reserva: el usuario envía información de control que anuncia su petición de capacidad de transmisión. El usuario obtiene concesiones para el uso de intervalos);
- intervalos que se obtienen por contienda (a estos intervalos pueden acceder todos los usuarios. Es posible la colisión, que se resuelve mediante un protocolo de resolución de contienda);
- intervalos de determinación (intervalos utilizados en sentido ascendente para medir y ajustar el retardo de tiempo y la potencia).

Estos intervalos pueden combinarse en una portadora única para habilitar servicios diferentes en una sola portadora. Si se asigna una portadora a un determinado servicio, sólo se utilizarán los tipos de intervalos necesarios para dicho servicio. El terminal podrá simplificarse, en consecuencia, para que responda únicamente a los tipos de intervalos asignados al servicio.

A.5.1.4 Velocidades binarias y alineación de trama

Para el canal interactivo OOB en sentido descendente puede utilizarse una velocidad de 1,544 Mbit/s o 3,088 Mbit/s. El soporte de la velocidad de transmisión de 3,088 Mbit/s es obligatorio, y el de la velocidad de transmisión de 1,544 Mbit/s es facultativo para el INA y la NIU. En el caso de canales IB en sentido descendente, no existen otras limitaciones que las establecidas en las especificaciones de DVB-C pero, como una orientación, se indica la conveniencia de utilizar velocidades que sean múltiplos de 8 kbit/s.

Los canales OOB en sentido descendente transmiten continuamente una trama basada en una alineación de tipo T1, en la que se proporciona alguna información para la sincronización de intervalos en sentido ascendente. Los canales IB en sentido descendente transmiten algunos paquetes MPEG-2 TS con un PID específico para la sincronización de intervalos en sentido ascendente (se enviará al menos un paquete MPEG-2 TS que contenga información de sincronización, en cada periodo de 3 ms).

Para la transmisión en sentido ascendente, el INA puede indicar a los usuarios 8 tipos de canales de transmisión: 6,176 Mbit/s con modulación QPSK, 12,352 Mbit/s con modulación 16QAM, 3,088 Mbit/s con modulación QPSK, 6,176 Mbit/s con modulación 16QAM, 1,544 Mbit/s con modulación QPSK, 3,088 Mbit/s con modulación 16QAM, 256 kbit/s con modulación QPSK y 512 kbit/s con modulación 16QAM. El soporte de 3,088 Mbit/s con modulación QPSK es obligatorio, y el de las otras combinaciones de velocidades y modulaciones es facultativo para el INA y la NIU. El INA se encarga de indicar qué velocidad y modulación pueden ser utilizadas por las NIU. Todas las NIU y todos los INA soportarán la modulación QPSK.

Para la alineación de trama en el sentido ascendente hay dos opciones, que dependen del tipo de modulación. En la alineación de trama de intervalos QPSK se utilizan paquetes en sentido ascendente constituidos por 512 bits (256 símbolos). En la alineación de trama de intervalos 16QAM se utilizan paquetes en sentido ascendente constituidos por 1024 bits (256 símbolos). Los bits son enviados en modo ráfaga por los diferentes usuarios presentes en la red. Los intervalos en sentido ascendente se transmiten a la velocidad de 12 000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es de 6,176 Mbit/s (QPSK)/12,352 Mbit/s (16QAM), 6000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es de 3,088 Mbit/s (QPSK)/12,176 Mbit/s (16QAM), 3000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es de 1,544 Mbit/s (QPSK)/3,088 Mbit/s (16QAM) y 500 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es de 256 kbit/s (QPSK)/512 kbit/s (16QAM).

En todo este anexo, el término **paquete en sentido ascendente** se refiere a la totalidad de los datos transmitidos en una sola ráfaga. Un paquete en sentido ascendente puede contener 1 ó 2 células ATM, lo que dependerá del tipo de modulación.

A.5.2 Especificación de la capa física inferior

En esta cláusula se da una información detallada sobre la especificación de la capa física inferior. Las figuras A.4 a A.7 muestran los diagramas de bloques conceptuales para la implementación del presente anexo.

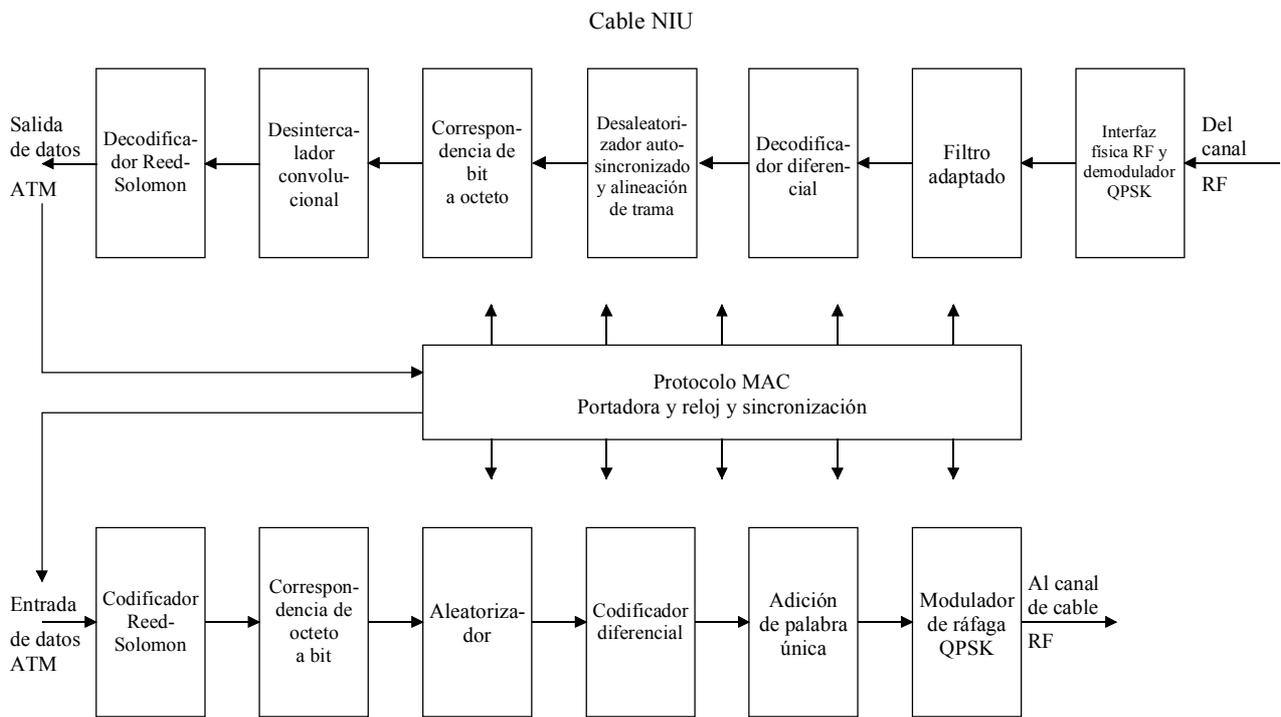


Figura A.4/J.112 – Diagrama de bloques conceptuales para el transmisor-receptor OOB de la NIU

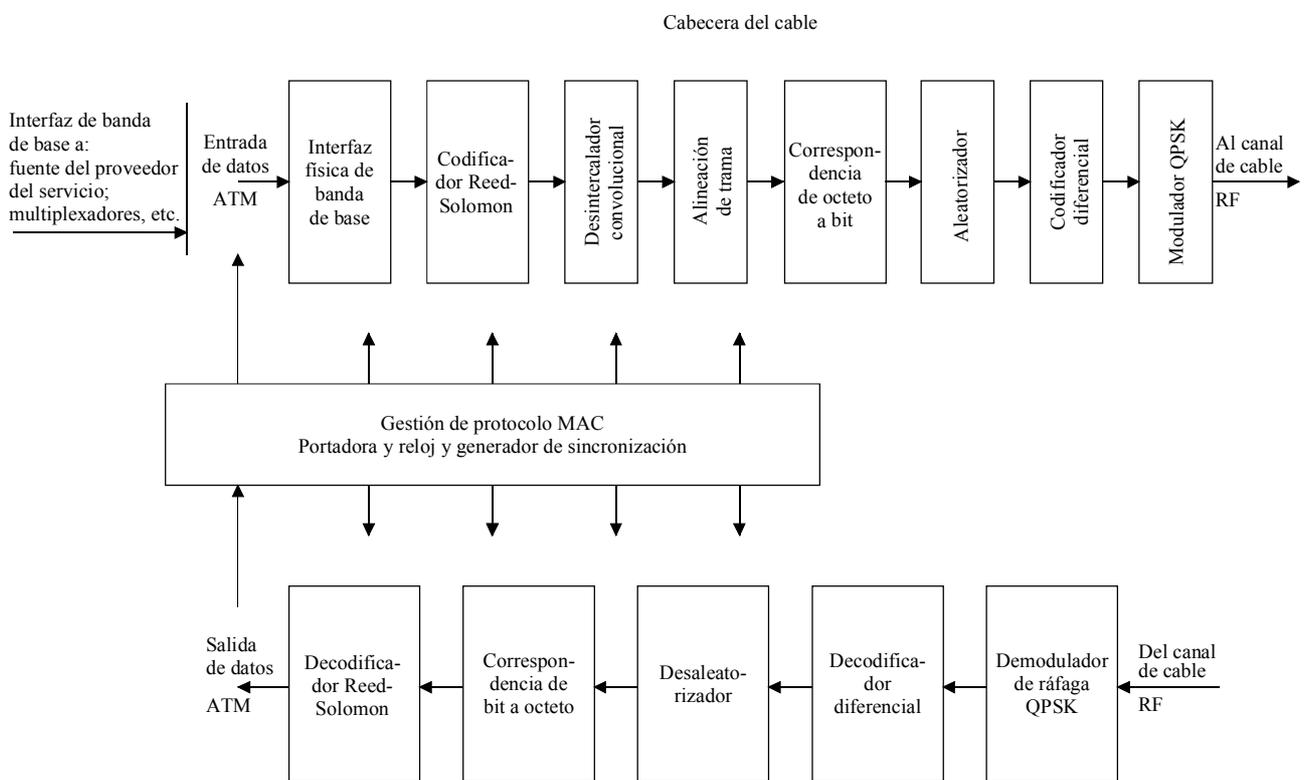


Figura A.5/J.112 – Diagrama de bloques conceptuales para el transmisor-receptor OOB de cabecera

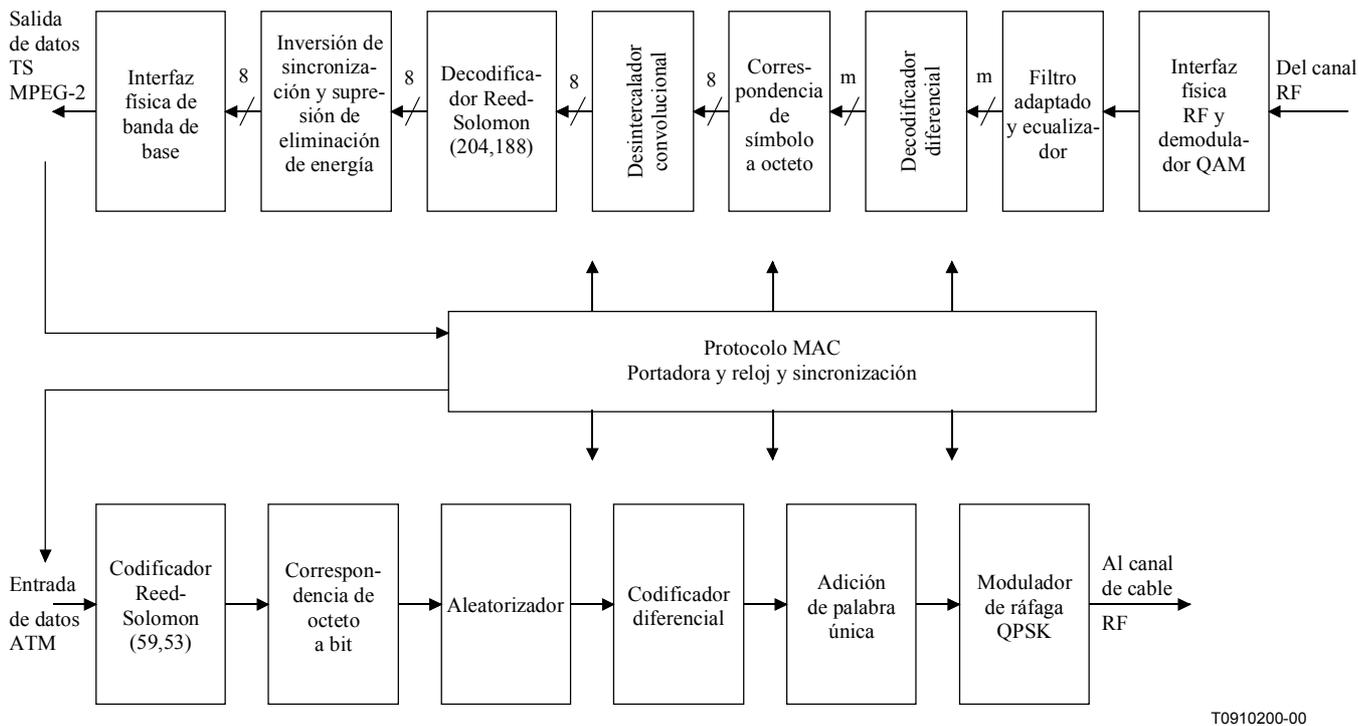


Figura A.6/J.112 – Diagrama de bloques conceptuales para el transmisor-receptor IB de la NIU

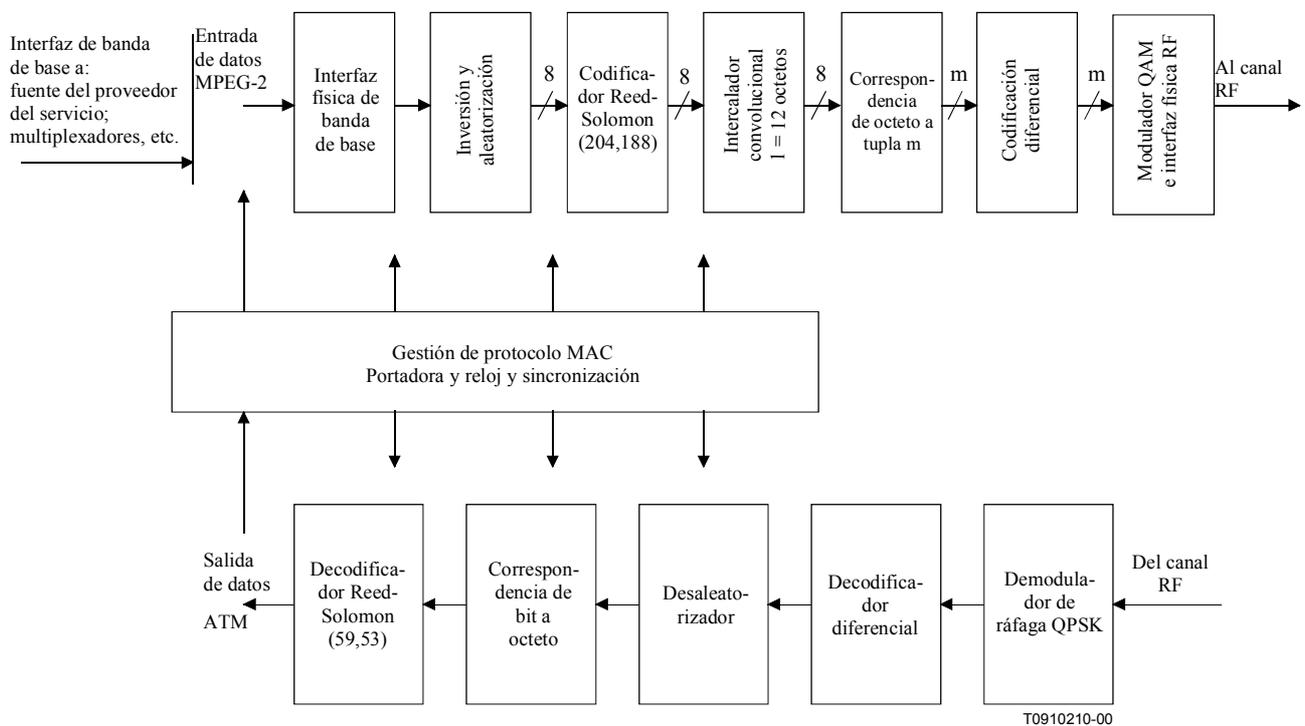


Figura A.7/J.112 – Diagrama de bloques conceptuales para el transmisor-receptor IB de cabecera

A.5.2.1 Trayecto de interacción de ida (sentido descendente OOB)

A.5.2.1.1 Gama de frecuencias (sentido descendente OOB)

Véase A.5.1.2.

A.5.2.1.2 Modulación y correspondencia (sentido descendente OOB)

Se utiliza la modulación QPSK como medio de codificar la información digital a través de enlaces de transmisión alámbricos o de fibra óptica. El método es un subconjunto de la modulación por desplazamiento de fase (PSK, *phase-shift keying*) que es a su vez un subconjunto de la modulación de fase (PM, *phase modulation*). Concretamente, la QPSK es una modalidad de la modulación de fase (PM) digital en la que se utilizan cuatro fases. Las representaciones de la señal en cuadratura se basan en que toda señal sinusoidal de una fase arbitraria cualquiera puede expresarse como una combinación lineal de una onda cosinusoidal y una onda sinusoidal cuyas fases iniciales son cero.

Los sistemas QPSK requieren la utilización de codificación diferencial y de la detección diferencial correspondiente. Esto se debe a que los receptores no tienen medios de determinar si una referencia recuperada es una referencia sinusoidal o cosinusoidal. Además, la polaridad de la referencia recuperada es incierta.

En la codificación diferencial, la información transmitida está constituida por diferencias de fase codificadas, entre las dos señales sucesivas. El modulador procesa los símbolos binarios digitales para obtener la codificación diferencial y transmite a continuación las fases absolutas. La codificación diferencial se realiza en el nivel digital.

El codificador diferencial aceptará bits A y B en secuencia, y generará cambios de fase como se muestra en el cuadro A.1.

Cuadro A.1/J.112 – Cambios de fase asociados con los bits A y B

A	B	Cambio de fase
0	0	Ninguno
0	1	+90°
1	1	180°
1	0	-90°

En el modo serie, A llega primero. Las salidas I y Q del codificador diferencial corresponden a los estados de fase, como se muestra en la figura A.8.

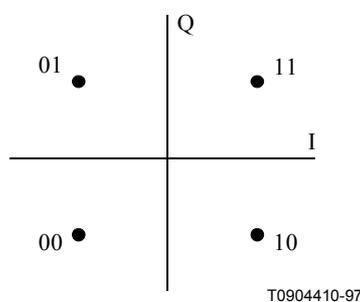


Figura A.8/J.112 – Correspondencia para la constelación QPSK (sentido descendente OOB)

Los cambios de fase pueden también expresarse mediante las siguientes fórmulas (suponiendo que se establece la correspondencia de la constelación a partir de I y Q, como se ha indicado anteriormente):

$$\begin{cases} A_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (Q_{k-1} \oplus Q_k) + \overline{(I_k \oplus Q_{k-1})} \times (I_k \oplus I_{k-1}) \\ B_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (I_{k-1} \oplus I_k) + \overline{(I_{k-1} \oplus Q_k)} \times (Q_k \oplus Q_{k-1}) \end{cases}$$

donde k es el índice de tiempo.

La asimetría de amplitud I/Q deberá ser inferior a 1,0 dB, y la asimetría de fase inferior a 2,0°.

A.5.2.1.3 Filtro de conformación (sentido descendente OOB)

La respuesta en el dominio del tiempo de un impulso en raíz cuadrada de coseno exponenciado con el parámetro de anchura de banda en exceso α viene dada por:

$$g(t) = \frac{\text{sen}\left[\frac{\pi t}{T}(1-\alpha)\right] + \frac{4\alpha t}{T} \cos\left[\frac{\pi t}{T}(1+\alpha)\right]}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{4\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

donde T es el periodo de símbolo.

La señal de salida viene dada por:

$$S(t) = \sum_n [I_n \times g(t-nT) \times \cos(2\pi f_c t) - Q_n \times g(t-nT) \times \text{sen}(2\pi f_c t)]$$

donde I_n y Q_n son iguales a ± 1 , e independientes entre sí, y f_c es la frecuencia de la portadora del modulador QPSK.

El modulador QPSK divide el tren de bits entrante de modo que los bits se envían alternativamente al modulador en fase I y al modulador fuera de fase Q. Estos mismos trenes de bits aparecen en la salida de los detectores de fase respectivos del demodulador, donde vuelven a ser intercalados en un tren de bits serie.

La anchura de banda ocupada de una señal QPSK viene dada por la ecuación:

$$\text{Anchura de banda} = \frac{f_b}{2} (1 + \alpha)$$

donde:

$$\begin{aligned} f_b &= \text{velocidad binaria} \\ \text{Velocidad de símbolos} &= f_s = f_b/2 \\ \text{Frecuencia de Nyquist} &= f_N = f_s/2 \\ \alpha &= \text{anchura de banda en exceso} = 0,30 \end{aligned}$$

El espectro de potencia en el transmisor satisfará la máscara de espectro de potencia indicada en cuadro A.2 y la figura A.9. La máscara de espectro de potencia se aplicará simétricamente alrededor de la frecuencia portadora.

Cuadro A.2/J.112 – Espectro de potencia del transmisor en sentido descendente QPSK

$ (f-f_c)/f_N $	Espectro de potencia
$\leq 1 - \alpha$	$0 \pm 0,25$ dB
en 1	$-3 \pm 0,25$ dB
en $1 + \alpha$	≤ -21 dB
≥ 2	≤ -40 dB

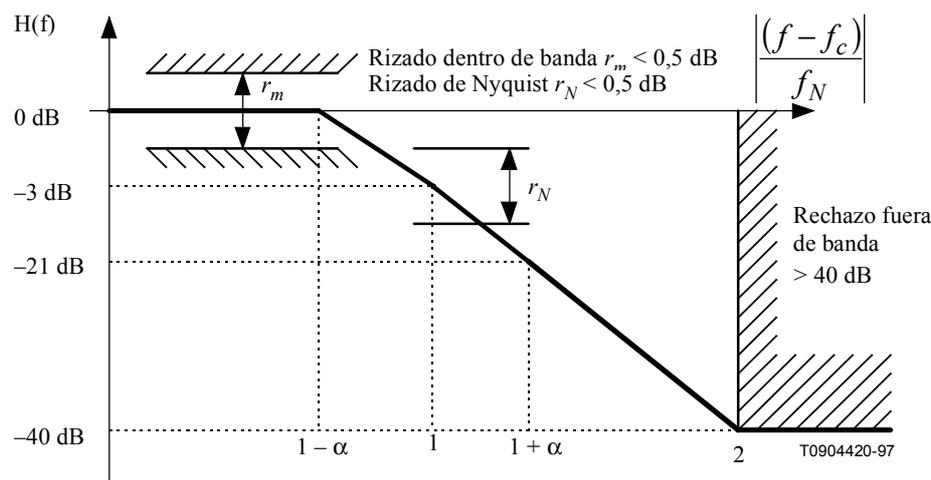


Figura A.9/J.112 – Espectro de potencia del transmisor en sentido descendente QPSK

Los sistemas requieren la utilización de codificación diferencial y de la correspondiente detección diferencial. Esto se debe a que los receptores no tienen medios de determinar si una referencia recuperada es una referencia sinusoidal o cosinusoidal. Además, la polaridad de la referencia recuperada es incierta.

En la codificación diferencial, la información transmitida está constituida por diferencias de fase codificadas, entre las dos señales sucesivas. El modulador procesa los símbolos binarios digitales para obtener la codificación diferencial y transmite a continuación las fases absolutas. La codificación diferencial se realiza en el nivel digital.

A.5.2.1.4 Aleatorizador (sentido descendente OOB)

Tras la adición de los octetos FEC (véase A.5.3.1), todos los datos a 1,544 Mbit/s (o a 3,088 Mbit/s) pasan a través de un aleatorizador de tipo registro de desplazamiento con realimentación lineal (LFSR, *linear feedback shift register*) constituido por seis registros, para asegurar una distribución aleatoria de los unos y ceros. La salida del aleatorizador será el cociente que se obtiene cuando el producto de los datos de entrada multiplicados por x^6 se divide por el polinomio generador $x^6 + x^5 + 1$. La conversión octeto/serie empezará por el bit más significativo (MSB). Para recuperar los datos se utiliza en el receptor un desaleatorizador autosincronizante complementario. (Véanse las figuras A.10 y A.11.)

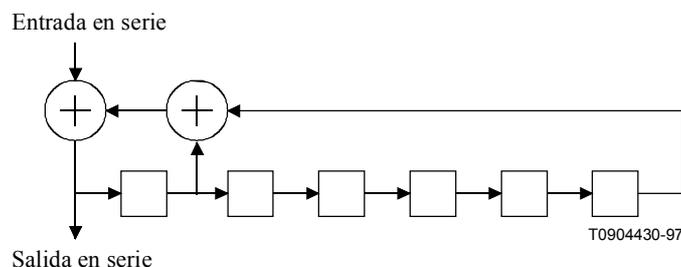


Figura A.10/J.112 – Ejemplo de aleatorizador

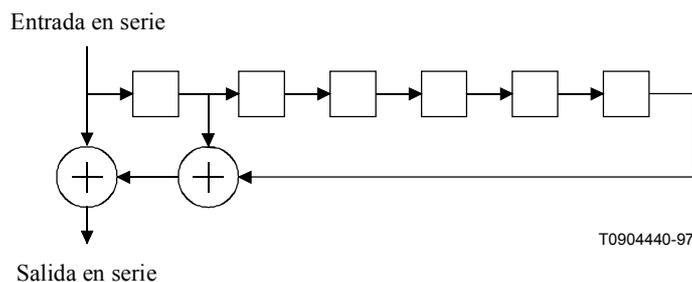


Figura A.11/J.112 – Ejemplo de desaleatorizador

A.5.2.1.5 Velocidad binaria (sentido descendente OOB)

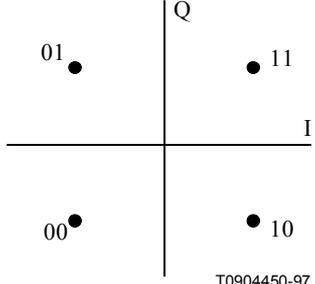
La velocidad binaria será de 1,544 Mbit/s o 3,088 Mbit/s. El soporte de 3,088 Mbit/s es obligatorio y el de 1,544 Mbit/s es facultativo, tanto para el INA como para la NIU. La exactitud de la velocidad de símbolos deberá ser de ± 50 ppm.

A.5.2.1.6 Nivel de potencia del receptor (sentido descendente OOB)

El nivel de potencia a la entrada del receptor deberá estar en la gama de 42 dB μ V a 75 dB μ V (RMS) (75 Ω).

A.5.2.1.7 Resumen (sentido descendente OOB)

Velocidad de transmisión	1,544 Mbit/s para el grado A (facultativa para INA y NIU) 3,088 Mbit/s para el grado B (obligatoria para INA y NIU)
Modulación	QPSK con codificación diferencial
Filtrado en transmisión	El filtrado es $\alpha = 0,30$ raíz cuadrada de coseno exponenciado
Espaciamiento de canales	1 MHz para el grado A 2 MHz para el grado B
Tamaño del escalón de frecuencia	250 kHz (granularidad de la frecuencia central)
Aleatorización	Después de la adición de los octetos FEC, todos los datos a 1,544 Mbit/s (o a 3,088 Mbit/s) se hacen pasar por un aleatorizador de tipo registro de desplazamiento con realimentación lineal (LFSR) formado por seis registros, para asegurar una distribución aleatoria de los unos y ceros. El polinomio generador es: $x^6 + x^5 + 1$. La conversión octeto/serie empezará por el MSB. Para recuperar los datos se utiliza en el receptor un desaleatorizador autosincronizante complementario.

Codificación diferencial	<p>El codificador diferencial aceptará bits A y B en secuencia, y generará cambios de fase como se indica a continuación:</p> <p><u>A</u> <u>B</u> <u>Cambio de fase</u></p> <p>0 0 Ninguno</p> <p>0 1 +90°</p> <p>1 1 180°</p> <p>1 0 -90°</p> <p>En el modo serie, A llega primero.</p>
Constelación de señales	<p>Las salidas I y Q del codificador diferencial corresponden a los estados de fase, como se muestra en la figura A.12.</p> <div style="text-align: center;">  <p>T0904450-97</p> </div> <p>Figura A.12/J.112 – Constelación QPSK</p>
Gamas de frecuencias	Recomendadas pero no obligatorias: 70 a 130 MHz y/o 300 a 862 MHz
Estabilidad de frecuencia	±50 ppm medida en el límite superior de la gama de frecuencias
Exactitud de la velocidad de símbolos	±50 ppm
Supresión de portadora	> 30 dB
Asimetría de amplitud I/Q	> 1,0 dB
Asimetría de fase I/Q	< 2,0°
Nivel de potencia en recepción a la entrada de la NIU	42-75 dBμV (valor eficaz) (75 Ω)
Máscara del espectro de potencia en transmisión	En el cuadro A.2 y en la figura A.9 se presenta una plantilla común para ambas velocidades binarias: 1,544 Mbit/s (grado A) y 3,088 Mbit/s (grado B).

A.5.2.1.8 Tasa de errores en los bits, sentido descendente OOB (a título informativo)

La tasa de errores en los bits en la NIU deberá ser inferior a 10^{-10} (después de la corrección de errores, es decir, 1 error en 2 horas a 1,5 Mbit/s) para una relación C/N > 20 dB en la transmisión en sentido descendente. C/N es la relación portadora/ruido pertinente para el proceso de demodulación (anchura de banda de Nyquist para ruido blanco).

A.5.2.2 Trayecto de interacción de ida (sentido descendente IB)

El trayecto de interacción de ida IB debe utilizar un tren de transporte (TS, *transport stream*) MPEG-2 con un canal QAM modulado, tal como se define en EN 300 429 [7]. La gama de frecuencias, el espaciamiento de canales y otros parámetros de la capa física inferior deben cumplir dicha especificación. La exactitud de la frecuencia en sentido descendente será de ±50 ppm.

A.5.2.3 Trayecto de interacción de retorno (sentido ascendente)

El trayecto en sentido ascendente permite dos tipos de modulación: QPSK y 16QAM. Cada canal en sentido ascendente utilizará un solo tipo de modulación: QPSK o 16QAM.

A.5.2.3.1 Gama de frecuencias (sentido ascendente)

Aunque no se especifica que la gama de frecuencias sea obligatoria, se indica, a título de orientación, la conveniencia de utilizar la gama de 5 a 65 MHz. La estabilidad de la frecuencia deberá ser de ± 50 ppm medida en el límite superior de la gama de frecuencias.

A.5.2.3.2 Modulación y correspondencia (sentido ascendente)

Los bits de entrada se harán corresponder con constelaciones I/Q de acuerdo con lo siguiente:

Símbolos en la modulación QPSK – $I_1 Q_1$

Símbolos en la modulación 16QAM – $I_1 Q_1 I_0 Q_0$

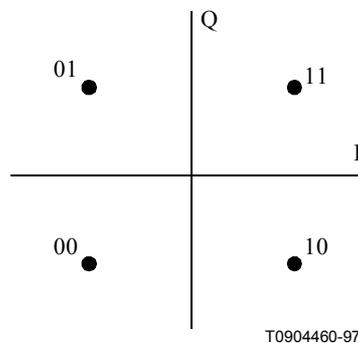
donde I_1 es el MSB para QPSK/16QAM

Q_1 es el LSB para QPSK

Q_0 es el LSB para 16QAM.

El MSB tiene que ser el primer bit de los datos serie que llegan al modulador.

La codificación de la palabra única (CC CC CC 0D para QPSK y F3 F3 F3 F3 F3 F3 33 F7 para 16QAM, véase A.5.3.3 para alineación de trama en el sentido ascendente) no será diferencial. Para el resto del intervalo, la codificación será diferencial. El mapa de símbolos QPSK y el mapa de símbolos 16QAM para la palabra única se describen en las figuras A.13 y A.14.



T0904460-97

Figura A.13/J.112 – Correspondencia para la constelación QPSK (sentido ascendente)

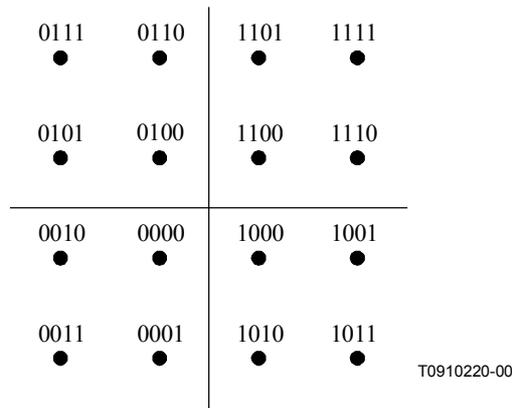


Figura A.14/J.112 – Correspondencia para la constelación 16QAM (sentido ascendente)

La codificación diferencial se efectuará de acuerdo con el cuadro A.3. El cuadrante transmitido en este momento se deduce a partir del cuadrante transmitido previamente y de los bits de entrada actuales.

Cuadro A.3/J.112 – Codificación diferencial

Actuales bits I_1 Q_1 de entrada	Cambio de fase por cuadrante	MSB del símbolo anteriormente transmitido	MSB del símbolo transmitido en este momento
00	0°	11	11
00	0°	01	01
00	0°	00	00
00	0°	10	10
01	90°	11	01
01	90°	01	00
01	90°	00	10
01	90°	10	11
11	180°	11	00
11	180°	01	10
11	180°	00	11
11	180°	10	01
10	270°	11	10
10	270°	01	11
10	270°	00	01
10	270°	10	00

La asimetría de amplitud I/Q será inferior a 1,0 dB, y la asimetría de fase inferior a 2,0°.

A.5.2.3.3 Filtro de conformación (sentido ascendente)

La respuesta en el dominio del tiempo de un impulso de la forma raíz cuadrada de coseno exponenciado con el parámetro de anchura de banda en exceso α viene dada por:

$$g(t) = \frac{\sin\left[\frac{\pi t}{T}(1-\alpha)\right] + \frac{4\alpha t}{T} \cos\left[\frac{\pi t}{T}(1+\alpha)\right]}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{4\alpha t}{t}\right)^2\right]}$$

donde T es el periodo de símbolo.

La señal de salida viene dada por:

$$S(t) = \sum_n [I_n \times g(t-nT) \times \cos(2\pi f_c t) - Q_n \times g(t-nT) \times \sin(2\pi f_c t)]$$

donde I_n y Q_n son iguales a ± 1 (QPSK)/ ± 3 (16QAM), independientes entre sí, y f_c es la frecuencia portadora del modulador QPSK/16QAM.

El modulador QPSK/16QAM divide el tren de bits entrante de modo que los bits se envían alternativamente al modulador en fase I y al modulador fuera de fase Q. Estos mismos trenes de bits aparecen en la salida de los respectivos detectores de fase del demodulador en donde vuelven a ser intercalados en un tren de bits serie.

Los parámetros de la señal QPSK/16QAM son:

$$\text{Anchura de banda RF} = \frac{f_b}{2}(1+\alpha)$$

Espectro RF ocupado $[f_c - f_s/2, f_c + f_s/2]$

Velocidad de símbolos $f_s = f_b/2$

Frecuencia de Nyquist $f_N = f_s/2$

siendo f_b = velocidad binaria, f_c = frecuencia portadora y α = anchura de banda en exceso.

Para los 8 tipos de canales: 256 kbit/s QPSK (grado A), 512 kbit/s 16QAM (grado AQ), 1,544 Mbit/s QPSK (grado B), 3,088 Mbit/s 16QAM (grado BQ), 3,088 Mbit/s QPSK (grado C), 6,176 Mbit/s 16QAM (grado CQ), 6,176 Mbit/s QPSK (grado D) y 12,352 Mbit/s 16QAM (grado DQ), el espectro de potencia en el transmisor satisfará la máscara de espectro de potencia indicada en el cuadro A.4 y en la figura A.15. La máscara de espectro de potencia se aplicará simétricamente alrededor de la frecuencia portadora.

Cuadro A.4/J.112 – Espectro de potencia del transmisor en sentido ascendente con modulación QPSK

$ (f-f_c)/f_N $	Espectro de potencia
$\leq 1 - \alpha$	$0 \pm 0,25$ dB
en 1	$-3 \pm 0,25$ dB
en $1 + \alpha$	≤ -21 dB
≥ 2	≤ -40 dB

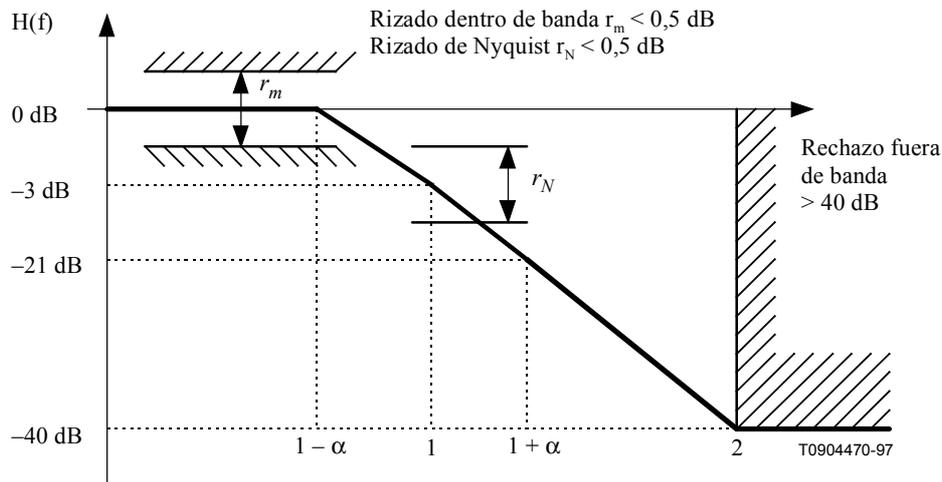


Figura A.15/J.112 – Espectro de potencia del transmisor en sentido ascendente con modulación QPSK

Las especificaciones aplicables a la modulación para el canal en sentido ascendente se indican en el cuadro A.4.

A.5.2.3.4 Aleatorizador (sentido ascendente)

La palabra única deberá enviarse en claro (véase A.5.3.3). Tras la adición de los octetos FEC, se aplicará la aleatorización únicamente a la zona de cabida útil y a los octetos FEC, y el aleatorizador efectuará la suma módulo 2 de los datos con una secuencia pseudoaleatoria. El polinomio generador es $x^6 + x^5 + 1$ con una semilla de bits todos unos. Se supone que el primer valor procedente del generador pseudoaleatorio que se tiene en cuenta es 0. La conversión octeto/serie empezará con el MSB. La secuencia binaria generada por el registro de desplazamiento empieza con 00000100... El primer "0" debe añadirse en el primer bit después de la palabra única.

En el receptor se utiliza un desaleatorizador no autosincronizante complementario para recuperar los datos. El desaleatorizador será habilitado tras la detección de la palabra única.

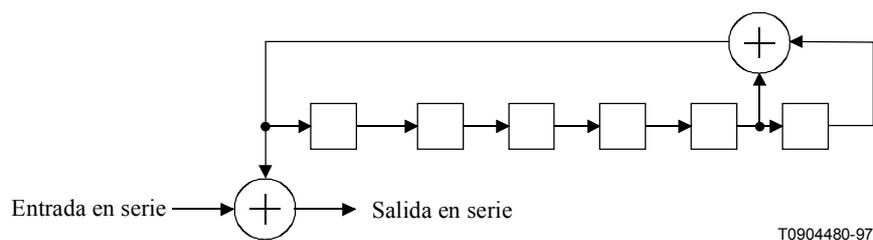


Figura A.16/J.112 – Aleatorizador

A.5.2.3.5 Precualizador

En el caso de la modulación 16QAM, la NIU se encarga de configurar un precualizador de transmisión de acuerdo con mensajes recibidos del INA. El precualizador será un ecualizador espaciado en T con 8 tomas. Las partes real e imaginaria del coeficiente de las tomas se expresarán según una notación en complemento de dos, fraccionaria, formada por 16 bits.

El preecualizador será configurado durante la fase de determinación y calibración de potencia. En el caso de anuncio de comienzo de sesión en el canal de servicio, el cálculo se basará en los símbolos QPSK que son enviados (por la NIU) en el mensaje <MAC> de respuesta a anuncio de comienzo de sesión (véase A.5.5.4.2). Para asegurar un cálculo correcto, la NIU debe cerciorarse de que el intervalo que contiene el mensaje <MAC> de respuesta a anuncio de comienzo de sesión habrá de enviarse con, al menos, 200 símbolos QPSK diferentes (cualquiera que sea el número de octetos comprendidos en el mensaje). En el caso de un reaprovisionamiento a un canal 16QAM, los coeficientes se calcularán de acuerdo con los símbolos 16QAM.

Antes de la determinación y calibración iniciales (en el caso de anuncio de comienzo de sesión, o en el caso de nuevo canal en sentido ascendente), la NIU DEBE inicializar los coeficientes a 1 (toma central) y 0.

A.5.2.3.6 Velocidad binaria (en sentido ascendente)

Se especifican ocho grados de modulación y velocidad de transmisión (véase el cuadro A.5):

Cuadro A.5/J.112 – Velocidades binarias y modulaciones en sentido ascendente para los grados de modulación A, AQ, B, BQ, C, CQ, D y DQ

Grado	Velocidad
A	256 kbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)
B	1,544 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)
C	3,088 Mbit/s QPSK (obligatoria para INA y NIU)
D	6,176 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)
AQ	512 kbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)
BQ	3,088 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)
CQ	6,176 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)
DQ	12,352 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)

El soporte de 3,088 Mbit/s QPSK es obligatorio, y el de las otras combinaciones de modulación y velocidad es facultativo para el INA y para la NIU.

La exactitud de la velocidad de símbolos debe ser de ± 50 ppm.

Para los grados A y AQ, la velocidad es de 500 intervalos/s. Para los grados B y BQ, la velocidad es de 3000 intervalos/s. Para los grados C y CQ, la velocidad es de 6000 intervalos/s. Para los grados D y DQ, la velocidad es de 12 000 intervalos/s.

A.5.2.3.7 Nivel de potencia en transmisión (en sentido ascendente)

A la salida, el nivel de potencia en transmisión estará comprendido en la gama 85-113 dB μ V (RMS) (75 Ω). En algunas zonas geográficas puede ser necesario abarcar la gama 85-122 dB μ V (RMS) (75 Ω). Obsérvese, sin embargo, que una potencia elevada puede ser causa de problemas de compatibilidad electromagnética. Esta potencia será ajustable en escalones de 0,5 dB (valor nominal) mediante mensajes MAC procedentes del INA.

La exactitud de potencia en sentido ascendente, medida en el INA, será mejor o igual a $\pm 1,5$ dB.

A.5.2.3.8 Perfiles de potencia en ráfagas y de temporización en sentido ascendente

Debido a la existencia del filtro de conformación de símbolos, que dispersa la duración de símbolo en $T_s = 1/\text{symbol_rate}$, una ráfaga tiene una rampa de subida (antes del primer símbolo) y una rampa de bajada (después del último símbolo) como se muestra en la figura A.17.

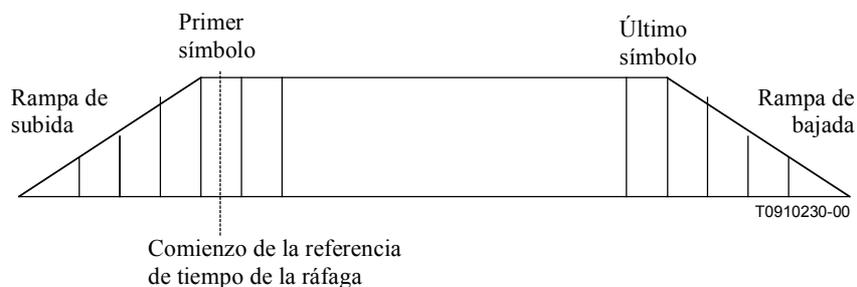


Figura A.17/J.112 – Rampas de subida y de bajada de la ráfaga

La rampa de bajada de una ráfaga puede superponerse con la rampa de subida de la ráfaga siguiente.

Las rampas tendrán una longitud mínima de tres símbolos.

Cuando el transmisor está en reposo, la atenuación del nivel de potencia en sentido ascendente será superior a 60 dB (con relación al nivel nominal de la potencia de salida de la ráfaga), en la totalidad de la gama de potencias de salida (el nivel máximo absoluto de la potencia de salida no será superior al especificado en el cuadro A.7). Se considera que un terminal está en reposo cuando se encuentre en un punto tal que habrán de transcurrir tres intervalos antes que se produzca la próxima transmisión, o cuando ya hayan transcurrido tres intervalos después de la última transmisión.

Cuando haya 4 símbolos antes del primer símbolo de una ráfaga y 4 símbolos después del último símbolo, la atenuación del nivel de potencia en sentido ascendente será superior a 30 dB (con relación al nivel nominal de la potencia de salida de la ráfaga), en la totalidad de la gama de potencias de salida.

Tras la determinación y la compensación del tiempo de propagación, la exactitud de la temporización en sentido ascendente de la NIU/STB será mejor o igual que $\pm 5/8$ de un símbolo (velocidad en sentido ascendente).

La exactitud de la determinación del tiempo proporcionada por los mensajes MAC procedentes del INA será mejor o igual que $\pm 1/8$ de un símbolo (velocidad en sentido ascendente) o ± 50 ns, de estos valores el que sea mayor (pues la unidad de determinación de tiempo es 100 ns).

Los mensajes procedentes de la NIU llegarán entonces al INA en una ventana de $\pm 0,75$ símbolos (velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente) para velocidades binarias de 256 kbit/s, 1,544 Mbit/s y 3,088 Mbit/s, y en una ventana de $\pm 0,78$ símbolos (velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente) para la velocidad binaria de 6,176 Mbit/s.

A.5.2.3.9 Supresión del ruido y de señales interferente espurias

La potencia del ruido y de toda señal interferente espuria a la salida del dispositivo transmisor (en sentido ascendente) no podrá ser superior a los niveles indicados en el cuadro A.6. La anchura de banda de medición es igual a la velocidad de símbolos (por ejemplo, 1,544 kHz para 1,544 ksímbolos/s) para frecuencias inferiores a f_{d1} e igual a 7 MHz para frecuencias superiores a f_{d1} .

Cuadro A.6/J.112 – Supresión del ruido y de señales interferente espurias

	Transmisión en una ráfaga	Entre ráfagas
Dentro de banda	No aplicable	-60 dBc (véanse notas 1 y 2)
Banda adyacente sentido ascendente	-40 dBc	-70 dBc (véanse notas 1 y 2)
Otra banda en 5 ... fd1 MHz	-40 dBc	-70 dBc (véase nota 1)
fd1 ... fd2 MHz (medida en 7 MHz)	45 dB μ V	22 dB μ V
> fd2 MHz (medida en 7 MHz)	30 dB μ V	22 dB μ V
fd1 Frecuencia mínima, sentido descendente, en la red. fd2 Frecuencia mínima, sentido descendente, ocupada por programas de TV = min NOTA 1 – dBc se basa en el nivel de la portadora durante la ráfaga. NOTA 2 – La supresión adicional de 30 dB para el periodo entre ráfagas se basa en el máximo para la conexión: 1000 NIU por cada INA.		

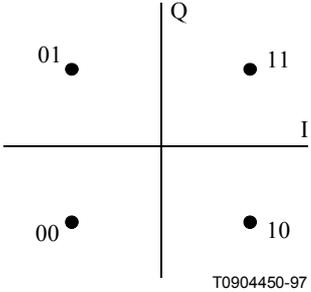
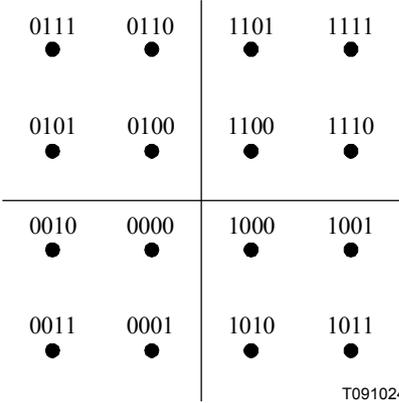
A.5.2.3.10 Resumen (sentido ascendente)

Véase el cuadro A.7.

Cuadro A.7/J.112 – Resumen (sentido ascendente)

Velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente	Se especifican ocho grados de modulación y velocidad binaria de transmisión: <table border="0"> <thead> <tr> <th>Grado</th> <th>Velocidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>256 kbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1,544 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>3,088 Mbit/s QPSK (obligatoria para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>6,176 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>AQ</td> <td>512 kbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>BQ</td> <td>3,088 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>CQ</td> <td>6,176 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> <tr> <td>DQ</td> <td>12,352 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)</td> </tr> </tbody> </table> El soporte de 3,088 Mbit/s QPSK es obligatorio, el soporte de otras combinaciones de modulación y velocidad es facultativo para el INA y para la NIU.	Grado	Velocidad	A	256 kbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)	B	1,544 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)	C	3,088 Mbit/s QPSK (obligatoria para INA y NIU)	D	6,176 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)	AQ	512 kbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)	BQ	3,088 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)	CQ	6,176 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)	DQ	12,352 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)
Grado	Velocidad																		
A	256 kbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)																		
B	1,544 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)																		
C	3,088 Mbit/s QPSK (obligatoria para INA y NIU)																		
D	6,176 Mbit/s QPSK (facultativa para INA y NIU)																		
AQ	512 kbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)																		
BQ	3,088 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)																		
CQ	6,176 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)																		
DQ	12,352 Mbit/s 16QAM (facultativa para INA y NIU)																		
Modulación	QPSK con codificación diferencial/16QAM con codificación diferencial																		
Filtrado en transmisión	alfa = 0,30 raíz cuadrada de coseno elevado																		
Espaciamiento de canales	200 kHz para los grados A, AQ 1 MHz para los grados B, BQ 2 MHz para los grados C, CQ 4 MHz para los grados D, DQ																		
Tamaño de escalón de frecuencia	50 kHz																		

Cuadro A.7/J.112 – Resumen (sentido ascendente)

<p>Aleatorización</p>	<p>La palabra única se enviará en claro. Tras la adición de los octetos FEC, se aplicará la aleatorización únicamente a la zona de cabida útil y a los octetos FEC, y el aleatorizador efectuará la suma módulo 2 de los datos con una secuencia pseudoaleatoria. El polinomio generador es $x^6 + x^5 + 1$ con una semilla de todos unos.</p> <p>La conversión octeto/serie empezará por el MSB.</p> <p>En el receptor se utiliza un desaleatorizador no autosincronizante complementario para recuperar los datos. El desaleatorizador será habilitado tras la detección de la palabra única.</p>
<p>Codificación diferencial</p>	<p>El codificador diferencial aceptará bits $I_1 Q_1 I_0 Q_0$ en secuencia, y generará cambios de fase como sigue. En el modo serie, I_1 llega primero. Para los detalles, véase el cuadro A.3.</p>
<p>Constelación de señales QPSK</p> <p>NOTA – La palabra única (CC CC CC 0D hex) no es objeto de codificación diferencial.</p>	<p>Las salidas I, Q del codificador diferencial corresponden a los estados de fase como se indica en la figura A.18.</p> <div style="text-align: center;">  <p>T0904450-97</p> </div> <p>Figura A.18/J.112 – Constelación QPSK para ráfaga</p>
<p>Constelación de señales 16QAM</p> <p>NOTA – La palabra única (F3 F3 F3 F3 F3 F3 33 F7) no es objeto de codificación diferencial.</p>	<div style="text-align: center;">  <p>T0910240-00</p> </div> <p>Figura A.19/J.112 - Constelación 16QAM para ráfaga</p>
<p>Gama de frecuencias</p>	<p>5 MHz a 65 MHz es la gama recomendada, pero no obligatoria</p>
<p>Estabilidad de frecuencia</p>	<p>±50 ppm medida en el límite superior de la gama de frecuencias</p>

Cuadro A.7/J.112 – Resumen (sentido ascendente)

Exactitud de la velocidad de símbolos	±50 ppm
Máscara del espectro de potencia en transmisión	La máscara común para los ocho grados de transmisión en sentido ascendente se indica en el cuadro A.4 y en la figura A.15.
Supresión de la portadora cuando el transmisor está activo	>30 dB
Perfil de potencia en ráfaga	<p>La atenuación del nivel de potencia en sentido ascendente será superior a 60 dB con relación al nivel nominal de potencia de salida en la totalidad de la gama de potencias de salida, y superior a 30 dB inmediatamente después o antes de la transmisión.</p> <p>Definición de transmisor en reposo: Se considera que un terminal está en reposo cuando se encuentre en un punto tal que habrán de transcurrir tres intervalos antes que se produzca la próxima transmisión, o ya hayan transcurrido tres intervalos después de la última transmisión.</p>
Asimetría de amplitud de I/Q	<1,0 dB
Asimetría de fase de I/Q	<2,0°
Nivel de potencia de transmisión a la salida del modulador (sentido ascendente)	85-113 dBμV (RMS) (75 Ω). En algunas zonas geográficas puede ser necesario abarcar la gama 85-122 dBμV (RMS) (75 Ω). En todo caso, las redes de cable cumplirán los requisitos relativos a la compatibilidad electromagnética especificados en CENELEC EN 50083-2 [19] sobre la potencia perturbadora radiada por la alimentación de la potencia de transmisión.

A.5.2.3.11 Pérdida de paquetes en sentido ascendente (a título informativo)

La característica de pérdida de paquetes en sentido ascendente en el INA será inferior a 10^{-6} para una relación portadora/ruido (C/N) > 20 dB (después de la corrección de errores) en el caso de transmisión en sentido ascendente.

NOTA – Se considera que se ha producido una pérdida de paquete en sentido ascendente cuando, después de haberse aplicado el procedimiento de corrección de errores, uno o más bits de un paquete enviado en sentido ascendente no han podido ser corregidos. La relación C/N está referida a la entrada del demodulador (anchura de banda de Nyquist, ruido blanco).

A.5.2.3.12 Máximo tiempo de propagación en cable

Este anexo ha sido concebido para el soporte de tiempos de propagación de ida y retorno, por cable, de hasta 800 μ s, lo que corresponde a una longitud de cable de aproximadamente 80 km. Una aplicación razonable de este anexo permite trabajar con tiempos de propagación más largos.

A.5.3 Alineación de trama

A.5.3.1 Trayecto de interacción de ida (sentido descendente OOB)

A.5.3.1.1 Formato de alineación de trama de supertrama ampliada de enlace de señalización

La estructura de trama de la supertrama ampliada de enlace de señalización (SL-ESF, *signalling link extended superframe*) se muestra en la figura A.20. El tren de bits se divide en supertramas ampliadas de 4632 bits. Cada supertrama ampliada comprende 24 tramas formadas, cada una de ellas, por 193 bits. Cada trama está constituida por 1 bit de tara (OH, *overhead*) y 24 octetos (192 bits) de cabida útil.

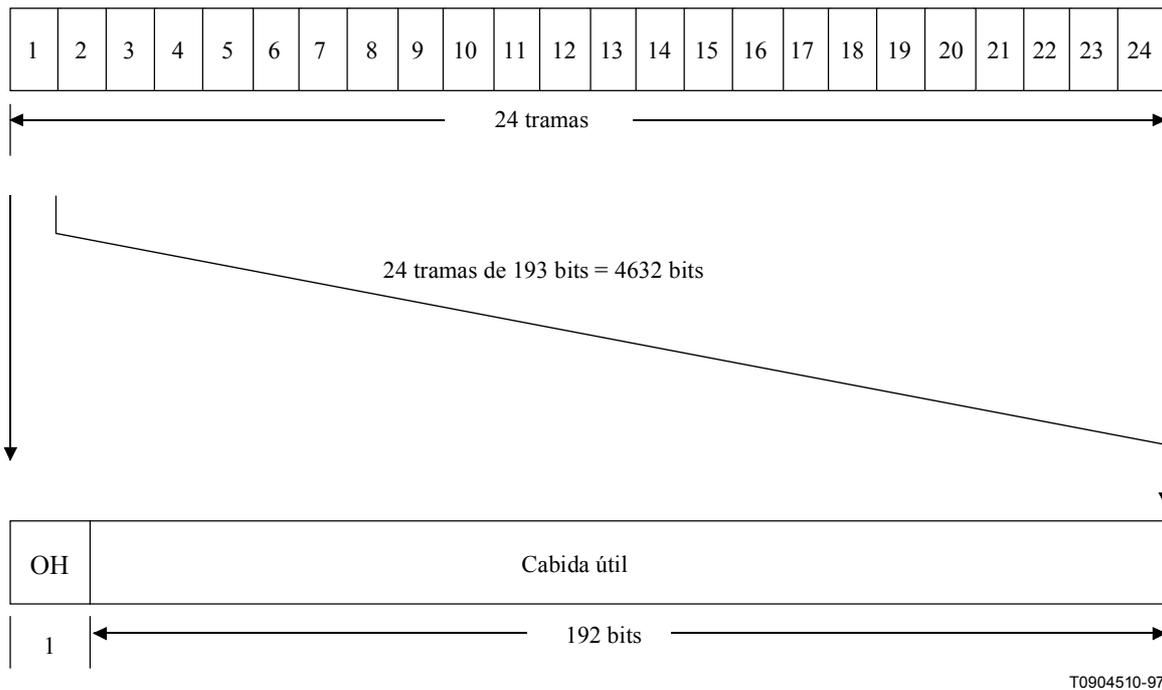


Figura A.20/J.112 – Estructura de trama SL-ESF

A.5.3.1.2 Tara de trama

La supertrama ampliada comprende 24 bits de tara de trama los cuales forman la señal de alineación de trama de la supertrama ampliada (F1-F6), la verificación por redundancia cíclica (C1-C6), y el enlace de datos con bits M (M1-M12), como se muestra en el cuadro A.8. El bit número 0 es el primero que se recibe.

Cuadro A.8/J.112 – Tara de trama

Número de trama	Número de bit	Bit de tara	Datos (192 bits)
1	0	M1	
2	193	C1	
3	386	M2	
4	579	F1 = 0	
5	772	M3	
6	965	C2	
7	1158	M4	
8	1351	F2 = 0	
9	1544	M5	
10	1737	C3	
11	1930	M6	
12	2123	F3 = 1	
13	2316	M7	
14	2509	C4	
15	2702	M8	
16	2895	F4 = 0	
17	3088	M9	
18	3281	C5	
19	3474	M10	
20	3667	F5 = 1	
21	3860	M11	
22	4053	C6	
23	4246	M12	
24	4439	F6 = 1	
FAS Señal de alineación de trama (F1-F6) DL Enlace de datos con bit M (M1-M12) CRC Verificación por redundancia cíclica (C1-C6).			

Señal de alineación de trama ESF

La señal de alineación de trama (FAS) ESF se utiliza para localizar las 24 tramas y las posiciones de los 24 bits de tara. Los valores de los bits de la FAS se definen como sigue:

F1 = 0, F2 = 0, F3 = 1, F4 = 0, F5 = 1, F6 = 1.

Verificación por redundancia cíclica ESF

El campo verificación por redundancia cíclica contiene los bits de verificación CRC-6 calculados sobre la precedente supertrama ampliada [tamaño del bloque de mensajes CRC (CMB, *CRC message block*) = 4632 bits]. Antes de efectuar el cálculo, los 24 bits de tara de trama tienen el valor "1". Todas las informaciones en las otras posiciones de bit se mantienen sin modificación. La secuencia de los bits de verificación C1-C6 es el residuo que se obtiene cuando el CMB se multiplica

por x^6 y seguidamente se divide por el polinomio generador $x^6 + x^5 + 1$. C1 es el bit más significativo del residuo. El valor inicial del residuo se fija previamente a todos ceros.

Enlace de datos basado en el bit M de la supertrama ampliada

Los bits M de la SL-ESF se utilizan para la asignación de la temporización de intervalos (véase A.5.4).

A.5.3.1.3 Estructura de la cabida útil

La estructura de la cabida útil de la trama SL-ESF proporciona un contenedor conocido para definir la ubicación de las células ATM y los correspondientes valores de paridad Reed Solomon. La estructura de la cabida útil de SL-ESF se muestra en el cuadro A.9. Cuando el INA no tiene datos ni mensajes MAC para enviar por el canal OOB en sentido descendente, envía células ATM de reposo como se especifica en [16], donde el contenido de la célula ATM de reposo se ha especificado como:

0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x52 (encabezamiento de célula ATM de reposo)

0x6A, 0x6A, ..., 0x6A (cabida útil de 48 octetos de datos)

Cuadro A.9/J.112 – Estructura de la cabida útil de la ESF

	← 2		← 53			← 2		
1	R1a	R1b	Célula ATM			Paridad RS		
2	R1c	R2a						R2b
3	R2c	R3a						
4	R3b	R3c						R4a
5	R4b	R4c						
6	R5a	R5b						R5c
7	R6a	R6b						
8	R6c	R7a						R7b
9	R7c	R8a						
10	R8b	R8c						T T

T0904520-97

La estructura de la cabida útil SL-ESF consiste en 5 filas de 57 octetos cada una, 4 filas de 58 octetos, cada una que incluyen un elemento final de 1 octeto, y 1 fila de 59 octetos, que incluye un elemento final de 2 octetos. La ordenación relativa de los datos entre el cuadro A.9 y el cuadro A.8 es tal que una lectura del cuadro A.9, primero de izquierda a derecha y después de arriba a abajo, corresponde a una lectura del cuadro A.8 de arriba a abajo. El bit más significativo del octeto R1a en el cuadro A.9 corresponde al bit número 1 en el cuadro A.8. A continuación se describen los diversos campos de la cabida útil de la SL-ESF.

Los tics de tiempo en sentido descendente, T_{dn} , y los tics de tiempo en sentido ascendente, T_{un} , se definen como sigue:

El canal en sentido descendente se divide en periodos de 3 ms separados por tics de tiempo en sentido descendente, T_{dn} , y el canal en sentido ascendente se divide en periodos de 3 ms separados por tics de tiempo en sentido ascendente T_{un} en el caso de velocidades de transmisión en sentido ascendente de 1,544 Mbit/s, 3,088 Mbit/s y 6,176 Mbit/s. En el caso de una velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente de 256 kbit/s, los periodos, tanto en el sentido descendente como en el sentido ascendente, son de 6 ms.

La diferencia de tiempo, $T_{un}-T_{dn}$, se designa por el *Absolute_Time_Offset*, y se define:

$$\text{Absolute_Time_Offset} = T_{un} - T_{dn}$$

y:

$$\text{Nuevo Absolute_Time_Offset} = \text{actual Absolute_Time_Offset} - \text{Time_Offset_Value}$$

(*Time_Offset_Value* es un campo contenido en el mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia y se define en A.5.5.4.3).

Antes de que la NIU aplique por primera vez el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión, el actual *Absolute_Time_Offset* se fija de acuerdo con el valor comunicado en el mensaje de configuración por defecto (teniendo en cuenta las exactitudes de temporización).

Para la utilización de los octetos R, la NIU se basará en las siguientes definiciones:

- la información de demarcación contenida en el periodo para el sentido descendente que comienza por un tic de tiempo en sentido descendente, T_{dn} , se relaciona con los intervalos en el periodo para el sentido ascendente que comienza en el tic de tiempo en sentido ascendente, T_{un+1} . Este periodo para el sentido ascendente se designa también por el "siguiente";
- la información de recepción contenida en el periodo para el sentido descendente que comienza por un tic de tiempo en sentido descendente T_{dn} se relaciona con los intervalos en el periodo para el sentido ascendente que comienza en el tic de tiempo en sentido ascendente T_{un-2} . Este periodo para el sentido ascendente se designa también por el "segundo precedente".

Estructura de célula ATM

El formato para cada estructura de célula ATM se muestra en la figura A.21. Esta estructura y codificación de campos serán consecuentes con la estructura y la codificación presentadas en UIT-T I.361 [1] para la interfaz UNI del módulo ATM.

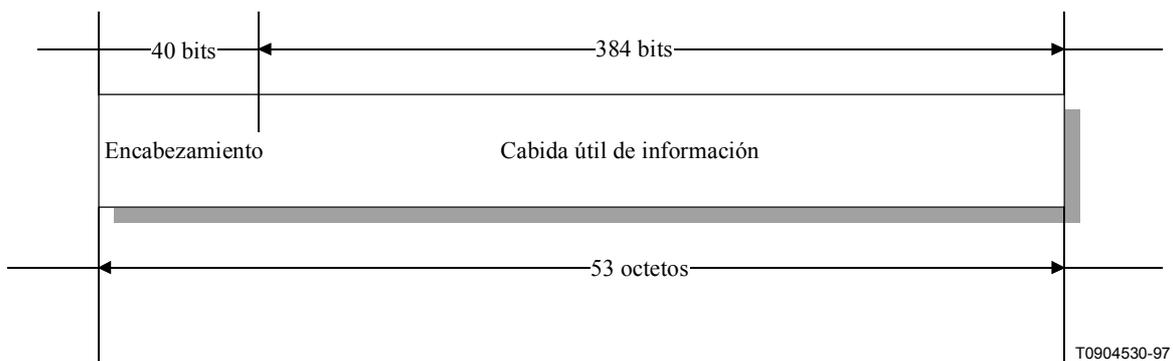


Figura A.21/J.112 – Formato de célula ATM

El encabezamiento completo (incluido el octeto HEC) estará protegido por la secuencia de control de errores del encabezamiento (HEC, *header error control*). El código HEC estará contenido en el último octeto del encabezamiento ATM. La secuencia HEC deberá poder efectuar:

- corrección de error en un solo bit;
- detección de error en múltiples bits.

La detección de errores en el encabezamiento ATM se implementará como se define en [16]. El octeto HEC se generará como se describe en [16], incluyendo la suma módulo 2 (XOR) recomendada del esquema 01010101b a los bits HEC. El conjunto de coeficientes del polinomio generador utilizado y el procedimiento de generación de la secuencia HEC se ajustarán a lo prescrito en [16].

Codificación de canal e intercalación

En cada célula ATM se efectuará la codificación Reed-Solomon con $t = 1$, lo que significa que puede corregirse 1 octeto erróneo por célula ATM. Este proceso añade 2 octetos de paridad a la célula ATM para obtener una palabra de código de (55,53).

El código Reed-Solomon tendrá los siguientes polinomios generadores:

Polinomio generador de código: $g(x) = (x + \mu^0)(x + \mu^1)$, donde $\mu = 02$ hex

Polinomio generador de campo: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

El código Reed-Solomon abreviado se implementará agregando 200 octetos, todos puestos a cero, antes de los octetos de información a la entrada de un codificador (255,253); una vez concluido el procedimiento de codificación, se descartan estos octetos.

Se aplicará la intercalación convolucional a las células ATM contenidas en la SL-ESF. Los octetos Rxa-Rxc y los dos octetos T no se deben incluir en el proceso de intercalación. La intercalación convolucional se aplica intercalando 5 líneas de 55 octetos.

Siguiendo el esquema de la figura A.22, se aplicará intercalación convolucional a los paquetes protegidos contra errores. El proceso de intercalación convolucional se basará en el método de Forney, que es compatible con el método de Ramsey tipo III, con $I = 5$. La trama intercalada se compondrá de paquetes superpuestos protegidos contra errores y un grupo de 10 paquetes estará delimitado por el inicio de la SL-ESF.

El intercalador se compone de I ramas, cíclicamente conectadas al tren de octetos de entrada por el conmutador de entrada. Cada rama será un registro de desplazamiento de tipo primero en entrar, primero en salir (FIFO, *first in first out*), con células de profundidad $(M \times j)$ (donde $M = N/I$, $N = 55 =$ longitud de trama protegida contra errores, $I =$ profundidad de intercalación, $j =$ índice de la rama). Los conmutadores de entrada y salida serán sincronizados. Cada célula del registro FIFO contendrá un octeto.

A efectos de sincronización, el primer octeto de cada paquete protegido contra errores será siempre encaminado a la rama "0" del intercalador (correspondiente a un retardo nulo). El tercer octeto de la cabida útil SL-ESF (el octeto que sigue inmediatamente a R1b) se alineará al primer octeto de un paquete protegido contra errores.

El desintercalador es similar, en principio, al intercalador, pero los índices de rama están invertidos (es decir, la rama 0 corresponde al retardo máximo). La sincronización del desintercalador se efectúa encaminando el tercer octeto de datos de la SL-ESF a la rama "0". (Véase la figura A.22.)

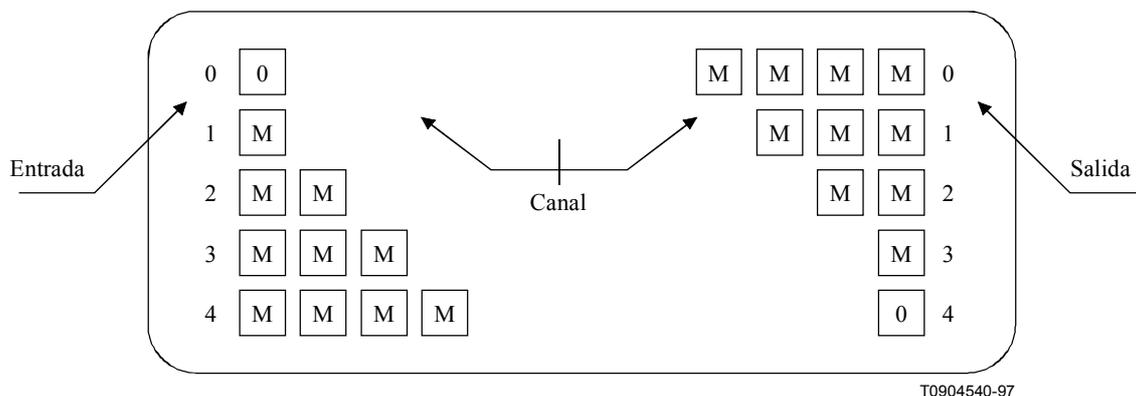


Figura A.22/J.112 – Estructuras de intercalador y desintercalador

Campos de indicador de recepción y campos de límites de intervalo

Un canal en sentido descendente puede controlar hasta 8 canales en sentido ascendente y contiene información de control para cada uno de sus canales en sentido ascendente asociados. Esta información está contenida dentro de estructuras conocidas como banderas. Un conjunto de banderas se representa por 24 bits (denominados $b_0 \dots b_{23}$) o bien por 3 octetos (denominados R_{xa} , R_{xb} y R_{xc}):

$$R_{xa} = (b_0 \dots b_7) = (\text{msb} \dots \text{lsb})$$

$$R_{xb} = (b_8 \dots b_{15}) = (\text{msb} \dots \text{lsb})$$

$$R_{xc} = (b_{16} \dots b_{23}) = (\text{msb} \dots \text{lsb})$$

Una o más banderas MAC consecutivas están asociadas a un canal en sentido ascendente. Esta vinculación se efectúa en los mensajes MAC de configuración por defecto, mensaje de conexión, mensaje de reaprovisionamiento y mensaje de control de transmisión. Al canal en sentido ascendente "c" (parámetro `Service_Channel` o `Upstream_Channel_Number` o `New_Upstream_Channel_Number` de los mensajes MAC antes mencionados) están asociadas las banderas MAC "x", y lo siguiente, como se describe a continuación. "x" corresponde al parámetro `MAC_Flag_Set` de los mencionados mensajes MAC. Es un campo de 5 bits y puede tomar los valores 1 a 16. El valor 0 y los valores 17 a 31 no son válidos.

En el sentido descendente OOB, cada estructura de trama SL-ESF contiene ocho conjuntos de banderas representados por R_{xa} , R_{xb} y R_{xc} , donde x es sustituida por los números 1...8. En el caso de una velocidad binaria en sentido descendente de 1,544 Mbit/s, se produce una sola trama durante un intervalo de 3 ms, que contiene ocho conjuntos de banderas. En el caso de una velocidad binaria en sentido descendente de 3,088 Mbit/s, se producen dos tramas, A y B, durante un intervalo de 3 ms, que contienen 16 conjuntos de banderas. El segundo conjunto de banderas (contenido en B) está representado por R_{xa} , R_{xb} y R_{xc} , donde x es sustituida por los números 9 a 16.

En un canal en sentido ascendente de 3,088 Mbit/s son necesarios dos conjuntos de banderas. En este caso, el parámetro `MAC_Flag_Set` representa el primero de los dos conjuntos de banderas asignados sucesivamente (R_{xa} - R_{xc} , R_{ya} - R_{yc} con $y = (x + 1)$ donde x está en la gama [1, 7] para 1,544 Mbit/s en sentido descendente y en la gama [1, 15] para 3,088 Mbit/s en sentido descendente. En particular, si un canal de 1,544 Mbit/s en sentido descendente OOB controla canales en sentido ascendente a 3,088 Mbit/s, el número de banderas disponibles permite controlar como máximo cuatro canales en sentido ascendente.

En el caso de un canal de 6,176 Mbit/s en sentido ascendente se necesitan cuatro conjuntos de banderas. En este caso, el parámetro `MAC_Flag_Set` representa el primero de cuatro conjuntos de banderas asignados sucesivamente (R_{xa} - R_{xc} , R_{ua} - R_{uc} , R_{va} - R_{vc} , R_{wa} - R_{wc} siendo $u = (x+1)$, $v = (x+2)$, $w = (x+3)$, estando x en la gama [1, 5] para 1,544 Mbit/s en sentido descendente y en la

gama [1, 13] para 3,088 Mbit/s en sentido descendente. En particular, si un canal de 3,088 Mbit/s OOB en sentido descendente controla canales de 6,176 Mbit/s en sentido ascendente, el número de banderas disponibles permite controlar como máximo 4 canales en sentido ascendente. Además, si un canal de 1,544 Mbit/s OOB en sentido descendente controla canales de 6,176 Mbit/s en sentido ascendente, pueden controlarse como máximo 2 canales en sentido ascendente.

Los bits b0 a b23 se definen en la forma siguiente:

- b0 = indicador de intervalo de determinación para el siguiente el periodo de 3 ms (msb) (6 ms para 256 kbit/s)
- b1-b6 = campo definición de demarcación de intervalo para el siguiente periodo de 3 ms
- b7 = indicador de recepción del intervalo 1 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b8 = indicador de recepción del intervalo 2 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b9 = indicador de recepción del intervalo 3 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b10 = indicador de recepción del intervalo 4 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b11 = indicador de recepción del intervalo 5 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b12 = indicador de recepción del intervalo 6 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b13 = indicador de recepción del intervalo 7 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b14 = indicador de recepción del intervalo 8 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b15 = indicador de recepción del intervalo 9 (como se muestra en el cuadro A.13)
- b16-b17 = control de reserva para el periodo de 3 ms siguiente (6 ms para 256 kbit/s)
- b18-b23 = paridad CRC-6 (véase la definición en la sección sobre SL-ESF)

Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es A/AQ, únicamente son válidos los primeros tres indicadores de recepción de intervalos. Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es B/BQ, son válidos los 9 intervalos. Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es C/CQ, son válidos los 9 intervalos de este campo y los 9 intervalos del campo siguiente: se utilizan entonces dos campos configuración de intervalo consecutivos. La definición del primer campo configuración de intervalo permanece inalterada. La definición del segundo campo configuración de intervalo amplía la definición de la frontera para abarcar los intervalos 10 a 18 en sentido ascendente, y los indicadores de recepción para abarcar los intervalos 10 a 18 en sentido ascendente. Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es D/DQ se utilizan cuatro campos configuración de intervalo consecutivos. La definición del primer campo configuración de intervalo permanece inalterada. La definición del segundo campo configuración de intervalo amplía la definición de la frontera para abarcar los intervalos 10 a 18 en sentido ascendente, y los indicadores de recepción para abarcar los intervalos 10 a 18 en sentido ascendente. La definición del tercer campo configuración de intervalo amplía la definición de la frontera para abarcar los intervalos 19 a 27 en sentido ascendente, y los indicadores de recepción para abarcar los intervalos 19 a 27 en sentido ascendente. La definición del cuarto campo configuración de intervalo amplía la definición de la frontera para abarcar los intervalos 28 a 36 en sentido ascendente, y los indicadores de recepción para abarcar los intervalos 28 a 36 en sentido ascendente.

En general, cuando la velocidad en sentido ascendente es inferior a la velocidad en sentido descendente, hay varias supertramas en sentido descendente OOB durante grupos de k intervalos en sentido ascendente (siendo k = 3 para transmisión de grado A/AQ en sentido ascendente, k = 9 para transmisión de grado B/BQ en sentido ascendente). En ese caso, los intervalos de configuración permanecen iguales en todas las supertramas que corresponden a un grupo de k intervalos en sentido ascendente.

Indicador de intervalo de determinación (b0): Cuando este bit está activo ($b_0 = 1$), los primeros tres intervalos del canal en sentido ascendente "x" que corresponden a la aparición de la supertrama siguiente del canal en sentido descendente conexo son designados por intervalos de determinación. En el segundo intervalo de determinación puede transmitirse un mensaje de determinación de acuerdo con el algoritmo definido para determinación, y el primer y tercer intervalos de determinación no pueden utilizarse para transmisión (banda de guarda para operaciones de determinación).

Campo definición de frontera de intervalo (b1-b6): Los tipos de intervalo se asignan a los intervalos en sentido ascendente utilizando bits b_0 - b_6 . Los intervalos se agrupan en "tramos". En el caso de transmisión de grado A/AQ en sentido ascendente, un tramo comprende los 3 intervalos entre dos marcadores de tiempo 6 (ms). En los demás casos comprende 9 intervalos. En el caso de la transmisión de grado B/BQ hay 1 tramo entre dos marcadores de tiempo (3 ms). En el caso de transmisión de grado C/CQ hay 2 tramos entre dos marcadores de tiempo (3 ms). En el caso de transmisión de grado D/DQ hay 4 tramos entre dos marcadores de tiempo (3 ms). Dentro de cada tramo, los bits b_0 - b_6 definen regiones, de tal manera que los intervalos del mismo tipo están contenidos dentro de la misma región. El orden de las regiones es el siguiente: intervalo de determinación, intervalos basados en contienda, intervalos reservados e intervalos basados en velocidad fija. Si un intervalo de determinación está disponible dentro de un "tramo", estará formado por los tiempos de los tres primeros intervalos del "tramo", suponiendo que b_1 - b_6 no está en la gama 55-63 (véase el cuadro A.12). Un intervalo de determinación se indica por $b_0 = 1$. Las fronteras entre las regiones restantes de los "tramos" se definen por b_1 - b_6 . Las fronteras se definen como se muestra en el cuadro A.10.

Cuadro A.10/J.112 – Campo definición de frontera de intervalo (b1-b6)

Frontera 0	
	intervalo 1
Frontera 1	
	intervalo 2
Frontera 2	
	intervalo 3
Frontera 3	
	intervalo 4
Frontera 4	
	intervalo 5
Frontera 5	
	intervalo 6
Frontera 6	
	intervalo 7
Frontera 7	
	intervalo 8
Frontera 8	
	intervalo 9
Frontera 9	

Las posiciones de frontera se definen por b_1 - b_6 , como se muestra en el cuadro A.11.

Cuadro A.11/J.112 – Posiciones de frontera (b1-b6)

		Frontera de región basada en contienda/reservada									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frontera de región basada en intervalo reservado/velocidad fija	0 (nota)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1 (nota)		10	11	12	13	14	15	16	17	18
	2 (nota)			19	20	21	22	23	24	25	26
	3				27	28	29	30	31	32	33
	4					34	35	36	37	38	39
	5						40	41	42	43	44
	6							45	46	47	48
	7								49	50	51
	8									52	53
	9										54

NOTA – Cuando el indicador de intervalo de control de determinación (b0) se fija a "1", los valores en las filas 0-2 son valores ilegales, y los valores en la fila 3 significan que no hay intervalos de contienda, porque los intervalos 1-3 se definen como intervalos de control de determinación.

Ejemplo

b0 = 0, b1-b6 = 22

⇒ Contienda (1-2), reservado (3-5), Velocidad fija (6-9)

Los valores restantes del campo definición de frontera de intervalo se indican en el cuadro A.12.

Cuadro A.12/J.112 – Campo definición de frontera de intervalo

Valor b1-b6	Intervalos de control de determinación	Intervalos de contienda	Intervalos por reserva	Intervalos de velocidad fija
55	1-6	7-9	–	–
56	1-6	7-8	–	9
57	1-6	7	8-9	–
58	1-6	7	8	9
59	1-6	7	–	8-9
60	1-6	–	7-8	9
61	1-6	–	7	8-9
62	1-6	–	–	7-9
63	1-9	–	–	–

NOTA 1 – Para b1-b6 = 55 a 63, b0 se fijará a 1. Se señala que para b1-b6 entre 55 y 62, se proporcionan dos intervalos de determinación (2 y 5). Para b1-b6 = 63, se proporcionan tres intervalos de determinación (2, 5 y 8).

Los valores indicados en los cuadros precedentes se obtienen a partir de b1-b6 de la forma siguiente:

$$b1 + (b2 \times 2) + (b3 \times 4) + (b4 \times 8) + (b5 \times 16) + (b6 \times 32)$$

Advertencia: Esta fórmula indica que b6 se considera como el MSB de la palabra b1-b6, en tanto que b0 es el MSB de toda la palabra b0-b23. Aunque esto "parece" incoherente, no se ha modificado a efectos de compatibilidad con la norma DAVIC.

Cuando el canal de datos en sentido ascendente es un canal de datos de 256 kbit/s, únicamente las primeras cuatro filas y columnas del cuadro A.11 son válidas, y el cuadro A.12 no es válido.

NOTA 2 – Si los campos frontera de intervalo se modifican cuando a algunas NIU ya se le han asignado intervalos en la zona de intervalos por reserva, estas NIU se encargan de actualizar la lista de intervalos físicos. Concretamente, los intervalos son asignados por mensajes MAC de concesión de reserva, que contienen un intervalo de referencia que no depende de los campos frontera de intervalo y un parámetro Grant_slot_count que corresponde al número de intervalos asignados dentro del campo frontera de intervalos por reserva. Si el campo cambia, la lista de intervalos físicos en la que la NIU puede transmitir cambia automáticamente en consecuencia.

Indicadores de recepción de intervalo (b7-b15): Cuando un indicador de recepción de intervalo está activo ("1"), indica que se recibió un paquete en sentido ascendente sin colisión. En el cuadro A.13 se muestra la relación entre un determinado intervalo en sentido ascendente y su indicador. Cuando el indicador está inactivo ("0"), indica que se detectó una colisión o que no se recibió ningún paquete en sentido ascendente en el correspondiente intervalo en sentido ascendente.

Los indicadores de recepción de intervalo llevan al procedimiento de retransmisión únicamente cuando se utiliza el acceso por contienda, como se describe en A.5.5.2.4.

Cuadro A.13/J.112 – Relación de intervalo en sentido ascendente a indicador en sentido descendente en el INA

	Sentido descendente a 1,544 Mbit/s	Sentido descendente a 3,088 Mbit/s
Grado A/AQ Sentido ascendente	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>3 intervalos</p>	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>3 intervalos</p>
Grado B/BQ Sentido ascendente	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>9 intervalos</p>	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>9 intervalos</p>
Grado C/CQ Sentido ascendente	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>18 intervalos</p>	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>18 intervalos</p>
Grado D/DQ Sentido ascendente	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>36 intervalos</p>	<p>1 trama</p> <p>DS</p> <p>US</p> <p>36 intervalos</p>

NOTA 1 – 'I' indica la trama o las tramas en sentido descendente en las que se envían los indicadores (contenidos dentro de los conjuntos de banderas). Estos indicadores controlan los intervalos en sentido ascendente en las zonas sombreadas.

NOTA 2 – En la transmisión a 3,088 Mbit/s en sentido descendente, dos tramas sucesivas contienen conjuntos de banderas 1...16.

NOTA 3 – Se utilizan dos conjuntos de banderas sucesivos para controlar los 18 intervalos de un canal de grado C/CQ sentido ascendente. En este caso se puede controlar un máximo de 4 transmisiones en sentido ascendente utilizando la transmisión a 1,544 Mbit/s en sentido descendente.

NOTA 4 – Se utilizan cuatro conjuntos de banderas sucesivos para controlar los 36 intervalos de un canal de grado D/DQ sentido ascendente. En este caso se puede controlar un máximo de 2 transmisiones en sentido ascendente utilizando la transmisión a 1,544 Mbit/s en sentido descendente, y 4 transmisiones, como máximo, en sentido ascendente, utilizando 3,088 Mbit/s en sentido descendente.

NOTA 5 – Obsérvese que este cuadro se refiere a la posición de intervalos sentido ascendente con respecto a las posiciones de supertrama sentido descendente en el receptor INA. El parámetro Time_Offset_Value de transmisión de las NIU deberá fijarse a un valor que permita la aplicación de este cuadro.

Control de reserva (b16-b17): Cuando el campo control de reserva tiene el valor 0, no está permitida la transmisión de ningún intento de reserva por el correspondiente canal en sentido ascendente QPSK durante las posiciones de intervalo asociadas con el periodo de 3 ms siguiente. Cuando el campo control de reserva tiene el valor 1, pueden efectuarse intentos de reserva. Los valores 2 y 3 están reservados. Un intento de reserva corresponde al envío de un mensaje MAC de petición de reserva (véase la sección relativa a MAC); b16 es el MSB.

Paridad CRC-6 (b18-b23): Este campo contiene un valor de paridad CRC-6 calculado en los 18 bits precedentes. El valor de paridad CRC-6 se describe en la cláusula A.5.3.1.2, relativa al formato de trama SL-ESF; b18 es el MSB.

Cuando hay más de un canal QPSK en sentido descendente OOB relacionado con un canal QPSK relativo a un canal de sentido ascendente, los bits de tara SL-ESF y los octetos R de cabida útil son idénticos en los canales en sentido descendente OOB, salvo los bits CRC de tara (C1-C6), que son específicos de cada uno de los canales en sentido descendente OOB. Esos canales conexos en sentido descendente correspondientes deben estar sincronizados (es decir, deben ser transmitidos sincronizadamente). Este escenario se aplica cuando, por ejemplo, para la información en sentido descendente se necesita una anchura de banda mucho mayor que para el sentido ascendente. Una NIU no está obligada a tener más de un sintonizador QPSK.

Los mensajes MAC que se requieren para efectuar las funciones MAC para el canal en sentido ascendente se transmitirán por cada uno de sus canales en sentido descendente OOB correspondientes.

Octetos finales

Estos octetos no se utilizan. Su valor es 0.

A.5.3.2 Trayecto de interacción de ida (sentido descendente IB)

A.5.3.2.1 Formato MPEG-2 TS de señalización IB (mensaje MAC de control)

En la figura A.23 se muestra la estructura utilizada cuando el canal QAM sentido descendente transporta paquetes MPEG-2 TS. El MSB de cada campo se transmite primero.

4	3	2	3	26	26	40	40	40	4
Encabezamiento MPEG	Marcador sentido ascend.	Número de intervalo	Control banderas MAC	Banderas MAC	Banderas de extensión	Mensaje MAC	Mensaje MAC	Mensaje MAC	Reservado

Figura A.23/J.112 – Estructura de trama (Formato MPEG-2 TS)

donde:

Encabezamiento MPEG es el encabezamiento del tren de transporte (TS) MPEG-2, de 4 octetos, definido en UIT-T H.222.0 | ISO/CEI 13818-1 [20] con un identificador de paquetes (PID, *packet identifier*) específico designado para mensajes MAC. Este PID es 0x1C. El campo `transport_scrambling_control` del encabezamiento MPEG se fijará a "00". (Nota informativa: La NIU no tiene en cuenta el bit `transport_priority`. La NIU no tiene en cuenta el bit `payload_unit_start_indicator` en el caso de paquetes MPEG TS que contienen mensajes MAC. Los bits `adaptation_field_control` deben fijarse a "01" en el caso de paquetes MPEG TS que contienen mensajes MAC.)

Marcador sentido ascendente es un campo de 24 bits que proporciona información de sincronización QPSK en sentido ascendente. (Como se expresa en A.5.1.4, deberá enviarse al menos un paquete MPEG TS con información de sincronización en cada periodo de 3 ms.) La definición de este campo es la siguiente:

– **bit 0: habilitación de marcador en sentido ascendente (MSB)**

Cuando este campo tiene el valor "1", el puntero de marcador de intervalo es válido. Cuando este campo tiene el valor "0", el puntero de marcador de intervalo no es válido.

– **bits 1-3: Mensaje MAC de alineación de trama**

El bit 1 se relaciona con el primer mensaje MAC en la trama MPEG, el bit 2 con el segundo, y el bit 3 con el último intervalo. Los valores de estos bits tienen los siguientes significados:

- 0: Un mensaje MAC termina en este intervalo.
- 1: Un mensaje MAC no termina en este intervalo y continúa en el siguiente, o el intervalo no se utiliza, en cuyo caso los dos primeros octetos del intervalo son 0x0000.

Después de un intervalo no utilizado no puede aparecer ningún otro mensaje MAC en ese mismo paquete MPEG TS. Un mensaje MAC no puede dividirse en diferentes paquetes MPEG TS. Por tanto, la única interpretación válida de los bits 1-3 es:

Bits 1-3	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3
000	M040	M040	M040
001	M040	M040	No utilizado
010	M040	M080	
011	M040	No utilizado	No utilizado
100	M080		M040
101	M080		No utilizado
110	M120		
111	No utilizado	No utilizado	No utilizado

donde Mxxx significa que en ese intervalo o en esos intervalos se transporta un mensaje MAC de una longitud de no más de xxx octetos.

– **bits 4-7: reservados**

– **bits 8-23: puntero de marcador de intervalo en sentido ascendente**

El puntero de marcador de intervalo es un entero sin signo, de 16 bits, que indica el número de relojes "de símbolo" en sentido descendente entre el siguiente octeto de sincronización y el siguiente marcador de tiempo de 3 ms. Debe considerarse que el bit 23 es el bit más significativo de este campo.

Número de intervalo es un campo de 16 bits que se define como sigue: (como se indica en A.5.1.4, se debe enviar al menos un paquete MPEG TS con información de sincronización en cada periodo de 3 ms).

– **bit 0: habilitación del registro de posición de intervalo (MSB)**

Cuando este campo tiene el valor "1", el registro de posición de intervalo es válido. Cuando este campo tiene el valor "0", el registro de posición de intervalo no es válido.

– **bits 1-3: reservados;**

- **bit 4 se fija al valor "1". Este bit es equivalente a M12 en el caso de OOB sentido descendente;**

– **bit 5: paridad impar.**

Este bit proporciona paridad impar para el registro de posición de intervalo en sentido ascendente. Es equivalente a M11 en el caso de OOB sentido descendente.

– **bits 6-15: registro de posición de intervalo en sentido ascendente**

El registro de posición de intervalo en sentido ascendente es un contador de 10 bits que cuenta de 0 a n, siendo el bit 6 el MSB. Estos bits son equivalentes a M10-M1 en el caso de OOB sentido descendente.

(Para más información sobre la funcionalidad del registro de posición de intervalo en sentido ascendente, véase A.5.4.)

Control de bandera MAC es un campo de 24 bits [b0 (MSB), b1, b2...b23] que proporciona una información de control utilizada junto con los campos "Banderas MAC" y "Banderas de extensión". La definición del campo control de bandera MAC es la siguiente:

- b0-b2 campo control de canal 0
- b3-b5 campo control de canal 1
- b6-b8 campo control de canal 2
- b9-b11 campo control de canal 3
- b12-b14 campo control de canal 4
- b15-b17 campo control de canal 5
- b18-b20 campo control de canal 6
- b21-b23 campo control de canal 7

Cada uno de los campos control de canal "c" antes mencionados se define como sigue:

- Campo control de canal "c" (a, b, c) = (bn, bn+1, bn+2) donde $n = 3 \times c$
- bit a: 0 – Inhabilitado el conjunto de banderas MAC del canal "c".
1 – Habilitado el conjunto de banderas MAC del canal "c":

"Habilitado el conjunto de banderas MAC del canal "c"" significa que las banderas MAC asignadas al canal "c" en el sentido ascendente son válidas en este paquete MPEG TS. La relación entre el canal número "c" y los conjuntos de banderas asignadas se proporciona en los mensajes "Configuración por defecto", "Conexión", "Reaprovisionamiento" y "Control de transmisión".

En el caso de un canal a 3,088 Mbit/s en sentido ascendente se necesitan dos conjuntos de banderas. En este caso, el parámetro MAC_Flag_Set representa el primero de dos conjuntos de banderas asignados sucesivamente. La definición del segundo campo configuración de intervalo extiende la definición de frontera a los intervalos 10 a 18, y los indicadores de recepción abarcan los intervalos 10 a 18.

En el caso de un canal a 6,176 Mbit/s en sentido ascendente se necesitan cuatro conjuntos de banderas. En este caso, el parámetro MAC_Flag_Set representa el primero de cuatro conjuntos de banderas asignados sucesivamente. La definición del segundo campo configuración de intervalo extiende la definición de frontera a los intervalos 10 a 18, y los indicadores de recepción abarcan los intervalos 10 a 18. La definición del tercer campo configuración de intervalo extiende la definición de frontera a los intervalos 19 a 27, y los indicadores de recepción a los intervalos 19 a 27 en sentido ascendente. La definición del cuarto campo configuración de intervalo extiende la definición de frontera para que abarque los intervalos 28 a 36 en sentido ascendente, y los indicadores de recepción para que abarque los intervalos 28 a 36 en sentido ascendente.

bit b,c: 00 – todas las banderas válidas para el segundo periodo de 3 ms precedente (de 6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente) (equivalente a señalización fuera de banda):

- 01 – banderas válidas para el primer ms (2 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente) del periodo de 3 ms precedente (6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente);
- 10 – banderas válidas para el segundo ms (2 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente) del periodo de 3 ms precedente (6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente);
- 11 – banderas válidas para el tercer ms (2 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente) del periodo de 3 ms precedente (6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente).

Banderas MAC es un campo de 26 octetos que contiene 8 campos configuración de intervalo (de 24 bits cada uno) que a su vez contienen información de configuración de intervalo para los correspondientes canales en sentido ascendente, seguidos por dos octetos reservados. (El primer grupo de tres octetos corresponde al conjunto 1 de banderas MAC, el segundo grupo de 3 octetos corresponde al conjunto 2 de banderas MAC, y así sucesivamente). A continuación se presenta la definición de cada uno de los campos configuración de intervalo:

- b0 indicador de intervalo de control de determinación para el siguiente periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente) (MSB)
- b1-b6 campo definición de frontera de intervalo para el siguiente periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s en sentido ascendente)
- b7 indicador de recepción del intervalo 1 para el [segundo] periodo de 3 ms precedente (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b8 indicador de recepción del intervalo 2 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b9 indicador de recepción del intervalo 3 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b10 indicador de recepción del intervalo 4 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b11 indicador de recepción del intervalo 5 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b12 indicador de recepción del intervalo 6 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b13 indicador de recepción del intervalo 7 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b14 indicador de recepción del intervalo 8 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b15 indicador de recepción del intervalo 9 para el [segundo] periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b16-17 control de reserva para el siguiente periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente)
- b18-b23 paridad CRC 6

Para una descripción detallada de los campos "indicador de intervalo de control de determinación", "definición de frontera de intervalo", "control de reserva" y "paridad CRC 6", véase A.5.3.1.3.

Los campos configuración de intervalo se utilizan junto con el campo control de bandera MAC antes definido. Obsérvese que, cuando el campo control de bandera MAC indica que está habilitada una actualización de bandera de 1 ms (2 ms para 256 kbit/s sentido ascendente):

- 1) los indicadores de recepción se refieren al periodo de 3 ms precedente (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente) (el término entre corchetes [segundo] no se incluye en la definición);
- 2) sólo son válidos los indicadores de recepción que se relacionan con intervalos que se producen durante el periodo de 1 ms designado (2 ms para 256 kbit/s sentido ascendente); y

- 3) los campos indicador de intervalo de control de determinación, definición de demarcación de intervalo, y control de reserva, son válidos y coherentes durante cada periodo de 3 ms (6 ms para 256 kbit/s sentido ascendente).

Banderas de extensión es un campo de 26 octetos que se utiliza cuando el parámetro MAC_Flag_Set asociado a uno de los canales en sentido ascendente (esta vinculación se efectúa en los mensajes MAC configuración por defecto, conexión, reaprovisionamiento, control de transmisión) es mayor que 8 para un canal a 256 kbit/s o 1,544 Mbit/s en sentido ascendente, mayor que 7 para un canal a 3,088 Mbit/s en sentido ascendente, o mayor que 5 para un canal a 6,176 Mbit/s en sentido ascendente. La definición del campo banderas de extensión es idéntica a la definición del campo banderas MAC antes presentada. El campo "banderas de extensión" contiene las banderas MAC de 9 a 16.

El campo **MAC Message** contiene un mensaje de 40 octetos; el formato general se define en A.5.5.2.7.

campo reservado c es un campo de 4 octetos reservado para uso futuro.

A.5.3.2.2 Frecuencia de información de señalización IB

Definición de tic de tiempo IB en sentido descendente y en sentido ascendente

En el caso de la señalización dentro de banda (IB), el tic de tiempo en sentido descendente T_{dn} es el marcador de tiempo de 3 ms en sentido descendente (definido en A.5.4.2) (para obtener el periodo de 6 ms en el caso de una velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente de 256 kbit/s, véase A.5.4.4).

Las definiciones de tic de tiempo, Absolute_Time_Offset y New_Absolut_Time_Offset en sentido ascendente para la señalización dentro de banda (IB) son las mismas que para la señalización fuera de banda (OOB) (véase A.5.3.1.3).

Marcador en sentido ascendente y número de registro de posición de intervalo

Las estructuras de mensaje de control MAC se transmitirán una vez cada 3 ms con un registro de posición de intervalo habilitado (slot_position_register_enable = 1) y un marcador en sentido ascendente válido (upstream_Marker_enable = 1) (es decir, ambos son válidos en el mismo paquete MPEG TS).

Control de banderas MAC, banderas MAC y banderas de extensión

Las estructuras de mensaje de control MAC que contienen control de banderas MAC, banderas MAC y banderas de extensión se transmiten de tal manera que la NIU tenga al menos 1 milisegundo para procesar la información de bandera MAC. La NIU recibirá esta información entre dos tics de tiempo en sentido descendente (véase A.5.3.1.3).

Mensajes MAC

Las estructuras de mensaje de control MAC adicionales que contienen solamente mensajes MAC, es decir, aquellas estructuras que tienen un registro de posición de intervalo inhabilitado (slot_position_register_enable = 0), y un marcador en sentido ascendente inhabilitado (upstream_marker_enable = 0) pueden transmitirse en cualquier momento.

A.5.3.3 Trayecto de interacción de retorno (sentido ascendente)

A.5.3.3.1 Formato de intervalo

El formato del intervalo en sentido ascendente depende del procedimiento de modulación utilizado.

El formato de intervalo cuando se utiliza la modulación QPSK se muestra en la figura A.24. Una palabra única (UW, *unique word*) (4 octetos) proporciona un método de adquisición en modo ráfaga. La zona de cabida útil (53 octetos) contiene una sola célula ATM. El campo paridad RS (6 octetos)

proporciona una protección Reed Solomon de $t = 3$, RS (59,53) en la zona de cabida útil. La banda de guarda (1 octeto) asegura un espacio entre paquetes adyacentes en sentido ascendente.

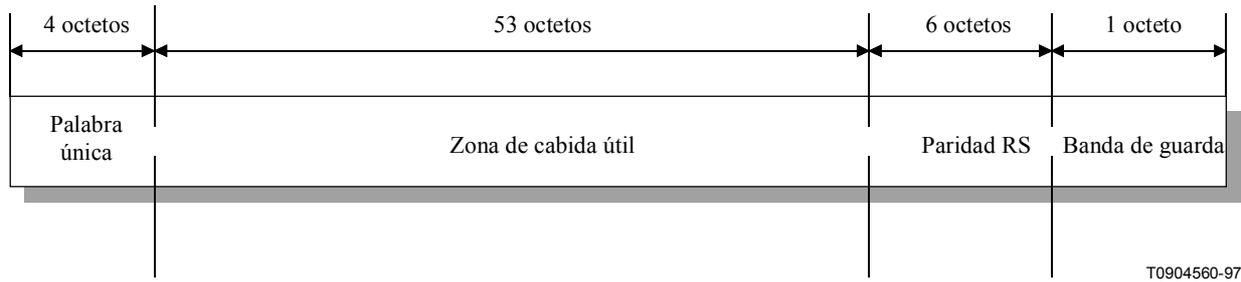


Figura A.24/J.112 – Formato de intervalo para QPSK

El formato de un paquete en sentido ascendente para la modulación 16QAM se muestra en la siguiente figura A.25. Una palabra única (UW) (8 octetos) proporciona un método de adquisición en modo ráfaga. La zona de cabida útil (106 octetos) contiene dos células ATM. El campo paridad RS (12 octetos) proporciona una protección Reed-Solomon de $t = 6$. En caso de que la NIU envíe 1 célula ATM en el intervalo, los datos se envían en la primera célula ATM, y la segunda célula ATM se transmite como una célula ATM nula.

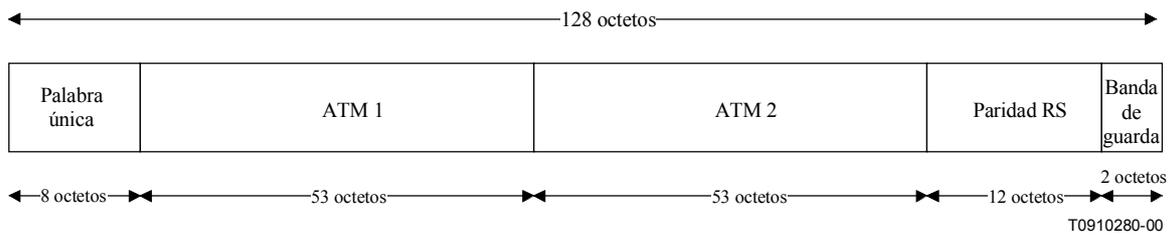


Figura A.25/J.112 – Formato de intervalo para 16QAM

La estructura y la codificación de los campos de las células ATM serán coherentes con la estructura y codificación presentadas en UIT-T I.361 [1] para la UNI del módulo ATM.

Palabra única

En el caso de la modulación QPSK, la palabra única está constituida por cuatro octetos: CC CC CC 0D hex. La palabra única para miniintervalos está constituida por cuatro octetos: CC CC CC 0E hex, transmitidos en ese orden.

En el caso de la modulación 16QAM la palabra única está constituida por ocho octetos: F3 F3 F3 F3 F3 F3 33 F7 hex. La palabra única para miniintervalos está constituida por ocho octetos: F3 F3 F3 F3 F3 F3 33 FB.

Estructura de célula ATM

En la figura A.26 se muestra el formato de la estructura de las células ATM. Esta estructura y codificación de campos deben ser coherentes con la estructura y codificación presentadas en UIT-T I.361 [1] para la UNI del módulo ATM.

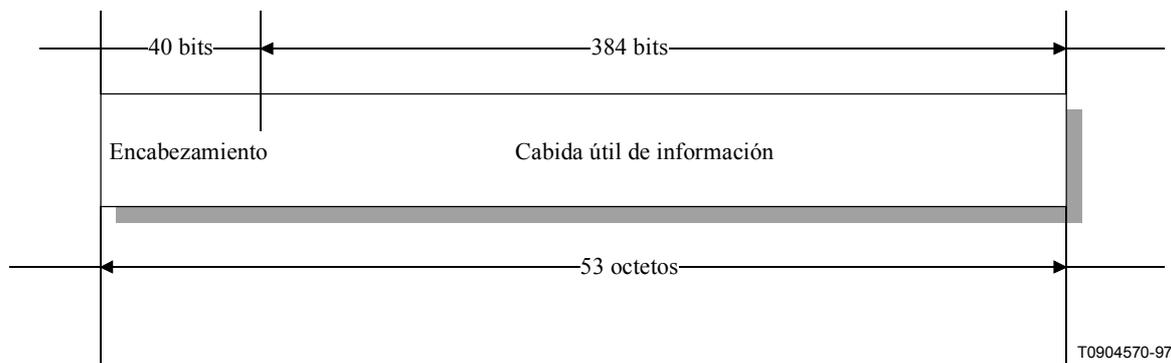


Figura A.26/J.112 – Formato de célula ATM

El encabezamiento completo (incluido el octeto HEC) estará protegido por la secuencia de control de errores del encabezamiento (HEC). El código HEC estará contenido en el último octeto del encabezamiento ATM. La secuencia HEC podrá efectuar:

- corrección de error en un solo bit;
- detección de error en múltiples bits.

La detección de error en el encabezamiento ATM se implementará como se define en [16]. El octeto HEC se generará como se describe en [16], incluyendo la suma módulo 2 (XOR) recomendada del esquema 01010101b con los bits HEC. El conjunto de coeficientes del polinomio generador utilizado y el procedimiento de generación de la secuencia HEC serán conformes con [16].

Codificación de canal

Se aplicará el procedimiento de codificación Reed-Solomon a los datos contenidos en un solo paquete en sentido ascendente (1 célula ATM en el caso de la modulación QPSK y las 2 células ATM combinadas en el caso de la modulación 16QAM).

En el caso de QPSK $T = 3$ ha de entenderse que pueden ser corregidos 3 octetos erróneos en cada célula ATM. Este proceso añade 6 octetos de paridad a la célula ATM para obtener una palabra de código de (59,53). El código Reed-Solomon abreviado se implementará insertando al final 196 bytes, puestos todos a cero, antes de los octetos de información a la entrada de un codificador (255,249); una vez concluido el procedimiento de codificación, se descartan estos octetos.

En el caso de la modulación 16QAM, el campo RS debe calcularse sobre el tren de datos combinados de 2 células ATM con $T = 6$. Esto significa que pueden ser corregidos 6 octetos erróneos por cada 2 células ATM. Este proceso añade 12 octetos de paridad a la célula ATM para obtener una palabra de código de (118,106).

El código Reed-Solomon tendrá los siguientes polinomios generadores:

Polinomio generador de código: $g(x) = (x + \mu^0)(x + \mu^1)(x + \mu^2) \dots (x + \mu^5),$

donde $\mu = 02$ hex

Polinomio generador de campo: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

Banda de guarda

Para modulación QPSK, la banda de guarda tiene una longitud de 1 octeto (cuatro símbolos QPSK). Esta banda proporciona alguna protección adicional contra errores de sincronización.

Para modulación 16QAM, la banda de guarda tiene una longitud de 2 octetos (cuatro símbolos 16QAM). Esta banda proporciona alguna protección adicional contra errores de sincronización.

Para el formato de intervalo en el caso de miniintervalos, véase A.5.7.2.

A.5.3.4 Mínimo tiempo de procesamiento

La NIU tiene que poder procesar en un lapso de 1 ms la información de demarcación suministrada en el conjunto de banderas MAC.

A.5.4 Asignación de temporización de intervalo

A.5.4.1 Referencia de posición de intervalo en sentido descendente (sentido descendente OOB)

La sincronización en sentido ascendente se deriva de la supertrama ampliada en sentido descendente (OOB) teniendo en cuenta las posiciones de intervalo como se muestra en el cuadro A.14.

Cuadro A.14/J.112 – Referencia de posición de intervalo en sentido descendente

Número de trama	Número de bit	Bit de tara	Referencia de posición de intervalo
1	0	M1	◆ Posición de intervalo (véase la nota)
2	193	C1	
3	386	M2	
4	579	F1 = 0	
5	772	M3	
6	965	C2	
7	1158	M4	
8	1351	F2 = 0	
9	1544	M5	◆ Posición de intervalo
10	1737	C3	
11	1930	M6	
12	2123	F3 = 1	
13	2316	M7	
14	2509	C4	
15	2702	M8	
16	2895	F4 = 0	
17	3088	M9	◆ Posición de intervalo
18	3281	C5	
19	3474	M10	
20	3667	F5 = 1	
21	3860	M11	
22	4053	C6	
23	4246	M12	
24	4439	F6 = 1	

NOTA – La primera posición de intervalo se llama también marcador de tiempo de 3 ms en el caso de la velocidad de 1,544 Mbit/s en sentido descendente. En el caso de la velocidad de 3,088 Mbit/s en sentido descendente, el marcador de tiempo de 3 ms sólo aparece una vez cada dos supertramas. Para la diferenciación entre las dos supertramas se utiliza el bit M12 (véase A.5.4).

A.5.4.2 Referencia de posición de intervalo en sentido descendente (sentido descendente IB)

La sincronización en sentido ascendente se deriva del tren de transporte teniendo en cuenta el marcador de tiempo de 3 ms en sentido descendente como se muestra en la figura A.27. A partir de los bits del campo marcador en sentido ascendente contenido en el paquete MPEG-2 TS, se obtiene el marcador de tiempo de 3 ms contando un número de relojes de símbolo igual a $(b23-b8)$. Este marcador es equivalente a la primera posición de intervalo de la supertrama para el caso OOB.

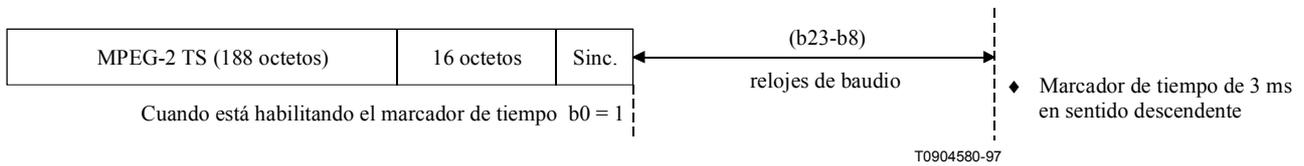


Figura A.27/J.112 – Posición del marcador de tiempo de 3 ms para señalización IB

Para describir la forma en que se obtiene la posición de intervalo en sentido ascendente a partir de la posición del marcador de tiempo de 3 ms en sentido descendente en la NIU, considérese el siguiente diagrama de sistema de la figura A.28:

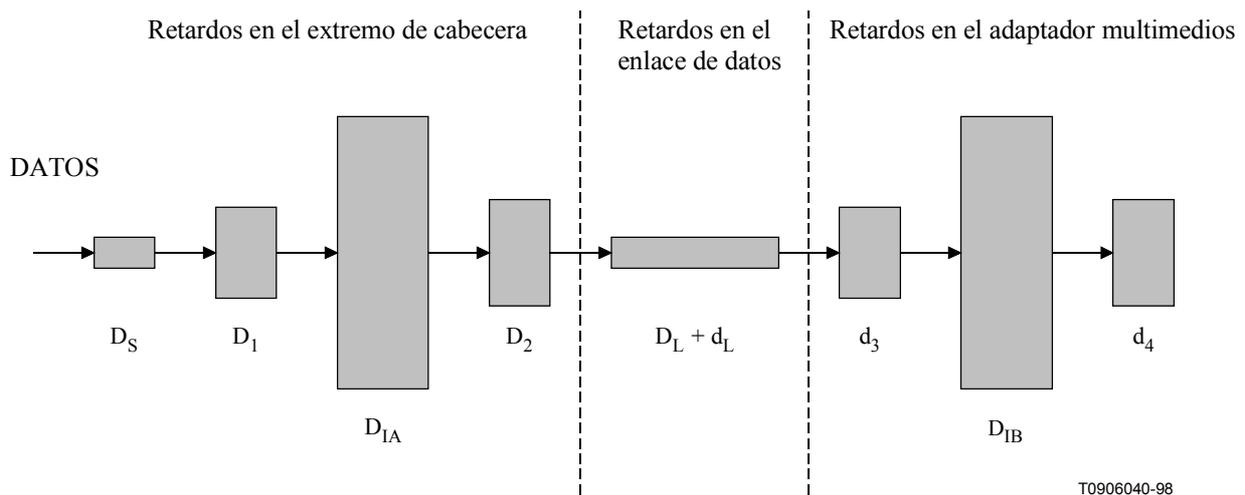


Figura A.28/J.112 – Modelo de sistema para análisis de temporización

El retardo entre la posición del final del marcador en sentido ascendente y el comienzo del siguiente octeto de sincronización, designado como D_S , es un valor constante para cada velocidad binaria igual a la duración equivalente de 197 octetos, o:

$$(197 \times 8/x) \text{ relojes de símbolo}$$

donde:

- x = 4, para 16QAM
- 5, para 32QAM
- 6, para 64QAM
- 7, para 128QAM
- 8, para 256QAM

En el soporte físico del extremo de cabecera habrá cierto retardo de procesamiento entre la posición en la que se inserta el marcador en sentido ascendente en el paquete MAC y la llegada de los datos al intercalador. Este lapso deberá ser un retardo constante, D_1 , igual para cada octeto entrante, incluido el octeto de sincronización que sigue al marcador en sentido ascendente.

El retardo debido al proceso de intercalación en el extremo de cabecera es D_{IA} y será nulo para cada octeto de sincronización.

En el soporte físico del extremo de cabecera habrá cierto retardo de procesamiento entre la salida del intercalador y la salida del modulador QAM. Este lapso deberá ser un retardo constante, D_2 , para cada octeto del tren de datos saliente.

El enlace de datos consta de dos valores de retardo: D_L , el retardo de enlace constante que experimenta cada STU, y d_L , el retardo de enlace variable de cada STU, debido a que las distintas STU están situadas a distancias diferentes con respecto al extremo de cabecera. Este retardo de enlace variable se compensa mediante la operación de determinación.

En el soporte físico de la STU habrá cierto retardo de procesamiento entre la entrada del demodulador QAM y la entrada del desintercalador. Este retardo, d_3 , depende del diseño y puede ser un retardo constante o un retardo variable para cada octeto del tren de datos.

El retardo debido al proceso de desintercalación en la STU es D_{IB} , y será igual a la totalidad del retardo de intercalación para cada octeto de sincronización.

El retardo total de intercalación,

$$D_I = D_{IA} + D_{IB}$$

será constante para cada octeto. Su valor viene dado por:

$$D_I = \frac{204 \times 8 \times (\text{interleave_depth} - 1)}{\text{velocidad binaria}}$$

por ejemplo, si la modulación es QAM 64 con una velocidad baudio de 5,0 Mbit/s,

$$D_I = 204 \times 8 \times 11/30M = 598,4 \mu\text{s} \text{ o } 2,992 \text{ relojes de símbolo}$$

En el soporte físico de la STU habrá cierto retardo de procesamiento entre la salida del desintercalador y el conjunto de circuitos que utilizan el marcador en sentido descendente y el octeto de sincronización siguiente para generar el marcador local de 3 ms. Este retardo, d_4 , que incluye la FEC Reed-Solomon, depende del diseño y puede ser un retardo constante o un retardo variable para cada octeto del tren de datos.

El retardo acumulado en el enlace de datos está formado por un cierto número de términos constantes y tres términos variables. Los términos constantes serán idénticos para cada STU que esté utilizando un determinado canal QAM para la temporización dentro de banda y se convierten así en un desplazamiento fijo entre el contador que está cargando el valor del marcador en sentido ascendente y la posición real del marcador de 3 ms en cada STU. Cada STU se encarga de compensar los retardos dependientes del diseño, d_3 y d_4 , antes de utilizar el valor del marcador en sentido ascendente para generar el marcador de 3 ms. El retardo de enlace variable, d_L , se compensará mediante el algoritmo de determinación, de la misma forma en que se compensa cuando se utiliza la señalización fuera de banda.

A.5.4.3 Posiciones de intervalo en sentido ascendente

La transmisión por cada canal QPSK/16QAM en sentido ascendente se basa en la división del acceso de múltiples unidades NIU utilizando un método negociado de acceso a los intervalos de la atribución de anchura de banda. Una metodología de división en intervalos permite sincronizar las posiciones de intervalo de transmisión con una referencia común de posición de intervalo, que se

obtiene a través del correspondiente canal de control MAC en sentido descendente. La sincronización de las posiciones de intervalo aumenta el caudal de mensajes de los canales en sentido ascendente, ya que no hay superposición de paquetes en sentido ascendente durante la transmisión.

Cada NIU recibe la referencia de posición de intervalo para posiciones de intervalo en sentido ascendente a través del correspondiente canal de control MAC en sentido descendente. Puesto que cada NIU recibe la referencia de posición de intervalo en sentido descendente con una ligera variación de tiempo, debido al retardo de propagación por la red de transmisión, se requiere la determinación de la posición de los intervalos para alinear las ubicaciones de intervalo reales de cada canal conexo en sentido ascendente. Las velocidades de intervalo en sentido ascendente son de 12 000 intervalos/s en sentido ascendente cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es D/DQ, 6000 intervalos/s en sentido ascendente cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es C/CQ, 3000 intervalos/s en sentido ascendente cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es B/BQ y 500 intervalos/s en sentido ascendente cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es A/AQ.

El número de intervalos disponibles en un segundo viene dado por:

$$\text{número de intervalos/s} = \frac{\text{velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente}}{\text{número de bits por paquete en sentido ascendente}} - \text{banda de guarda suplementaria}$$

donde la banda de guarda suplementaria puede ser designada entre grupos de intervalos a efectos de alineación. El número de bits por paquete en sentido ascendente es 512 para QPSK y 1024 para 16QAM.

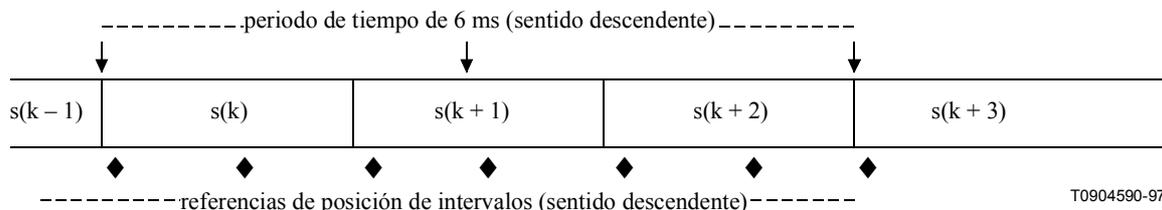
Los bits M de la SL-ESF tienen dos objetivos:

- marcar las posiciones de intervalo para los enlaces de señalización en sentido ascendente basados en contienda y reserva y en velocidad fija (véase A.5.4);
- proporcionar información de cuenta de intervalos para la gestión de la atribución de la anchura de banda para mensajes en sentido ascendente en la NIU.

Los bits M1, M5 y M9 marcan el inicio de una posición de intervalo en sentido ascendente para la transmisión de mensajes en sentido ascendente.

A.5.4.3.1 Velocidades de 256 kbit/s con modulación QPSK y 512 kbit/s con 16QAM

Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es A/AQ y la velocidad en sentido descendente OOB es de 1,544 Mbit/s, los intervalos en sentido ascendente se numeran de la forma siguiente:

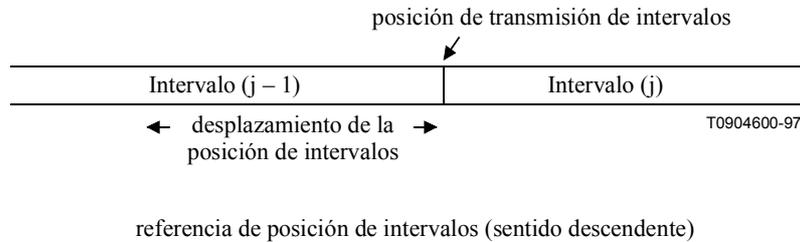


donde k es un múltiplo de 3. Cuando la velocidad en sentido descendente OOB es de 3,088 Mbit/s, hay 12 referencias de posición de intervalo en sentido descendente durante la transmisión de 3 paquetes en sentido ascendente. En el caso de sentido descendente IB, el paquete "k" se envía cuando se recibe el marcador de tiempo de 3 ms.

La relación entre la referencia de posición de intervalo recibida y la posición de transmisión de intervalo real viene dada por:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference (válida)} + \text{slot_position_offset}$$

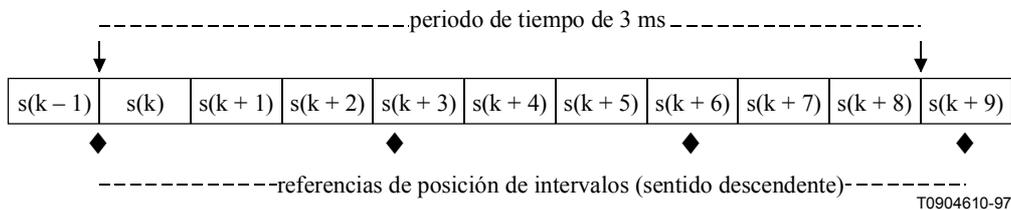
donde sólo son válidas las `slot_position_references` que hacen que el contador `upstream_slot_position_counter` se cargue con un valor entero (véase A.5.4.4), y el `slot_position_offset` se obtiene a partir del `Time_Offset_Value` proporcionado a través del `Range_and_Power_Calibration_Message` en el protocolo MAC.



Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es A/AQ, las ubicaciones de transmisión de intervalo reales corresponden directamente a las posiciones de transmisión de intervalo.

A.5.4.3.2 Velocidades de 1,544 Mbit/s con modulación QPSK y 3,088 Mbit/s con 16QAM

Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es B/BQ y la velocidad en sentido descendente OOB es de 1,544 Mbit/s, los intervalos en sentido ascendente se numeran de la forma siguiente:

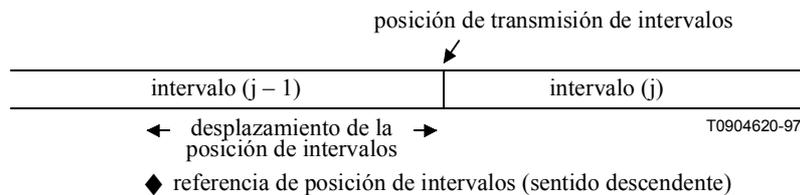


donde k es un múltiplo de 9. Cuando la velocidad en sentido descendente OOB es de 3,088 Mbit/s, hay 6 referencias de posición de intervalo en sentido descendente durante la transmisión de 9 paquetes en sentido ascendente. En el caso de sentido descendente IB, el paquete " k " se envía cuando se recibe el marcador de tiempo de 3 ms.

La relación entre la referencia de posición de intervalo recibida y la posición de transmisión de intervalo real viene dada por:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference (válida)} + \text{slot_position_offset}$$

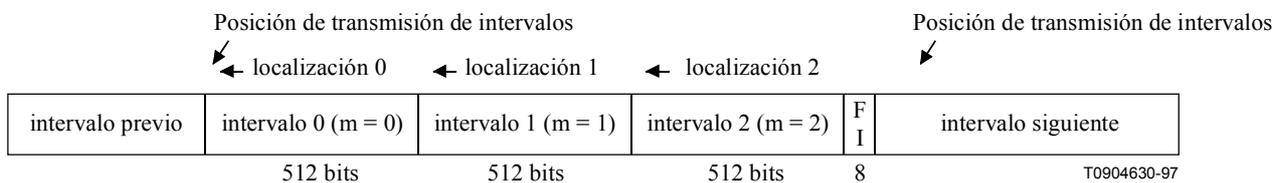
donde sólo son válidas las `slot_position_references` que hacen que el contador `upstream_slot_position_counter` se cargue (véase A.5.4.4), y el `slot_position_offset` se obtiene a partir del `Time_Offset_Value` proporcionado mediante el `Range_and_Power_Calibration_Message` en el protocolo MAC.



Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es B/BQ , las ubicaciones de transmisión de intervalo reales vienen dadas por:

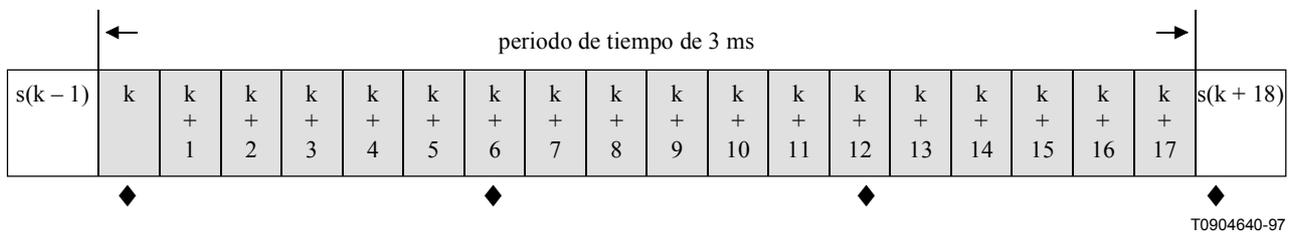
$$\text{slot_transmission_location (m)} = \text{slot_transmit_position} + (m \times \text{número de bits por paquete en sentido ascendente})$$

donde $m = 0, 1, 2$: la posición del intervalo con respecto a la `slot_transmit_position`. Esto deja un periodo de tiempo libre ($FI = 8$ bits) antes de que se produzca la siguiente `slot_transmit_position`, durante el cual ninguna NIU transmite nada. El número de bits por paquete en sentido ascendente es 512 para QPSK y 1024 para 16QAM.



A.5.4.3.3 Velocidades de 3,088 Mbit/s con modulación QPSK y 6,176 Mbit/s con 16QAM

Cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es de grado C/CQ y la velocidad en sentido descendente OOB es de 1,544 Mbit/s, los intervalos en sentido ascendente se numeran de la forma siguiente, donde k es un múltiplo de 18.

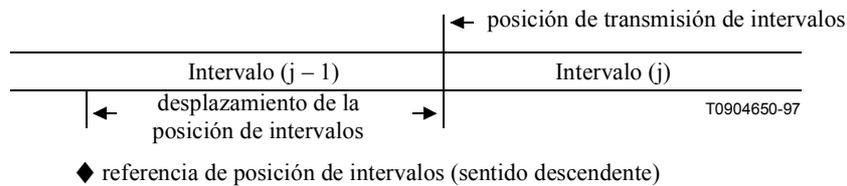


Cuando la velocidad en sentido descendente OOB es de 3,088 Mbit/s hay 6 referencias de posición de intervalo en sentido descendente durante la transmisión de 18 paquetes en sentido ascendente. En el caso del sentido descendente IB, el paquete "k" se envía cuando se recibe el marcador de tiempo de 3 ms.

La relación entre la referencia de posición de intervalo recibida y la posición de transmisión de intervalo real viene dada por:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference(válida)} + \text{slot_position_offset}$$

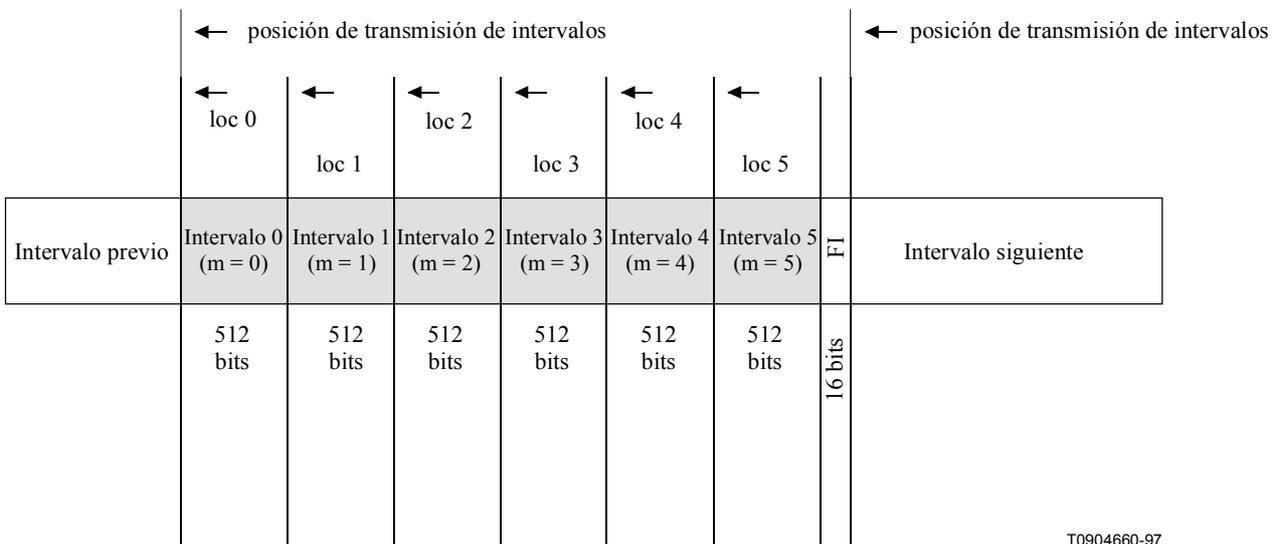
donde sólo son válidas las `slot_position_references` que hacen que el contador `upstream_slot_position_counter` se cargue (véase A.5.4.4), y el desplazamiento `slot_position_offset` se deriva del valor `Time_Offset_Value` proporcionado mediante el mensaje `Range_and_Power_Calibration_Message`.



Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es C/CQ, las ubicaciones de transmisión de intervalo reales vienen dadas por:

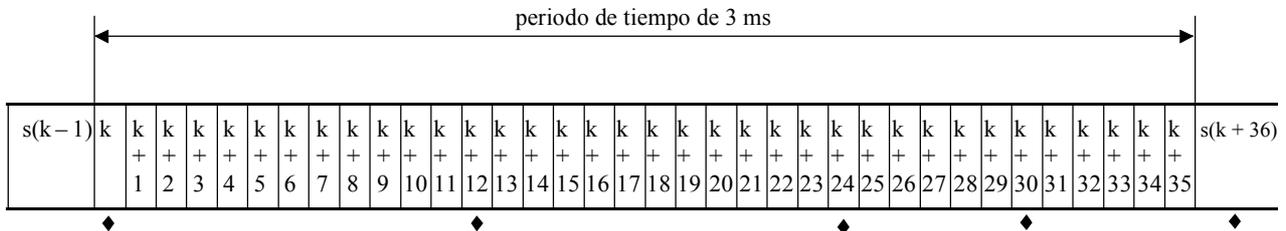
$$\text{slot_transmission_location (m)} = \text{slot_transmit_position} + (\text{m} \times \text{número de bits por paquete en sentido ascendente})$$

donde $m = 0, 1, 2, 3, 4, 5$: la posición del intervalo con respecto a la posición de transmisión de intervalo. Esto deja un lapso de tiempo libre (FI = 16 bits) antes de que aparezca la siguiente slot_transmit_position, lapso durante el cual ninguna NIU transmite nada. El número de bits por paquete en sentido ascendente es 512 para QPSK y 1024 para 16QAM.



A.5.4.3.4 Velocidad 6,176 Mbit/s con modulación QPSK, 12,352 Mbit/s con 16QAM

Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es D/DQ y la velocidad en sentido descendente OOB es 1,544 Mbit/s, los intervalos en sentido ascendente se numeran como se muestra a continuación, donde k es un múltiplo de 36.



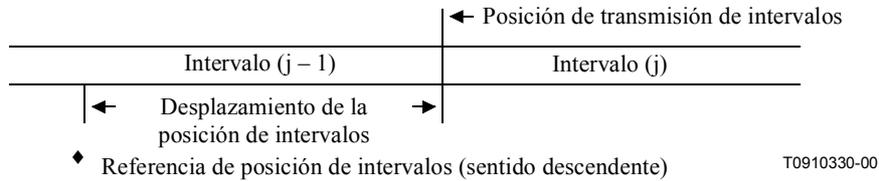
6 referencias de posición de intervalos (sentido descendente) por periodo de tiempo de 3 ms

Cuando la velocidad en sentido descendente OOB es 3,088 Mbit/s hay 6 referencias de posición de intervalo en sentido descendente durante la transmisión de 36 paquetes en sentido ascendente. En el caso de sentido descendente IB, el paquete "k" se envía cuando se recibe el marcador de tiempo de 3 ms.

La relación entre la referencia de posición de intervalo recibida y la posición de transmisión de intervalo real viene dada por:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference(válida)} + \text{slot_position_offset}$$

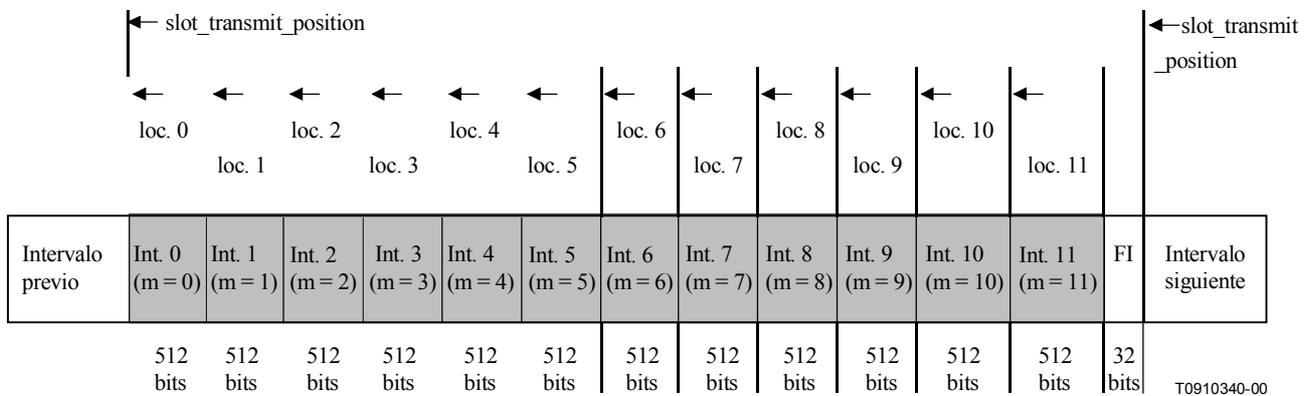
donde sólo son válidas las referencias `slot_position_references` que hacen que el contador `upstream_slot_position_counter` se cargue (véase A.5.4.4), y el desplazamiento `slot_position_offset` se deriva del valor `Time_Offset_Value` proporcionado mediante el mensaje `Range_and_Power_Calibration_Message`.



Cuando el grado de transmisión en sentido ascendente es D/DQ, las ubicaciones de transmisión de intervalo reales vienen dadas por:

$$\text{slot_transmission_location (m)} = \text{slot_transmit_position} + (\text{m} \times \text{número de bits por paquete en sentido ascendente})$$

donde $m = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$: la posición de intervalo con respecto a la `slot_transmit_position`. Esto deja un lapso de tiempo libre (FI = 32 bits) antes de que aparezca la siguiente `slot_transmit_position`, lapso durante el cual ninguna NIU transmite nada. El número de bits por paquete en sentido ascendente es 512 para QPSK y 1024 para 16QAM.



A.5.4.4 Contador de posiciones de intervalo

Los bits M, M10-M1 son un registro, denominado registro de posiciones de intervalo en sentido ascendente, que cuenta de 0 a N, con un incremento de una unidad por cada periodo de 3 ms, siendo N un entero sin signo que indica el tamaño de ciclo de las posiciones de intervalo; el valor de N se calcula a partir del `Service_Channel_Last_Slot` enviado en el mensaje configuración por defecto y de la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente del canal de servicio. En el caso de un canal de servicio de grado A/AQ, el valor máximo de `Service_Channel_Last_Slot` es 1535; en los casos de grado B/BQ y grado C/CQ, el valor máximo obligatorio es 8189; y en los casos de grado D/DQ, el valor máximo obligatorio es 8171. El valor de N será el mismo para todas las portadoras en sentido descendente, y N está relacionado con el número de intervalos en sentido ascendente por la expresión:

$$\text{Number_of_US_Slots} = 3 \times m \times (N+1)$$

donde m se relaciona con la velocidad en sentido ascendente en la forma que se indica más adelante.

El registro de posiciones de intervalo en sentido ascendente indica las posiciones de intervalo en sentido ascendente que corresponderán a la siguiente trama SL-ESF.

En el caso de la modulación QPSK hay 12 intervalos en sentido ascendente por m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 6 intervalos en sentido ascendente por m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, 3 intervalos en sentido ascendente por m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 1,544 Mbit/s, y 0,5 intervalos en sentido ascendente por m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 256 kbit/s. Por tanto, las correspondientes velocidades de intervalo en sentido ascendente son: 12 000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 6000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, 3000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 1,544 Mbit/s, y 500 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 256 kbit/s.

En el caso de la modulación 16QAM hay 12 intervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 12,352 Mbit/s, 6 intervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 3 intervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, y 0,5 intervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad binaria de transmisión en sentido ascendente es 512 kbit/s. Por tanto, las correspondientes velocidades de intervalo en sentido ascendente son: 12 000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión es 12,352 Mbit/s, 6000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión es 6,176 Mbit/s, 3000 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión es 3,088 Mbit/s, y 500 intervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad binaria de transmisión es 512 kbit/s.

En el caso de la modulación QPSK hay 36 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 18 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, 9 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 1,544 Mbit/s, y 1,5 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 256 kbit/s. Las correspondientes velocidades de miniintervalo en sentido ascendente son, por tanto, 36 000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 18 000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, 9000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 1,544 Mbit/s, y 1500 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 256 kbit/s. El algoritmo para determinar el valor del contador de posiciones de intervalo se indica más adelante.

En el caso de la modulación 16QAM hay 36 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 12,352 Mbit/s, 18 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 9 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, 1,5 miniintervalos en sentido ascendente/ m s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 512 kbit/s. Las correspondientes velocidades de miniintervalo en sentido ascendente son, por tanto, 36 000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 12,352 Mbit/s, 18 000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 6,176 Mbit/s, 9000 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 3,088 Mbit/s, y 1500 miniintervalos en sentido ascendente/s cuando la velocidad de datos en sentido ascendente es 512 kbit/s.

En el caso de la transmisión en sentido descendente OOB, el algoritmo para determinar el valor de contador de posiciones de intervalo en sentido ascendente es el siguiente:

```
if (downstream_rate == 3.088 Mbit/s) {n = 1;}
else {n = 0;}
upstream_slot_position_register = value of M-bits latched at bit_position M11 (M10-M1)
if (upstream_rate == 1.544 Mbit/s) {m = 3;}
else if (upstream_rate == 3.088 Mbit/s) {m = 6;}
    else if (upstream_rate == 6.176 Mbit/s) {m = 12;}
        else {m = 0.5}
if (bit_position == M1 and previous M12 == 1)
    {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_register × 3 × m;}
if (bit_position == M5)
    if ( (n == 0) or (n == 1 and previous M12 == 0) )
        {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_counter + m;}
if (bit_position == M9)
    if ( (n == 0) or (n == 1 and previous M12 == 1) )
        {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_counter + m;}
if (bit_position == M11)
    {temp_upstream_slot_position_register = (M10, M9, M8, ..., M1);}
if ( (bit_position == M12 and M12 == 1) )
    {upstream_slot_position_register = temp_upstream_slot_position_register;}
```

donde los bits M se definen como sigue:

- M1-M10 = contador ESF de 10 bits que cuenta de 0 a N, siendo M10 el bit más significativo (MSB);
- M11 = bit de paridad impar para el contador ESF, es decir, M11 = 1 si el contador ESF (M1-M10) tiene un número impar de bits puestos a 1;
- M12 = 1: contador ESF válido
0: contador ESF no válido

Los valores asignados a M12 son los siguientes:

- 1) Cuando la velocidad binaria de canal en sentido descendente con modulación QPSK es 1,544 Mbit/s, el bit M12 se fija siempre al valor "1".
- 2) Cuando la velocidad binaria de canal en sentido descendente con modulación QPSK es 3,088 Mbit/s, la información siempre se transmite en pares de supertramas, siendo la supertrama A la primera, y la supertrama B la segunda, del par. En este caso, el bit M12 de la supertrama A se fija al valor "0" y el bit M12 de la supertrama B se fija al valor "1".
- 3) Cuando el canal en sentido descendente es IB, M12 = 1.

En el caso de transmisión en sentido descendente IB, la temporización de intervalo en sentido ascendente debe reflejar la de la transmisión en sentido descendente OOB.

A.5.5 Funcionalidad MAC

A.5.5.1 Modelo de referencia MAC

El ámbito de esta cláusula se limita a la definición y especificación del protocolo de capa MAC. Las operaciones concretas que se realizan dentro de la capa MAC no son percibidas por las capas superiores.

Esta cláusula se centra en los flujos de mensajes requeridos entre el INA y la NIU para el control del acceso a los medios. Dichos flujos se clasifican en tres categorías: gestión de inicialización, aprovisionamiento y anuncio de comienzo de sesión, gestión de conexión, y gestión de enlace. (Véase la figura A.29.)

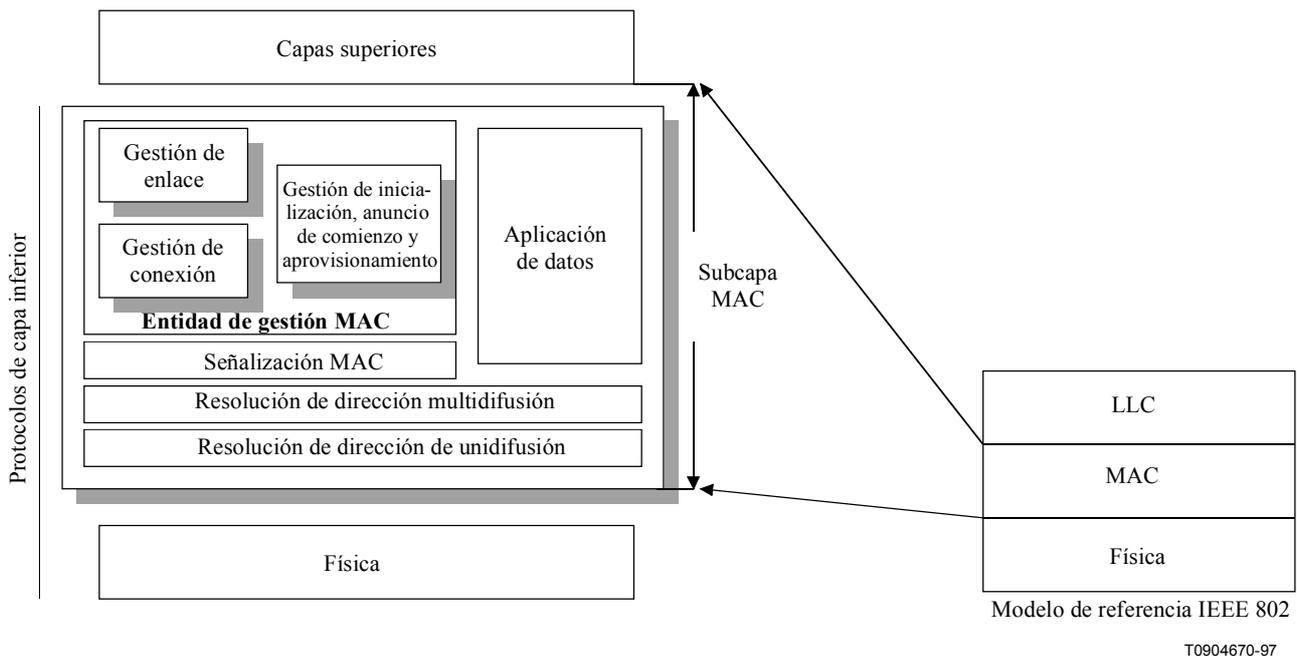


Figura A.29/J.112 – Modelo de referencia MAC

A.5.5.2 Concepto de MAC

A.5.5.2.1 Relación entre capas superiores y protocolo MAC

El objetivo del protocolo MAC es proporcionar herramientas a los protocolos de capas superiores con miras a la transmisión y recepción transparente de datos, independientemente de la capa física. El INA proporciona servicios de capa superior a la STU y, por consiguiente, se encarga de indicar el modo y la velocidad de transmisión a la capa MAC para cada tipo de servicio.

En concreto, a cada conexión proporcionada por capas superiores en el lado INA (VPI/VCI) se asocia un ID de conexión en la capa MAC. El número máximo de conexiones simultáneas que debe soportar una NIU se define como sigue:

- Nivel A: La NIU sólo puede tratar una conexión en cada momento.
- Nivel B: La NIU puede tratar tantas como se necesiten; estas conexiones serán definidas dinámicamente por el INA, en respuesta a las peticiones de las capas superiores.

NOTA 1 – Cabe indicar que en este caso, por motivos de implementación, todas las conexiones deben ser asignadas a la misma frecuencia en sentido ascendente y en sentido descendente.

NOTA 2 – Sin embargo, no es necesario que el INA asigne inmediatamente la anchura de banda (intervalos de tiempo) a una conexión dada. Esto significa que puede haber un ID de conexión en el lado NIU que no tenga asociados números de intervalo.

El INA se encarga de proporcionar a las NIU anchura de banda de transmisión cuando las capas superiores la necesitan. Sin embargo, puesto que una NIU debe transmitir todos los datos desde la STU, también se ha de encargar de pedir más anchura de banda si no ha sido ya proporcionada por el INA.

El INA asigna al STB un a conexión inicial, tras la compleción exitosa del anuncio de comienzo de sesión en la fase de energización. Esta conexión puede utilizarse para enviar datos desde las capas superiores, lo que da lugar a nuevas conexiones interactivas. Se señala que esta conexión puede ser asociada a una velocidad de transmisión cero (sin atribución de anchura de banda inicial).

A.5.5.2.2 Relación entre capa física y protocolo MAC

Hasta 8 canales en sentido ascendente pueden estar relacionados con cada canal en sentido descendente, el cual se designa por canal de control MAC. Estos canales en sentido ascendente pueden utilizarse en células con soportes coaxiales diferentes, separadas físicamente, en las que se aplica multiplexación por división espacial (SDM, *space division multiplexing*) o en una sola célula en la que se aplica multiplexación por división de frecuencia (FDM, *frequency division multiplexing*). Son también posibles escenarios mixtos en los que se aplica la multiplexación por división espacial y de frecuencia, sea en el sentido ascendente, sea en sentido descendente. En [17] pueden encontrarse escenarios de red que muestran cuándo se debe aplicar la multiplexación SDM o la FDM. En la figura A.30 se presenta un ejemplo de atribución de frecuencia en el caso del escenario FDM. Esta relación consta de los siguientes elementos:

- 1) Cada uno de estos canales conexos en sentido ascendente comparte una posición de intervalo común. Esta referencia se basa en marcadores de tiempo de 1 ms en el caso de OOB y en marcadores de tiempo de 3 ms en el caso de IB, que se obtienen de la información transmitida a través del canal de control MAC en sentido descendente.
- 2) Cada uno de estos canales conexos en sentido ascendente deriva números de intervalo de la información proporcionada en el canal de control MAC en sentido descendente.
- 3) La mensajería necesaria para efectuar funciones MAC para cada uno de estos canales conexos en sentido ascendente se transmite a través del canal de control MAC en sentido descendente.

El protocolo de control de acceso a medios soporta múltiples canales en sentido descendente. En aquellos casos en que se utilizan múltiples canales, el INA especificará una frecuencia OOB única denominada canal de aprovisionamiento, donde las NIU realizan funciones de inicialización y aprovisionamiento. Si ambos canales en sentido descendente OOB, el de 1,544 Mbit/s y el de 3,088 Mbit/s, coexisten en la red, deberá haber un canal de aprovisionamiento con cada una de estas dos velocidades. Además, en las redes en las que existen NIU IB, debería incluirse aprovisionamiento en al menos un canal IB. Se envía un mensaje aperiódico por cada canal de control en sentido descendente que apunta al canal de aprovisionamiento en sentido descendente. En los casos en que se utilice una frecuencia única, el INA deberá emplear esa frecuencia para las funciones de inicialización y aprovisionamiento.

El protocolo de control de acceso a medios soporta múltiples canales en sentido ascendente.

Hay dos tipos de canales en sentido ascendente:

- Canales en sentido ascendente que sólo soportan la modulación QPSK.
- Canales en sentido ascendente que sólo soportan la modulación 16QAM.

El INA se encarga de clasificar los diferentes canales de acuerdo con sus capacidades propias y las capacidades de las NIU.

Los INA que sólo soportan la modulación QPSK asignarán solamente canales QPSK. Todas las NIU, cualesquiera que sean sus capacidades, utilizarán canales QPSK con la modulación QPSK.

Los INA que soportan la modulación 16QAM asignarán canales QPSK y canales 16QAM. Las NIU que soportan la modulación 16QAM deben utilizar los canales en sentido ascendente 16QAM (pero se permite que el INA los asigne a canales QPSK). Las NIU que sólo soportan la modulación QPSK sólo utilizarán canales en sentido ascendente QPSK.

Uno de los canales en sentido ascendente será designado como el canal de servicio. El canal de servicio (y el canal de servicio de respaldo) utilizará la modulación QPSK. Puede ser necesario proporcionar un canal de servicio de respaldo para mejorar la fiabilidad del sistema, por ejemplo, en un entorno ruidoso. El canal de servicio y el canal de servicio de respaldo, respectivamente, serán utilizados por las NIU que entran en la red mediante el procedimiento de inicialización y de aprovisionamiento. Los restantes canales en sentido ascendente se utilizarán para transmisión de datos en sentido ascendente. En aquellos casos en que se utilice un solo canal en sentido ascendente, las funciones del canal de servicio estarán ubicadas conjuntamente con las aplicables a la transmisión ordinaria de datos en sentido ascendente.

El canal de aprovisionamiento es el canal de frecuencia por el que se transmite el mensaje de configuración por defecto. Puede haber varios canales de aprovisionamiento en un sistema.

El canal de servicio es el canal de frecuencia a que apunta el campo frecuencia de canal de servicio del mensaje configuración por defecto. La operación de determinación que sigue al mensaje de configuración por defecto se efectúa fuera de ese canal. Puede haber varios canales de servicio en el sistema. (Véase la figura 30.)

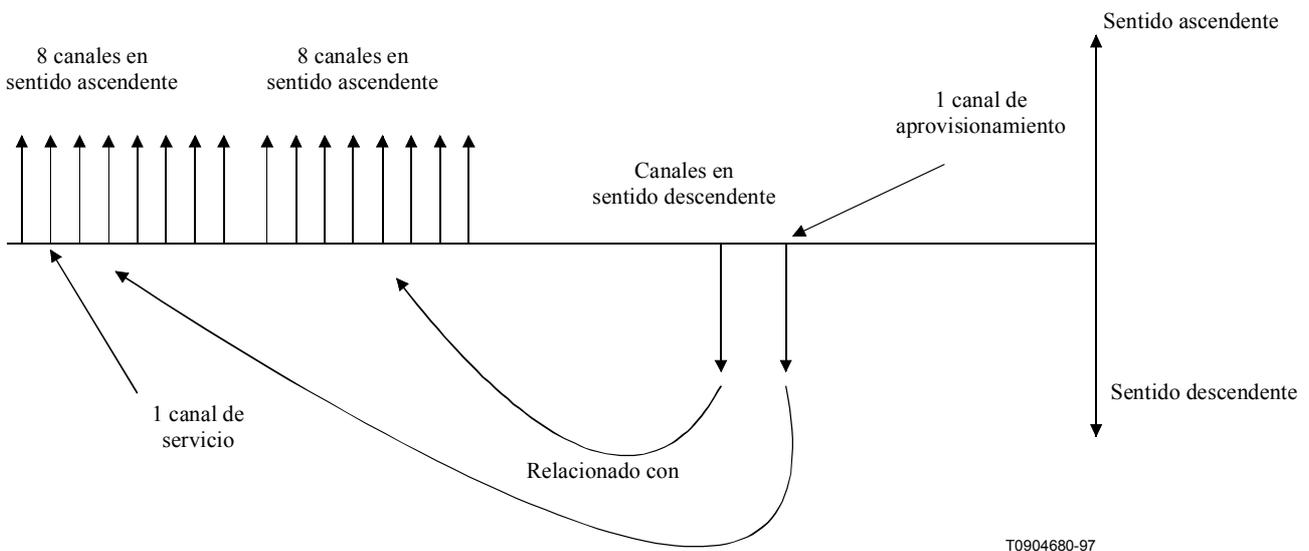


Figura A.30/J.112 – Ejemplo de asignación de frecuencias para un escenario FDM

Cambio de frecuencia en el sentido ascendente

Todas las conexiones de una NIU se realizan en el mismo canal de frecuencias. La frecuencia en el sentido ascendente puede ser modificada por un mensaje de reaprovisionamiento o por un mensaje de control de transmisión (véanse A.5.5.10.2 y A.5.5.10.4). Si cualquiera de estos mensajes cambia la frecuencia, dicho cambio se produce inmediatamente y, de todas formas, todas las conexiones permanecen establecidas.

Cuando no se aplicó una instrucción `stop_upstream_transmission` antes o dentro del mensaje de reaprovisionamiento o de control de transmisión, el anuncio de comienzo de sesión se introduce inmediatamente después del cambio de frecuencia, las concesiones de reserva se pierden y los intervalos de velocidad fija se conservan. (Si el cambio de frecuencia se efectuó mediante el mensaje <MAC> de control de transmisión, las asignaciones de intervalo de velocidad fija se mantienen sin modificación. Si el cambio de frecuencia se efectuó mediante el mensaje <MAC> de reaprovisionamiento, las asignaciones de intervalo de velocidad fija se mantienen sin modificación salvo si en el mensaje en cuestión se proporcionan nuevas asignaciones de intervalo.)

Cuando se aplicó una instrucción `stop_upstream_transmission`, el anuncio de comienzo de sesión se efectúa después de recibirse la instrucción `start_upstream_transmission`, las concesiones de reserva se pierden, y los intervalos de velocidad fija se conservan.

Si se ha modificado cualquiera de los parámetros `Upstream_Channel_Number`, `Upstream_Rate`, o `MAC_Flag_Set`, se pierden las concesiones de reserva, así como los intervalos de velocidad fija, y se mantiene la conexión.

Tipos de canal de frecuencias en sentido descendente

Hay tres tipos de contenido en los mensajes MAC en sentido descendente y en las banderas MAC datos y vídeo. Puede haber dos tipos de canales físicos: canales en sentido descendente QPSK y QAM. El canal en sentido descendente QAM puede transportar mensajes MPEG o MAC directamente en la estructura de trama de la capa física. Las combinaciones posibles del contenido y de los canales físicos se muestran en el cuadro A.15.

Cuadro A.15/J.112 – Combinaciones posibles de tipos de contenido en sentido descendente y canales físicos (capacidades de la NIU)

Caso	MAC		Datos	
	OOB	IB	QPSK	QAM
1	X		X	
2	X			X
3	X		X	X
4		X		X

Establecimiento de las combinaciones

La NIU se sintoniza a un canal QPSK o QAM en el que ubica el canal de aprovisionamiento. La NIU se sintoniza a dicho canal y obtiene su información MAC en ese canal. Si el mensaje de conexión da una nueva frecuencia en sentido descendente, la información MAC se encuentra en esa frecuencia, si se trata de un canal de frecuencia del mismo tipo.

Cambio de frecuencia en sentido descendente

La frecuencia en sentido descendente puede modificarse mediante un mensaje de reaprovisionamiento o de control de transmisión (véanse A.5.5.10.2 y A.5.5.10.4). Todas las conexiones de una NIU que utilizan el mismo canal de frecuencias físico (sentido descendente QPSK o sentido descendente QAM) están ubicadas en la misma frecuencia. Cuando la frecuencia en sentido descendente cambia, las conexiones en la anterior frecuencia en sentido descendente se mantienen establecidas de todas formas.

Cuando no se ha aplicado una instrucción `stop_upstream_transmission` antes o dentro del mensaje de reaprovisionamiento o de control de transmisión, no se efectúa el anuncio de comienzo de sesión, las concesiones de reserva se pierden, y los intervalos a velocidad fija se conservan.

Cuando se aplicó una instrucción `stop_upstream_transmission`, el anuncio de comienzo de sesión se efectúa después de una instrucción `start_upstream_transmission`, las concesiones de reserva se pierden, y los intervalos de velocidad fija se conservan.

Cambio de la combinación

La combinación puede modificarse por medio del mensaje de conexión sólo inmediatamente después del procedimiento de anuncio de comienzo de sesión, o en cualquier momento mediante el mensaje de reaprovisionamiento. El canal de señalización no puede cambiarse a un tipo diferente de canal en sentido descendente.

A.5.5.2.3 Relación entre contador de posiciones de intervalo de capa física y asignación de intervalo MAC

M10-M1 es un contador de supertramas de 10 bits en el lado INA, en tanto que el contador de posiciones de intervalo en sentido ascendente es un contador de intervalos en sentido ascendente en el lado NIU. El contador de posiciones de intervalo NIU ($M10-M1 \times 3 \times m$, donde $m = 0,5$ para 256 kbit/s, $m = 3$ para 1,544 Mbit/s, $m = 6$ para 3,088 Mbit/s y $m = 12$ para 6,176 Mbit/s) puede ser implementado como un contador de 16 bits cuyo valor se compara con los números de intervalo de 13 bits asignados por el INA en los mensajes MAC (asignación de lista). Cuando el valor del contador es igual a cualquier valor asignado, la NIU puede enviar un paquete en sentido ascendente.

A.5.5.2.4 Modos de acceso (contienda/determinación/velocidad fija/reserva)

A las NIU que están situadas en regiones de acceso especificadas por la información contenida en los campos frontera de intervalo de las supertramas en sentido descendente se les proporcionan distintos modos de acceso. Los límites entre las regiones de acceso permiten a los usuarios saber cuándo pueden enviar datos en modo de acceso por contienda sin peligro de colisión con datos de regiones con modo de acceso por reserva o de velocidad fija. Además, la separación entre regiones de reserva y regiones de velocidad fija permite asignar intervalos a las NIU de dos maneras distintas. Las reglas que siguen definen la forma de seleccionar los modos de acceso:

- *Conexiones de datos*

Cuando el INA asigna un ID de conexión a la NIU, especifica una lista de intervalos que se han de utilizar (acceso a velocidad fija) o bien la NIU deberá utilizar el acceso por contienda o el acceso por reserva siguiendo este algoritmo:

- Cuando la NIU debe enviar más paquetes en sentido ascendente para un VPI/VCI específico que los asignados por el INA, puede utilizar el acceso por contienda únicamente si el número de paquetes en sentido ascendente a transmitir es inferior a la `Maximum_contention_access_message_length` [especificada en el mensaje MAC de conexión procedente del INA]. Los detalles del mecanismo de acceso por contienda se explican más adelante en a)]. La NIU puede enviar una petición de acceso por reserva si el número de paquetes en sentido ascendente es inferior a la `Maximum_reservation_access_message_length` (especificada en el mensaje MAC de conexión procedente del INA). Si hay que transmitir más paquetes en sentido ascendente, la NIU debe enviar múltiples peticiones de acceso por reserva. Si la NIU/STB está obligada a utilizar el acceso por reserva, y todavía no se le ha asignado un `Reservation_ID`, deberá esperar a que se le asigne antes de transmitir.

- *Mensajes MAC*

Pueden enviarse mensajes MAC en acceso por contienda, acceso por reserva, acceso a velocidad fija, o acceso por determinación (el acceso por determinación sólo se permite para fines de calibración).

Obsérvese que siempre se establece la conexión VPI/VCI = 0x00/0x0021 utilizada para mensajes MAC, por lo que el INA no asigna un determinado ID de conexión que normalmente se utiliza para peticiones de reserva. Así pues, para emplear el acceso por reserva, intervalos asignados a otras conexiones se pueden utilizar para mensajes MAC.

a) *Acceso por contienda*

El *acceso por contienda* indica que los datos (tráfico de datos MAC o en ráfaga) se envían en los intervalos asignados a la región de acceso por contienda en el canal en sentido ascendente. Puede utilizarse para enviar mensajes MAC o datos. Se utiliza entonces el VPI/VCI de las células ATM para determinar el tipo y el sentido de transmisión de los datos en capas superiores. El acceso por contienda proporciona a la NIU una asignación de canal instantánea.

La técnica basada en contienda se utiliza con múltiples abonados que tendrán igual acceso al canal de señalización. Es probable que se produzcan transmisiones simultáneas en un mismo intervalo, lo que se denomina una "colisión". El INA utiliza indicadores de recepción para informar a las NIU si la recepción de paquetes en sentido ascendente ha tenido éxito.

La NIU ejecuta un proceso de contienda por separado para cada conexión VPI/VCI que requiere acceso por contienda. El proceso de contienda se inicia transmitiendo el primer paquete en sentido ascendente en un intervalo de contienda. El intervalo de contienda se elige al azar entre los intervalos de contienda disponibles en la primera trama que contiene al menos un intervalo de contienda. El proceso de contienda tiene que esperar hasta que se reciba el indicador de recepción. Si el indicador contiene un acuse de recibo positivo, el paquete en sentido ascendente ha sido recibido con éxito, y el siguiente paquete en sentido ascendente, si está presente, puede transmitirse, continuando el proceso de contienda. Si el indicador contiene un acuse de recibo negativo, se ha detectado una colisión y el paquete en sentido ascendente puede retransmitirse de acuerdo con el procedimiento definido más adelante. Si no se recibe el indicador de recepción (por ejemplo, debido a un error CRC), la NIU prosigue como si se hubiera recibido un acuse de recibo positivo.

Si se ha producido una colisión, la NIU no está obligada a retransmitir el paquete en sentido ascendente que se transmitió inicialmente. En lugar de esto puede optar por actualizar el contenido del paquete en sentido ascendente, transmitir otro paquete en sentido ascendente perteneciente a la misma conexión VPI/VCI, o no retransmitir en absoluto. En este último caso, la NIU no está autorizada a volver a iniciar un proceso de contienda para la misma conexión VPI/VCI en un intervalo anterior al último intervalo de contienda posible en el que podría haber retransmitido el paquete en sentido ascendente en el primer proceso de contienda. Obsérvese que las alternativas autorizadas permiten a la NIU actualizar el status de la cola cuando el paquete en sentido ascendente a retransmitir contiene una petición de concesión.

Un contador en la /STB registra el número, designado por *backoff_exponent*, de colisiones experimentadas por un paquete en sentido ascendente. El contador *backoff_exponent* comienza a partir de un valor determinado por la variable *Min_Backoff_Exponent*. El *backoff_exponent* se utiliza para generar un número aleatorio uniforme entre 1 y $2^{\text{backoff_exponent}}$. Este número aleatorio se utiliza para calendarizar la retransmisión del paquete en sentido ascendente que ha sufrido colisión. En particular, el número aleatorio indica el número de intervalos de acceso por contienda que la /ISTB deberá esperar antes de transmitir. La primera transmisión se efectúa en un intervalo aleatorio dentro de la región de acceso por contienda. Si el contador alcanza el número máximo, determinado por la variable *Max_Backoff_Exponent*, el valor del contador se mantiene independientemente del número de colisiones subsiguientes. Tras una transmisión exitosa, el contador *backoff_exponent* se reinicia a un valor determinado por la variable *Min_Backoff_Exponent*. Se señala, a título informativo, que el algoritmo de acceso aleatorio es inestable; se espera que el INA tenga inteligencia para detectar un estado inestable del algoritmo de acceso aleatorio, y resolverlo.

Para la resolución de contiendas de miniintervalos véase A.5.7.3.

b) *Acceso por determinación*

El acceso por determinación indica que los datos se envían en un intervalo precedido y seguido por intervalos no utilizados por otros usuarios. Estos intervalos permiten que los usuarios ajusten su reloj según su distancia con respecto al INA de modo que sus intervalos caigan dentro del tiempo asignado correcto. Los intervalos están, o bien en la región de intervalos de acceso por determinación cuando el indicador de intervalo de control por determinación, **b0**, recibido durante la anterior supertrama fue 1 (o cuando $b1-b6 = 55$ a 63), o reservados si el INA indica a la NIU que un determinado intervalo está reservado para determinación (mediante el mensaje de determinación y calibración de potencia). En este último caso, la NIU no está autorizada a efectuar determinaciones en la región de intervalos de acceso por determinación antes de que aparezca el intervalo asignado.

Las transmisiones simultáneas en intervalos de acceso por determinación se resuelven mediante el procedimiento definido en A.7.1.

c) *Acceso a velocidad fija*

NOTA – En DAVIC, el acceso a velocidad fija se denomina acceso sin contienda.

El acceso a velocidad fija indica que se envían datos en intervalos asignados a la región de acceso basado en una velocidad fija, en el canal en sentido ascendente. El INA asigna estos intervalos exclusivamente a una conexión. El INA no está autorizado a modificar los campos de demarcación, por lo que un intervalo a velocidad fija asignado deja de ser adecuado para la región del intervalo fijado.

d) *Acceso por reserva*

El acceso por reserva implica que se envían datos en los intervalos asignados a la región de reserva en el canal en sentido ascendente. El INA asigna estos intervalos de manera exclusiva, por una sola vez, a una conexión. Esta asignación se efectúa a petición de la NIU para una determinada conexión. También se permite utilizar tal asignación en la región de velocidad fija. Una concesión de reserva sólo confiere intervalos consecutivos en una región del mismo tipo. Las peticiones se indican mediante un mensaje de petición en un intervalo de contienda, en un miniintervalo de contienda, en un intervalo reservado, en un intervalo de velocidad fija, o mediante un mecanismo de "transporte en remolque".

A.5.5.2.5 Procedimientos de tratamiento de errores MAC

Los procedimientos de tratamiento de errores están en curso de definición (ventanas de temporización, fallo del suministro de energía, etc.). En A.7 figura una nota informativa sobre algunos procedimientos de tratamiento de errores.

A.5.5.2.6 Mensajes MAC en los miniintervalos

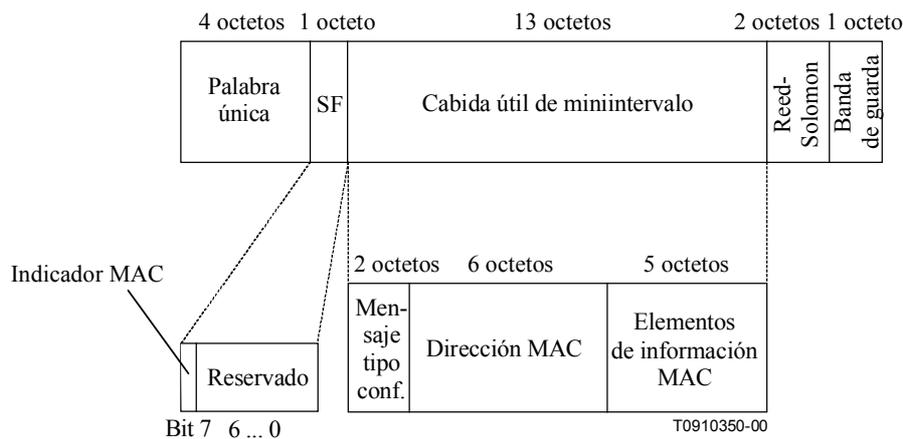
En la estructura de miniintervalo pueden también transportarse mensajes MAC de petición de reserva. Para la modulación 16QAM, la alineación de trama de las peticiones de reserva de miniintervalo se describen en A.5.6.2. Para la modulación QPSK, se describen en A.5.6.2 y en lo siguiente.

La detección y/o corrección de errores se realiza mediante un código Reed-Solomon de 2 octetos. En el caso de la modulación QPSK, la codificación Reed-Solomon se efectuará sobre los 14 octetos que siguen a la palabra única con $T = 1$ (véase la figura A.31). En el caso de la modulación 16QAM, la codificación Reed-Solomon se efectuará sobre los 9 octetos que siguen a la palabra única con $T = 1$ (véase la figura A.32). Este proceso añade 2 octetos de paridad al mensaje MAC en el miniintervalo para formar una palabra de código de (16,14). Se efectúa una codificación Reed-Solomon sobre el mensaje MAC en el miniintervalo antes de la aleatorización de los datos en sentido ascendente. El código Reed-Solomon abreviado se implementará insertando al final 239 octetos, todos puestos a cero, antes de los octetos de información a la entrada de un codificador (255,253); una vez terminado el procedimiento de codificación, estos octetos se descartan.

El código Reed-Solomon tendrá los siguientes polinomios generadores:

- Polinomio generador de código: $g(x) = (x + \mu^0)(x + \mu^1)$
donde $\mu = 02_{\text{hex}}$
- Polinomio generador de campo: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

Para la modulación QPSK, campo de comienzo (SF, *start field*) para los mensajes MAC de miniintervalo QPSK se define en la figura A.31. El octeto SF, los 13 octetos de cabida útil y los 2 octetos RS de los miniintervalos se aleatorizan y se codifican diferencialmente como se define para las células ATM en sentido ascendente, mientras que la palabra única se envía en claro, sin codificación diferencial.

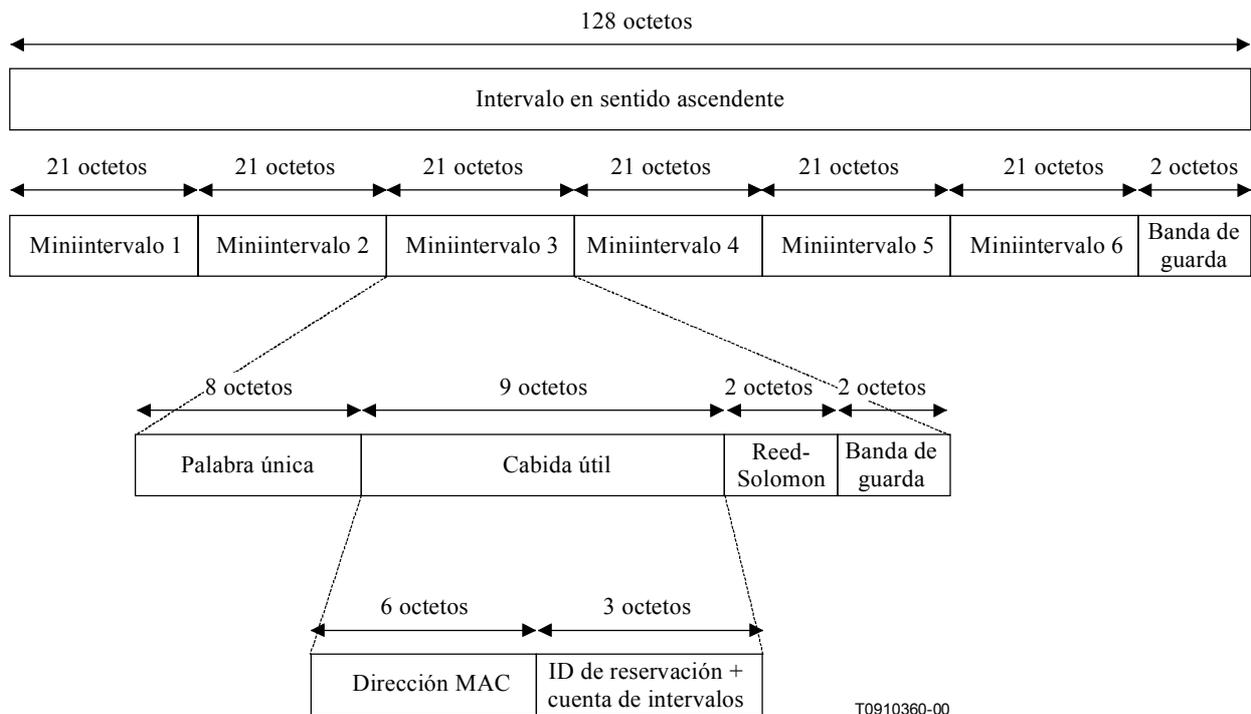


Palabra única = 0xCCCCCC0E

SF = Campo de comienzo (Bit 7: indicador MAC, siempre puesto a 1; Bits 6 ... 0: reservados, se pondrán a cero)

Figura A.31/J.112 – Mensajes MAC en los miniintervalos QPSK

Para la modulación 16QAM, el formato de miniintervalo se describe en la figura A.32.

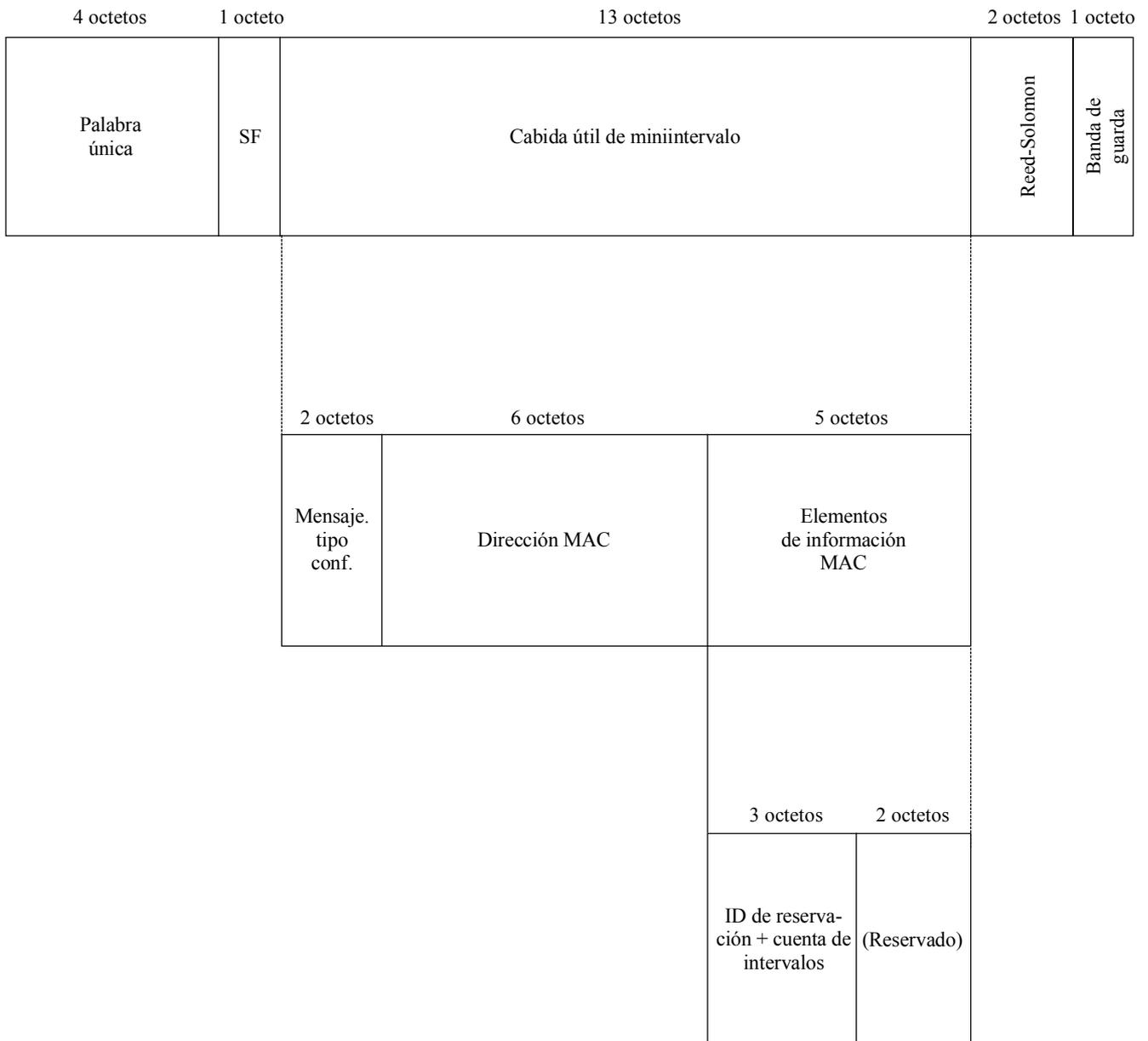


Palabra única = 0xF3F3F3F3F3F333FB

Figura A.32/J.112 – Mensajes MAC en los miniintervalos 16QAM

Mensaje de petición de reserva

En el caso de la modulación QPSK, el mensaje de petición de reserva tiene la misma estructura que cuando se transporta en una célula ATM en sentido ascendente. La estructura de mensaje MAC para el transporte del mensaje de petición de reserva se muestra en la figura A.33.



T0910370-00

Figura A.33/J.112 – Mensaje de petición de reserva en la estructura de mensaje MAC de miniintervalo QPSK

Para la modulación 16QAM, el formato de petición de reserva se describe en la figura A.32.

A.5.5.2.7 Formato de los mensajes MAC

Los tipos de mensajes MAC se dividen en tres grupos de estados MAC lógicos: mensajes MAC de inicialización, aprovisionamiento y anuncio de comienzo de sesión; mensajes MAC de establecimiento y terminación de la conexión; y mensajes MAC de gestión del enlace. Para el envío de mensajes MAC se utiliza el direccionamiento por radiodifusión o el direccionamiento por unidifusión. En unidifusión se utilizará la dirección MAC de 48 bits.

Independientemente de que el INA/NIU soporten la modulación 16QAM, para el envío de los mensajes de inicialización, aprovisionamiento, anuncio de comienzo de sesión y calibración (inicial) se utilizará la modulación QPSK. Si el INA/NIU soporta la modulación 16QAM, y la NIU utiliza un

canal en sentido ascendente con modulación 16QAM, todos los mensajes siguientes se enviarán con modulación 16QAM (véase el cuadro A.16):

Cuadro A.16/J.112 – Mensajes MAC

Valor de tipo de mensaje	Mensajes	Sentido de transmisión	Tipo de direccionamiento
0x00-0x1F	Mensajes MAC de inicialización, aprovisionamiento y anuncio de comienzo de sesión		
0x00	Utilizado para mensajes fragmentados (mensaje continuado)	asc./desc.	Unidifusión o radiodifusión
0x01	Mensaje de canal de aprovisionamiento	descendente	Radiodifusión
0x02	Mensaje de configuración por defecto	descendente	Radiodifusión
0x03	Mensaje de petición de anuncio de comienzo de sesión	descendente	Radiodifusión
0x04	Mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión	ascendente	Unidifusión
0x05	Mensaje de determinación y calibración de potencia	descendente	Unidifusión
0x06	Mensaje de respuesta de determinación y calibración de potencia	ascendente	Unidifusión
0x07	Mensaje de inicialización completa	descendente	Unidifusión
0x08-0x0B	[Reservados]		
0x0C	Anuncio de comienzo de sesión con seguridad (véase la nota)	descendente	Unidifusión
0x0D	Respuesta de anuncio de comienzo de sesión con seguridad (véase la nota)	ascendente	Unidifusión
0x0E-0x1E	[Reservados]		
0x1F	Espera (véase la nota)	ascendente	Unidifusión
0x20-0x3F	Mensajes MAC de establecimiento y terminación de la conexión		
0x20	Mensaje de conexión	descendente	Unidifusión
0x21	Mensaje de respuesta de conexión	ascendente	Unidifusión
0x22	Mensaje de petición de reserva	ascendente	Unidifusión
0x23	No utilizado		Radiodifusión
0x24	Mensaje de confirmación de conexión	descendente	Unidifusión
0x25	Mensaje de liberación	descendente	Unidifusión
0x26	Mensaje de respuesta de liberación	ascendente	Unidifusión
0x28	Mensaje de concesión de reserva	descendente	Radiodifusión
0x29	Asignación de ID de reserva	descendente	Unidifusión
0x2A	Petición de status de reserva	ascendente	Unidifusión
0x2B	Mensaje de respuesta de ID de reserva	descendente	Unidifusión
0x2C	Mensaje de petición de recurso	ascendente	Unidifusión
0x2D	Mensaje de denegación de petición de recurso	descendente	Unidifusión
0x2E	Mensaje de datos supresión	asc./desc.	Unidifusión
0x2F	Mensaje de acuse de supresión	asc./desc.	Unidifusión

Cuadro A.16/J.112 – Mensajes MAC

Valor de tipo de mensaje	Mensajes	Sentido de transmisión	Tipo de direccionamiento
0x30	Intercambio principal de clave (véase la nota)	descendente	Unidifusión
0x31	Respuesta de intercambio principal de clave (véase la nota)	ascendente	Unidifusión
0x32	Intercambio rápido de clave (véase la nota)	descendente	Unidifusión
0x33	Respuesta de intercambio rápido de clave (véase la nota)	ascendente	Unidifusión
0x34	Intercambio explícito de clave (véase la nota)	descendente	Unidifusión
0x35	Respuesta de intercambio explícito de clave (véase la nota)	ascendente	Unidifusión
0x36-0x3F	[Reservados]		
	Mensajes MAC de gestión de enlace		
0x27	Mensaje de reposo	ascendente	Unidifusión
0x40	Mensaje de control de transmisión	descendente	Unidifusión o radiodifusión
0x41	Mensaje de reaprovisionamiento	descendente	Unidifusión
0x42	Mensaje de respuesta de gestión de enlace	ascendente	Unidifusión
0x43	Mensaje de petición de status	descendente	Unidifusión
0x44	Mensaje de respuesta de status	ascendente	Unidifusión
0x45-0x5F	[Reservados]		
NOTA – Mensajes MAC facultativos para la opción de seguridad.			

Para el soporte de la entrega de información relacionada con MAC a la NIU y desde la NIU se utilizará un canal virtual especializado. VPI/VCI para este canal serán 0x00/0x0021. Los mensajes MAC no serán criptados. Por consiguiente, toda célula ATM que transporte un mensaje MAC deberá tener los dos bits menos significativos de su campo control de flujo genérico (GFC, *generic flow control*) puestos a 00. Los dos bits más significativos del campo GFC están reservados para uso futuro, y se pondrán a 00.

La exactitud de temporizador de los mensajes MAC será ± 3 ms en la NIU, y el INA la tendrá en cuenta.

- *Mensajes MAC en sentido ascendente*
Se utilizará la capa de adaptación AAL5 (especificada en UIT-T I.363) para encapsular cada PDU MAC en una célula ATM. La información MAC en sentido ascendente deberá transmitirse en mensajes individuales de células de 40 octetos.
- *Mensajes MAC OOB en sentido descendente*
Se utilizará la capa de adaptación AAL5 (especificada en UIT-T I.363) para encapsular cada PDU MAC en una célula ATM. La información MAC OOB en sentido descendente puede tener una longitud de más de 40 octetos. La longitud de los mensajes MAC en sentido descendente deberá estar limitada a un máximo de 120 octetos.

- *Mensajes MAC IB en sentido descendente*
Los mensajes MAC IB en sentido descendente están limitados a un tamaño de 120 octetos y serán transportados en un sólo paquete MPEG TS. Los mensajes de más de 120 octetos se dividirán en varios mensajes. No existe una capa AAL5 definida para paquetes MPEG-2 TS. Por tanto, los mensajes MAC se enviarán como se indica en A.5.3.2, utilizando los 3 bits de alineación de trama de mensaje MAC.
- *Protocolo de fragmentación MAC (facultativo)*
Los mensajes MAC de gran tamaño hasta 512 octetos pueden, facultativamente, ser soportados mediante el protocolo de fragmentación MAC. La NIU indica esta capacidad en la MAC_Sign_On_Response.

Un mensaje MAC multifragmento se compone de mensajes MAC individuales consecutivos con Syntax_Indicator igual a Fragment_No_MAC_Address o Fragment_MAC_Address_Included.

El campo `Fragment_Count` de cada mensaje MAC individual indica el número de fragmentos restantes del mensaje completo, y disminuye en una unidad por cada fragmento consecutivo. Por tanto, el primer fragmento tiene `Fragment_Count` igual al número total de fragmentos en el mensaje, y el último fragmento tiene `Fragment_Count == 1`.

Además, el tipo de mensaje MAC se indica por el campo `Message_Type` del primer fragmento, mientras que todos los fragmentos siguientes tienen `Message_Type == 0`.

El emisor de un mensaje MAC fragmentado no intercalará ningún otro mensaje MAC fragmentado para el mismo receptor en la cadena de fragmentos. Esto incluye todo mensaje MAC radiodifundido fragmentado, que, por tanto, no deberá ser enviado mientras esté pendiente la transmisión de cualquier mensaje fragmentado incompleto.

Los mensajes MAC de tipo sintaxis no fragmentados pueden ser intercalados con fragmentos destinados a la misma NIU. Se considera que estos mensajes no fragmentados han llegado antes que el mensaje fragmentado, y deben ser procesados inmediatamente.

El receptor de un mensaje MAC fragmentado descartará todo mensaje al que le falten fragmentos, lo que se indica por el campo `Fragment_Count` que disminuye uniformemente en fragmentos consecutivos. Asimismo, descartará todo fragmento "extraviado" con `Message_Type == 0`, caso que se presenta cuando, por ejemplo, el primer fragmento se pierde durante el transporte.

La longitud de cada fragmento se deduce de su contexto de transporte: ATM/AAL5 para el sentido ascendente y OOB para el descendente, encapsulación MPEG para IB en sentido descendente, etc.

Los campos `MAC_Information_Elements` de cada fragmento se concatenan para formar el campo `MAC_Information_Elements` del mensaje MAC completo. El tipo de mensaje se transporta en el primer fragmento.

En el sentido ascendente, todos los fragmentos tienen que ser del tipo de sintaxis `Fragment_MAC_Address_Included`, para que el INA pueda utilizar la dirección MAC para distinguir entre mensajes y fragmentos MAC mezclados, procedentes de distintas NIU.

En el caso de una radiodifusión en sentido descendente, cada fragmento es del tipo de sintaxis `Fragment_No_MAC_Address`. En el caso de un mensaje unidifundido, el primer fragmento será del tipo de sintaxis `Fragment_MAC_Address_Included`, e incluirá la dirección MAC de la NIU de destino. Los fragmentos siguientes pueden también incluir el mismo valor de dirección MAC, o ser del tipo de sintaxis `Fragment_No_MAC_Address`, sin que esté presente la dirección MAC, cuando el INA garantiza que el fragmento está asociado con el fragmento que le precede inmediatamente en el tren de transporte, es decir, que no está separado por mensajes o fragmentos destinados a otras NIU.

Puesto que la información relacionada con MAC se termina en la NIU y el INA, se utilizará una estructura de mensaje definida privadamente. El formato de esta estructura de mensaje se ilustra en el cuadro A.17.

NOTA 1 – En todos los mensajes, el bit más significativo se envía primero.

NOTA 2 – En todos los mensajes MAC en que la longitud del parámetro sea menor que la del campo, se aplicará al parámetro una justificación derecha insertando bits iniciales de valor 0. Todos los campos reservados en los mensajes MAC se pondrán a 0.

NOTA 3 – El mensaje 0x23 no se utiliza en la presente versión del protocolo MAC. Dicho mensaje se refiere al protocolo DAVIC 1.0, que no está soportado por el presente anexo.

NOTA 4 – Cuando en un mensaje no se especifica ninguna dirección MAC habrá de interpretarse que dicho mensaje será radiodifundido. (indicador de sintaxis = 000).

NOTA 5 – Los números enteros negativos se enviarán en complemento de 2.

Cuadro A.17/J.112 – Estructura de mensaje MAC

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
MAC_message () {			
Message_Configuration	8	1	
Protocol_Version	5		
Syntax_Indicator	3		
Message_Type	8	1	
<i>If (Syntax_Indicator == 001 Syntax_Indicator == 011) {</i>			
MAC_Address	(48)	(6)	
}			
<i>If (Syntax_Indicator == 010 Syntax_Indicator == 011)) {</i>			
Reserved	(8)	(1)	
Fragment_Count	(8)	(1)	
}			
MAC_Information_Elements ()		N	
}			

Elementos de información MAC

MAC_Information_Elements es un campo formado por múltiples octetos que contienen el cuerpo de un mensaje MAC, y sólo uno.

Versión de protocolo

Protocol_Version es un campo formado por 5 bits que se utiliza para identificar la actual versión de MAC. En el cuadro A.18 se indican los valores que puede tomar este parámetro.

Cuadro A.18/J.112 – Estructura de mensaje MAC

Valor	Definición
0	Dispositivo conforme con DAVIC 1.0 (no se ajusta al presente anexo)
1	Dispositivo conforme con DAVIC 1.1
2	Dispositivo conforme con DAVIC 1.2
3-19	Reservados
20	Dispositivo conforme con EN 301 199 [18]
21-28	Reservados
29	Dispositivo conforme con ETS 300 800 V2 y con DAVIC 1.5
30	Dispositivo conforme con ETS 300 800 V1
31	Reservado

Indicador de sintaxis

`Syntax_Indicator` es un tipo enumerado de 3 bits que indica el tipo de direccionamiento contenido en el mensaje MAC.

```
Enum Syntax_Indicator {No_MAC_Address, MAC_Address_Included,  
Fragment_No_MAC_Address, Fragment_MAC_Address, reserved 4...7};
```

Dirección MAC

`MAC_Address` es un valor de 48 bits que representa la dirección MAC única de la NIU. Esta dirección MAC puede estar codificada en firme en la NIU o ser proporcionada por una fuente externa.

Fragment Count

Identificación de fragmento en un mensaje MAC transmitida en múltiples fragmentos. Un mensaje MAC dividido en N fragmentos se transmitirá con `Fragment_Count = N, N-1, ... 1`.

A.5.5.3 Inicialización y aprovisionamiento MAC

Esta cláusula define el procedimiento de inicialización y aprovisionamiento que el MAC debe efectuar durante la energización o reiniciación. Para el envío y la recepción de los mensajes durante la inicialización y el aprovisionamiento, todos los INA/NIU utilizarán la modulación QPSK.

- 1) Cuando una NIU es activada (es decir, es energizada), debe comenzar por encontrar la actual frecuencia de aprovisionamiento. La NIU recibirá el mensaje <MAC> de canal de aprovisionamiento. Este mensaje se enviará aperiódicamente (al menos una vez en 900 ms) por todos los canales en sentido descendente que transporten información MAC, si hay múltiples canales. Si sólo hay un canal, el mensaje indicará el canal que se va a utilizar para el aprovisionamiento. Al recibir este mensaje, la NIU se sintonizará con el canal de aprovisionamiento. En caso de transmisión IB en sentido descendente, el canal IB que habrá de utilizarse durante el aprovisionamiento puede indicarse adicionalmente mediante EN 300 468 [21].

- 2) Tras una indicación válida de enganche a un canal de aprovisionamiento, la NIU esperará el mensaje <MAC> de configuración por defecto. Al recibirlo, la NIU configurará sus parámetros tal como se define en dicho mensaje. Los parámetros de la configuración por defecto deberán incluir valores de temporizador por defecto, niveles de potencia por defecto, cuentas de reintentos por defecto y cualquier otra información relacionada con la operación del protocolo MAC.

En la figura A.34 se muestra la secuencia de señalización.

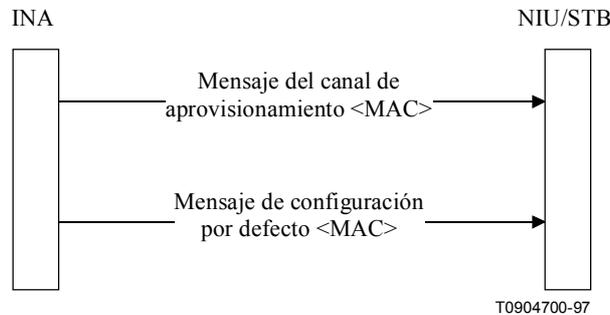


Figura A.34/J.112 – Señalización de inicialización y aprovisionamiento

A.5.5.3.1 Mensaje <MAC> de canal de aprovisionamiento (radiodifusión sentido descendente)

El mensaje <MAC> de canal de aprovisionamiento lo envía el INA para dirigir la NIU a la frecuencia adecuada en la que se efectúa el aprovisionamiento. El formato del mensaje se muestra en el cuadro A.19.

Cuadro A.19/J.112 – Estructura del mensaje de canal de aprovisionamiento

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Provisioning_Channel_Message () {			
Provisioning_Channel_Control_Field	8	1	
Reserved	7		7-1
Provisioning_Frequency_Included	1		0: {no = 0, yes = 1}
<i>if (Provisioning_Frequency_Included)</i>			
{			
Provisioning_Frequency	(32)	(4)	
DownStream_Type	(8)	(1)	
}			
}			

Campo control de canal de aprovisionamiento

Provisioning_Channel_Control_Field se utiliza para especificar los parámetros que se incluyen en el mensaje:

Provisioning_Frequency_Included es una variable booleana que cuando está fijada, indica que se ha especificado una frecuencia en sentido descendente a la que debe sintonizarse la NIU para comenzar el proceso de aprovisionamiento. Cuando tiene el valor opuesto indica que la actual frecuencia en sentido descendente es la frecuencia de aprovisionamiento.

Frecuencia de aprovisionamiento

Provisioning_Frequency es un número entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia fuera de banda en la que se efectúa el aprovisionamiento de la NIU. La unidad de medida es el Hz.

Tipo de modulación para el sentido descendente

DownStream_Type es un tipo enumerado de 8 bits que indica el formato de modulación para la conexión en sentido descendente. {QAM_MPEG, QPSK_1,544, QPSK_3,088, 3...255 reserved}}

A.5.5.3.2 Mensaje <MAC> de configuración por defecto (radiodifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de configuración por defecto lo envía el INA a la NIU. El mensaje proporciona a la NIU información sobre los parámetros y la configuración por defecto. El formato de mensaje se muestra en el cuadro A.20.

Cuadro A.20/J.112 – Estructura del mensaje de configuración por defecto

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Default_Configuration_Message() {			
Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count	8	1	
Service_Channel_Frequency	32	4	
Service_Channel_Control_Field		1	
MAC_Flag_Set	5		7..3
Service_Channel	3		2..0
Backup_Service_Channel_Frequency	32	4	
Backup_Service_Channel_Control_Field		1	
Backup_MAC_Flag_Set	5		7..3
Backup_Service_Channel	3		2..0
Service_Channel_Frame_Length	16	2	
Service_Channel_Last_Slot	16	2	
Max_Power_Level	8	1	
Min_Power_Level	8	1	
Upstream_Control_Field		1	
Reserved	5		7..3
Upstream_Transmission_Rate	3		2..0
Max_Backoff_Exponent	8	1	
Min_Backoff_Exponent	8	1	
Idle_Interval	16	2	
Absolute_Time_Offset	16	2	
frequency_ranging_step	8	1	
Number_of_Timeouts	8	1	
<i>for (I=0; I<Number_of_Timeouts;I++) {</i>			

Cuadro A.20/J.112 – Estructura del mensaje de configuración por defecto

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Field		(1)	
Code	(4)		
Value	(4)		
}			
INA_Capabilities		4	
Encapsulation	8		31..24
US_Bitrate	8		23..16
DS_OOB_Bitrate	4		15..12
Capabilities_extended_included	1		11: {no, yes}
Reserved	1		10: será 0
DS_Header_Suppression	1		9: {no, yes}
US_Header_Suppression	1		8: {no, yes}
Piggy_Back_Capable	1		7: {no, yes}
Resource_Request_Capable	1		6: {no, yes}
Fragmented_MAC_Messages	1		5: {no, yes}
Security_Supported	1		4: {no, yes}
Minislots_for_Reservation	1		3: {no, yes}
Reserved_for_DAVIC	1		2: será 0
IB_Signalling	1		1: {no, yes}
OOB_Signalling	1		0: {no, yes}
<i>If (INA_capabilities &= Capabilities_extended_included) {</i>			
INA_capabilities_extended		4	
Reserved	30		31..3: será 0
Session_binding	1		2: {no, yes}
16QAM_minislots	1		1: {no, yes}
16QAM	1		0: {no, yes}
}			
}			

Cuenta de reintentos de anuncio de comienzo de sesión antes de incrementar la potencia

Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de intentos que debe efectuar la NIU para entrar en el sistema a un mismo nivel de potencia antes de incrementar su nivel de potencia en escalones de 2 dB como máximo.

Frecuencia del canal de servicio

Service_Channel_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia en sentido ascendente asignada al canal de servicio. La unidad de medida es el hertzio.

Conjunto de banderas MAC

MAC_Flag_Set es un campo de 5 bits que representa el primer conjunto de banderas asignado al canal de servicio. Un canal en sentido descendente contiene información para cada uno de sus canales en sentido ascendente asociados. Esta información está contenida en estructuras conocidas

por conjuntos de banderas MAC, representadas, sea por 24 bits (designados por b0...b23), sea por 3 octetos (designados por Rxa, Rxb, Rxc). Esta información se asigna de manera exclusiva a un determinado canal en sentido ascendente. Para la utilización de este parámetro, véanse A.5.3.1.3 y A.5.3.2.1.

Canal de servicio

`Service_Channel` es un campo de 3 bits que define el canal asignado a la `Service_Channel_Frequency`. Identifica el canal lógico (designado por "c") asignado a la NIU/STB. Para la utilización de este parámetro, véanse A.5.3.2.1 y A.5.3.3.

Frecuencia del canal de servicio de respaldo

`Backup_Service_Channel_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia en sentido ascendente asignada al canal de servicio de respaldo. El canal de servicio de respaldo se utiliza cuando la entrada al canal de servicio primario fracasa. La unidad de medida es el hertzio. Si no hay canal de servicio de respaldo, este parámetro será igual a la frecuencia del canal de servicio.

Conjunto de banderas MAC de respaldo

`Backup_MAC_Flag_Set` es un campo de 5 bits que representa el primer conjunto de banderas MAC asignado al canal de servicio de respaldo. La función de este campo es la misma que la del `MAC_Flag_Set` antes mencionado pero con respecto al canal de servicio de respaldo. Si no hay canal de servicio de respaldo, este parámetro será igual al conjunto de banderas MAC.

Canal de servicio de respaldo

`Backup_Service_Channel` es un campo de 3 bits que define el canal asignado a la `Backup_Service_Channel_Frequency`. La función de este campo es la misma que la del `Service_Channel` antes mencionado pero con respecto al canal de respaldo. Si no hay canal de servicio de respaldo, este parámetro será igual al canal de servicio.

Service_Channel_Frame_Length [reservado]

No se utiliza en esta versión.

Último intervalo del canal de servicio

`Service_Channel_Last_Slot` es un entero sin signo de 16 bits que representa el máximo valor de intervalo del contador de posiciones de intervalo en sentido ascendente de las NIU (se define en A.5.4.4).

Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Tres MSB están reservados para uso futuro.

Nota informativa – Puesto que `Service_Channel_Last_Slot` es igual a $((N+1) \times 3 \times m) - 1$, donde "N" es el valor máximo del registro de posiciones de intervalo en sentido ascendente (M10-M1), y "m" es una constante que depende de la velocidad binaria en sentido ascendente (véase la subcláusula A.5.4.4), dicho valor puede utilizarse para calcular el número fijo N. La NIU tiene capacidad para derivar el `Last_Slot_number` para cada canal N y la velocidad binaria en sentido ascendente del canal respectivo.

Nivel de potencia máxima

`MAX_Power_Level` es un entero sin signo de 8 bits que representa la potencia máxima que podrá utilizar la NIU para transmitir en sentido ascendente. La unidad de medida es dB μ V (valor eficaz) sobre 75 Ω .

Nivel de potencia mínima

`MIN_Power_Level` es un entero sin signo de 8 bits que representa la potencia mínima que podrá utilizar la NIU para transmitir en sentido ascendente. La unidad de medida es dB μ V (valor eficaz) sobre 75 Ω .

Velocidad de transmisión en sentido ascendente

`Upstream_Transmission_Rate` es un tipo enumerado de 3 bits que indica la velocidad de transmisión en sentido ascendente.

```
enum Upstream_Transmission_Rate {Upstream_256K, Upstream_1.544M,  
Upstream_3.088M, Upstream_6.176M, reserved 4...7};
```

Mínimo exponente de reducción

`MIN_Backoff_Exponent` es un entero sin signo de 8 bits que representa el valor mínimo del contador de exponente de reducción. Sólo los 5 últimos bits menos significativos son válidos; los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Máximo exponente de reducción

`MAX_Backoff_Exponent` es un entero sin signo de 8 bits que representa el valor máximo del contador de exponente de reducción. Sólo son válidos los 5 últimos bits menos significativos; los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Intervalo de reposo

`Idle_Interval` es un entero sin signo de 16 bits que representa el intervalo predefinido para los mensajes MAC de reposo. Los intervalos válidos estarán comprendidos entre 60 y 600, siendo la unidad de medida el segundo. Además, el valor cero indica que no se enviará ningún mensaje de reposo.

Desplazamiento de tiempo absoluto

`Absolute_Time_Offset` es un entero de 16 bits que se utiliza para fijar el `Absolute_Time_Offset` por defecto (definido en A.5.3.1.3) en el primer anuncio de comienzo de sesión. La unidad de medida es 100 ns.

Escalón de determinación de frecuencia

Sólo se utiliza para LMDS (EN 301 199 [18]).

Número de temporizaciones

`Number_of_Timeouts` es un entero sin signo de 8 bits que identifica el número de códigos y valores de temporización incluidos en el mensaje.

Código

`Code` es un entero sin signo de 4 bits que identifica el periodo de temporización o grupo de periodos de temporización (de acuerdo con los cuadros A.21a, A.21b, A.22 y A.51) al que se da el valor siguiente.

Valor

`Value` es un entero sin signo de 4 bits que da el valor para periodos de temporización o grupo de periodos de temporización identificados por el código precedente. Los periodos de temporización se indican en el cuadro A.21a:

Cuadro A.21a/J.112 – Codificación de temporización

Valor	Periodo de temporización (ms)
0	Infinito (inhabilitado)
1	9
2	30
3	60
4	90
5	300
6	600
7	900
8	3000
9	6000
10	9000
11	30000
12	60000
13	Reservado
14	Reservado
15	Reservado

Si no se dan valores en el mensaje <MAC> de configuración por defecto, se aplican los valores por defecto. (Véase el cuadro A.21b.)

Cuadro A.21b/J.112 – Valores de periodos de temporización en la cabecera

Código	Transacción(es)	Valor por defecto
0x0	Determinación y calibración de potencia → Respuesta de determinación y calibración de potencia Conexión → Respuesta de conexión (sin cambio de frecuencia) Liberación → Respuesta de liberación Control de transmisión → Respuesta de gestión de enlace (sin cambio de frecuencia) Asignación de ID de reserva → Respuesta de ID de reserva Reaprovisionamiento → Respuesta de gestión de enlace (sin cambio de frecuencia) Petición de estado → Mensaje de respuesta de estado Iniciación completa → Respuesta de conexión Iniciación completa → Respuesta de gestión de enlace	300
0x1	Conexión → Respuesta de anuncio de comienzo de sesión (sólo para cambio de frecuencia) Reaprovisionamiento → Respuesta de anuncio de comienzo de sesión (sólo para cambio de frecuencia) Control de transmisión → Respuesta de anuncio de comienzo de sesión (sólo para cambio de frecuencia)	3000

La unidad de medida de los periodos de temporización es en milisegundos.

Estos periodos de temporización son aplicables cuando los dos mensajes mencionados son consecutivos (véase el cuadro A.22).

Cuadro A.22/J.112 – Valores de periodos de temporización para los terminales

Código	Transacción(es)	Valor por defecto
0x2	Intervalo de configuración por defecto (lapso que transcurre entre dos mensajes de configuración por defecto) Intervalo de petición de anuncio de comienzo de sesión	900
0x3	Respuesta de anuncio de comienzo de sesión → Determinación y calibración de potencia Respuesta de anuncio de comienzo de sesión → Inicialización completa Respuesta de determinación y calibración de potencia → Determinación y calibración de potencia Respuesta de determinación y calibración de potencia → Inicialización completa Respuesta de conexión → Confirmación de conexión Petición de recurso → Liberación Petición de recurso → Asignación de ID de reserva	90
0x4	Inicialización completa → Conexión Petición de recurso → Denegación de petición de recurso Petición de recurso → Conexión Petición de recurso → Reaprovisionamiento Periodo de temporización para el estado ERROR (tiempo de espera que debe transcurrir antes de pasar al estado "Espera de mensaje de aprovisionamiento", véase A.7.1)	300

La unidad de medida de los periodos de temporización es en milisegundos.

Estos periodos de temporización son aplicables cuando los dos mensajes mencionados son consecutivos.

Capacidades del INA

`INA_Capabilities` es un campo de 32 bits que indica las capacidades del INA. Tiene los siguientes subcampos:

`Encapsulation` es un campo de 8 bits que indica el tipo o tipos de encapsulación soportados por el INA: {DIRECT_IP, Ethernet_MAC_Bridging, PPP, reserved 3...7}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 24 del campo `INA_Capabilities`.

`US_Bitrate` es un campo de 8 bits que indica la velocidad o velocidades binarias en sentido ascendente soportadas por el INA: {256 kbit/s, 1,544 Mbit/s, 3,088 Mbit/s, 6,176 Mbit/s, reserved 4...7}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 16 del campo `INA_Capabilities`.

`DS_OOB_Bitrate` es un campo de 4 bits que indica la velocidad o velocidades binarias en sentido descendente OOB soportadas por el INA: {1,544 Mbit/s, 3,088 Mbit/s, reserved 2...3}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 12 del campo `INA_Capabilities`.

`Capabilities_extended_included` es un campo de 1 bit. Si es verdadero, el mensaje incluye el campo `INA_capabilities_extended`.

`Reserved`: Reservado para uso futuro.

`DS_Header_Suppression` es un campo de 1 bit que indica si el INA soporta la supresión de encabezamiento en sentido descendente.

US_Header_Suppression es un campo de 1 bit que indica si el INA soporta la supresión de encabezamiento en el sentido ascendente.

Piggy_Back_Capable es un campo de 1 bit que indica si el INA tiene capacidad para procesar peticiones y asignaciones de transporte en remolque.

Resource_Request_Capable es un campo de 1 bit que indica si el INA tiene capacidad para procesar mensajes de petición de recurso <MAC>.

Fragmented_MAC_Messages es un campo de 1 bit que indica que el INA tiene capacidad para soportar mensajes MAC con campo MAC_Information_Elements compuesto, de un tamaño de 1 a 512 octetos. Esta bandera también asegura la retrocompatibilidad con los INA que no soportan la fragmentación y reensamblado de mensajes MAC. Al no fijar este bit, el INA indica que no soporta en absoluto mensajes MAC fragmentados, y que no entenderá ni utilizará los tipos de sintaxis de mensaje MAC Fragment_No_MAC_Address ni Fragment_MAC_Address_Included.

Security_Supported es un campo de 1 bit que indica que el INA soporta las extensiones de seguridad especificadas en este protocolo.

Minislots_for_Reservation es un campo de 1 bit que indica que el INA puede utilizar miniintervalos.

Reserved_for_DAVIC: Reservado para compatibilidad con DAVIC.

IB_Signalling es un campo de 1 bit que indica que el INA puede utilizar señalización IB.

OOB_Signalling es un campo de 1 bit que indica que el INA puede utilizar señalización OOB.

Capacidades INA extendidas

INA_Capabilities_Extended es un campo de 32 bits que indica capacidades adicionales del INA. Tiene los siguientes subcampos:

Reserved: Reservado para uso futuro.

Session_binding es un campo de 1 bit, de tipo booleano, que indica si el INA soporta vinculación de sesión.

16QAM_Minislots es un campo de 1 bit que indica si el INA soporta miniintervalos 16QAM.

16QAM es un campo de 1 bit que indica si el INA soporta la modulación 16QAM.

A.5.5.4 Anuncio de comienzo de sesión y calibración

La NIU efectuará el anuncio de comienzo de sesión aplicando el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión. A continuación se describe el flujo de señalización para efectuar el anuncio de comienzo de sesión.

- La NIU se sintonizará con el canal de aprovisionamiento en sentido descendente y el canal de servicio en sentido ascendente con la información proporcionada en la secuencia de inicialización y aprovisionamiento.
- La NIU esperará el mensaje <MAC> de petición de anuncio de comienzo de sesión de la entidad INA.
- Al recibir el mensaje <MAC> de petición de anuncio de comienzo de sesión, la NIU responderá con el mensaje <MAC> de respuesta de anuncio de comienzo de sesión. El mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión se transmitirá en un intervalo de determinación. La NIU/STB utilizará, o bien los valores del último procedimiento de anuncio de comienzo de sesión aplicado con éxito si está habilitada por el INA, o bien el Min_Power_Level contenido en el mensaje <MAC> de configuración por defecto.

- Al recibir el mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión, el INA validará la NIU, sea enviando el mensaje <MAC> de inicialización completa, sea enviando el mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia.
- La NIU responderá al mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia con el mensaje <MAC> de respuesta de determinación y calibración de potencia. El mensaje <MAC> de respuesta de determinación y calibración de potencia se transmitirá por un intervalo de determinación [que puede estar en la región de determinación ($b_0 = 1$)] o en la región reservada (si en el mensaje se da un número de intervalo de determinación). La secuencia de calibración no siempre es necesaria.
- El INA enviará el mensaje <MAC> de inicialización completa cuando la NIU esté calibrada. Se supone que la NIU está calibrada si el mensaje llega dentro de un margen de $\pm 0,75$ símbolos (velocidad en sentido ascendente) y con una potencia dentro de un margen de $\pm 1,5$ dB con relación a su valor óptimo.

Véase la figura A.35.

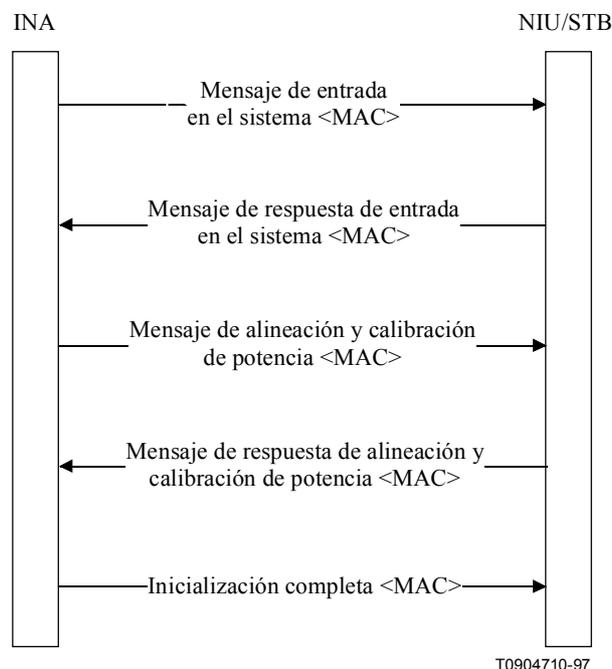


Figura A.35/J.112 – Señalización de determinación y calibración

En A.7.1 (nota informativa A) se describe con más detalle el proceso de determinación y calibración, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

A.5.5.4.1 Mensaje <MAC> de petición de anuncio de comienzo de sesión (radiodifusión en sentido descendente)

El INA emite periódicamente el mensaje <MAC> de petición de anuncio de comienzo de sesión para permitir que la NIU indique su presencia en la red. El formato de esta subinstrucción se muestra en el cuadro A.23.

Cuadro A.23/J.112 – Estructura del mensaje de petición de anuncio de comienzo de sesión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Sign-On_Request_Message () {			
Sign-On_Control_Field		1	
Reserved	6		7..2
Need_Calibration	1		1: {0 = enable rapid sign-on, 1 = disable rapid sign-on}
Address_Filter_Params_Included	1		0: {no, yes}
Response_Collection_Time_Window	16	2	
<i>if (Sign-On_Control_Field &=</i> <i>Address_Filter_Params_Included {</i>			
Address_Position_Mask	(8)	(1)	
Address_Comparison_Value	(8)	(1)	
}			
}			

Campo de control de anuncio de comienzo de sesión

`Sign-On_Control_Field` especifica los parámetros que se incluyen en la SIGN-ON REQUEST:

`Need_Calibration` indica a la NIU que tiene que entrar en el proceso de anuncio de comienzo de sesión comenzando con el `Min_Power_Level` y el `Absolute_Time_Offset` (y `Frequency_Offset` para LMDS) definidos en el mensaje <MAC> `Default_Configuration_message`. Si el bit no está fijado, la NIU está autorizada a iniciar el anuncio de comienzo de sesión con los valores para `Power_Level` y `Time_Offset` (y `Frequency_Offset` para LMDS) que ha utilizado para su última transmisión en sentido ascendente tras un anuncio de comienzo de sesión exitoso. Este bit sólo se tiene en cuenta en los procesos de anuncio de comienzo de sesión que siguen a la recepción de un mensaje de control de transmisión, un mensaje de reaprovisionamiento o un mensaje de conexión. En todos los demás casos, los parámetros definidos en el mensaje <MAC> `Default_Configuration_Message` deben utilizarse independientemente del valor del bit `Need_Calibration` bit.

`Address_Filter_Params_Included` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que la NIU debe responder a la SIGN-ON REQUEST solamente si su dirección cumple los requisitos de filtro especificados en el mensaje.

Ventana de tiempo de toma de respuesta

`Response_Collection_Time_Window` es un entero sin signo de 16 bits que especifica el máximo periodo de tiempo para la aleatorización de la transmisión del mensaje SIGN-ON RESPONSE. La unidad de medida es el milisegundo (ms).

Máscara de posiciones de dirección

`Address_Position_Mask` es un entero sin signo de 8 bits que indica las posiciones de bit en la dirección MAC de la NIU que se utilizan para la comparación de filtrados de direcciones. Las posiciones de bit están comprendidas entre los números de bit `Mask` y `Mask+7`. `Mask = 0` corresponde a los 8 LSB de la dirección, es decir, representa el número de bits desplazados hacia la izquierda. El valor máximo es 40.

Valor de comparación de direcciones

`Address_Comparison_Value` es un entero sin signo de 8 bits que especifica el valor que la NIU debe utilizar para la comparación de direcciones MAC. (Véase la figura A.36.)

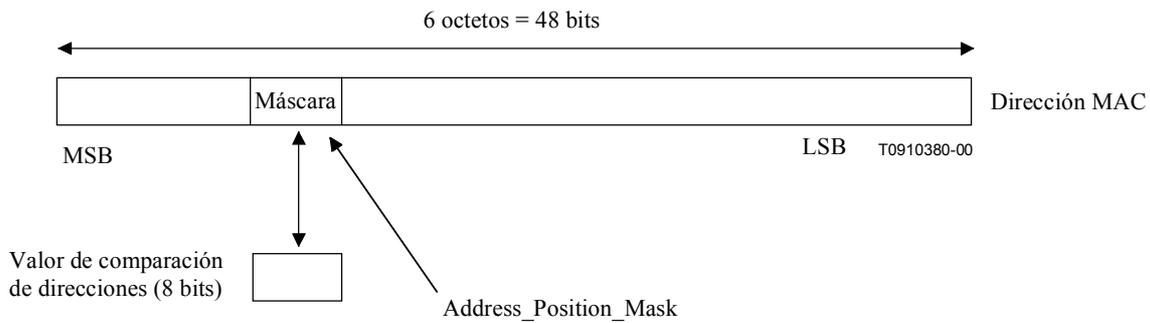


Figura A.36/J.112 – Posición de máscara en una dirección MAC

A.5.5.4.2 Mensaje <MAC> de respuesta de anuncio de comienzo de sesión (determinación en sentido ascendente)

La NIU envía el mensaje <MAC> de respuesta de anuncio de comienzo de sesión en respuesta al mensaje <MAC> de petición de anuncio de comienzo de sesión emitido por la entidad INA. La NIU deberá esperar durante un periodo de duración aleatoria menor que `Response_Collection_Time_Window` para enviar este mensaje.

Si el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión no empezó al nivel de potencia `Min_Power_Level` (véase A.5.6.3), y la NIU no ha recibido ninguna respuesta del INA después de `Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count` intentos, realizará un nuevo intento con el `Min_Power_Level`.

Véase el cuadro A.24.

Cuadro A.24/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Sign-On_Response_Message () {			
NIU/STB_Status		4	
Reserved	29		31..3
Network_Address_Registered	1		2: {no, yes}
Connection_Established	1		1: {no, yes}
Reserved for compatibility	1		0
NIU/STB_Error_Code		2	
Reserved	13		15..3
Connect_Confirm_Timeout	1		2: {no, yes}
First_Connection_Timeout	1		1: {no, yes}
Range_Response_Timeout	1		0: {no, yes}
NIU/STB_Retry_Count	8	1	

Cuadro A.24/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
NIU/STB_Capabilities		4	
Encapsulation	8		31..24
US_Bitrate	8		23..16
DS_OOB_Bitrate	4		15..12
Capabilities_extended_included	1		11: {no, yes}
Reserved	1		10: será cero
DS_Header_Suppression	1		9: {no, yes}
US_Header_Suppression	1		8: {no, yes}
Piggy_Back_Capable	1		7: {no, yes}
Resource_Request_Capable	1		6: {no, yes}
Fragmented_MAC_Messages	1		5: {no, yes}
Security_Supported	1		4: {no, yes}
Minislots_for_Reservation	1		3: {no, yes}
Reserved_for_DAVIC	1		2: será cero
IB_Signalling	1		1: {no, yes}
OOB_Signalling	1		0: {no, yes}
<i>if (NIU_capabilities &= capabilities_extended_included) {</i>			
NIU_capabilities_extended		4	
Reserved	30		31..4: debe ser 0
Session_binding	1		3: {no, yes}
Extended_Reprovision	1		2: {no, yes}
16QAM_minislots	1		1: {no, yes}
16QAM	1		0: {no, yes}
<i>}</i>			
<i>}</i>			

Status de NIU/STB

NIU/STB_Status es un campo de 32 bits que indica el estado actual de la NIU/STB. Tiene los siguientes subcampos:

Network_Address_Registered indica que el módulo de interfaz de red ha registrado su dirección NSAP en el módulo de aplicación. La dirección NSAP no se utiliza en ese momento sino que permanece reservada para esta finalidad.

Connection_Established indica que se han asignado parámetros de conexión al módulo de interfaz de red.

Código de error NIU/STB

NIU/STB_Error_Code es un campo de 16 bits que indica la condición de error en la NIU/STB. Tiene los siguientes subcampos:

- Connect_Confirm_Timeout (fijado a 1 para transición SCE:E4 o DCE:E8, véase A.7.2);
- First_Connection_Timeout (fijado a 1 para transición DCE:E2, véase A.7.2);
- Range_Response_Timeout (fijado a 1 para transición RC:E13, véase A.7.1).

En el caso de una temporización en la señalización actual, el subcampo correspondiente se fija a 1; véase A.7.1 (nota informativa A).

Cuenta de reintentos de NIU/STB

`NIU/STB_Retry_Count` es un entero sin signo de 8 bits que indica el número de transmisiones de la respuesta de anuncio de comienzo de sesión <MAC>. Este campo siempre se incluye en la respuesta a la petición de anuncio de comienzo de sesión <MAC>. Se inicializará a cero cuando se inicie un procedimiento de anuncio de comienzo de sesión, y se incrementará en una unidad cada vez que se transmita el mensaje, hasta que concluya el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión o hasta que la cuenta alcance su valor máximo (255). Una vez alcanzado el valor máximo, el campo conservará este valor hasta que termine el actual procedimiento de anuncio de comienzo de sesión.

Capacidades de NIU/STB

`NIU/STB_Capabilities` es un campo de 32 bits que indica las capacidades de la NIU/STB. Tiene los siguientes subcampos:

`Encapsulation` es un campo de 8 bits que indica el tipo o tipos de encapsulación soportados por la NIU/STB: {`DIRECT_IP`, `Ethernet_MAC_Bridging`, `PPP`, `reserved 3...7`}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 24 del campo `NIU/STB_Capabilities`.

`US_Bitrate` es un campo de 8 bits que indica la velocidad o velocidades binarias soportadas por la NIU/STB: {256 kbit/s, 1,544 Mbit/s, 3,088 Mbit/s, 6,176 Mbit/s, `reserved 4...7`}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 16 del campo `NIU/STB_Capabilities`.

`DS_OOB_Bitrate` es un campo de 4 bits que indica la velocidad o velocidades binarias en sentido descendente OOB soportadas por la NIU/STB: {1,544 Mbit/s, 3,088 Mbit/s, `reserved 2...3`}. El bit 0 es el LSB y corresponde al bit 12 del campo `NIU/STB_Capabilities`.

`Capabilities_extended_included`: es un campo de 1 bit. Si está fijado a verdadero, el mensaje incluye el campo `NIU_capabilities_extended_field`.

`Reserved`: Reservado para uso futuro.

`DS_Header_Suppression` es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta supresión de encabezamiento en sentido descendente.

`US_Header_Suppression` es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta supresión de encabezamiento en sentido ascendente.

`Piggy_Back_Capable` es un campo de 1 bit que indica si la NIU tiene capacidad para añadir al final peticiones de transporte en remolque a una célula ATM de PDU.

`Resource_Request_Capable` es un campo de 1 bit que indica si la NIU tiene capacidad para enviar mensajes de petición de recurso <MAC>.

`Fragmented_MAC_Messages` es un campo de 1 bit que indica que la NIU/STB soporta mensajes MAC que tienen el campo `MAC_Information_Elements` compuesto de un mensaje de un solo octeto o de múltiples octetos hasta 512. Esta bandera también asegura la retrocompatibilidad con las NIU/STB que no soportan la fragmentación y reensamblado de mensajes MAC. Al no fijar este bit, la NIU/STB indica que no soporta en absoluto mensajes MAC fragmentados, y que no entenderá ni utilizará los tipos de sintaxis de mensaje MAC `Fragment_No_MAC_Address` ni `Fragment_MAC_Address_Included`.

`Security_Supported` es un campo de 1 bit que indica que la NIU/STB soporta las extensiones de seguridad especificadas en este protocolo.

`Minislots_for_Reservation` es un campo de 1 bit que indica que la NIU/STB puede utilizar miniintervalos.

`Reserved_for_DAVIC`: Reservado para compatibilidad con DAVIC.

`IB_Signalling` es un campo de 1 bit que indica que la NIU/STB puede utilizar señalización IB.

OOB_Signalling es un campo de 1 bit que indica que la NIU/STB puede utilizar señalización OOB.

Capacidades extendidas de la NIU/STB

NIU/STB_Capabilities_Extended es un campo de 32 bits que indica las capacidades de la NIU/STB. Tiene los siguientes subcampos:

Reserved: Reservado para uso futuro.

Session_binding es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta vinculación de sesión.

Extended_Reprovision es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta reaprovisionamiento extendido.

16QAM_Minislots es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta miniintervalos 16QAM.

16QAM es un campo de 1 bit que indica si la NIU soporta modulación 16QAM.

A.5.5.4.3 Mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia (unidifusión en sentido descendente)

El INA envía a la NIU el mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia para ajustar el nivel de potencia o el desplazamiento de tiempo que la NIU está utilizando para la transmisión en sentido ascendente. El formato de este mensaje se muestra en el cuadro A.25. No se utilizan miniintervalos para la determinación.

Cuadro A.25/J.112 – Estructura del mensaje de determinación y calibración de potencia

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Ranging_and_Power_Calibration_Message() {			
Range_Power_Control_Field		1	
Reserved	4		7-4: será 0.
Equalizer_coefficients_included	1		3: {no, yes}
Ranging_Slot_Included	1		2: {no, yes}
Time_Adjustment_Included	1		1: {no, yes}
Power_Adjustment_Included	1		0: {no, yes}
if (Range_Power_Control_Field &= Time_Adjustment_Included) {			
Time_Offset_Value	(16)	(2)	
}			
if (Range_Power_Control_Field &= Power_Adjustment_Included) {			
Power_Control_Setting	(8)	(1)	
}			
if (Range_Power_Control_Field &= Ranging_Slot_Included) {			
Ranging_Slot_Number	(16)	(2)	
}			
if (Range_Power_Control_Field &= Equalizer_coefficients_included) {			
Equalizer_coefficients	(256)	(32)	
}			
}			

Campo de determinación y control de potencia

`Range_Power_Control_Field` especifica los parámetros de determinación y control de potencia que se incluyen en el mensaje.

Coefficientes de ecualizador incluidos

`Equalizer_coefficients_included` indica si el mensaje incluye un nuevo conjunto de coeficientes para el precualizador de la NIU.

Ajuste de tiempo incluido

`time_adjustment_included` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que se incluye un valor de desplazamiento de tiempo que la NIU deberá utilizar para ajustar su posición de transmisión de intervalos en sentido ascendente.

Ajuste de potencia incluido

`power_adjust_included` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que se ha incluido en el mensaje un valor relativo de ajuste de control de potencia.

Intervalo de determinación incluido

`Ranging_Slot_Included` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica el intervalo de calibración disponible. Cuando este bit tiene el valor 1, la NIU enviará su respuesta en el intervalo del número dado por el **número de intervalo de determinación**. Cuando este bit tiene el valor 0, la NIU responderá en un intervalo de determinación como se indica en A.7.1.

Valor de desplazamiento de tiempo

`Time_Offset_Value` es un entero short de 16 bits que representa un desplazamiento relativo de la temporización de la transmisión en sentido ascendente. Un valor negativo indica un ajuste hacia adelante en el tiempo (es decir, hacia un instante posterior). Un valor positivo indica un ajuste hacia atrás en el tiempo (es decir, hacia un instante anterior). La unidad de medida es 100 ns (la NIU ajustará aproximadamente este desplazamiento de tiempo al valor más cercano indicado por el parámetro `Time_Offset_Value`, lo que implica que no se necesita un reloj suplementario para ajustar el desplazamiento correcto).

Ajuste del nivel de potencia

`Power_Control_Setting` es un entero con signo de 8 bits que se utiliza para fijar el nuevo nivel de potencia de la NIU. (Un valor positivo representa un aumento del nivel de potencia de salida).

$$\text{Nuevo output_power_level} = \text{actual output_power_level} + \text{power_control_setting} \times 0,5 \text{ dB}$$

Número de intervalo de determinación

`Ranging_Slot_Number` es un entero sin signo de 16 bits que representa el número de intervalo de acceso reservado para la determinación de la NIU. Deberá ser asignado por el INA en la zona de acceso por reserva. El INA asegurará que el intervalo de determinación esté precedido por un intervalo no asignado y seguido por un intervalo no asignado.

Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Coefficientes de ecualizador

El campo `Equalizer_coefficients` tiene 32 octetos e indica los nuevos coeficientes para el precualizador de la NIU. La parte real y la parte imaginaria de los coeficientes de cada una de las tomas consisten en 16 bits, codificados en complemento de dos. La NIU convolucionará estos coeficientes con los coeficientes actuales. El orden de codificación será: tap0 [real, imag], tap1 [real, imag], y así sucesivamente.

A.5.5.4.4 Mensaje <MAC> de respuesta de determinación y calibración de potencia (determinación en sentido ascendente o reservado)

La NIU envía al INA el mensaje <MAC> de respuesta de determinación y calibración de potencia en respuesta al mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia. El formato del mensaje se muestra en el cuadro A.26.

Cuadro A.26/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de determinación y calibración de potencia

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Ranging_Power_Response_Message () {			
Power_Control_Setting	8	1	
}			

Posición de ajuste del nivel de potencia

`Power_Control_Setting` es un entero con signo de 8 bits que se utiliza para fijar el nuevo nivel de potencia de la NIU en la transmisión en sentido ascendente. La unidad de medida es 0,5 dBμV.

A.5.5.4.5 Mensaje <MAC> de inicialización completa (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de inicialización completa lo envía el INA al /STB para indicar el final del procedimiento de anuncio de comienzo de sesión y aprovisionamiento. El /STB comenzará de nuevo el proceso de inicialización después de que haya recibido un valor `Completion_Status_Field` diferente de cero. El mensaje <MAC> de control de transmisión puede utilizarse para impedir que la NIU envíe mensajes en sentido ascendente.

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Initialization_Complete_Message () {			
Completion_Status_Field		1	
Reserved	4		7..4
Invalid_STB/	1		3: {no, yes}
Timing_Ranging_Error	1		2: {no, yes}
Power_Ranging_Error	1		1: {no, yes}
Other_Error	1		0: {no, yes}
}			

Campo status de completión

`Completion_Status_Field` es un campo de 8 bits que indica errores en la fase de inicialización. Tiene los siguientes subcampos:

`Invalid_STB/` es una variable booleana que (cuando está fijada a 1) indica que el STB/ no es válido.

`Timing_Ranging_Error` es una variable booleana que (cuando está fijada a 1) indica que la determinación de temporización no ha tenido éxito.

`Power_Ranging_Error` es una variable booleana que (cuando está fijada a 1) indica que la determinación de potencia no ha tenido éxito.

`Other_Error` es una variable booleana que (cuando está fijada a 1) indica un error de un tipo no especificado.

A.5.5.5 Establecimiento de conexión

Se consideran dos casos:

- 1) Establecimiento de la primera conexión (conexión inicial).
- 2) Establecimiento de conexiones adicionales.

A.5.5.5.1 Establecimiento de la primera conexión (conexión inicial)

Una vez concluidos los procedimientos de inicialización, aprovisionamiento y anuncio de comienzo de sesión, el INA asigna a la NIU una conexión en sentido ascendente y en sentido descendente. Esta conexión puede asignarse en cualquiera de los canales en sentido ascendente, de acuerdo con las capacidades de NIU/INA:

A las NIU que soportan la modulación 16QAM se les puede asignar canales en sentido ascendente que utilizan modulación QPSK o 16QAM. A las NIU que sólo soportan la modulación QPSK se les asignará cualquiera de los canales en sentido ascendente QPSK.

El INA asignará la conexión enviando a la NIU el mensaje <MAC> de conexión. Este mensaje contendrá los parámetros de conexión, la frecuencia en sentido descendente en la que se efectuará la conexión, y la modulación de canal. A partir de este punto, la NIU utilizará la modulación indicada por el canal (16QAM/QPSK).

La NIU, al recibir el mensaje <MAC> de conexión se sintonizará a las frecuencias en sentido ascendente y en sentido descendente requeridas y enviará el mensaje <MAC> de respuesta de conexión que confirma la recepción del mensaje. Sin embargo, si la frecuencia en sentido ascendente y/o sentido descendente contenida en el mensaje <MAC> de conexión es diferente de la actual frecuencia en sentido ascendente y/o sentido descendente, la NIU/STB se sintonizará a la nueva o las nuevas frecuencias y pasará al procedimiento de anuncio de comienzo de sesión definido en A.5.6.3, fijándose la bandera Connection_Established y reiniciándose la cuenta de reintentos de la NIU/STB. La NIU/STB enviará el mensaje <MAC> de respuesta de conexión después del mensaje <MAC> de inicialización completa.

Al recibirse el mensaje <MAC> de respuesta de conexión, el INA confirmará la nueva conexión enviando el mensaje <MAC> de confirmación de conexión.

Véase la figura A.37.

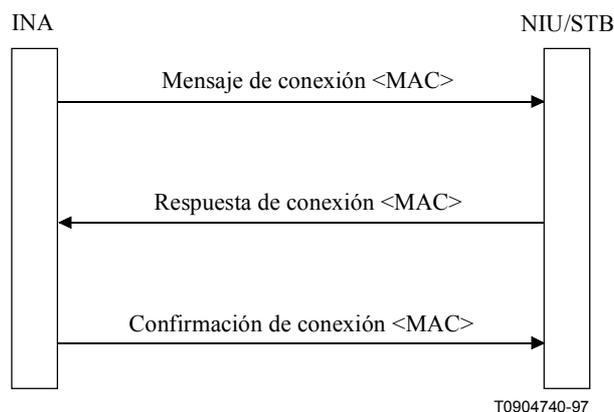


Figura A.37/J.112 – Señalización de conexión para la conexión inicial

En A.7.2 (nota informativa A) se da una descripción más detallada del proceso de establecimiento de conexión en la que se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Mensaje <MAC> de conexión (unidifusión en sentido descendente)

Véase el cuadro A.27.

Cuadro A.27/J.112 – Estructura del mensaje de conexión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Connect_Message () {			
Connection_Id	32	4	
Session_Number	32	4	
Connection_Control_Field_Aux		1	
Connection_control_field2_included	1		7: {no, yes}
IPv6_add	1		6: {no, yes}
Priority_Included	1		5: {no, yes}
Flowspec_DS_Included	1		4: {no, yes}
Session_Binding_US_Included	1		3: {no, yes}
Session_Binding_DS_Included	1		2: {no, yes}
Encapsulation_Included	1		1: {no, yes}
DS_Multiprotocol_CBD_Included	1		0: {no, yes}
Resource_Number	8	1	
Connection_Control_Field		1	
DS_ATM_CBD_Included	1		7: {no, yes}
DS_MPEG_CBD_Included	1		6: {no, yes}
US_ATM_CBD_Included	1		5: {no, yes}
Upstream_Channel_Number	3		4.2
Slot_List_Included	1		1: {no, yes}
Cyclic_Assignment	1		0: {no, yes}
Frame_Length	16	2	
Maximum_Contention_Access_Message_Length	8	1	
Maximum_Reservation_Access_Message_Length	8	1	
<i>if (Connection_Control_Field &= DS_ATM_CBD_Included) {</i>			
Downstream_ATM_CBD()	(64)	(8)	
<i>}</i>			
<i>if (Connection_Control_Field &= DS_MPEG_CBD_Included) {</i>			
Downstream_MPEG_CBD()	(48)	(6)	
<i>}</i>			
<i>if (Connection_Control_Field &= US_ATM_CBD_Included) {</i>			
Upstream_ATM_CBD()	(64)	(8)	
<i>}</i>			
<i>if (Connection_Control_Field &= Slot_List_Included) {</i>			
Number_Slots_Defined	(8)	(1)	
<i>for (i = 0; i < Number_Slots_Defined; I++){</i>			

Cuadro A.27/J.112 – Estructura del mensaje de conexión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Slot_Number	(16)	(2)	
}			
}			
<i>if (MAC_Control_Params == Cyclic_Assignment) {</i>			Acceso a velocidad fija
Fixedrate_Start	(16)	(2)	
Fixedrate_Dist	(16)	(2)	
Fixedrate_End	(16)	(2)	
}			
<i>if (Connection_Control_Field_Aux &= DS_Multiprotocol_CBD_Included) {</i>			
Downstream_Multiprotocol_CBD()	(48)	(6)	
}			
<i>if (Connection_Control_Field_Aux &= Encapsulation_Included) {</i>			
Encapsulation	(8)	(1)	
}			
<i>If (Connection_Control_Field_Aux &= priority_Included) {</i>			
Priority	(8)	(1)	
<i>If (Connection_Control_Field_Aux &= flowspec_DS_Included) {</i>			
Max_packet_size	(16)	(2)	en octetos
Average_bitrate	(16)	(2)	en octetos/s
Jitter	(8)	(1)	en ms
}			
<i>If (Connection_Control_Field_Aux &= upstream_session_binding_Included) && (Connection_Control_Field_Aux != IPv6_add) {</i>			
US_session_binding_control	(32)	(4)	
NIU_client_source_IP_add	(32)	(4)	
NIU_client_destination_IP_add	(32)	(4)	
NIU_client_source_port	(16)	(2)	
NIU_client_destination_port	(16)	(2)	
Upstream_transport_protocol	(8)	(1)	
NIU_client_source_MAC_add	(48)	(6)	
NIU_client_destination_MAC_add	(48)	(6)	
Upstream_interent_protocol	(16)	(2)	
Upstream_session_Id	(32)	(4)	
}			
<i>if (Connection_control_aux_Field &= downstream_session_binding_Included) && (Connection_Control_Field_Aux != IPv6_add) {</i>			

Cuadro A.27/J.112 – Estructura del mensaje de conexión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>DS_session_binding_control</code>	(32)	(4)	
<code>INA_client_source_IP_add</code>	(32)	(4)	
<code>INA_client_destination_IP_add</code>	(32)	(4)	
<code>INA_client_source_port</code>	(16)	(2)	
<code>INA_client_destination_port</code>	(16)	(2)	
<code>Downstream_transport_protocol</code>	(8)	(1)	
<code>INA_client_source_MAC_add</code>	(48)	(6)	
<code>INA_client_destination_MAC_add</code>	(48)	(6)	
<code>Dowstream_interent_protocol</code>	(16)	(2)	
<code>Dowstream_session_Id</code>	(32)	(4)	
<code>}</code>			
<code>if (Connection_Control_Field_Aux &=aux_control_field2_included) {</code>			
<code> Connection_control_field2</code>		(1)	
<code> Reserved</code>	(7)		7..1: será 0
<code> Upstream_modulation_included</code>	(1)		0: {no, yes}
<code>if (Connection_Control_Field2 &=Upstream_modulation_included) {</code>			
<code> Upstream_Modulation</code>	(8)	(1)	
<code> }</code>			
<code>}</code>			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión para la conexión dinámica de la NIU.

Número de sesión

`Session_Number` es un entero sin signo de 32 bits que representa la sesión a la que están asociados los parámetros de conexión. Este parámetro no se utiliza en el presente anexo.

Field_Aux de control de la conexión

`Connection_control_field2_included`: campo de 1 bit. Si es verdadero, el mensaje incluye un campo `Connection_control_field2`.

`IPv6_add`: si está fijado a 1, las direcciones IP en los bloques de vinculación de sesión son compatibles con IPv6.

`Priority_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye un campo de prioridad.

`Flowspec_DS_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye una especificación de flujo en sentido descendente.

`Session_binding_US_Included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye una descripción de vinculación de sesión para el sentido ascendente.

`Session_binding_DS_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye a descripción de vinculación de sesión para el sentido descendente.

`Encapsulation_Included` es una variable booleana que indica que el tipo de encapsulación está incluido en el mensaje.

DS_Multiprotocol_CBD_Included es una variable booleana que indica que el descriptor multiprotocolo en sentido descendente está incluido en el mensaje.

Número de recurso

Resource_Number es un entero sin signo de 8 bits que proporciona un número único al recurso definido en el mensaje. Si el mensaje de conexión es consecuencia de una petición de recurso de la NIU, dicho número será igual al Resource_Request_ID de la petición de recurso, y de lo contrario será 0.

Campo control de conexión

DS_ATM_CBD_Included es una variable booleana que indica que el descriptor en sentido descendente está incluido en el mensaje.

DS_MPEG_CBD_Included es una variable booleana que indica que el descriptor en sentido descendente está incluido en el mensaje.

US_ATM_CBD_Included es una variable booleana que indica que el descriptor en sentido ascendente está incluido en el mensaje.

Upstream_Channel_Number es a entero sin signo de 3 bits que identifica el canal lógico (designado por 'c') asignado a la NIU/STB. Para la utilización de este parámetro, véase A.5.3.2.1.

Slot_List_Included es una variable booleana que indica que la lista de intervalos está incluida en el mensaje. No se permite tener asignaciones cíclicas y asignaciones de listas de intervalos al mismo tiempo para el mismo Connect_ID.

Cyclic_Assignment es una variable booleana que indica asignación cíclica. No se permite tener asignaciones cíclicas y asignaciones de listas de intervalos al mismo tiempo para el mismo Connect_ID.

El tipo de conexión puede deducirse de la presencia o ausencia de los campos de control de conexión relativos a los descriptores de bloque de conexión (CBD, *connection block descriptor*). En el cuadro siguiente se recapitulan las combinaciones válidas:

DS_ATM_CBD	DS_MPEG_CBD	Tipo de conexión
SÍ	NO	OOB
NO	SÍ	Encapsulación multiprotocolo DVB por MPEG [6]
SÍ	SÍ	Reservado para ATM por tubería de datos DVB por MPEG [14]

Ninguna otra de las combinaciones será utilizada por el INA. En tal caso, el mensaje será ignorado por la NIU/STB (no se enviará ningún mensaje <MAC> de respuesta de conexión).

Longitud de trama

Frame_length: Este número no asignado de 16 bits representa el número de intervalos sucesivos en la región de acceso a velocidad fija asociados con cada asignación de intervalo a velocidad fija. En el método slot_list de asignación de intervalos, dicho número representa el número de intervalos sucesivos asociados con cada elemento de la lista. En el método cíclico de asignación de intervalos representa el número de intervalos sucesivos asociados con el Fixedrate_Start_slot y los que son múltiplos de Fixedrate_Distance, desde el Fixedrate_Start_slot en la región de acceso a velocidad fija.

Longitud máxima de mensaje de acceso por contienda

Maximum_contention_access_message_length es un número de 8 bits que representa la longitud máxima de los mensajes que pueden transmitirse por paquetes en sentido ascendente utilizando el acceso por contienda. Para la transmisión de un mensaje de mayor tamaño que éste deberá utilizarse el acceso por reserva.

Longitud máxima de mensaje de acceso por reserva

Maximum_reservation_access_message_length es un número de 8 bits que representa la longitud máxima de los mensajes que pueden transmitirse por paquetes en sentido ascendente utilizando el acceso por una sola reserva. Para la transmisión de un mensaje de mayor tamaño que éste deberán enviarse múltiples peticiones de reserva.

Descriptor de bloque de conexión ATM en sentido descendente

Véase el cuadro A.28.

Cuadro A.28/J.112 – Subestructura Downstream_ATM_CBD

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Downstream_ATM_CBD() {			
Downstream_Frequency	32	4	
Downstream_VPI	8	1	
Downstream_VCI	16	2	
Downstream_Type	8	1	
}			

Downstream_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia en la que está establecida la conexión. La unidad de medida es el hertzio.

Downstream_VPI es un entero sin signo de 8 bits que representa el identificador de trayecto virtual ATM que se utiliza para la transmisión en sentido descendente a través de la conexión dinámica.

Downstream_VCI es un entero sin signo de 16 bits que representa el identificador de canal virtual ATM que se utiliza para la transmisión en sentido descendente a través de la conexión dinámica.

DownStream_Type es un tipo enumerado de 8 bits que indica el formato de modulación para la conexión en sentido descendente. {QAM_MPEG, QPSK_1,544, QPSK_3,088, 3...255 reserved}.

Descriptor de bloque de conexión MPEG en sentido descendente

Véase el cuadro A.29.

Cuadro A.29/J.112 – Subestructura Downstream_MPEG_CBD

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Downstream_MPEG_CBD() {			
Downstream_Frequency	32	4	
Program_Number	16	2	
}			

`Downstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia en la que está establecida la conexión. La unidad de medida es el hertzio.

`Program_Number` es un entero sin signo de 16 bits que hace exclusivamente referencia a la asignación de conexión virtual en sentido descendente (PID del encabezamiento MPEG-2, **no** igual al número de programa definido por MPEG-2!). Sólo los 13 bits menos significativos son válidos; los tres bits más significativos están reservados para uso futuro.

Descriptor de bloque de conexión ATM en sentido ascendente

Véase el cuadro A.30.

Cuadro A.30/J.112 – Subestructura `Upstream_ATM_CBD`

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Upstream_ATM_CBD () {</code>			
<code>Upstream_Frequency</code>	32	4	
<code>Upstream_VPI</code>	8	1	
<code>Upstream_VCI</code>	16	2	
<code>MAC_Flag_Set</code>	5	1	7..3
<code>Upstream_Rate</code>	3		2..0
<code>}</code>			

`Upstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa el canal asignado a la conexión en sentido ascendente. La unidad de medida es el hertzio.

`Upstream_VPI` es un entero sin signo de 8 bits que representa el identificador de trayecto virtual ATM que se utiliza para transmisión en sentido ascendente a través de la conexión dinámica.

`Upstream_VCI` es un entero sin signo de 16 bits que representa el identificador de canal virtual ATM que se utiliza para transmisión en sentido ascendente a través de la conexión dinámica.

`MAC_Flag_Set` es un campo de 5 bits que representa el primer conjunto de banderas asignado al canal lógico. Un canal en sentido descendente contiene información para cada uno de sus canales en sentido ascendente asociados. Esta información está contenida en estructuras conocidas por conjuntos de banderas MAC representadas por 24 bits (designados por b0...b23) o por 3 octetos (designados por Rxa, Rxb, Rxc). Esta información está asignada exclusivamente a un determinado canal en sentido ascendente. Para la utilización de este parámetro, véanse A.5.3.1.3 y A.5.3.2.1.

`Upstream_Rate` es un tipo enumerado de 3 bits que indica el grado de transmisión para la conexión en sentido ascendente. {`Upstream_A_AQ`, `Upstream_B_BQ`, `Upstream_C_CQ`, `Upstream_D_DQ`, 4...7 reserved}

Número de intervalos definidos

`Number_Slots_Defined` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de asignaciones de intervalo contenidas en el mensaje. La unidad de medida es el intervalo.

Número de intervalo

`Slot_Number` es un entero sin signo de 16 bits que representa el número de intervalo basado en velocidad fija asignado a la NIU. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Comienzo a velocidad fija

`Fixedrate_Start` – Este número sin signo de 16 bits representa el intervalo inicial, en la región de acceso a velocidad fija, que se asigna a la NIU. La NIU puede utilizar los siguientes intervalos `Frame_length` de las regiones de acceso a velocidad fija. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Distancia de velocidad fija

`Fixedrate_Distance` – Este número sin signo de 16 bits representa la distancia en intervalos (tiene en cuenta todos los intervalos de todas las regiones) entre intervalos adicionales asignados a la NIU. A la NIU se le asignan todos los intervalos que son múltiplos de `Fixedrate_Distance` desde el `Fixedrate_Start_slot` que no excede de `Fixedrate_End_slot`. La NIU puede utilizar los siguientes intervalos `Frame_length` de las regiones de acceso a velocidad fija desde cada uno de estos intervalos adicionales.

Fin de velocidad fija

`Fixedrate_End` – Este número sin signo de 16 bits indica el último intervalo que puede utilizarse para acceso a velocidad fija. Los intervalos asignados a la NIU, determinados mediante el empleo del `Fixedrate_Start_slot`, la `Fixedrate_Distance` y la `Frame_length`, no pueden exceder de este número. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Descriptor de bloque de conexión multiprotocolo en sentido descendente

Véase el cuadro A.31.

Cuadro A.31/J.112 – Subestructura `Downstream_Multiprotocol_CBD`

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Downstream_Multiprotocol_CBD()</code> {			
MAC_Address	48	6	
}			

`MAC_Address` es una dirección MAC de 48 bits que identifica la única dirección MAC (para la conexión establecida por este `Connect_Message <MAC>`) (utilizada por ejemplo para multidifusión) para filtrado en el encabezamiento de encapsulación multiprotocolo DVB, de acuerdo con EN 301 192 [6]. Por defecto (en el caso de conexiones en las que no se dé `Downstream_Multiprotocol_CBD` en el `Connect_Message <MAC>`), las NIU filtran su propia dirección MAC y la dirección MAC de radiodifusión FF:FF:FF:FF:FF:FF.

`Encapsulation` es un campo de 8 bits que indica el tipo de encapsulación proporcionado: {`Direct_IP`, `Ethernet_MAC_Bridging`, `PPP`, reserved 3...7}

`Priority`: campo de 1 octeto. El valor del campo define el nivel de prioridad de la conexión. Las conexiones con bajo valor del campo prioridad pueden ser reaprovisionadas para que satisfagan los requisitos de las conexiones con un alto valor del campo prioridad. Los valores de prioridad se darán de acuerdo con el siguiente cuadro:

Aplicaciones	Valores de prioridad
Aplicaciones de flujo de datos normalizadas	0-79
Aplicaciones que deben cumplir requisitos de calidad de servicio	80-200
Aplicaciones de alto nivel de prioridad	201-255

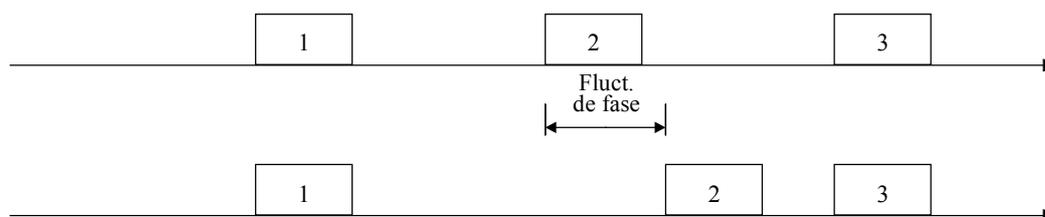
Especificación de flujo en sentido descendente

La especificación de flujo en sentido descendente se basa en 3 parámetros:

Max_packet_size: tamaño máximo (en octetos) de los paquetes que se enviarán por la conexión en sentido descendente. El tamaño de paquete incluye el encabezamiento de protocolos privados, el encabezamiento del protocolo de transporte (UDP/TCP), y el encabezamiento del protocolo de Internet (IP). No incluye el encabezamiento del protocolo Ethernet.

Average_bitrate: la velocidad binaria promedio, en octetos/s.

Jitter: la fluctuación de fase total que pueden experimentar los paquetes transmitidos en sentido descendente. (Véase la figura A.38.)



T0910390-00

Figura A.38/J.112 – Definición de la fluctuación de fase en sentido descendente

Información de vinculación de sesión

Véase la figura A.39.

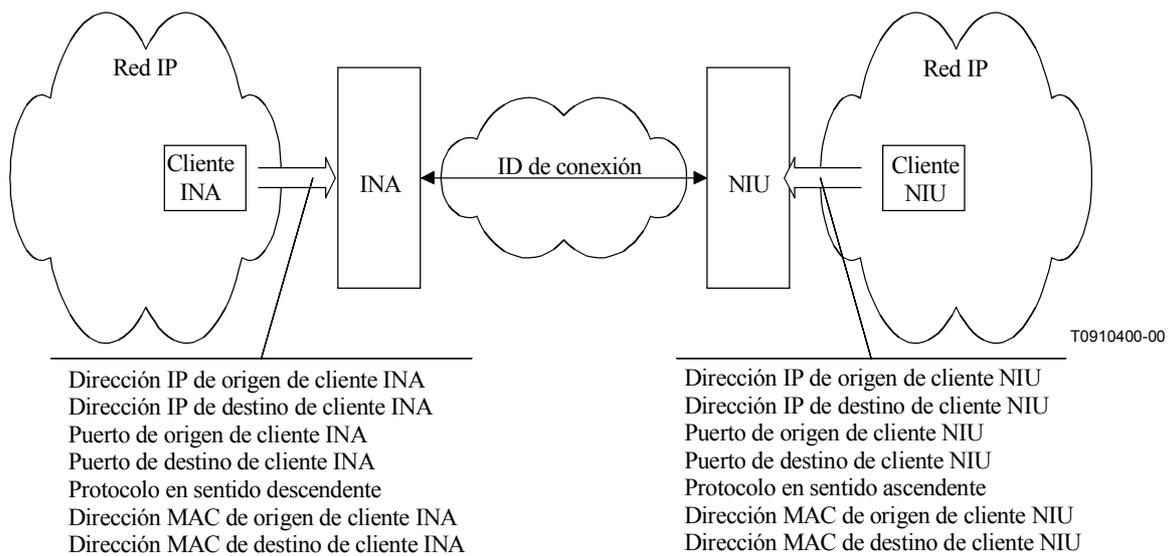


Figura A.39/J.112 – Información de vinculación de sesión

Los bloques de vinculación de sesión en sentido ascendente y en sentido descendente identifican clientes que están utilizando la conexión. Los clientes se identifican por sus direcciones de origen y destino, sus puertos de origen y destino (en su caso), y el protocolo que utilizan.

En la mayor parte de los casos, las vinculaciones de sesión en sentido descendente y en sentido ascendente serán idénticas.

(Dirección IP de origen de cliente NIU = dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU = puerto de destino de cliente INA, y, necesariamente, protocolo en sentido ascendente = protocolo en sentido descendente).

En este caso sólo se envía la vinculación de sesión en sentido ascendente.

El mensaje contendrá una vinculación de sesión en sentido descendente únicamente si hay alguna diferencia en las direcciones y puertos de origen y destino del INA y la NIU.

(Dirección IP de origen de cliente NIU \neq dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU \neq puerto de destino de cliente INA).

`US_session_binding_control`: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido ascendente depende de los valores del campo `US_session_binding_control`. Este campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe en el mensaje. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratar el campo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo `US_session_binding_control` se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit de US_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido ascendente
0	NIU_client_source_IP_add
1	NIU_client_destination_IP_add
2	NIU_client_source_port
3	NIU_client_destination_port
4	Upstream_transport_protocol
5	NIU_client_source_MAC_add
6	NIU_client_destination_MAC_add
7	Upstream_internet_protocol
8	Upstream_session_Id
10-31	Reservados (se deben poner a 0)

NIU_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente NIU

NIU_client_source_port: el puerto de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_port: el puerto de destino del cliente NIU.

Upstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente NIU (UDP/TCP).

NIU_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente NIU.

Upstream_internet_protocol: un campo de 16 bits, que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

Upstream_session_Id: un campo de 32 bits, que describe el session_Id, para el protocolo PPPoE.

DS_session_binding_control: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido descendente depende del valor del campo DS_session_binding_control. El campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe en el mensaje. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratar el campo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo DS_session_binding_control se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit de DS_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido descendente
0	INA_client_source_IP_add
1	INA_client_destination_IP_add
2	INA_client_source_port
3	INA_client_destination_port
4	Downstream_transport_protocol
5	INA_client_source_MAC_add
6	INA_client_destination_MAC_add
7	Downstream_internet_protocol
8	Downstream_session_Id
10-31	Reservados (se deben poner a 0)

INA_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente INA.

INA_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente INA.

INA_client_source_port: el puerto de origen del cliente INA.

INA_client_destination_port: el puerto de destino del cliente INA.

Downstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente INA (UDP/TCP).

INA_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente INA.

INA_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente INA.

Downstream_internet_protocol: un campo de 16 bits, que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

Downstream_session_Id: un campo de 32 bits, que describe el session_Id, definido para el protocolo PPPoE.

Connection_control_field2

Reservado: campo de 7 bits, para uso futuro. Se pondrá a 0.

Upstream_modulation_included: si está fijado a verdadero, el mensaje incluye el tipo de modulación de canal en sentido ascendente. Si el INA soporta la modulación 16QAM, este campo tiene que ser verdadero.

Upstream_modulation

Upstream_modulation: Campo de 8 bits de tipo enumerado que indica la modulación de canal en sentido ascendente {QPSK, 16QAM, 3...7 reserved}

Respuesta de conexión <MAC> (por contienda o por reserva en sentido ascendente)

El mensaje <MAC> de respuesta de conexión lo envía el INA a la NIU en respuesta al mensaje <MAC> de conexión. El mensaje se transmitirá en la frecuencia en sentido ascendente especificada en el mensaje <MAC> de conexión. Si esa frecuencia en sentido ascendente es diferente de la actual frecuencia en sentido ascendente, se utilizará el procedimiento descrito en A.5.6.3 antes de enviar el mensaje <MAC> de respuesta de conexión. Si el mensaje de confirmación de conexión no llega dentro del lapso de tiempo especificado, la NIU volverá a enviar el mensaje de respuesta de conexión. (Véase el cuadro A.32.)

Cuadro A.32/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de conexión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Connect_Response() {</code>			
<code> Connection_Id</code>	32	4	
<code>}</code>			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión global para la conexión dinámica de la NIU.

Confirmación de conexión <MAC> (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de confirmación de conexión lo envía el INA a la NIU. (Véase el cuadro A.33.)

Cuadro A.33/J.112 – Estructura de mensaje de confirmación de conexión

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Connect_Confirm() {</code>			
<code> Connection_Id</code>	32	4	
<code>}</code>			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión global para la conexión dinámica de la NIU.

A.5.5.5.2 Establecimiento de conexiones adicionales

El INA puede asignar conexiones adicionales utilizando el mensaje <MAC> de conexión antes descrito. La NIU puede solicitar esas conexiones mediante el mensaje <MAC> de petición de recurso. Aparte de esto, la secuencia de mensajes es la misma que para la conexión inicial, con las siguientes restricciones:

- En el caso de una NIU, la frecuencia en sentido ascendente será la misma para todas las conexiones, y las frecuencias OOB e IB serán las mismas para todas las conexiones OOB e IB, respectivamente.
- Si se recibe un mensaje <MAC> de conexión con nuevos valores de frecuencia en sentido ascendente o descendente, la NIU/STB no tendrá en cuenta el mensaje.
- Si es necesario, el INA utilizará uno de los procedimientos de gestión de recurso para modificar la frecuencia en sentido ascendente o descendente (véase A.5.5.10.2 Gestión de enlace) antes de enviar el mensaje <MAC> de conexión adicional.

Véase la figura A.40.

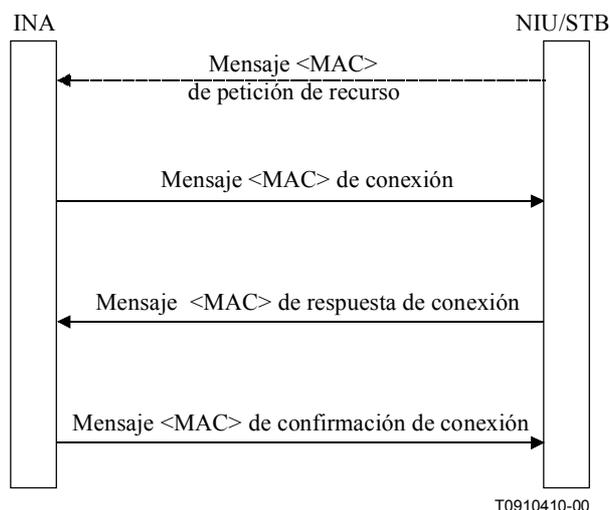


Figura A.40/J.112 – Señalización de conexión para conexiones adicionales

En A.7.2 y A.7.5 (nota informativa A) se da una descripción más detallada del proceso de establecimiento de conexión, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Mensaje <MAC> de petición de recurso (sentido ascendente)

La NIU puede pedir una nueva conexión, puede pedir que se modifiquen los parámetros de una conexión existente, y puede pedir que se libere una conexión existente enviando un mensaje <MAC> de petición de recurso al INA. El INA puede responder a la petición enviando un mensaje <MAC> de conexión, un mensaje <MAC> Reservation_ID Assignment/mensaje <MAC> de reaprovisionamiento o un mensaje <MAC> de liberación, respectivamente, a la NIU, o enviando un mensaje <MAC> de denegación de petición de recurso a la NIU. (Véase el cuadro A.34.)

Cuadro A.34/J.112 – Estructura del mensaje de petición de recurso

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Resource_Request_Message() {			
Resource_Request_Id	8	1	
Connection_Id	32	4	
Field		1	
Aux_control_field_included	1		7: {no, yes}
Admit_flag	1		6: {no, yes}
Priority_included	1		5: {no, yes}
Max_packet_size_included	1		4: {no, yes}
Session_binding_US_Included	1		3: {no, yes}
Release_Requested	1		2: {no, yes}
Reservation_Id_Requested	1		1: {no, yes}
Cyclic_Assignment_Needed	1		0: {no, yes}
Requested_Bandwidth	24	3	unidad en intervalo/1200 ms
Maximum_Distance_Between_Slots	16	2	unidad en intervalo

Cuadro A.34/J.112 – Estructura del mensaje de petición de recurso

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Encapsulation	8	1	
<i>If (Field &= aux_control_field_Included) {</i>			
Aux_control_field		(1)	
Reserved	(5)		7..2 tiene que ser 0
IPv6_add	(1)		2: {no,yes}
Flowspec_DS_included	(1)		1: {no, yes}
Session_binding_DS_included	(1)		0: {no, yes}
}			
<i>If (Field &= priority_Included) {</i>			
Priority	(8)	(1)	
}			
<i>If (Field &= max_packet_size_Included) {</i>			
Frame_length	(16)	(2)	en intervalos
}			
<i>If (aux_control_Field &= Flowspec_DS_included) {</i>			
Max_packet_size	(16)	(2)	en octetos
Average_bitrate	(16)	(2)	en octetos/s
Jitter	(8)	(1)	en ms
}			
<i>If (Field &= session_binding_US_Included) && (Aux_control_field != IPv6_add) { {</i>			
NIU_client_source_IP_add	(32)	(4)	
US_session_binding_control	(32)	(4)	
NIU_client_destination_IP_add	(32)	(4)	
NIU_client_source_port	(16)	(2)	
NIU_client_destination_port	(16)	(2)	
Upstream_transport_protocol	(8)	(1)	
NIU_client_source_MAC_add	(48)	(6)	
NIU_client_destination_MAC_add	(48)	(6)	
Upstream_internet_protocol	(16)	(2)	
Upstream_session_Id	(32)	(4)	
}			
<i>If (aux_control_Field &= session_binding_DS_Included) && (Aux_control_field != Ipv6_add) { {</i>			
DS_session_binding_control	(32)	(4)	
INA_client_source_IP_add	(32)	(4)	
INA_client_destination_IP_add	(32)	(4)	
INA_client_source_port	(16)	(2)	
INA_client_destination_port	(16)	(2)	
Downstream_transport_protocol	(8)	(1)	
INA_client_source_MAC_add	(48)	(6)	

Cuadro A.34/J.112 – Estructura del mensaje de petición de recurso

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>INA_client_destination_MAC_add</code>	(48)	(6)	
<code>Downstream_internet_protocol</code>	(16)	(2)	
<code>Downstream_session_Id</code>	(32)	(4)	
<code>}</code>			
<code>}</code>			

`Resource_Request_ID`: un entero sin signo de 8 bits que identifica la petición de recurso. El valor del `Resource_Request_ID` se incrementa en un unidad por cada nueva petición de recurso de la NIU. El valor no puede ser 0.

`Connection_ID`: un campo de 32 bits que identifica la conexión para la que se han solicitado cambios. Si el valor de `Connection_ID` es cero, se ha solicitado una nueva conexión.

`Aux_control_field_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye un campo control auxiliar.

`Admit_flag`: si está fijado a 1, los recursos solicitados por el mensaje no deben concederse por el momento. El INA tiene que garantizar que, en el momento en que los recursos se comprometan, (`admit_flag = 0`), serán concedidos para la conexión.

`Priority_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye un campo `priority`.

`Frame_length_included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye un campo `frame_length`.

`Session_binding_US_Included`: si está fijado a 1, el mensaje incluye una descripción de vinculación de sesión para el sentido ascendente.

`Release_Requested`: Si está fijado a 1, se ha solicitado la liberación de la conexión. En este caso, el INA no tendrá en cuenta ninguno de los parámetros que sigan.

`Reservation_ID_Requested`: Si está fijado a 1, se ha solicitado un `Reservation_ID` para la conexión.

`Cyclic_Assignment_Needed`: Si está fijado a 1, se ha solicitado asignación cíclica para el acceso a velocidad fija a la conexión. Si `Requested_Bandwidth` es cero, el INA no tendrá en cuenta este campo.

`Requested_Bandwidth`: Da la anchura de banda solicitada para el acceso a velocidad fija a la conexión en intervalos/1200 ms.

`Maximum_Distance_Between_Slots`: Da la distancia máxima solicitada entre intervalos a velocidad fija asignados. Si `Requested_Bandwidth` es cero, el INA no tendrá en cuenta este campo.

`Encapsulation`: un campo de 8 bits que indica el tipo de encapsulación solicitado: {`Direct_IP`, `Ethernet_MAC_Bridging`, `PPP`, `reserved 3...7`}.

Aux_control_field

`Reserved`: campo de 5 bits, debe ponerse a 0.

`IPv6_add`: si es verdadero, las direcciones IP en los bloques de vinculación de sesión son compatibles con IPv6.

`Flowspec_DS_included`: si está fijado a 1, indica que el mensaje incluye campo `flowspec` para el sentido descendente.

Session_binding_DS_included: si está fijado a 1, el mensaje incluye una descripción de vinculación de sesión para el sentido ascendente.

Connection_ID: es un campo de 32 bits que identifica la conexión para la que se han solicitado cambios. Si el valor de *Connection_ID* es cero, se ha solicitado una nueva conexión. Si el ID de conexión no es cero pero el INA no puede ligar una conexión al ID de conexión, la conexión fue solicitada para una sesión de transmisión de paquetes por cable, y el *connection_ID* es el número de puerta asociado con la conexión.

Priority: campo de 1 octeto. El valor de este campo define el nivel de prioridad de la conexión. Las conexiones con bajo valor del campo prioridad pueden ser reaprovisionadas para que satisfagan los requisitos de las conexiones con un alto valor del campo prioridad. Los valores de prioridad se darán de acuerdo con el siguiente cuadro:

Aplicaciones	Valores de prioridad
Aplicaciones de flujo de datos normalizadas	0-79
Aplicaciones que deben cumplir requisitos de calidad de servicio	80-200
Aplicaciones de alto nivel de prioridad	201-255

Especificación de flujo en sentido ascendente

La descripción de la especificación de flujo en sentido ascendente se basa en tres parámetros:

Frame_length: da número de intervalos consecutivos que debe contener un paquete del tamaño máximo que habrá de enviarse por la conexión en sentido ascendente.

Requested_Bandwidth: da la anchura de banda solicitada para el acceso a la conexión a velocidad fija, en intervalos/1200 ms.

Maximum_Distance_Between_Slots: da la distancia máxima solicitada entre intervalos a velocidad fija. Si *Requested_Bandwidth* es cero, el INA no tiene en cuenta este campo.

El INA DEBE calcular la velocidad de datos solicitada y la fluctuación de fase permitida, de la manera siguiente:

El INA determina la velocidad de datos calculando la *average_distance_between_slots*, solicitada por la NIU. Si el INA asigna a la NIU el número de intervalos definido por *NIU_frame_length*, *average_distance_between_slots*, la NIU no experimentará ninguna fluctuación de fase.

$$\text{Average_distance_between_slots} = \frac{\text{number of slots}@1200\text{ms} \times \text{max. packet size}}{\text{requested_bandwidth}}$$

La fluctuación de fase que puede ser tolerada por cada paquete entregado por la NIU es:

$$\text{Fluctuación de fase} = \text{maximum_distance_between_slots} - \text{average_distance_between_slots}$$

Cuando el INA asigna los intervalos a la NIU, DEBE tomar en consideración la anchura de banda solicitada por la NIU y el retardo máximo.

Véase la figura A.41.

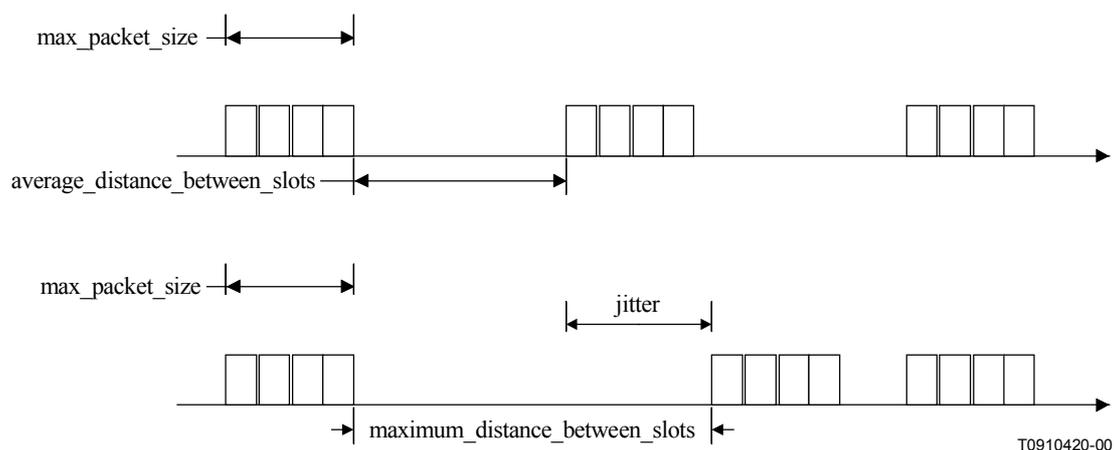


Figura A.41/J.112 – Definición de la fluctuación de fase en sentido ascendente

Especificación de flujo en sentido descendente (véase A.5.5.5.1)

La especificación de flujo en sentido descendente se basa en tres parámetros:

Max_Packet_size: tamaño máximo del paquete (en octetos) que se enviará a través de la conexión en sentido descendente. El tamaño de paquete incluye el encabezamiento de protocolos privados, el encabezamiento del protocolo de transporte (UDP/TCP) y el encabezamiento de IP. No incluye el encabezamiento Ethernet.

Average_bitrate: velocidad binaria promedio, en octetos/s.

Jitter: fluctuación de fase, total, que pueden experimentar los paquetes en sentido descendente.

Información de vinculación de sesión (véase A.5.5.5.1)

Los bloques de vinculación de sesión en sentido ascendente y descendente identifican clientes que están utilizando la conexión. Los clientes se identifican por sus direcciones de origen y destino, sus puertos de origen y destino (en su caso), y el protocolo que utilizan.

En la mayor parte de los casos, las vinculaciones de sesión en sentido descendente y en sentido ascendente son idénticas.

(Dirección IP de origen de cliente NIU = dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU = puerto de destino de cliente INA, y necesariamente protocolo en sentido ascendente = protocolo en sentido descendente).

En este caso sólo se envía la vinculación de sesión en sentido descendente.

El mensaje contendrá una vinculación de sesión en sentido ascendente únicamente si hay alguna diferencia en las direcciones y puertos de origen y destino del INA y la NIU.

(Dirección IP de origen de cliente NIU \neq dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU \neq puerto de destino de cliente INA).

US_session_binding_control: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido ascendente depende de los valores del campo US_session_binding_control. El campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe en el mensaje. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratar el campo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo US_session_binding_control se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit de US_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido ascendente
0	NIU_client_source_IP_add
1	NIU_client_destination_IP_add
2	NIU_client_source_port
3	NIU_client_destination_port
4	Upstream_transport_protocol
5	NIU_client_source_MAC_add
6	NIU_client_destination_MAC_add
7	Upstream_internet_protocol
8	Upstream_session_Id
10-31	Reservados

NIU_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente INA.

NIU_client_source_port: el puerto de origen del cliente INA.

NIU_client_destination_port: el puerto de destino del cliente INA.

Upstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente NIU.

NIU_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente NIU.

Upstream_internet_protocol: un campo de 16 bits, que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

Upstream_session_Id: un campo de 32 bits, que describe el session_Id, definido para el protocolo PPPoE.

DS_session_binding_control: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido descendente depende del valor del campo DS_session_binding_control. Este campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de los diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratarlo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo DS_session_binding_control se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit de DS_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido descendente
0	INA_client_source_IP_add
1	INA_client_destination_IP_add
2	INA_client_source_port
3	INA_client_destination_port
4	Downstream_transport_protocol
5	INA_client_source_MAC_add
6	INA_client_destination_MAC_add
7	Downstream_internet_protocol
8	Downstream_session_Id
10-31	Reservados

INA_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente INA.

INA_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente INA.

INA_client_source_port: el puerto de origen del cliente INA.

INA_client_destination_port: el puerto de destino del cliente INA.

Downstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente INA.

INA_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente INA.

INA_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente INA.

Downstream_internet_protocol: un campo de 16 bits, que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

Downstream_session_Id: un campo de 32 bits, que describe el session_Id, definido para el protocolo PPPoE.

Mensaje <MAC> de denegación de petición de recurso (unidifusión en sentido descendente)

El INA puede responder a una petición de recurso de la NIU con un mensaje <MAC> de denegación de petición de recurso (véase el cuadro A.35):

Cuadro A.35/J.112 – Estructura del mensaje de denegación de petición de recurso

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Resource_Request_Denied_Message() {			
Resource_Request_Id	8	1	
}			

Resource_Request_ID es un entero sin signo de 8 bits que identifica la petición de recurso que ha sido denegada.

A.5.5.6 Liberación de la conexión

En esta cláusula se definen los requisitos de señalización MAC para la liberación de la conexión. La figura A.42 muestra el flujo de señalización para la liberación de una conexión. La NIU puede pedir la liberación de una conexión utilizando el mensaje <MAC> de petición de recurso.

- 1) La NIU puede solicitar la liberación de una conexión utilizando el mensaje <MAC> de petición de recurso, o el propio INA puede iniciar el proceso de liberación.
- 2) Al recibir el mensaje <MAC> de liberación del INA, la NIU liberará la conexión en sentido ascendente establecida para el Connection_ID especificado.
- 3) Una vez liberada la conexión en sentido ascendente, la NIU enviará el mensaje <MAC> de respuesta de liberación por el canal en sentido ascendente previamente asignado para esa conexión. Si el Connection_ID es desconocido para la NIU, ésta enviará cero en el mensaje de respuesta. Si el Number_of_Connections en el mensaje de liberación de conexión es cero, la NIU liberará todas las conexiones existentes.

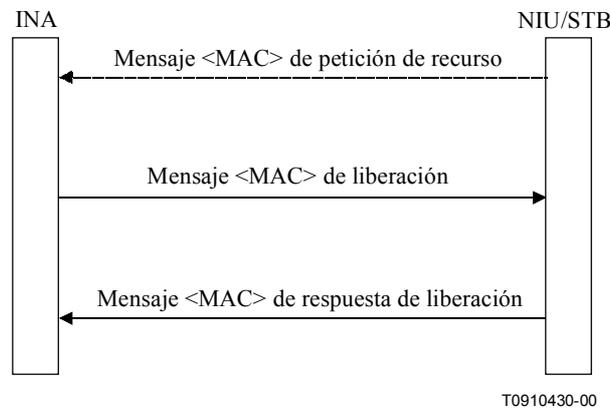


Figura A.42/J.112 – Señalización de liberación de conexión

En A.7.3 y A.7.5 (nota informativa A) se da una descripción más detallada del proceso de liberación de la conexión, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Mensaje <MAC> de liberación (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de liberación lo envía el INA a la NIU para terminar una conexión existente. (Véase el cuadro A.36.)

Cuadro A.36/J.112 – Estructura del mensaje de liberación

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Release_Message () {			
Number_of_Connections	8	1	
<i>for (i = 0; i < Number_of_Connections; i++) {</i>			
Connection_Id	(32)	(4)	
<i>}</i>			
}			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión global para la conexión dinámica de la NIU.

Respuesta de liberación <MAC> (acceso por contienda o por reserva en sentido ascendente)

La NIU envía al INA el mensaje <MAC> de respuesta de liberación para acusar recibo de la liberación de una conexión. El formato del mensaje se muestra en el cuadro A.37.

Cuadro A.37/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de liberación

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Release_Response_Message () {</code>			
<code> Connection_Id</code>	32	4	
<code>}</code>			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa el identificador de conexión global utilizado por la NIU para esta conexión.

A.5.5.7 Acceso a velocidad fija

El INA proporciona acceso a velocidad fija mediante el mensaje <MAC> de conexión. El INA también está autorizado a asignar intervalos en acceso a velocidad fija a una conexión en respuesta a un mensaje <MAC> de petición de reserva.

A.5.5.8 Acceso basado en contienda

La NIU utilizará intervalos basados en contienda, especificados por los campos definición de demarcación de intervalo (Rx), para transmitir mensajes o cabida útil basados en contienda (véase A.5.3.1.3). El formato de los mensajes MAC basados en contienda se describe por el formato de mensaje MAC (véase A.5.5.2.7). El formato para la transmisión de cabida útil se describe en A.5.5.2.4.

A.5.5.9 Acceso por reserva

En esta cláusula se definen los requisitos de señalización MAC para el acceso por reserva. La figura A.43 muestra el flujo de señalización para la reserva de un acceso.

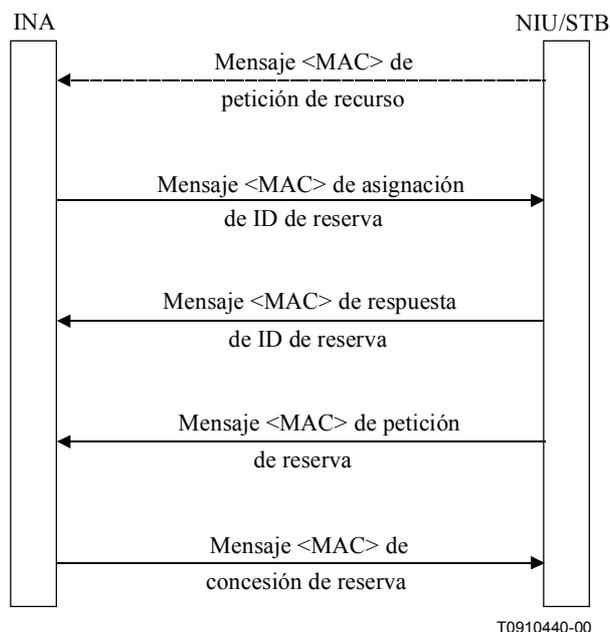


Figura A.43/J.112 – Señalización de acceso por reserva

- 1) La NIU puede pedir un Reservation_ID utilizando el mensaje <MAC> de petición de recurso.
- 2) La NIU esperará la recepción de un mensaje <MAC> de asignación de ID de reserva del INA antes de que pueda solicitar el acceso por reserva y antes de que pueda enviar peticiones de reserva en remolque.
- 3) En cualquier momento en que lo necesite, después de haber recibido el ID de reserva, la NIU podrá pedir al INA cierto número de intervalos utilizando el mensaje <MAC> de petición de reserva.
 - 3a) El INA responderá a este mensaje mediante el mensaje <MAC> de concesión de reserva.
 - 3b) Si la NIU no ha recibido el mensaje <MAC> de concesión de reserva antes de la expiración del periodo Grant_Protocol_Timeout, enviará un mensaje <MAC> de petición de status de reserva al INA. Esto conduce al retorno a 3) o a 4).
- 4) En cualquier momento en que lo necesite, después de recibido el ID de reserva, la NIU puede solicitar uno de tres números de intervalos preespecificados (especificados por los valores Piggy_Back_Request_Values, que están fijados en el Reservation_ID_Assignment_Message), fijando los dos MSB del GFC, contenidos en cualquier célula ATM en sentido ascendente perteneciente a una conexión dada, al correspondiente valor correcto (01, 10 u 11; 00 indica que no se ha solicitado reserva en remolque).
 - 4a) El INA responderá a la petición en remolque utilizando el mensaje <MAC> de concesión de reserva.
 - 4b) Si la NIU no ha recibido el mensaje <MAC> de concesión de reserva antes de que haya expirado el periodo Grant_Protocol_Timeout, enviará al INA un mensaje <MAC> de petición de status de reserva. Esto conduce al retorno a 3) o 4).
 - 4c) Está autorizada la utilización de "transporte continuo en remolque": Utilizando este mecanismo la NIU solicita el menor número posible de intervalos (conjunto de valores de GFC_xx_Slots) mediante una petición de transporte en remolque en el último intervalo de una transmisión de datos de cabida útil en sentido ascendente, aunque no quede más ningún dato en la cola en sentido ascendente de la NIU. En el intervalo concedido, se puede enviar

en sentido ascendente una trama AAL5 de longitud cero si hay disponibles datos de cabida útil. En este intervalo, a su vez, se puede emitir una petición de transporte en remolque para el número mínimo posible de intervalos. En lugar de utilizar la indicación de transporte en remolque con una trama AAL5 de cabida útil cero, se permite también enviar un mensaje de petición de reserva en el intervalo en sentido ascendente con `Reservation_Request_Slot_Count = 1`. Por tanto, los periodos de reposo cortos, hasta la longitud indicada en el mensaje de asignación de ID de reserva, pueden ser puenteados sin necesidad de acceso por contienda en el momento en que en que deban transferirse los datos de la siguiente cabida útil. Esto reduce el tiempo de acceso, pues se evitan colisiones. Por otro lado, podría desperdiciarse alguna anchura de banda. Incumbe al INA fijar el tiempo máximo para el periodo de puentado (`Continuous_Piggy_Timeout` en el `Reservation_ID_Assignment_Message` o en el `Configuration_Message`) teniendo en cuenta la solución de compromiso entre el caudal y el tiempo de acceso.

En A.7.4 y A.7.5 (nota informativa A) se da una descripción más detallada del proceso de reserva, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Mensaje <MAC> de asignación de ID de reserva (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de asignación de ID de reserva se utiliza para asignar un `Reservation_ID` a la NIU. Además, el `Reservation_ID_assignment_message` contiene los tres diferentes tamaños de reserva utilizados en el procedimiento de transporte en remolque y la temporización para el transporte continuo en remolque. La NIU identifica su entrada en el `Reservation_grant_message` comparando el `Reservation_ID` que se le ha asignado por el `Reservation_ID_assignment_message` con las entradas en el `Reservation_Grant_message`.

El formato del mensaje se indica en el cuadro A.38.

Cuadro A.38/J.112 – Estructura del mensaje de asignación de ID de reserva

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Reservation_Id_Assignment_Message () {			
Connection_Id	32	4	
Reservation_Id	16	2	
Grant_protocol_timeout	16	2	
Piggy_Back_Request_Values		4	La unidad es 9 ms
Continuous_Piggy_Back_Timeout	8		
FC_11_Slots	8		
FC_10_Slots	8		
FC_01_Slots	8		
}			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión global para la conexión dinámica de la NIU.

ID de reserva

`Reservation_ID` es un número sin signo de 16 bits que representa un identificador para la conexión. La NIU lo utiliza como un identificador corto para identificar los `Reservation_Grant_Messages` apropiados.

Grant protocol timeout

`Grant_protocol_timeout` es número sin signo de 16 bits que representa el periodo de tiempo de espera, en milisegundos, que habrá de transcurrir antes de que la NIU verifique el estado de concesiones pendientes. Este parámetro especifica el tiempo durante el cual la NIU deberá esperar tras la recepción del último mensaje <MAC> `Reservation_grant_message`, con una entrada dirigida a la NIU, antes de iniciar un petición de estado de reserva. Si la NIU tiene concesiones pendientes, y expira el periodo de temporización, deberá enviar al INA el mensaje `Reservation_status_request`. El INA responderá con el `Reservation_grant_message` (probablemente sin conceder ningún intervalo) para informar a la NIU sobre los intervalos que quedan por conceder. Esto permite a la NIU resolver eventuales problemas, por ejemplo puede solicitar más intervalos, o mantenerse pacientemente en espera de concesiones de intervalos adicionales.

Piggy Back Request Values

`Continuous_Piggy_Back_Timeout` es un entero sin signo de 8 bits que representa el periodo de tiempo que puede ser puentado utilizando el mecanismo de transporte continuo en remolque. La unidad de medida es 9 ms. El valor de temporización indica durante cuánto tiempo la NIU está autorizada a solicitar intervalos en sentido ascendente con una cola de datos de cabida útil en sentido ascendente vacía, después de enviada la primera petición de transporte continuo en remolque por el canal en sentido ascendente. Para ofrecer una calidad de funcionamiento mejorada (si se tienen en cuenta las características del tráfico), se puede puentear un periodo de hasta 2,286 s sin utilizar intervalos accesibles por contienda. Si el valor es 0, el transporte continuo en remolque está desactivado. Si el valor es 255, el periodo de temporización es infinito.

`GFC_11_slots` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de intervalos que se solicitan si la NIU fija los dos MSB del GFC a un valor de 11.

`GFC_10_slots` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de intervalos que se solicitan si la NIU fija los dos MSB del GFC a un valor de 10.

`GFC_01_slots` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de intervalos que se solicitan si la NIU fija los dos MSB del GFC a un valor de 01.

Mensaje <MAC> de respuesta de ID de reserva (sentido ascendente, acceso por contienda o por reserva)

El mensaje <MAC> de respuesta de ID de reserva se utiliza para acusar recibo del mensaje <MAC> `Reservation_ID_Assignment`.

El formato de este mensaje se describe en el siguiente cuadro.

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Reservation_Id_Response_Message () {			
 Connection_Id	32	4	
 Reservation_Id	16	2	
}			

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa un identificador de conexión global para la conexión dinámica de la NIU/STB.

ID de reserva

Reservation_ID es un número sin signo de 16 bits que representa un identificador para la conexión. La NIU/STB lo utiliza como un identificador corto para identificar los Reservation_Grant_Messages apropiados.

Mensaje de petición de reserva <MAC> (sentido ascendente, acceso por contienda o por reserva)

Véase el cuadro A.39.

Cuadro A.39/J.112 – Estructura del mensaje de petición de reserva

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Reservation_Request_Message () {			
Reservation_Id	16	2	
Reservation_request_slot_count	8	1	
}			

Este mensaje lo envía la NIU al INA.

ID de reserva

Reservation_ID es un número sin signo de 16 bits que representa un identificador para la conexión. La NIU lo utiliza como un identificador corto para identificar los Reservation_Grant_Messages apropiados.

Cuenta de intervalos de petición de reserva

Reservation_request_slot_count es un número sin signo de 8 bits que representa el número de intervalos solicitados por la NIU. Este es el número de intervalos secuenciales que serán asignados en la región de acceso por reserva del canal en sentido ascendente. El INA responderá con el mensaje Reservation_Grant concediendo la petición.

Mensaje <MAC> de concesión de reserva (radiodifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de concesión de reserva se utiliza para indicar a la NIU los intervalos que han sido asignados en respuesta al mensaje de petición de reserva. La NIU identifica su entrada en el Reservation_grant_message comparando el Reservation_ID que le ha sido asignado por el Reservation_ID_assignment_message con las entradas en el Reservation_Grant_message.

El formato del mensaje se presenta en el cuadro A.40.

Cuadro A.40/J.112 – Estructura del mensaje de concesión de reserva

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Reservation_Grant_Message () {			
Reference_slot	16	2	
Number_grants	8	1	
<i>for (I = 0; I < Number_grants; I++)</i> {			
Reservation_Id	(16)	(2)	
Grant_Slot_count	(4)	(2)	15..12
Remaining_slot_count	(5)		11..7
Grant_slot_offset	(7)		6..0
}			
Number_of_US_Channels	8	1	
<i>for (I = 0; I < Number_of_US_Channels; I++)</i> {			
Minislot_Control_Field		(1)	
Upstream_Channel_Number	(3)		7..5
MS_Feedback_Included	(1)		4: {no, yes}
MS_Allocation_Included	(1)		3: {no, yes}
MS_16QAM_Enhancement_Included	(1)		2: {no, yes}
Reserved	(3)		1..0: será 0
<i>If (MS_Feedback_Included MS_Allocation_Included)</i> {			
MS_Reference_Field	(16)	(2)	
}			
<i>If (MS_Feedback_Included)</i> {			
Number_of_Feedbacks	(8)	(1)	
<i>for (I = 0; I < Number_of_Feedbacks; I++)</i> {			
Feedback_Offset	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_1	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_2	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_3	(8)	(1)	
}			
}			
<i>If (MS_Allocation_Included)</i> {			
Entry_Field		(2)	
Stack_Entry	(1)		15
Reserved	(3)		14..12
Entry_Spreading	(12)		11..0
Number_of_Allocations	(8)	(1)	
<i>for (I = 0; I < Number_of_Allocations; I++)</i> {			
Allocation_Offset	(8)	(1)	
Allocation_Collision_Number	(8)	(1)	

Cuadro A.40/J.112 – Estructura del mensaje de concesión de reserva

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
}			
}			
<i>If</i> (<i>MS_Feedback_Included</i>) (<i>MS_allocation_included</i>) && (<i>MS_16QAM_Enhancement_Included</i> {			
Number_of_Feedbacks	(8)	(1)	
<i>for</i> (<i>I = 0; I < Number_of_Feedbacks; I++</i>) {			
Feedback_Offset	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_4	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_5	(8)	(1)	
Feedback_Collision_Number_6	(8)	(1)	
}			
}			
<i>If</i> (<i>MS_allocation_Included</i>) && (<i>MS_16QAM_Enhancement_Included</i> {			
Number_of_Allocations			
<i>for</i> (<i>I = 0; I < Number_of_Allocations; I++</i>) {			
Allocation_Offset	(8)	(1)	
Allocation_Collision_Number_Set2	(8)	(1)	
}			
}			
}			
}			

Intervalo de referencia

Reference_slot es un número sin signo de 16 bits que indica el punto de referencia para los restantes parámetros del mensaje en cuestión. Representa un intervalo físico de un canal en sentido ascendente. Puesto que los intervalos en sentido ascendente y en sentido descendente no están alineados, el INA enviará este mensaje en un intervalo en sentido descendente para que la NIU lo reciba antes de que el Reference_slot esté presente en el canal en sentido ascendente. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Número de concesiones

Number_grants es un número sin signo de 8 bits que representa el número de concesiones contenidas en el mensaje en cuestión. Este número puede corresponder a concesiones para diferentes NIU, o para diferentes connection_ID de la misma NIU.

ID de reserva

Reservation_ID es un número sin signo de 16 bits que representa un identificador para la conexión. La NIU lo utiliza para identificar los Reservation_Grant_Messages apropiados.

Cuenta de intervalos de concesión

`Grant_slot_count` es un número sin signo de 4 bits que representa el número de intervalos secuenciales concedidos para la ráfaga en sentido ascendente. Un valor de cero indica que no se conceden intervalos. El caso típico sería una respuesta a un mensaje `Reservation_status_request`.

Al recibirse este mensaje se asignan a la NIU intervalos secuenciales `Grant_slot_count` en la región del canal en sentido ascendente comenzando por la posición indicada por el `Reference_slot` y valores de `Grant_slot_offset` (cuando el número de intervalos concedidos es mayor que la longitud de la región en cuestión tiene que haber saltos en la numeración).

Cuenta de intervalos restantes

`Remaining_slot_count` es un número sin signo de 5 bits que representa los intervalos que puede conceder el INA mediante subsiguientes mensajes de concesión. Un valor de 0x1f indica que en el futuro habrá disponibles 31 intervalos, o más. Un valor de 0x00 indica que en el futuro no se concederán intervalos adicionales y que los intervalos concedidos en este mensaje representan los únicos intervalos restantes disponibles para la conexión. La NIU debe supervisar esta cuenta para determinar si el número de intervalos restantes es suficiente para satisfacer las necesidades actuales. Si se requieren intervalos adicionales, sea porque se hayan perdido mensajes de concesión, o porque haya aumentado la demanda, deberán solicitarse intervalos adicionales mediante el `Reservation_request_message`. Sólo se enviarán `Reservation_request_messages` adicionales cuando la `Remaining_slot_count` sea menor que 15. Para reducir al mínimo las contiendas sobre el canal en sentido ascendente, el `Reservation_request_message` puede enviarse en uno de los intervalos concedidos por el `Reservation_grant_message`. La cuenta de intervalos restantes se calcula para cada concesión en un mensaje de concesión de reserva.

Desplazamiento de intervalo de concesión

`Grant_slot_offset` es un número sin signo de 7 bits que representa el intervalo de comienzo que habrá de utilizarse para la ráfaga en sentido ascendente. Este número se añade al del intervalo de referencia para determinar el intervalo físico real.

Número de canales en sentido ascendente

`Number_of_US_Channels` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de canales en sentido ascendente en este mensaje.

Campo control de miniintervalo

`Upstream_Channel_Number` es un entero sin signo de 3 bits que representa el canal en sentido ascendente a que se refiere esta iteración.

`MS_Feedback_Included` es una variable booleana que indica que la sección retroalimentación de miniintervalo está incluida en el mensaje.

`MS_Allocation_Included` es una variable booleana que indica que la sección atribución de miniintervalo está incluida en el mensaje.

`MS_16QAM_Enhancement_Included` es una variable booleana que indica que, para la modulación 16QAM en sentido ascendente, el método de miniintervalos se utiliza con dos conjuntos de tres miniintervalos cada uno, insertados en un paquete de 128 octetos en sentido ascendente.

Campo referencia de miniintervalo

`Minislot_Reference_Field` es un campo de 16 bits de los cuales los 13 bits menos significativos representan el número de intervalo ATM de referencia.

Número de retroalimentaciones

`Number_of_Feedbacks` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de grupos de retroalimentación de tres miniintervalos que han sido incluidos.

Desplazamiento de retroalimentación

`Feedback_Offset` es un entero sin signo de 8 bits que representa el desplazamiento del grupo de tres miniintervalos en intervalos completos. Este número se añade al `Minislot_Reference_Field` para determinar el intervalo físico real.

Feedback Collision Number_1

`Feedback_Collision_Number_1` es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la primera colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por `Collision_Number` y se utilizan para resolver contiendas (véase campo `Allocation_Collision_Number`).

Feedback Collision Number_2

`Feedback_Collision_Number_2` es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la segunda colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por `Collision_Number` y se utilizan para resolver contiendas (véase campo `Allocation_Collision_Number`).

Feedback Collision Number_3

`Feedback_Collision_Number_3` es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la tercera colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por `Collision_Number` y se utilizan para resolver contiendas (véase campo `Allocation_Collision_Number`).

Entry Field

`Stack_Entry` es un parámetro booleano. Cuando está puesto a 0, la resolución de contiendas se efectúa de acuerdo con el algoritmo de árbol (véase A.5.6.3) y las NIU que desean enviar nuevas peticiones tienen que esperar miniintervalos con el `Allocation_Collision_Number` igual a 0 para entrar en el proceso de contienda de peticiones. Cuando `Stack_Entry` está fijado a 1, las NIU que desean enviar nuevas peticiones pueden entrar en el proceso de contienda de peticiones en cualquier miniintervalo (cualquiera que sea el valor de `Allocation_Collision_Number`). Después de la entrada, de esta manera, en el proceso de contienda, la resolución de la colisión se efectúa como en el caso del modo árbol. Por tanto, la diferencia entre `Stack_Entry` puesto a 0 y puesto a 1 es que, cuando está puesto a 1, las NIU no tienen que esperar miniintervalos con `Allocation_Collision_Number` igual a 0 para comenzar a enviar una nueva petición en modo contienda.

`Entry_Spreading` es un entero sin signo de 14 bits, expresado en miniintervalos, que se utiliza para controlar el número de NIU que entran en el proceso de contienda de peticiones. La NIU genera un número aleatorio comprendido entre 0 y `Entry_Spreading` (el generador de números aleatorios en la NIU debe tener una distribución uniforme). Si el número cae dentro de la ventana de 0 a 2, la NIU pugna por acceso en el miniintervalo correspondiente; de lo contrario, no transmitirá una petición sino que esperará el siguiente conjunto apropiado de miniintervalos y volverá a aplicar el mismo procedimiento.

Número de asignaciones

Number_of_Allocations es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de asignaciones de resolución de contienda que se han incluido.

Desplazamiento de asignación

Allocation_Offset es un entero sin signo de 8 bits que representa el desplazamiento del grupo de tres miniintervalos, en intervalos completos, que habrá de sumarse al Minislot_Reference_Field para determinar el número de intervalo físico del grupo de tres miniintervalos.

Allocation Collision Number

Allocation_Collision_Number es un entero sin signo de 8 bits asociado con el grupo de tres miniintervalos. Sólo las NIU que tengan su Collision_Number igual a Allocation_Collision_Number están autorizadas para transmitir en estos miniintervalos.

Número de retroalimentaciones

Number_of_Feedbacks es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de grupos de retroalimentación de tres miniintervalos incluidos.

Desplazamiento de retroalimentación

Feedback_Offset es un entero sin signo de 8 bits que representa el desplazamiento del segundo grupo de tres miniintervalos, en intervalos completos. Este número se suma al Minislot_Reference_Field para determinar el intervalo físico real.

Feedback Collision Number 4

Feedback_Collision_Number_4 es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la cuarta colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por Collision_Number y se utilizan para resolver contiendas (véase el campo Allocation_Collision_Number).

Feedback Collision Number 5

Feedback_Collision_Number_5 es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la quinta colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por Collision_Number y se utilizan para resolver contiendas (véase el campo Allocation_Collision_Number).

Feedback Collision Number 6

Feedback_Collision_Number_6 es un entero sin signo de 8 bits que representa la identificación de la sexta colisión de miniintervalos del grupo de tres miniintervalos. Los valores 0xFF y 0xFE indican reposo y transmisión exitosa, respectivamente. Otros valores se designan por Collision_Number y se utilizan para resolver contiendas (véase el campo Allocation_Collision_Number).

Número de asignaciones

Number_of_Allocations es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de asignaciones de resolución de contienda incluidas.

Desplazamiento de asignación

Allocation_Offset es un entero sin signo de 8 bits que representa el desplazamiento del segundo grupo de tres miniintervalos, en intervalos completos, que habrá de sumarse al Minislot_Reference_Field para determinar el número de intervalo físico del grupo de tres miniintervalos.

Allocation Collision Number Set2

`Allocation_Collision_Number_Set2` es un entero sin signo de 8 bits asociado con el segundo grupo de tres miniintervalos. Sólo las NIU que tienen su `Collision_Number` igual a `Allocation_Collision_Number_Set2` están autorizadas para transmitir en estos miniintervalos.

Petición de estado de reserva <MAC> (sentido ascendente, acceso por contienda o por reserva)

El mensaje <MAC> petición de estado de reserva se utiliza para determinar el estado de las concesiones pendientes que habrán de ser asignadas por el INA. Este mensaje sólo se envía después de haber expirado el periodo de temporización del protocolo de concesión. El INA responderá con el `Reservation_grant_message` (posiblemente sin conceder ningún intervalo) para informar a la NIU sobre los intervalos que quedan por conceder. Esto permite a la NIU resolver eventuales problemas, por ejemplo, solicitar más intervalos, o mantenerse pacientemente en espera de concesiones de intervalos adicionales.

El formato del mensaje se indica en el cuadro A.41.

Cuadro A.41/J.112 – Estructura del mensaje de petición de status de reserva

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Reservation_Status_Request_Message () {</code>			
<code>Reservation_Id</code>	16	2	
<code>Remaining_request_slot_count</code>	8	1	
<code>}</code>			

ID de reserva

`Reservation_ID` es un número sin signo de 16 bits que representa un identificador para la conexión. La NIU lo utiliza como un identificador corto para identificar los `Reservation_Grant_Messages` apropiados.

Cuenta de intervalos de petición restantes

`Remaining_request_slot_count` es un número sin signo de 8 bits que representa el número de intervalos que la NIU tiene previsto que se le concedan.

A.5.5.10 Gestión de enlace MAC

La gestión de enlace MAC proporciona una supervisión y optimización continuas de los recursos en la transmisión en sentido ascendente. Las correspondientes funciones son:

- gestión de potencia y temporización;
- gestión de asignaciones de velocidad fija;
- gestión de errores de canal.

A.5.5.10.1 Gestión de potencia, temporización y ecualizador

El procedimiento proporcionará una supervisión continua de la transmisión en sentido ascendente desde la NIU. Se utiliza el mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia para mantener una NIU dentro de gamas predefinidas de potencia y tiempo, y para ajustar los coeficientes del preecualizador.

El demodulador para la transmisión en ráfaga en sentido ascendente supervisará continuamente las transmisiones en ráfaga en sentido ascendente procedentes de la NIU. Cuando el INA detecta que una NIU está fuera de la gama predefinida le envía el mensaje <MAC> de determinación y calibración de potencia.

Por lo general, los coeficientes del preecualizador sólo deberán actualizarse cuando el INA observe que la respuesta del canal ha cambiado.

La exactitud de potencia en sentido ascendente de la NIU/STB será mejor o igual que $\pm 1,5$ dB. La resolución de potencia de la NIU/STB tendrá un valor nominal de 0,5 dB.

En A.7.6 (nota informativa A) se da una descripción detallada del proceso de recalibración, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

A.5.5.10.2 Gestión de asignación de recursos TDMA

Para garantizar una asignación óptima de recursos TDMA, el INA se asegurará de que la asignación de recursos TDMA en sentido ascendente para diversas conexiones se mantiene sin modificación cuando se asignan recursos a una nueva conexión. Sin embargo, en aquellos casos en que se requiera reconfiguración para minimizar la fragmentación de recursos, el INA reconfigurará dinámicamente las asignaciones TDMA en sentido ascendente a una NIU o grupo de NIU. Se utiliza el mensaje <MAC> de reaprovisionamiento para modificar los parámetros de una conexión ya establecida.

La NIU puede pedir la modificación de algunos parámetros de conexiones existentes mediante el mensaje <MAC> de petición de recurso, en cuyo caso el INA puede utilizar el mensaje <MAC> de reaprovisionamiento para confirmar los cambios solicitados.

En A.7.5 y A.7.7 (nota informativa A) se da una descripción detallada del proceso de reaprovisionamiento, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Para una descripción de los cambios de frecuencia en los sentidos ascendente y descendente, véase A.5.5.2.2.

Mensaje <MAC> de reaprovisionamiento (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de reaprovisionamiento lo envía el INA a la NIU para:

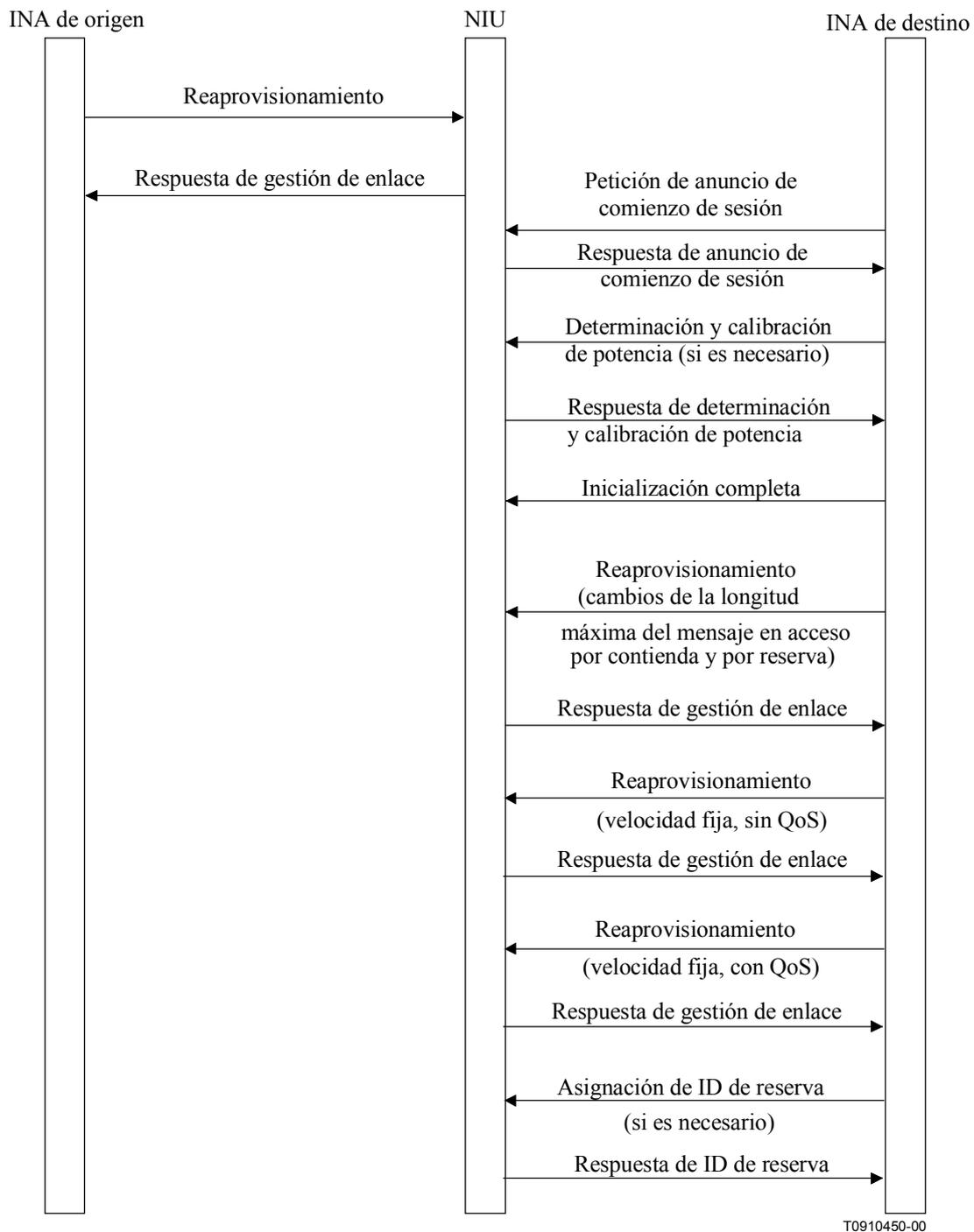
- reasignar recursos en sentido ascendente [manteniendo los parámetros de calidad de servicio (QoS) solicitados inicialmente en la fase de establecimiento de la conexión];
- reaprovisionar la NIU de un INA a otro INA;
- reaprovisionar la NIU dentro de un INA;
- modificar parámetros de la conexión.

Cuando este mensaje se envía para modificar los parámetros QoS de una conexión, deberá referirse a una sola conexión (pues el parámetro `new_frame_length` se refiere a todas las conexiones mencionadas en el mensaje).

La NIU puede soportar dos niveles de reaprovisionamiento: el reaprovisionamiento básico y el reaprovisionamiento extendido. El reaprovisionamiento extendido se proporciona para el reaprovisionamiento de la NIU de un INA a otro y/o modificar parámetros de la conexión. Los siguientes grupos de parámetros sólo son soportados por una NIU que soporte el reaprovisionamiento extendido (de acuerdo con sus `NIU_Capabilities`):

- longitud mínima para el acceso por reserva;
- longitud mínima para el acceso por contienda;
- parámetros de nuevas conexiones;
- nuevos parámetros en sentido descendente.

Véanse la figura A.44 y el cuadro A.42.



T0910450-00

Figura A.44/J.112 – Ejemplo de flujo de mensajes MAC para el reaprovisionamiento de una NIU de un INA a otro INA

Cuadro A.42/J.112 – Estructura del mensaje de reaprovisionamiento

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Reprovision_Message () {			
Reprovision_Control_Field		1	
Reprovision_Control_aux_field_included	1		7: {no, yes}
Delete_Reservation_Ids	1		6: {no, yes}
New_Downstream_IB_Frequency	1		5: {no, yes}
New_Downstream_OOB_Frequency	1		4: {no, yes}
New_Upstream_Frequency_Included	1		3: {no, yes}
New_Frame_Length_Included	1		2: {no, yes}
New_Cyclical_Assignment_Included	1		1: {no, yes}
New_Slot_List_Included	1		0: {no, yes}
<i>if (Reprovision_Control_Field &= New_Downstream_IB_Frequency) {</i>			
New_Downstream_IB_Frequency	(32)	(4)	
<i>}</i>			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= New_Downstream_OOB_Frequency) {</i>			
New_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
DownStream_Type	(8)	(1)	
<i>}</i>			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= New_Upstream_Frequency_Included) {</i>			
New_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
New Upstream Parameters		(2)	
New_Upstream_Channel Number	(3)		15..13
Reserved	(2)		12..11
Upstream_Rate	(3)		10..8: enum
MAC_Flag_Set	(5)		7..3
Upstream_Modulation	(3)		2..0: enum
<i>}</i>			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= New_Frame_Length_Included) {</i>			
New_Frame_Length	(16)	(2)	9-0: Unsigned
<i>}</i>			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= New_Slot_List_Included New_Cyclical_Assignment_Included Delete_Reservation_Ids) {</i>			
Number_of_Connections	(8)	(1)	
<i>for (i = 0; i < Number_of_Connections; i++) {</i>			
Connection_Id	(32)	(1)	
<i>if (Reprovision_Control_Field &= new_slot_list_included) {</i>			Acceso a velocidad fija
Number_Slots_Defined	(8)	(1)	
<i>for (i = 0; i < Number_Slots_Assigned; i++) {</i>			

Cuadro A.42/J.112 – Estructura del mensaje de reaprovisionamiento

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Slot_Number	(16)	(2)	
}			
}			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= new_cyclic_Assignment_included){</i>			Acceso a velocidad fija
Fixedrate_Start	(16)	(2)	
Fixedrate_Dist	(16)	(2)	
Fixedrate_End	(16)	(2)	
}			
}			
<i>if (Reprovision_Control_Field &= Control_aux_field_included){</i>			
Reprovision_Control_aux_field		(2)	
Reserved	7		15..9: será 0
New_Maximum_Reservation_Length	(1)		8: {no, yes}
New_Maximum_Contention_Length	(1)		7: {no, yes}
New_Connections_Specified	(1)		6: {no, yes}
New_DS_Specified	(1)		5: {no, yes}
IPv6_add	1		4: {no, yes}
New_priority_included	1		3: {no, yes}
New_DS_flowspec_included	1		2: {no, yes}
New_US_session_binding_included	1		1: {no, yes}
New_DS_session_binding_included	1		0: {no, yes}
}			
<i>if (Reprovision_Control_aux_Field &= new_priority_included){</i>			
Priority	(8)	(1)	
}			
<i>if (Reprovision_Control_aux_Field &= new_DS_flowspec_included){</i>			
Max_packet_size	(16)	(2)	en octetos
Average_bitrate	(16)	(2)	en octetos/s
Jitter	(8)	(1)	en ms
}			
<i>if (Reprovision_Control_aux_Field &= new_US_session_binding_included))&& (Reprovision_Control_aux_field!= IPv6_add) {</i>			
US_session_binding_control	(32)	(4)	
NIU_client_source_IP_add	(32)	(4)	
NIU_client_destination_IP_add	(32)	(4)	
NIU_client_source_port	(16)	(2)	
NIU_client_destination_port	(16)	(2)	
Upstream_transport_protocol	(8)	(1)	
NIU_client_source_MAC_add	(48)	(6)	

Cuadro A.42/J.112 – Estructura del mensaje de reaprovisionamiento

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
NIU_client_destination_MAC_add	(48)	(6)	
Upstream_internet_protocol	(16)	(2)	
Upstream_session_Id	(32)	(4)	
}			
<i>if (Reprovision_Control_aux_Field &= new_DS_session_binding_included) {</i>			
DS_session_binding_control	(32)	(4)	
INA_client_source_IP_add	(32)	(4)	
INA_client_destination_IP_add	(32)	(4)	
INA_client_source_port	(16)	(2)	
INA_client_destination_port	(16)	(2)	
Downstream_transport_protocol	(8)	(1)	
INA_client_source_MAC_add	(48)	(6)	
INA_client_destination_MAC_add	(48)	(6)	
Downstream_internet_protocol	(16)	(2)	
Downstream_session_Id	(32)	(4)	
}			
<i>if (Reprovision_Control_Aux_Field &= New_DS_Specified) {</i>			
Reserved	(4)		7..4
New_DS_Modulation	(4)		3..0
New_DS_Symbol_Rate	(32)	(4)	
}			
<i>if (Reprovision_Control_Aux_Field &= New_Connections_Specified) {</i>			
Connections	(8)	(1)	
<i>for (i = 0; i < Connections; i++) {</i>			
Old_Connection_Id	(32)	(4)	
New_Connection_Id	(32)	(4)	
New_PID	(16)	(2)	
New_DSM-CC_MAC	(48)	(6)	
New_DS_VC	(24)	(3)	
New_US_VC	(24)	(3)	
}			
}			
<i>if (Reprovision_Control_Aux_Field &= New_Maximum_Contention_Length) {</i>			
Maximum_Contention_Access_Message_Length	(8)	(1)	
}			
<i>if (Reprovision_Control_Aux_Field &= New_Maximum_Reservation_Length) {</i>			
Maximum_Reservation_Access_Message_Length	(8)	(1)	
}			
}			

Campo control de reaprovisionamiento

Reprovision_Control_Field especifica las modificaciones a recursos en sentido ascendente que han sido incluidas. Comprende los siguientes subcampos:

Reprovision_Control_aux_field_included: si está fijado a 1, indica que el mensaje incluye un campo de control auxiliar.

Delete_Reservation_IDs es una variable booleana que indica que la NIU/STB detectará todos los Reservation_ID que han sido asignados a los Connection_ID contenidos en este mensaje.

New_Downstream_IB_Frequency es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva frecuencia IB en sentido descendente en este mensaje.

New_Downstream_OOB_Frequency es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva frecuencia OOB en sentido descendente en este mensaje.

New_Upstream_Frequency_Included es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva frecuencia en sentido ascendente en el mensaje.

New_Frame_Length_Included es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva trama en sentido ascendente en el mensaje. En el mensaje de reaprovisionamiento, la Frame_Length es un valor global que se aplica a todos los connection_ID a que se hace referencia en este mensaje.

New_Cyclical_Assignment_Included es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva asignación cíclica en el mensaje. Si a la conexión ya se le han asignado intervalos cíclicos a velocidad fija, o una lista de intervalos, estos intervalos se pierden. No se permite tener asignaciones cíclicas ni asignaciones de lista de intervalos para el mismo Connect_ID, al mismo tiempo.

New_Slot_List_Included es una variable booleana que indica que se ha especificado una nueva lista de intervalos en el mensaje. Si a la conexión ya se le han asignado intervalos cíclicos a velocidad fija, o una lista de intervalos, estos intervalos se pierden. No se permite tener asignaciones cíclicas ni asignaciones de lista de intervalos para el mismo Connect_ID, al mismo tiempo.

Nueva frecuencia IB en sentido descendente

New_Downstream_IB_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia de portadora IB en sentido descendente reasignada. La unidad de medida es el hertzio.

Nueva frecuencia OOB en sentido descendente

New_Downstream_OOB_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia central de la portadora OOB en sentido descendente. La unidad de medida es el hertzio.

Tipo en sentido descendente

DownStream_Type es un tipo enumerado de 8 bits que indica el formato de modulación para la conexión en sentido descendente. {reserved, QPSK_1,544, QPSK_3,088, 3...255 reserved}

Nueva frecuencia en sentido ascendente

New_Upstream_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia central de la portadora en sentido ascendente reasignada. La unidad de medida es el hertzio.

Nuevos parámetros en sentido ascendente

New_Upstream_Channel_Number es un entero sin signo de 3 bits que identifica el nuevo canal lógico (designado por 'c') asignado a la NIU/STB. Para la utilización de este parámetro, véase A.5.3.2.1.

`Upstream_Rate` es un tipo enumerado de 3 bits que indica el grado de transmisión en sentido ascendente para la conexión en sentido ascendente. {`Upstream_A_AQ`, `Upstream_B_BQ`, `Upstream_C_CQ`, `Upstream_D_DQ`, 4...7 reserved}

`MAC_Flag_Set` es un campo de 5 bits que representa el primer conjunto de banderas MAC asignado al nuevo canal lógico. Un canal en sentido descendente contiene información para cada uno de los canales en sentido ascendente que tiene asociados. Esta información está contenida en estructuras conocidas por conjuntos de banderas MAC, representados por 24 bits (designados por `b0...b23`) o por 3 octetos (designados por `Rxa`, `Rxb`, `Rxc`). Esta información se asigna de manera exclusiva a un determinado canal en sentido ascendente. Para la utilización de este parámetro, véanse A.5.3.1.3 y A.5.3.2.1.

`Upstream_Modulation`: es un campo de 3 bits de tipo enumerado que indica la modulación de canal en sentido ascendente {`QPSK`, `16QAM`, 2...7 reserved}.

Nueva longitud de trama

`New_Frame_Length` es un entero sin signo de 16 bits que representa el tamaño de la trama basada en la velocidad fija reasignada. La unidad de medida es el intervalo. `New_Frame_Length` sólo es válida para los `connect_IDs` que estén contenidos en el mensaje en cuestión.

Número de intervalos definidos

`Number_Slots_Defined` es un entero sin signo de 8 bits que representa el número de asignaciones de intervalo contenidas en el mensaje. La unidad de medida es el intervalo.

Número de intervalo

`Slot_Number` es un entero sin signo de 16 bits que representa el número de intervalo de velocidad fija asignado a la unidad de interfaz de red. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Comienzo de velocidad fija

`Fixedrate_Start`: Este número sin signo de 16 bits representa el intervalo de comienzo en la región de acceso a velocidad fija que se asigna a la NIU. La NIU puede utilizar los siguientes intervalos `Frame_length` de las regiones de acceso a velocidad fija. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Distancia de velocidad fija

`Fixedrate_Distance`: Este número sin signo de 16 bits representa la distancia, en intervalos, entre intervalos adicionales asignados a la NIU. Se asignan a la NIU todos los intervalos que son múltiplos de `Fixedrate_Distance` a partir del `Fixedrate_Start_slot` que no exceda `Fixedrate_End_slot`. La NIU puede utilizar los siguientes `Frame_length` intervalos de las regiones de acceso a velocidad fija desde cada uno de estos intervalos adicionales.

Fin de velocidad fija

`Fixedrate_End`: Este número sin signo de 16 bits indica el último intervalo que puede utilizarse para acceso a velocidad fija. Los intervalos asignados a la NIU, determinados mediante el empleo del `Fixedrate_Start_slot`, la `Fixedrate_Distance` y la `Frame_length`, no pueden exceder este número. Sólo se tendrán en cuenta los 13 bits menos significativos. Los 3 bits más significativos están reservados para uso futuro.

Reprovision_Control_aux_field

Reserved: campo de 7 bits, se debe fijar a 0.

New_Maximum_Reservation_Length es una variable booleana que indica que una nueva especificación de longitud máxima de mensaje de acceso por reserva está presente en el mensaje (parte de la capacidad de reaprovisionamiento extendido).

New_Maximum_Contention_Length es una variable booleana que indica que una nueva especificación de longitud de mensaje de acceso por contienda está presente en el mensaje (parte de la capacidad de reaprovisionamiento extendido).

New_Connections_Specified es una variable booleana que indica que una tabla de correspondencia de conexiones está presente en el mensaje (parte de la capacidad de reaprovisionamiento extendido).

New_DS_Specified es una variable booleana que indica que una nueva especificación para la transmisión en sentido descendente está presente en el mensaje (parte de la capacidad de reaprovisionamiento extendido).

IPv6_add: si está fijado a 1, las direcciones IP en los bloques de vinculación de sesión son compatibles con IPv6.

New_priority_included: si está fijado a 1 se envía un nuevo nivel de prioridad para la conexión.

New_DS_flowspec_included: si está fijado a 1 indica que el mensaje incluye un nuevo campo de especificación de flujo para el sentido descendente.

New_US_session_binding_included: si está fijado a 1, el mensaje incluye una descripción de vinculación de sesión para el sentido ascendente.

New_DS_session_binding_included: si está fijado a 1, el mensaje incluye una descripción de vinculación de sesión para el sentido descendente.

Priority: campo de 1 octeto. El valor del campo define el nivel de prioridad de la conexión. Las conexiones con bajo valor del campo prioridad pueden ser reaprovisionadas para que cumplan los requisitos de las conexiones con un alto valor del campo prioridad. Los valores de prioridad se darán de acuerdo con el siguiente cuadro:

Aplicaciones	Valores de prioridad
Aplicaciones de flujo de datos normalizadas	0-79
Aplicaciones que deben requisitos de calidad de servicio	80-200
Aplicaciones de alto nivel de prioridad	201-255

Especificación de flujo en sentido descendente (véase A.5.5.5.1)

La especificación de flujo en sentido descendente se basa en 3 parámetros:

Max_Packet_size: tamaño máximo (en octetos) de los paquetes que se enviarán por la conexión en sentido descendente. El tamaño de paquete se calculará con la tara creada por el encabezamiento de la capa 3 y capas superiores, lo que significa que el tamaño de paquete incluye el encabezamiento de protocolos privados, el encabezamiento del protocolo de transporte (UDP/TCP), y el encabezamiento del protocolo de internet (IP). No incluye el encabezamiento del protocolo Ethernet.

Average_bitrate: La velocidad binaria promedio, en octetos/s.

Jitter: valor total de la fluctuación de fase que puede experimentar un paquete en sentido descendente.

Información de vinculación de sesión (véase A.5.5.5.1)

Los bloques de vinculación de sesión en sentido ascendente y en sentido descendente identifican clientes que están utilizando la conexión. Los clientes se identifican por sus direcciones de origen y destino, sus puertos de origen y destino (en su caso), y el protocolo que utilizan.

En la mayor parte de los casos, las vinculaciones de sesión en sentido descendente y en sentido ascendente serán idénticas.

(Dirección IP de origen de cliente NIU = dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU = puerto de destino de cliente INA, y, necesariamente, protocolo en sentido ascendente = protocolo en sentido descendente).

En este caso sólo se envía la vinculación de sesión en sentido descendente.

El mensaje contendrá una vinculación de sesión en sentido ascendente únicamente si hay alguna diferencia en las direcciones y puertos de origen y destino del INA y la NIU.

(Dirección IP de origen de cliente NIU \neq dirección IP de destino de cliente INA, puerto de origen de cliente NIU \neq puerto de destino de cliente INA).

US_session_binding_control: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido ascendente depende del valor del campo **US_session_binding_control**. El campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe en el mensaje. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratar el campo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo **US_session_binding_control** se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit US_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido ascendente
0	NIU_client_source_IP_add
1	NIU_client_destination_IP_add
2	NIU_client_source_port
3	NIU_client_destination_port
4	Upstream_transport_protocol
5	NIU_client_source_MAC_add
6	NIU_client_destination_MAC_add
7	Upstream_internet_protocol
8	Upstream_session_Id
10-31	Reservados

NIU_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente INA

NIU_client_source_port: el puerto de origen del cliente INA.

NIU_client_destination_port: el puerto de destino del cliente INA.

Upstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente NIU (UDP/TCP).

NIU_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente NIU.

NIU_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente NIU.

Upstream_internet_protocol: un campo de 16 bits que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

Upstream_session_Id: un campo de 32 bits que describe el session_Id, definido para el protocolo PPPoE.

DS_session_binding_control: la interpretación del bloque de vinculación de sesión en sentido descendente depende de los valores del campo DS_session_binding_control. El campo actúa como un mapa de bits, indicando la existencia de diferentes parámetros de vinculación de sesión. Si el bit asociado al parámetro de vinculación de sesión está puesto a 1, el parámetro existe en el mensaje. De lo contrario, el parámetro de vinculación de sesión no existe. Cuando un bit que corresponde a un campo que no está definido en ese momento está puesto a 1, la NIU DEBE tratar el campo como si tuviera una longitud de 32 bits, y PUEDE no tenerlo en cuenta.

La correspondencia entre los actuales parámetros de vinculación de sesión y el campo DS_session_binding_control se describe en el siguiente cuadro:

Número de bit DS_session_binding_control	Parámetro de vinculación de sesión en sentido descendente
0	INA_client_source_IP_add
1	INA_client_destination_IP_add
2	INA_client_source_port
3	INA_client_destination_port
4	Downstream_transport_protocol
5	INA_client_source_MAC_add
6	INA_client_destination_MAC_add
7	Downstream_internet_protocol
8	Downstream_session_Id
10-31	Reservados

INA_client_source_IP_add: la dirección IP de origen del cliente INA.

INA_client_destination_IP_add: la dirección IP de destino del cliente INA.

INA_client_source_port: el puerto de origen del cliente INA.

INA_client_destination_port: el puerto de destino del cliente INA.

Downstream_transport_protocol: el protocolo de transporte utilizado por el cliente INA (UDP/TCP).

INA_client_source_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de origen del cliente INA.

INA_client_destination_MAC_add: un entero sin signo de 48 bits que identifica la dirección MAC Ethernet de destino del cliente INA.

`Downstream_internet_protocol`: un campo de 16 bits que define el protocolo Internet, descrito en el encabezamiento Ethernet.

`Downstream_session_Id`: un campo de 32 bits que describe el `session_Id`, definido para el protocolo PPPoE.

Nueva modulación en sentido descendente

`New_DS_Modulation` es una variable de tipo enumerado de 4 bits que indica el formato de modulación para la conexión en sentido descendente. {Reserved, QPSK, QAM8, QAM16, QAM32, QAM64, QAM128, QAM256, 8...15 reserved}.

Nueva velocidad de símbolos en sentido descendente

`New_DS_Symbol_Rate` es un entero sin signo de 32 bits que representa la velocidad de símbolos en sentido descendente reasignada. La unidad de medida es símbolos/segundo.

Conexiones

`Connections` es un entero sin signo de 8 bits que define el número de correspondencias de conexiones definido en el mensaje.

ID de antigua conexión

`Old_Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que define el ID de conexión que está siendo redefinido.

ID de nueva conexión

`New_Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que define el ID de conexión que habrá de utilizarse en el INA de destino.

Nuevo PID

`New_PID` es un entero sin signo de 6 bits que define el ID de programa MPEG. Sólo son válidos los 13 bits menos significativos; los tres bits más significativos están reservados para uso futuro y deben fijarse a cero.

New_DSM-CC_MAC

`New_DSM-CC_MAC` es un campo de 6 octetos que define la dirección MAC que deberá ser filtrada por la NIU en el encabezamiento DSM-CC para la conexión. No se tendrá en cuenta si está fijado a 00:00:00:00:00:00.

Nuevo VC en sentido descendente

`New_DS_VC` es un entero sin signo de 24 bits que define el VC en sentido descendente. Los 8 bits superiores definen la identificación de trayecto virtual (VPI) ATM y los 16 bits inferiores definen la identificación de canal virtual (VCI) ATM.

Nuevo VC en sentido ascendente

`New_US_VC` es un entero sin signo de 24 bits que define el VC en sentido ascendente. Los 8 bits superiores definen la identificación de trayecto virtual (VPI) ATM y los 16 bits inferiores definen la identificación de canal virtual (VCI) ATM.

Longitud máxima de mensaje de acceso por contienda

`Maximum_Contention_Access_Message_Length` es un número de 8 bits que representa la longitud máxima de un mensaje, en células de tamaño de módulo ATM, que puede transmitirse con acceso por contienda. Para todos los mensajes de tamaño superior a éste deberá utilizarse el acceso por reserva. La nueva longitud máxima de mensaje de acceso por contienda se aplica a las conexiones especificadas.

Longitud máxima del mensaje de acceso por reserva

Maximum_Reservation_Access_Message_Length es un número de 8 bits que representa la longitud máxima de un mensaje, en células de tamaño de módulo ATM, que puede transmitirse utilizando un solo acceso por reserva. Para transmitir mensajes de tamaño superior a éste deberán enviarse múltiples peticiones de reserva. La nueva longitud máxima de mensaje de acceso por reserva se aplica a las conexiones especificadas.

A.5.5.10.3 Gestión de errores de canal

Durante periodos de inactividad de la conexión (ausencia de transmisión <MAC> en sentido ascendente por una NIU), la NIU pasará al modo reposo. El modo reposo se caracteriza por la transmisión periódica de un mensaje <MAC> de reposo por la NIU. La transmisión en modo reposo se efectuará periódicamente, a una velocidad suficiente para que el INA establezca estadísticas de tasa de errores de paquete en sentido ascendente. El mensaje de reposo sólo se enviará si la NIU/STB tiene al menos una conexión, después de haberse recibido el mensaje <MAC> de confirmación de conexión.

En A.7.10 (nota informativa A) se da una descripción detallada de la transmisión de mensajes de reposo, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Mensaje <MAC> de reposo (sentido ascendente, por contienda o por reserva)

El mensaje <MAC> de reposo lo envía la NIU dentro del STB al INA en intervalos predefinidos (de 1 a 10 minutos) cuando la NIU está en modo reposo. Sin embargo, el INA puede inhabilitar el envío de mensajes de reposo insertando un valor de cero en el campo Idle_Interval del mensaje <MAC> de configuración por defecto. (Véase el cuadro A.43.)

Cuadro A.43/J.112 – Estructura del mensaje de reposo

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Idle_Message() {</code>			
<code> Idle_Sequence_Count</code>	8	1	
<code> Power_Control_Setting</code>	8	1	
<code>}</code>			

Cuenta de secuencia de reposo

Idle_Sequence_Count es un entero sin signo de 8 bits que representa la cuenta (módulo 256) de mensajes <MAC> de reposo transmitidos mientras la NIU está en reposo. Esta cuenta indica el número de mensajes de reposo transmitidos desde el último anuncio de comienzo de sesión, por lo que empieza por 0.

Posición de ajuste de control de potencia

Power_Control_Setting es un entero sin signo de 8 bits que representa la potencia real utilizada por la NIU/STB para transmisión en sentido ascendente. La unidad de medida es 0,5 dBµV.

A.5.5.10.4 Mensajes de gestión de enlace

Mensaje de control de transmisión <MAC> (unidifusión o difusión, sentido descendente)

El mensaje <MAC> de control de transmisión lo envía el INA a la NIU para controlar varios aspectos de la transmisión en sentido ascendente. Entre ellos está detener la transmisión en sentido ascendente, rehabilitar la transmisión desde una NIU o un grupo de NIU, y cambiar rápidamente la frecuencia en sentido ascendente que está siendo utilizada por una NIU o por un grupo de NIU

(véase A.5.5.2.2). Para identificar un grupo de NIU con miras a conmutar la frecuencia se envía el mensaje <MAC> de control de transmisión en modo radiodifusión con la Old_Downstream_IB_Frequency o la Old_Downstream_OOB_Frequency incluida en el mensaje. En el caso del modo radiodifusión con la Old_Downstream_IB_Frequency/Old_Downstream_OOB_Frequency, la NIU comparará el valor actual de su frecuencia con Old_Downstream_IB_Frequency/Old_Downstream_OOB_Frequency. Si son iguales, la NIU conmutará a la nueva frecuencia especificada en el mensaje. Si no son iguales, la NIU no tendrá en cuenta la nueva frecuencia y se mantendrá en su canal actual.

Es posible dar una nueva frecuencia en sentido descendente y una nueva frecuencia en sentido ascendente en un mismo mensaje. Este caso, cada NIU sólo tiene en cuenta las nuevas frecuencias que concuerden con el campo de la frecuencia antigua.

En A.7.8 (nota informativa A) se da una descripción detallada del proceso de control de transmisión, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Véase el cuadro A.44.

Cuadro A.44/J.112 – Estructura del mensaje de control de transmisión

	Bits	Octetos	Número bit/descripción
Transmission_Control_Message() {			
Transmission_Control_Field		1	
Reserved	1		7
Change_Timeouts	1		6: {no, yes}
Switch_Downstream_IB_Frequency	1		5: {no, yes}
Stop_Upstream_Transmission	1		4: {no, yes}
Start_Upstream_Transmission	1		3: {no, yes}
Old_Frequency_Included	1		2: {no, yes}
Switch_Downstream_OOB_Frequency	1		1: {no, yes}
Switch_Upstream_Frequency	1		0: {no, yes}
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Upstream_Frequency && Old_Frequency_Included) {</i>			
Old_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Upstream_Frequency) {</i>			
New_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
New_Upstream_Channel_Number	(3)	(1)	7..5
Reserved	(2)		4..3
Upstream_Rate	(3)		2..0: enum
MAC_Flag_Set	(5)	(1)	7..3
Upstream_Modulation	(3)		2..0: enum
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Downstream_OOB_Frequency && Old_Frequency_Included) {</i>			

Cuadro A.44/J.112 – Estructura del mensaje de control de transmisión

	Bits	Octetos	Número bit/descripción
Old_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Downstream_OOB_Frequency){</i>			
New_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
Downstream_Type	(8)	(1)	
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Downstream_IB_Frequency && Old_Frequency_Included){</i>			
Old_Downstream_IB_Frequency	(32)	(4)	
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Switch_Downstream_IB_Frequency){</i>			
New_Downstream_IB_Frequency	(32)	(4)	
}			
<i>if (Transmission_Control_Field &= Change_Timeouts){</i>			
Number_of_Timeouts	(8)	(1)	
<i>for (I = 0; I < Number_of_Timeouts; I++) {</i>			
Field		(1)	
Code	(4)		
Value	(4)		
}			
}			
}			

Campo control de transmisión

Transmission_Control_Field especifica el control que se efectúa sobre el canal en sentido ascendente:

Change_Timeouts es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que en el mensaje están incluidos los códigos y valores de temporización. La NIU tendrá en cuenta estos valores de temporización en toda circunstancia, aunque los parámetros Old_Upstream_Frequency, Old_Downstream_IB_Frequency u Old_Downstream_OOB_Frequency no concuerden.

Switch_Downstream_IB_Frequency es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que en el mensaje esta incluida una nueva frecuencia IB en sentido descendente.

Stop_Upstream_Transmission es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que la NIU debe pasar al estado "detenido" sin enviar un mensaje de respuesta de gestión de enlace. Cuando la NIU está en el estado "detenido", pasa por alto todos los mensajes <MAC> en sentido descendente excepto los mensajes de control de transmisión y mensajes de determinación y calibración de potencia. Los mensajes de control de transmisión se procesan, pero no se envían mensajes de

respuesta de gestión de enlace. Los mensajes de determinación y calibración de potencia se procesan, y también se envían mensajes de respuesta de determinación y calibración de potencia.

`Start_Upstream_Transmission` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que la unidad de interfaz de red, si en ese momento se encuentra en el estado "detenido", debe volver a pasar, o intentar volver a pasar (en caso de que haya recibido un mensaje de inicialización completa que contenga un `Completion_Status_Field` de valor diferente de cero) al estado "en funcionamiento" efectuando el anuncio de comienzo de sesión y reanudando la transmisión por su canal en sentido ascendente.

`Old_Frequency_Included` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que el valor de antigua frecuencia está incluido en el mensaje y debe utilizarse para determinar si es necesario cambiar una frecuencia.

`Switch_Downstream_OOB_Frequency` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que una nueva frecuencia OOB en sentido descendente está incluida en el mensaje.

`Switch_Upstream_Frequency` es una variable booleana que, cuando está fijada, indica que una nueva frecuencia en sentido ascendente está incluida en el mensaje. Por lo general, `switch_upstream_frequency` y `stop_upstream_transmission` se envían simultáneamente para permitir que la NIU detenga la transmisión y cambie el canal. Esto sería seguido por el mensaje <MAC> de control de transmisión con el bit `start_upstream_transmission` fijado.

Antigua frecuencia en sentido ascendente

`Old_Upstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia que la NIU debe comparar con su frecuencia actual para determinar si hay que cambiar el canal.

Nueva frecuencia en sentido ascendente

`New_Upstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia central de la portadora en sentido ascendente reasignada. La unidad de medida es el hertzio.

`New_Upstream_Channel_Number` es un entero sin signo de 3 bits que identifica el nuevo canal lógico (designado por 'c') asignado a la NIU/STB. Para la utilización de este parámetro, véase A.5.3.2.1.

`Upstream_Rate` es una variable de tipo enumerado de 3 bits que indica el grado de transmisión en sentido ascendente para la conexión en sentido ascendente. {Upstream_A_AQ, Upstream_B_BQ, Upstream_C_CQ, Upstream_D_DQ, 4...7 reserved}

`MAC_Flag_Set` es un campo de 5 bits que representa el primer conjunto de banderas asignado al canal lógico. Un canal en sentido descendente contiene información para cada uno de sus canales en sentido ascendente asociados. Esta información está contenida en estructuras conocidas por conjuntos de banderas MAC, representados por 24 bits (designados por b0...b23) o por 3 octetos (designados por Rxa, Rxb, Rxc). Esta información está asignada exclusivamente a un determinado canal en sentido ascendente. Para la utilización de este parámetro, véanse A.5.3.1.3 y A.5.3.2.1.

`Upstream_Modulation`: campo de 3 bits de tipo enumerado que indica la modulación de canal en sentido ascendente {QPSK, 16QAM, 2...7 reserved}.

Antigua frecuencia OOB en sentido descendente

`Old_Downstream_OOB_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia que la NIU debe comparar con su frecuencia actual para determinar si hay que cambiar el canal.

Nueva frecuencia OOB en sentido descendente

`New_Downstream_OOB_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia central de la portadora OOB en sentido descendente. La unidad de medida es el hertzio.

DownStream_Type es un tipo enumerado de 8 bits que indica el formato de modulación para la conexión en sentido descendente. {reserved, QPSK_1,544, QPSK_3,088, 3...255 reserved}

Antigua frecuencia IB en sentido descendente

Old_Downstream_IB_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia que la NIU debe comparar con su frecuencia actual para determinar si hay que cambiar el canal.

Nueva frecuencia IB en sentido descendente

New_Downstream_IB_Frequency es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia central de la portadora IB en sentido descendente. La unidad de medida es el hertzio.

Número de temporizaciones

Number_of_Timeouts es un entero sin signo de 8 bits que identifica el número de códigos y valores de temporización incluidos en el mensaje.

Código

Code es un entero sin signo de 4 bits que identifica la temporización o grupo de temporizaciones (de acuerdo con los cuadros A.21, A.22 y A.51) para las que se ha dado el siguiente valor.

Valor

Value es un entero sin signo de 4 bits que da el valor para la temporización o grupo de temporizaciones identificadas por el código precedente de acuerdo con los cuadros A.21, A.22 y A.51 (si se especifica).

Mensaje <MAC> de respuesta de gestión de enlace (sentido ascendente, por contienda o por reserva)

El mensaje <MAC> de respuesta de gestión de enlace lo envía la NIU al INA para indicar que ha recibido y procesado el mensaje de reaprovisionamiento o de control de transmisión unidifusión enviado anteriormente. El mensaje <MAC> de respuesta de gestión de enlace no se envía en los dos casos siguientes:

- en respuesta a un mensaje de control de transmisión en radiodifusión;
- tras la recepción de un mensaje de control de transmisión con el bit de comienzo fijado, mientras se encuentra en el estado ERROR_STOPPED (véase A.7.1).

El formato del mensaje se muestra en el cuadro A.45.

Cuadro A.45/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de gestión de enlace

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Link_Management_Response_Message() {			
Link_Management_Msg_Number	16	2	
}			

Número de mensaje de gestión de enlace

Link_Management_Msg_Number es un entero sin signo de 16 bits que representa el mensaje de reaprovisionamiento o de control de transmisión antes recibido. Los valores válidos para el Link_Management_Msg_Number se indican en el cuadro A.46.

Cuadro A.46/J.112 – Número de mensaje de gestión de enlace

Nombre del mensaje	Link_Management_Msg_Number
Mensaje de control de transmisión	Valor de tipo de mensaje de control de transmisión
Mensaje de reaprovisionamiento	Valor de tipo de mensaje de reaprovisionamiento

Mensaje <MAC> de petición de estado (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje <MAC> de petición de estado lo envía el INA a la NIU para obtener información sobre el funcionamiento de la NIU y sobre la conexión, así como sobre los estados de error. El INA puede pedir a la NIU parámetros de dirección, información de error, parámetros de la conexión, o parámetros de la capa física. El INA sólo puede pedir cada vez información sobre el tipo de parámetro, y la petición se hará a una determinada NIU.

En A.7.9 (nota informativa A) se da una descripción detallada del proceso de petición de estado, y se incluyen diagramas de estados y periodos de temporización.

Véase el cuadro A.47.

Cuadro A.47/J.112 – Estructura del mensaje de petición de estado

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Status_Request_Message () {</code>			
Status_Control_Field		1	
Status_Type	8		0..7: {enum type}
<code>}</code>			

Campo control de estado

Status_Type es un tipo enumerado de 8 bits que indica la información de estado que la NIU debe enviar en retorno.

<pre>enum Status_Type {Address_Params, Error_Params, Connection_Params, Physical_Layer_Params, reserved 4..255};</pre>
--

Mensaje <MAC> de respuesta de status (sentido ascendente, por contienda o por reserva)

El mensaje <MAC> de respuesta de estado lo envía la NIU en respuesta al mensaje <MAC> de petición de estado emitido por el INA. El contenido de la información proporcionada en este mensaje variará según la petición hecha por el INA y el estado de la NIU. El mensaje se dividirá en varios mensajes individuales si la longitud resultante del mensaje es de más de 40 octetos, incluso si está soportada la fragmentación de mensajes <MAC>. (Véase el cuadro A.48.)

Cuadro A.48/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de estado

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Status_Response() {			
NIU_Status		4	
Reserved	29		31..3
Network_Address_Registered	1		2
Connection_Established	1		1
Calibration_Operation_Complete	1		0
Response_Fields_Included		1	
Reserved	4		4..7
Address_Params_Included	1		3: {no, yes}
Error_Information_Included	1		2: {no, yes}
Connection_Params_Included	1		1: {no, yes}
Physical_Layer_Params_Included	1		0: {no, yes}
<i>if (Response_Fields_Included &= Address_Params_Included) {</i>			
NSAP_Address	(160)	(20)	
MAC_Address	(48)	(6)	
}			
<i>if (Response_Fields_Included &= Error_Information_Included) {</i>			
Number_Error_Codes_Included	(8)	(1)	
<i>for (i = 0; i < Number_Error_Codes_Included; i++) {</i>			
Error_Param_code	(8)	(1)	
Error_Param_Value	(16)	(2)	
}			
}			
<i>if (Response_Fields_Included &= Connection_Params_Included) {</i>			
Number_of_Connections	(8)	(1)	
<i>for i = 0; i < Number_of_Connections; i++) {</i>			
Connection_Id	(32)	(4)	
}			
}			
<i>if (Response_Fields_Included &= Physical_Layer_Params_Included) {</i>			
Power_Control_Setting	(8)	(1)	
Reserved	(16)	(2)	
Time_Offset_Value	(16)	(2)	
Upstream_Frequency	(32)	(4)	
OOB_Downstream_Frequency	(32)	(4)	
IB_Downstream_Frequency	(32)	(4)	
SNR_Estimated	(8)	(1)	
Power_Level_Estimated	(8)	(1)	
}			
}			
}			

Status de la NIU

NIU_Status es un entero sin signo de 32 bits que indica el estado actual de la NIU.

NIU_Status	NIU Status Code
Calibration_Operation_Complete	0x01
Connection_Established	0x02
Network_Address_Registered (reserved)	0x04

El estado Calibration_Operation_Complete se alcanza después de un mensaje de inicialización completa con estado cero. El estado Connection_Established indica que la NIU ha recibido un mensaje de conexión que señala una conexión que todavía no ha sido liberada.

Campos de respuesta incluidos

Response_Fields_Included es un entero sin signo de 8 bits que indica los parámetros que están incluidos en la respuesta de estado en sentido ascendente.

Dirección NSAP

NSAP_Address es una dirección de 20 octetos asignada a la NIU.

Dirección MAC

MAC_Address es una dirección de 6 octetos asignada a la NIU.

Número de códigos de error incluidos

Number_Error_Codes_Included es un entero sin signo de 8 bits que indica el número de códigos de error contenidos en la respuesta.

Código de parámetro de error

Error_Parameter_Code es un entero sin signo de 8 bits que representa el tipo de error informado por la NIU. Los Error_Parameter_Codes que no estén soportados por la NIU no se envían. (Véase el cuadro A.49.)

Cuadro A.49/J.112 – Código de parámetro de error

Nombre de código de parámetro de error	Código de parámetro de error
Reserved for compatibility	0x00
Slot_Configuration_CRC_Error_Count	0x01
Reed_Solomon_Error_Count	0x02
ATM_Packet_Loss_Count	0x03
Slot_Configuration_Count	0x04
SL-ESF_CRC_Error_Count	0x05
Reed_Solomon_Errors_Correctable	0x06
Reed_Solomon_Errors_Non_Correctable	0x07
SL-ESF_Frame_Count	0x08

Reserved_For_Compatibility está reservado para compatibilidad con la norma ETS 300 800 Edición 1.

Slot_Configuration_CRC_Error_Count da el número de errores en los octetos R de Slot_Configuration_Count, encontrados por el decodificador CRC.

`Reed_Solomon_Error_Count` da el número de errores corregidos por el decodificador Reed-Solomon.

`ATM_Packet_Loss_Count` da el número de células ATM recibidas que se han perdido, sea por haber sufrido errores Reed-Solomon insalvables, o por un control de errores del encabezamiento (HEC) erróneo del encabezamiento de células ATM.

`Slot_Configuration_Count` da el número de conjuntos de octetos R (Rxa-Rxc) utilizados para calcular la `Slot_Configuration_CRC_Error_Count`. Este parámetro se incluye, o bien para que la NIU pueda medir solamente los errores en el conjunto de octetos R a que está asignada, o bien medir los errores en todos los conjuntos de octetos R.

`SL-ESF_CRC_Error_Count` da el número de errores CRC encontrados en C1-C6 consecutivos.

`Reed_Solomon_Errors_Correctable` indica las tramas MPEG recibidas con errores Reed-Solomon corregibles (IB solamente).

`Reed_Solomon_Errors_Non_Correctable` indica las tramas MPEG recibidas con errores Reed-Solomon corregibles (IB solamente).

`SL-ESF_Frame_Count` da el número de tramas a que son aplicables las estadísticas contenidas en este mensaje.

Valor de parámetro de error

`Error_Parameter_Value` es un entero sin signo de 16 bits que representa cuentas de errores detectados por la NIU. Estos valores se ponen a 0 después de ser transmitidos al INA. Si el contador alcanza su valor máximo, detiene la cuenta. El contador reanuda la cuenta después de haber sido puesto a 0.

Número de conexiones

`Number_of_Connections` es un entero sin signo de 8 bits que indica el número de conexiones que se especifican en la respuesta. Concretamente, si el número de conexiones es demasiado grande y el mensaje MAC tiene no menos de 40 octetos, es posible dividirlo y enviar mensajes individuales con, solamente, el número de conexiones indicado en cada uno de ellos.

ID de conexión

`Connection_ID` es un entero sin signo de 32 bits que representa el identificador de conexión global utilizado por la NIU para esta conexión.

Posición de ajuste de control de potencia

`Power_Control_Setting` es un entero sin signo de 8 bits que representa la magnitud real de la potencia utilizada por la NIU/STB para una transmisión en sentido ascendente. La unidad de medida es 0,5 dB μ V.

Valor de desplazamiento de tiempo

`Time_Offset_Value` es un entero de tipo short de 16 bits que representa un desplazamiento relativo de la señal de temporización de la transmisión en sentido ascendente (con respecto al `Absolute_Time_Offset` dado en el mensaje de configuración por defecto). Un valor negativo indica un ajuste hacia adelante en el tiempo. Un valor positivo indica un ajuste hacia atrás en el tiempo. La unidad de medida es 100 ns.

Frecuencia en el sentido de transmisión ascendente

`Upstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa el canal asignado a las conexiones. La unidad de medida es el hertzio.

Frecuencia en el sentido de transmisión descendente

`OOB_Downstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia a la que están establecidas las conexiones en el canal fuera de banda. La unidad de medida es el hertzio. Cuando este campo no se aplica, se fija a 0.

`IB_Downstream_Frequency` es un entero sin signo de 32 bits que representa la frecuencia a la que están establecidas las conexiones en el canal dentro de banda. La unidad de medida es el hertzio. Cuando este campo no se aplica, se fija a 0.

`SNR_Estimated` es un entero de 8 bits que especifica la relación señal/ruido, estimada por la NIU, de las transmisiones en sentido descendente que transportan mensajes MAC. La unidad es $\text{dB} \times 2$. Si la NIU no tiene capacidad para estimar el valor, se utiliza el valor cero (0).

`Power_Level_Estimated` es un entero de 8 bits que especifica el nivel de potencia, estimado por la NIU, de las transmisiones en sentido descendente que transportan mensajes MAC. La unidad es $\text{dB}\mu\text{V} \times 2$. Si la NIU no tiene capacidad para estimar el valor, se utiliza el valor cero (0).

A.5.6 Miniintervalos

A.5.6.1 Miniintervalos de transporte

Los miniintervalos sólo pueden utilizarse para enviar mensajes <MAC> de petición de reserva. Para el acceso a miniintervalos sólo se permite el basado en contienda.

Pueden utilizarse miniintervalos tanto en los sistemas con señalización dentro de banda como en los sistemas con señalización fuera de banda. En la señalización dentro de banda se utilizan los mismos campos de control que en la señalización fuera de banda dentro de las banderas MAC, y los mensajes MAC son los mismos en señalización dentro de banda que en señalización fuera de banda. El "miniintervalo" de frase se refiere a una estructura de trama física del canal en sentido ascendente. Las ráfagas de transmisión en sentido ascendente de 64 octetos (modulación QPSK), respectivamente 128 octetos (modulación 16QAM), se denominan paquetes en sentido ascendente.

A.5.6.2 Estructura de alineación de trama de miniintervalo

Cuando se utilizan miniintervalos, la estructura de intervalo en sentido ascendente se divide en tres miniintervalos (modulación QPSK), respectivamente seis miniintervalos (modulación 16QAM), cada uno de los cuales tiene una longitud de 21 octetos. Cada miniintervalo puede ser enviado por diferentes terminales de usuario. El canal en sentido ascendente puede soportar una combinación de intervalos completos y miniintervalos. El formato de la estructura de alineación de trama de los miniintervalos se muestra en las siguientes figuras.

Para la modulación QPSK, la estructura de alineación de trama de los miniintervalos contiene una palabra única de 4 octetos [la palabra única de miniintervalo y la palabra única de intervalo completo serán diferentes, para facilitar la decodificación de los intervalos completos y de los miniintervalos por la capa física (PHY)], un campo de comienzo constituido por un solo octeto, una cabida útil de 16 octetos, y una banda de guarda formada por un solo octeto. (Véase la figura A.45.)

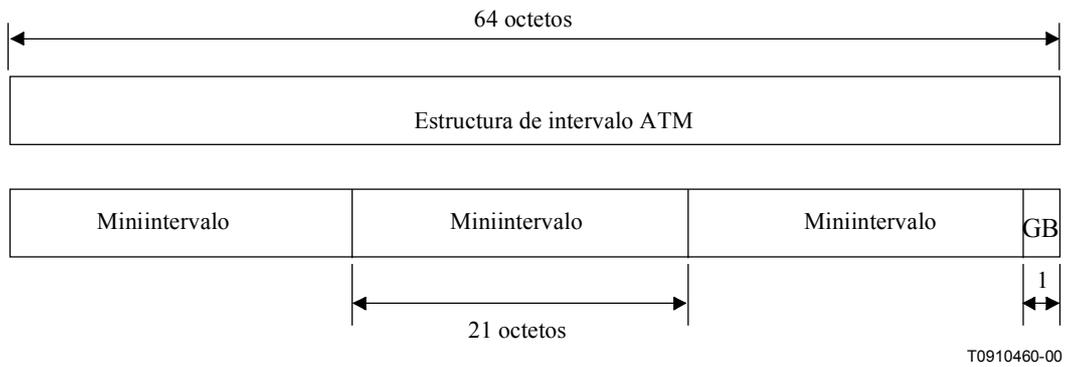


Figura A.45/J.112 – Estructura de alineación de trama de miniintervalos para modulación QPSK

Para la estructura del propio miniintervalo, véase A.5.5.2.6.

Para la modulación 16QAM, la estructura de trama de miniintervalos contiene una palabra única de 8 octetos [la palabra única de miniintervalo y la palabra única de intervalo completo serán diferentes para facilitar la decodificación de los intervalos completos y de los miniintervalos por la capa física (PHY)], una cabida útil de 9 octetos más un campo RS de 2 octetos, y una banda de guarda formada por 2 octetos. (Véase la figura A.46.)

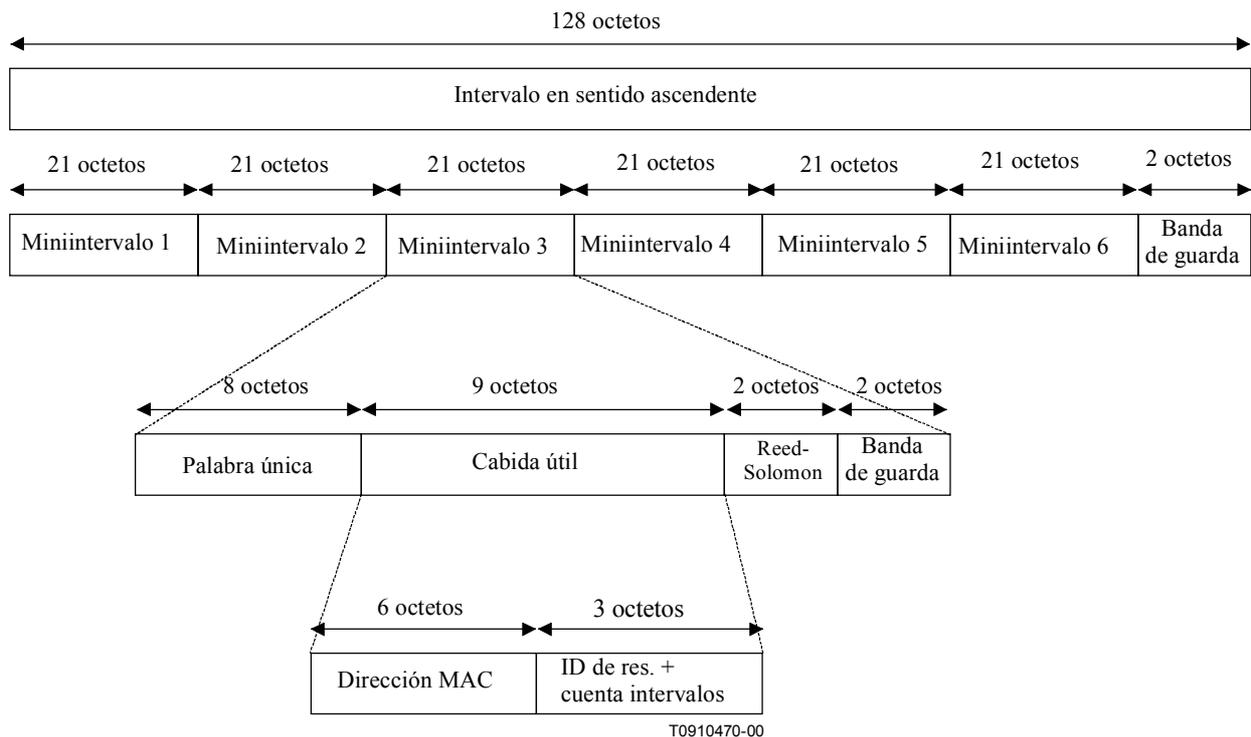


Figura A.46/J.112 – Estructura de alineación de trama de miniintervalos para modulación 16QAM

A.5.6.3 Resolución de contiendas por miniintervalos

El mensaje MAC de petición de reserva puede ser transportado en miniintervalos. Se envía en un miniintervalo basado en contienda. En caso de colisión, la contienda se resuelve mediante un algoritmo de división ternaria controlado por el INA (véase la figura A.47). Toda la información necesaria se transmite en la sección de retroalimentación de miniintervalo y en la sección de asignación de miniintervalo del Reservation_Grant_Message.

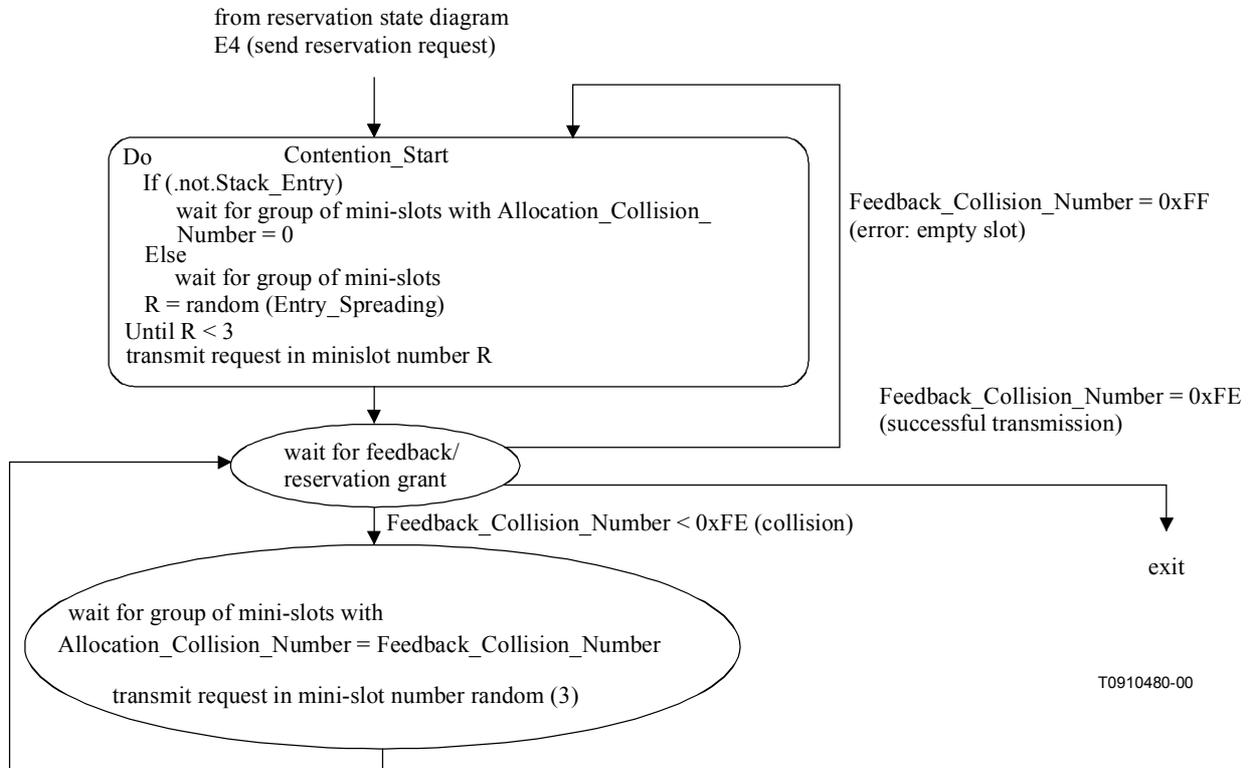


Figura A.47/J.112 – Algoritmo de división ternaria

Si Stack_Entry no está fijada, la NIU sólo puede aplicar el procedimiento de resolución de contienda cuando Allocation_Collision_Number es igual a cero. Si Stack_Entry está fijada, la NIU puede aplicar el procedimiento de resolución de contienda en cualquiera de los miniintervalos basados en contienda, sea cual fuere el valor de Allocation_Collision_Number. En ambos casos, el número aleatorio para la selección de miniintervalo, en la gama comprendida entre 0 y Entry_Spreading, estará en la gama de 0 a 2 antes de enviar la petición.

El valor Feedback_Collision_Number es 0xFF en el caso de reposo, y 0xFE en el caso de transmisión exitosa. Todos los demás valores del Collision_Number se utilizan para numerar las colisiones y para seleccionar los miniintervalos de retransmisión: la NIU retransmitirá en un miniintervalo que tenga un Allocation_Collision_Number igual a Collision_Number.

La retransmisión de la petición que ha experimentado una colisión se efectúa en un miniintervalo que se selecciona al azar dentro del grupo de tres miniintervalos con el correspondiente Allocation_Collision_Number.

A.5.7 Supresión de encabezamiento

El algoritmo de supresión de encabezamiento se basa en el hecho de que, en una sesión, la mayor parte de los campos de encabezamiento son fijos. Por tanto, si es posible determinar de antemano qué campos tendrán un valor fijo, se puede salvaguardar esta información en ambos lados del enlace como referencia. Un paquete IP será relacionado con una sesión, y sólo será necesario enviar los campos que modifiquen el encabezamiento. En el otro lado del enlace, se asignará el paquete a una sesión y se reconstruirá el paquete utilizando la información de referencia.

A.5.7.1 Esquema de supresión

La figura A.48 representa el esquema de supresión en la transmisión en sentido ascendente.

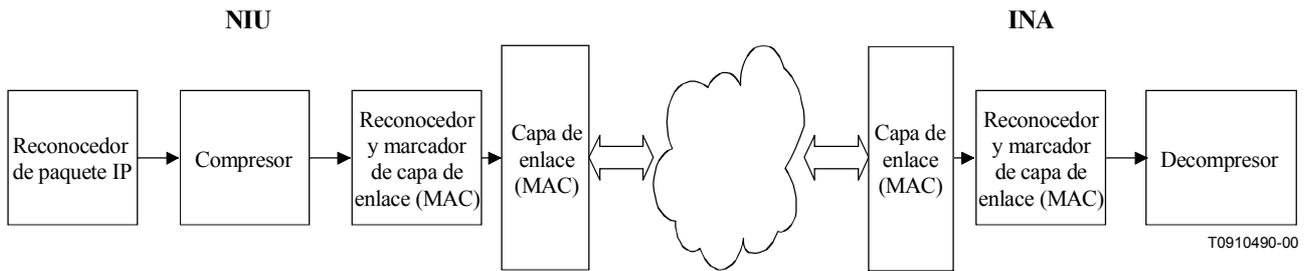


Figura A.48/J.112 – Esquema de supresión

El esquema para el sentido descendente es similar al esquema para el sentido ascendente (la única diferencia es que el compresor está situado en el INA y el decompresor en la NIU).

El esquema de supresión incluye dos tipos de bloques:

- Bloques que se encargan de implementar la supresión. Estos son los bloques compresor y decompresor, y su implementación se describe en A.5.7.2.
- Bloques destinados a suministrar servicios de soporte al compresor y al decompresor:
 - 1) Reconocedor de paquetes IP: se encarga de clasificar los paquetes IP en dos categorías: los que deben ser suprimidos y los que no deben ser suprimidos.
 - 2) Reconocedor y marcador de la capa de enlace: este bloque se encarga de clasificar los paquetes de entrada al decompresor. Debe identificar los paquetes suprimidos, de acuerdo con el encabezamiento de supresión.
 - 3) MAC.

El MAC debe garantizar las siguientes funciones:

- Negociar el sentido de transmisión de la supresión (sentido ascendente/sentido descendente/sentido ascendente y sentido descendente) y negociar la máscara (véase A.5.7.3).
- Entregar el valor de los campos suprimidos. Los paquetes (suprimidos o no suprimidos) se enviarán por la conexión adecuada.

A.5.7.2 Algoritmo de supresión

El esquema observa las siguientes directrices:

- Una sesión se define de acuerdo con las direcciones IP de origen y de destino y los puertos de origen y de destino. Toda sesión se identifica por un ID de contexto.
- Se utiliza una máscara de supresión para definir los campos fijos. Puesto que los campos fijos varían según los protocolos utilizados con la capa IP, la máscara variará de acuerdo con la aplicación.

La máscara se interpreta de acuerdo con las siguientes reglas:

- La longitud de la máscara es siempre de 103 bits.
- Un bit de la máscara actúa como una bandera para un octeto del encabezamiento: si el bit de la máscara es cero, el octeto correspondiente del encabezamiento es un octeto fijo y debe suprimirse.
- Las concordancias de bit/octeto se efectúan en el orden de transmisión.
- En el caso de encapsulaciones DVB, la concordancia será como sigue:
 - Encapsulación IP directa: el MSB de la máscara concuerda con el primer octeto del encabezamiento IP.
 - Punteado de MAC de Ethernet: el MSB de la máscara concuerda con el primer octeto del encabezamiento LLC/SNAP.
- El valor de cada conjunto de valores de campos fijos tiene un número de generación. Si el valor de los campos fijos cambia, el número de generación también cambia.

La supresión se efectúa de la manera siguiente:

- Antes de enviar paquetes suprimidos, la entidad supresora (INA/NIU) DEBE enviar un mensaje <MAC> de datos de supresión. Este mensaje indica si se efectúa supresión en este sentido de transmisión, y cuál es la máscara de supresión. El mensaje también contiene el valor de los campos fijos que se suprimen, el ID de contexto de sesión, y el número de generación asociado con el valor de los campos fijos.
- Después de enviar el mensaje, la entidad supresora puede empezar a enviar paquetes suprimidos. Cuando se recibe en el decompresor un paquete suprimido, se identifica y asocia a una sesión de acuerdo con el encabezamiento de supresión (para lo cual se utiliza el número de ID de contexto). El decompresor comprueba que el número de generación de paquete es igual al número de generación de los campos fijos salvaguardados (que fueron enviados por el mensaje <MAC>).

Si los números de generación no son iguales, el valor de los campos fijos conocido por el decompresor no ha sido actualizado, y el paquete no puede reconstruirse. Si los números son iguales, se añaden los campos fijos al paquete, y se reconstruye el paquete.

- La entidad decompresora DEBE enviar un mensaje <MAC> de acuse de supresión dentro de $T_{ack}=100$ ms. El mensaje expresa el reconocimiento de la aptitud de la entidad receptora para reconstruir los paquetes suprimidos.
- Si un mensaje <MAC> de acuse de supresión no se recibe dentro del plazo T_{ack} , la entidad supresora DEBE enviar otro mensaje <MAC> de datos de supresión.
- Si un mensaje <MAC> de acuse de supresión no se ha enviado después de transcurrido el período $T_{fail} = 1$ s, la entidad supresora DEBE detener el envío de paquetes suprimidos. Los datos DEBERÍAN enviarse por una conexión diferente.

A.5.7.3 Negociación del esquema de supresión

Existen tres opciones para el esquema de supresión: supresión en sentido ascendente, supresión en sentido descendente, y supresión en ambos sentidos de transmisión (ascendente y descendente, modalidad conocida por "supresión dúplex"). Para cada sentido de transmisión (ascendente/descendente), la negociación para la decisión de suprimir o no suprimir paquetes y para aplicar una máscara dada se efectúan independientemente. En la negociación, el INA y la NIU utilizan el mensaje <MAC> de datos de supresión y el mensaje <MAC> de acuse de supresión. (Véase la figura A.49.)

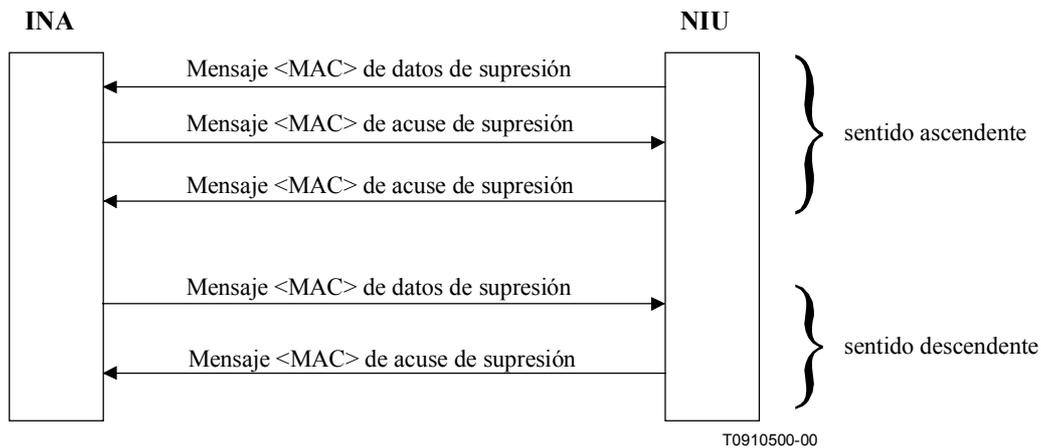


Figura A.49/J.112 – Negociación de supresión

- **Supresión en sentido ascendente:**

La NIU envía una máscara propuesta y fija la bandera de supresión a "verdadero" mediante el mensaje <MAC> de datos de supresión. El INA, o bien acepta la supresión (envía las mismas máscara y bandera), o bien sugiere un subconjunto (sea con una nueva máscara y la bandera de servicio fijada a "verdadero", sea con la misma máscara y la bandera de supresión fijada a "falso") mediante el mensaje <MAC> de acuse de supresión.

Si el INA modifica la máscara, la NIU puede replicar con otro mensaje <MAC> de acuse de supresión, con la bandera de supresión fijada a "falso".
- **Supresión en sentido descendente:**

El INA envía una máscara propuesta y fija la bandera de supresión a "verdadero". La NIU o bien acepta la supresión (envía las mismas máscara y bandera), o la rechaza con un mensaje de acuse de supresión <MAC> con la bandera de supresión fijada a "falso".
- **Supresión en ambos sentidos de transmisión (o supresión dúplex):**

En la supresión dúplex, la supresión DEBE efectuarse en **ambos** sentidos de transmisión, descendente y ascendente: la negociación e inicialización de la supresión en sentido ascendente es independiente de la negociación e inicialización de la supresión en sentido descendente. El INA enviará un mensaje <MAC> de datos de supresión para el sentido descendente, y recibirá un mensaje <MAC> de datos de supresión para el sentido ascendente. La NIU enviará un mensaje <MAC> de datos de supresión para el sentido ascendente, y recibirá un mensaje <MAC> de datos de supresión para el sentido descendente.

A.5.7.4 Encabezamiento de supresión

El encabezamiento de supresión se añadirá a todos los paquetes suprimidos. La figura A.50 ilustra la estructura de una célula ATM que transporta un paquete suprimido. El encabezamiento de supresión está situado inmediatamente después del encabezamiento ATM.

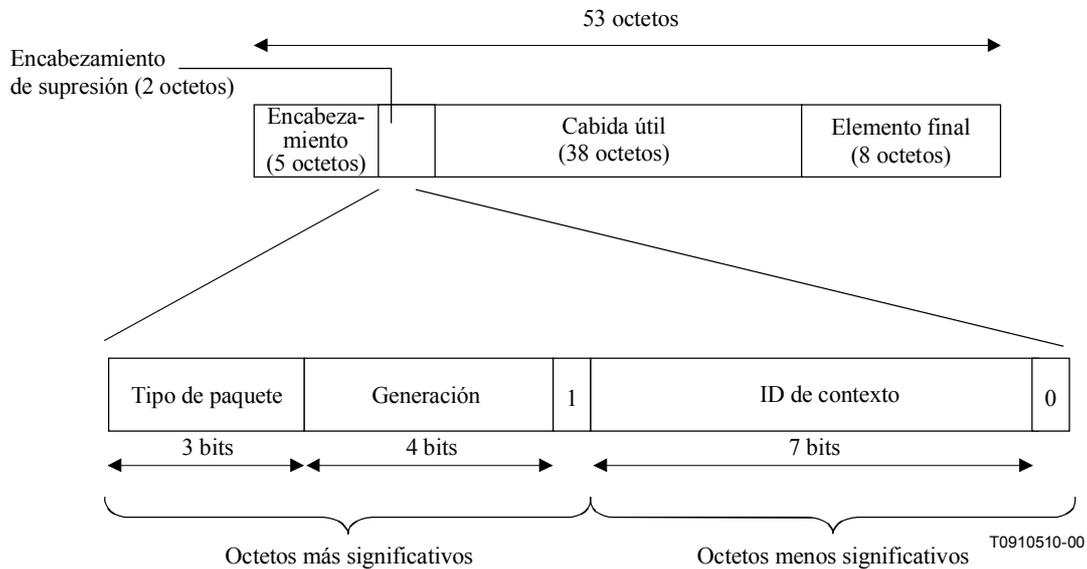


Figura A.50/J.112 – Encabezamiento de supresión

Para puentado de MAC de Ethernet: la supresión para el sentido ascendente, y para OOB en sentido descendente se efectúa durante la encapsulación ALL5, después de añadir el encabezamiento LLC/SNAP y antes de añadir el elemento final. La supresión para IB en sentido descendente se efectúa durante la encapsulación DSM-CC, después de añadir el encabezamiento LLC/SNAP y antes de añadir la CRC.

El encabezamiento comprende 3 campos:

- **Tipo de paquete:** 3 bits. Define el paquete creado por el compresor.

Tipo de paquete	Valor
Paquete suprimido	0
Reservado	1
No se utilizan	2-7

- **Generación:** 4 bits. El actual número de generación de la sesión (véase A.5.7.1).
- **ID de contexto:** 7 bits. Un identificador para la sesión (véase A.5.7.1).

A.5.7.5 Mensajes <MAC> de supresión de encabezamiento

A.5.7.5.1 Mensaje <MAC> de datos de supresión

Este mensaje lo envía el iniciador de la supresión. Se utiliza para negociar la máscara y el esquema de supresión, y para transferir el valor de campos fijos. En el caso de la supresión en sentido ascendente, la NIU envía el mensaje al INA. En el caso de la supresión en sentido descendente, el INA envía un mensaje de unidifusión a la NIU pertinente.

Si es necesario, este mensaje debe fragmentarse.

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Suppression_Data_Message() {			
Connection_Id	32	4	
Context_Id	8	1	El LSB no se tiene en cuenta
Suppression control field	8	1	
Reserved	5		Debe ser 0
Direction	1		2: {US, DS}
Suppression_scheme_included	1		1: {no, yes}
Header_fields_included	1		0: {no, yes}
<i>if (suppression_control_field &= suppression_sche_included) {</i>			
Suppression scheme	1	13	
Suppression mask	103		
Suppression flag	1		103: {no, yes}
}			
<i>if (suppression_control_field &= header_field_included) {</i>			
Generation number	8	1	Los 4 MSB no se tienen en cuenta
Header length	8	1	
Header fields			Hasta 103 octetos
}			

ID de conexión: campo de 4 octetos; el ID de la conexión mediante la cual se envían los paquetes suprimidos.

ID de contexto: campo de 7 bits. ID de contexto es un identificador para la sesión (véase A.5.7.2). Los campos de encabezamiento y número de generación del esquema de supresión se relacionan con paquetes suprimidos que se envían mediante el ID de conexión y tienen ese ID de contexto en el encabezamiento de supresión.

Campo control de supresión: campo de control de 8 bits.

Sentido de transmisión: Si está fijado a sentido ascendente, el mensaje establece supresión en el sentido ascendente. Si está fijado a sentido descendente, el mensaje establece supresión en el sentido descendente.

Suppression_scheme_included: variable booleana que indica si el mensaje incluye una máscara y una bandera de supresión.

Header_fields_included: variable booleana que indica si el mensaje incluye un valor para los campos fijos.

Esquema de supresión: campo de 13 octetos.

Máscara de supresión: 103 bits, que indican los octetos de los campos encabezamiento que se suprimen. Si un bit de la máscara es 0, el correspondiente octeto de encabezamiento se suprime (véase A.5.7.2).

Bandera de supresión: variable booleana. Si está fijada a "verdadero" se efectúa una supresión.

Número de generación: número de generación que está ligado al valor de los campos de encabezamiento.

Longitud de encabezamiento: número de octetos que constituyen el encabezamiento completo (número de octetos que se envían en el campo `header fields`).

`Header fields`: el encabezamiento completo de los paquetes (totalidad de los campos, es decir, los que son fijos y los que son susceptibles a cambios). La longitud del campo varía según el paquete suprimido, pero está limitada a 103 octetos.

A.5.7.5.2 Mensaje <MAC> de acuse de supresión

Este mensaje acusa la recepción de un mensaje <MAC> de datos de supresión con miras a la negociación de la máscara y del esquema de supresión. Si el mensaje lo envía el INA, es un mensaje unidifusión.

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Suppression Acknowledgment Message () {			
Connection_Id	32	4	
Context_Id	8	1	El LSB no se tiene en cuenta
Suppression control field	8	1	
Reserved	6		
Direction	1		2: {US,DS}
Suppression_scheme_included	1		1: {no, yes}
Header_ack_included	1		0: {no, yes}
<i>if (suppression_control_field &= suppression_sche_included) {</i>			
Suppression scheme	1	13	
Suppression mask	103		
Suppression flag	1		103: {no, yes}
<i>}</i>			
<i>if (suppression_control_field &= header_field_included) {</i>			
Generation number	8	1	Los 4 MSB no se tienen en cuenta
<i>}</i>			

ID de conexión: campo de 4 octetos; el ID de la conexión a través de la cual se envían los paquetes suprimidos.

ID de contexto: campo de 7 bits. ID de contexto es un identificador para la sesión (véase A.5.7.2). Los campos de encabezamiento y número de generación del esquema de supresión se relacionan con paquetes suprimidos que se envían mediante el ID de conexión y tienen ese ID de contexto en el encabezamiento de supresión.

Campo control de supresión: campo de control de 8 bits.

Sentido de transmisión: Si está fijado a sentido descendente, el mensaje acusa supresión en el sentido descendente. Si está fijado a sentido ascendente, el mensaje acusa supresión en el sentido ascendente.

`Suppression_mask_included`: variable booleana que indica si el mensaje incluye una máscara y una bandera de supresión.

Esquema de supresión: campo de 13 octetos.

Máscara de supresión: 103 bits, que indican los octetos de los campos encabezamiento que se suprimen. Si un bit de la máscara es 0, el correspondiente octeto de encabezamiento se suprime (véase A.5.7.2).

Bandera de supresión: variable booleana. Si está fijada a "verdadero" se efectúa una supresión.

Número de generación: número de generación que está ligado al valor de los campos encabezamiento.

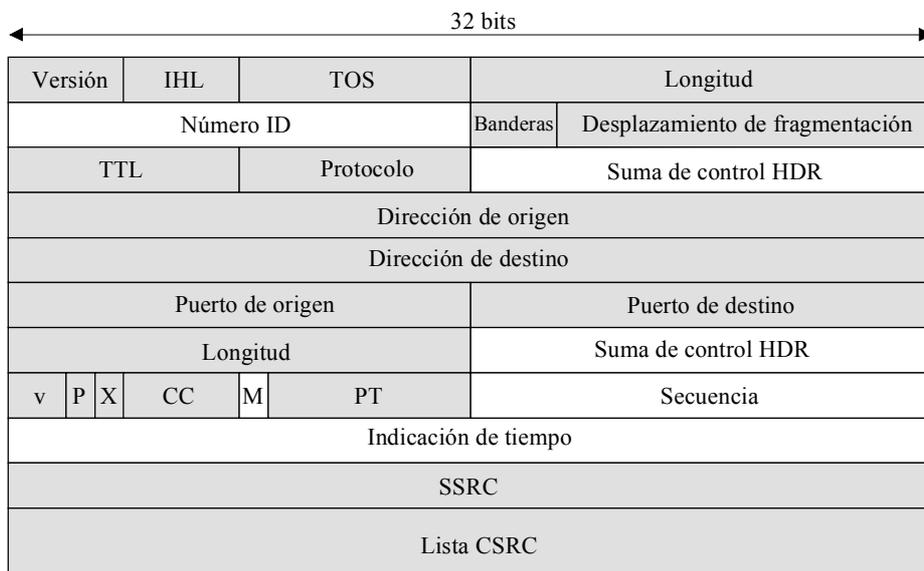
A.5.7.6 Supresión de sesiones RTP

Los paquetes de datos que son transportados por protocolos en tiempo real (RTP, *real time protocol*), contienen la combinación de encabezamientos RTP/UDP/IP.

La figura A.51 describe los campos fijos para la transmisión de paquetes.

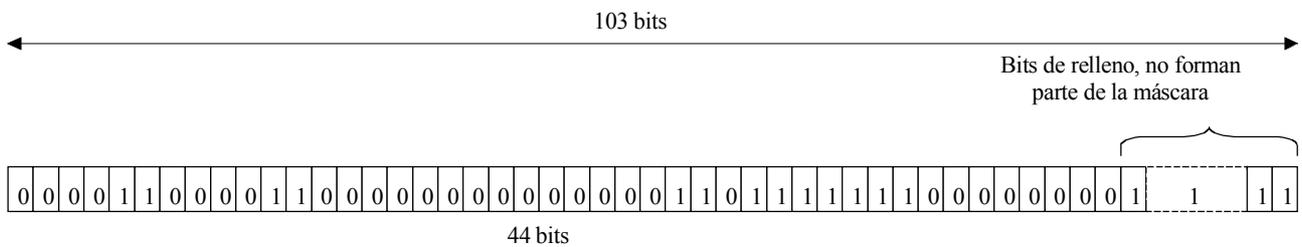
La figura A.52 describe la máscara de supresión para sesiones RTP.

La figura A.53 describe el formato de un paquete suprimido (se ha omitido el encabezamiento de supresión).



T0910520-00

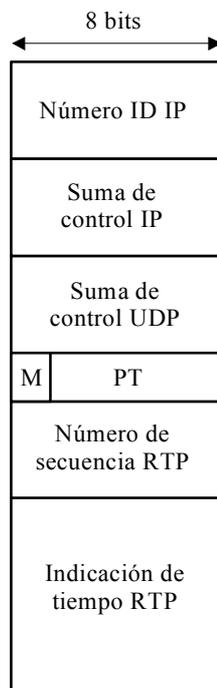
Figura A.51/J.112 – Campos fijos para RTP/UDP/IP



Máscara de compresión para IP/UDP/RTP, suponiendo que el campo CSRC tiene un solo elemento (CC = 1)

T0910530-00

Figura A.52/J.112 – Máscara de supresión para RTP/UDP/IP



T0910540-00

Figura A.53/J.112 – Encabezamiento RTP/UDP/IP, con campos suprimidos

A.5.8 Seguridad (facultativa)

La solución de seguridad consta de dos subsistemas distintos:

- Un nuevo conjunto de mensajes MAC utilizados para autenticación y un acuerdo de clave entre INA y NIU. Estos mensajes se utilizan para negociación de clave en la fase de establecimiento de la conexión, así como para la actualización de las claves "al vuelo" (véase A.5.8.7).
- Criptación y descriptación al vuelo de los trenes de datos de cabida útil transferidos entre INA y NIU.

En la fase de establecimiento de la conexión, antes de la transferencia de los datos de cabida útil, se utiliza uno de los tres nuevos pares de mensajes MAC de petición/respuesta para generar una clave de sesión específica del tren de cabida útil asociado con la conexión.

La clave de sesión es un secreto compartido por el INA y la NIU: incluso si se interceptan todos los mensajes MAC, las propiedades criptográficas del protocolo garantizan que un espía no puede determinar el valor de la clave de sesión.

Esto se consigue mediante el empleo de un protocolo basado en clave pública, que no requiere un secreto compartido en la etapa inicial, o de un protocolo más sencillo basado en un secreto compartido a largo plazo entre INA y NIU denominado un "cookie". El cookie tiene una longitud de 160 bits. También se utiliza para autenticar la NIU ante el INA en la fase de establecimiento de la conexión.

Cada NIU almacenará su propio cookie en un dispositivo de almacenamiento no volátil, mientras que el INA mantendrá una base de datos de los valores de los cookies de las NIU en su red. Los valores de los cookies se actualizarán ocasionalmente de acuerdo con las normativas de seguridad, pero son menos vulnerables que las claves de sesión: un ataque de tipo "fuerza bruta" exitoso, sobre una clave de sesión no revela nada sobre el valor del cookie, ni sobre ninguna otra clave de sesión.

Los nuevos mensajes MAC también están protegidos contra los ataques por clones: una NIU que es una copia física de una NIU existente e intenta operar en la red bajo una identidad clonada (cuando la propia NIU clonada no está registrada en la red). El dispositivo que se utiliza como una medida anticlonación es un simple contador de 8 bits, no volátil, que se incrementa sincrónicamente en el INA y la NIU en función del tiempo: si una NIU clonada entra en una relación de tráfico con el INA, tal entrada en relación será detectada la próxima vez que la NIU clonada se conecte, porque el valor del contador estará fuera de sincronismo.

Si el clon intenta operar concurrentemente con la unidad clonada, se producirá una ruptura inmediata de la funcionalidad de ambas unidades, por la confusión dentro del protocolo MAC. Esto equivale a un ataque por denegación de servicio, y el INA debería estar preparado para este tipo de fallo de protocolo.

En esta cláusula se utilizan los siguientes operadores y símbolos matemáticos:

\times	multiplicación
\wedge	elevación a potencia (o exponenciación)
\sim	concatenación
mod	división módulo
(unsigned char)x	operador cast del lenguaje de programación ANSI C: este operador fuerza la conversión de un valor x de cualquier tipo en un valor x de tipo unsigned char
""	cadena vacía (longitud cero)
nonce1	cadena aleatoria (INA)
nonce2	cadena aleatoria (NIU)

A.5.8.1 Primitivas criptográficas

Los protocolos de intercambio de clave y criptación de tren de datos se basan en un conjunto de funciones criptográficas primitivas. Las funciones y sus tamaños de clave asociados podrán ser modificados en el futuro en caso de que los ataques criptoanalíticos o de tipo fuerza bruta representen una amenaza real.

El conjunto concreto de funciones y tamaños de clave se negocia entre INA y NIU en el momento del anuncio de comienzo de sesión. Las funciones actualmente soportadas son Diffie-Hellman, HMAC-SHA1 y DES. Conviene examinar la literatura criptográfica reciente para tener en cuenta informaciones actualizadas sobre la seguridad y utilización de esas funciones.

En las siguientes subcláusulas se ofrece una visión de conjunto de las primitivas criptográficas y se explica detalladamente la forma de utilizarlas en el protocolo. En subcláusulas posteriores se describirá la estructura precisa de los campos de los nuevos mensajes MAC.

Los parámetros de protocolo se describen en términos de cadenas de octetos, donde el operador de concatenación se designa por el símbolo \sim . Las cantidades enteras se representan por cadenas de octetos de base 256. Se ha utilizado la ordenación de octetos conocida por "big endian", es decir, el octeto más significativo aparece primero. Si es necesario alcanzar una longitud fija, la cadena se rellena con octetos de valor cero en las posiciones más significativas.

A.5.8.1.1 Intercambio de clave pública

Se utiliza una primitiva de intercambio de clave pública para que el INA y la NIU convengan un secreto, aunque estén comunicando en público. El esquema Diffie-Hellman se basa en aritmética de entero sin signo y funciona de la manera siguiente (\wedge denota exponenciación):

El INA escoge dos valores públicos, un número primo grande **m**, y un número (pequeño) **g** que es un generador módulo **m** (es decir, **g^a mod m** generará todo número de 0 a m-1 para **a** variante). El INA también escoge un número secreto **x < m**, y envía los tres valores siguientes a la NIU: **m**, **g**, **X = g^x mod m**.

La NIU escoge un valor secreto **y < m**, y responde al INA con el valor **Y = g^y mod m**.

La NIU calcula entonces $s = X^y \bmod m = (g^x)^y \bmod m = g^{(x \times y)} \bmod m$, mientras que el INA calcula $Y^x \bmod m = (g^y)^x \bmod m = g^{(y \times x)} = s$, por lo que el INA y la NIU convienen ahora en el valor s .

El valor de s es un secreto compartido entre INA y NIU. Para determinar este valor a partir de los valores comunicados públicamente m , g , X , e Y , un espía determinará x o y resolviendo una ecuación de la forma $Z = g^z \bmod m$ donde z es la incógnita. Esto se conoce por el problema del logaritmo discreto y, para valores de m suficientemente grandes, es computacionalmente irrealizable con los algoritmos actuales.

El tamaño de parámetro soportado es 512 bits para el número primo m , y también lo será para los valores restantes ya que toda la aritmética es módulo m .

En los mensajes MAC aplicables, las cantidades enteras sin signo m , g , X , e Y se codifican en campos de tamaño fijo (64, 96, ó 128 octetos) utilizando la ordenación de octetos "big-endian".

A.5.8.1.2 Troceado

El protocolo utiliza una función de troceado con clave que calcula sumas de control securizadas que sólo pueden verificarse estando en posesión de una clave secreta. La función tiene la propiedad de la unidireccionalidad, por lo que ha de entenderse que es computacionalmente irrealizable hallar un valor de entrada que corresponda a un valor de salida dado.

La función de troceado se utiliza también para generar material secreto derivado, basado en un secreto maestro. Debido a la propiedad de la unidireccionalidad, el secreto maestro está protegido incluso si se descubre el secreto derivado.

Dicho sea en términos generales, la función de troceado con clave toma como entrada dos cadenas de octetos, la cadena **key** y una cadena **data**, y produce otra cadena de octetos, el **digest**:

$$\text{digest} = H(\text{key}, \text{data})$$

La función **H** aceptará parámetros **key** y **data** de cualquier tamaño, en tanto que el protocolo está diseñado para aceptar **digestos** de cualquier tamaño.

La especificación soporta actualmente la función HMAC-SHA1 definida en IETF RFC 2104 [5]. Esta función produce un **digesto** de 20 octetos.

A.5.8.1.3 Criptación

Los datos de cabida útil se criptan y descriptan utilizando un texto cifrado de bloque de clave simétrica, que se utiliza en el modo concatenación de bloques cifrados (CBC, *cipher block chaining*), con tratamiento especial de cualquier bloque final de tamaño no ordinario.

En términos generales, las funciones de criptación y descriptación toman como entrada dos cadenas de octetos, el bloque de clave y el bloque de datos, y presentan a la salida otro bloque de datos de la misma longitud:

$$\text{ciphertext} = E(\text{key}, \text{plaintext})$$

$$D(\text{key}, \text{ciphertext}) = \text{plaintext}$$

La longitud de clave y la longitud de bloque se dan por el texto cifrado elegido, y la lógica de procesamiento de tren de cabida útil las aplicará en la forma procedente a unidades de datos de diversos tamaños.

La especificación soporta actualmente el algoritmo DES, que tiene un tamaño de bloque de 8 octetos, y diversas opciones para longitud de clave, basadas en un bloque de clave bruto de 8 octetos (véase A.5.8.5).

A.5.8.1.4 Números pseudoaleatorios

Los protocolos utilizados para generar valores secretos dependen de la disponibilidad de una cadena de octetos sin fin, pseudoaleatoria, es decir, prácticamente imprevisible. Para producir esta cadena se utilizará generalmente un algoritmo generador de números pseudoaleatorios (PRNG, *pseudo-random number generator*).

Los octetos aleatorios se utilizan para generar los valores Diffie-Hellman secretos, **x** e **y**, y para valores de palabra de ocasión utilizados durante el intercambio de clave. La naturaleza imprevisible de la entrada aleatoria asegura que cada vez se producirá un valor secreto diferente, y también previene la reproducción de antiguos mensajes interceptados.

Este anexo no requiere un determinado algoritmo, sino solamente que el INA y la NIU elijan, cada uno, un algoritmo sólidamente acreditado y que haya sido objeto de análisis criptográfico.

Cuando se utiliza un generador PRNG, lo más difícil es inicializarlo con una semilla cuyo valor sea imprevisible. La semilla debe contener múltiples muestras de tiempo dependientes del dispositivo y de una alta granularidad, muestreos de ruido de línea de cable, así como cualquier otro material pseudoaleatorio disponible, como tablas de asignación de ficheros, etc. Estos valores fuente aleatorios son troceados conjuntamente para suprimir la entropía del valor de la semilla.

A.5.8.2 Intercambio principal de clave (MKE, *main key exchange*)

El intercambio principal de clave utiliza la función Diffie-Hellman para desarrollar un secreto compartido entre el INA y la NIU, que es independiente del valor de cookie. Además, utiliza el valor de cookie para autenticar la NIU ante el INA. Facultativamente, utiliza el secreto compartido, desarrollado recientemente, para actualizar el valor de cookie. Finalmente, deriva una clave secreta compartida que se utiliza para el contexto de seguridad empleado para el procesamiento de datos de trenes de cabida útil.

El INA inicia el intercambio enviando un mensaje que contiene los valores Diffie-Hellman, **m**, **g**, **X**, y una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce1**. La NIU responde con un mensaje que contiene su valor Diffie-Hellman, **Y**, una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce2**, y una cadena de autenticación, **auth**.

El INA y la NIU utilizan exactamente la misma fórmula para calcular la cadena de autenticación (~ significa concatenación):

$$\text{auth} = H (\text{cookie}, \text{nonce1} \sim \text{nonce2})$$

la cual es comunicada por la NIU y comprobada por el INA. Esto prueba la identidad de la NIU, pues hay que conocer el cookie para poder calcular el valor correcto de **auth**.

La NIU y el INA utilizan los valores Diffie-Hellman (véase A.5.8.1.1) para llegar al mismo valor secreto, **s**:

$$\text{s} = g^{(x \times y)} \text{ mod } m.$$

Este valor entero sin signo se codifica como una cadena de octetos, de longitud especificada por el tamaño de parámetro Diffie-Hellman, utilizando la ordenación de octetos "big-endian". Se utiliza después para calcular una cadena secreta compartida temporal, **temp**:

$$\text{temp} = H (\text{encode} (\text{s}), \text{nonce2} \sim \text{nonce1}).$$

Si ha de actualizarse el cookie, el nuevo valor se calcula en secciones para **n = 1, 2, ...**:

$$\text{newcookie}(n) = H (\text{temp} \sim (\text{unsigned char})1 \sim (\text{unsigned char})n, "")$$

donde (unsigned char) es el operador cast del lenguaje de programación C, y "" es la cadena vacía (longitud cero). Estos valores de cadena se calculan y se concatenan hasta que la longitud total sea igual o mayor que la longitud del cookie. El cookie se obtiene entonces tomando los primeros 20 octetos de las secciones concatenadas, comenzando por el principio.

La clave de sesión utilizada para la criptación de tren de cabida útil se calcula asimismo en secciones:

$$\text{key}(n) = H (\text{temp} \sim (\text{unsigned char}) 2 \sim (\text{unsigned char}) n, "")$$

donde, también aquí, se calcula un número suficiente de secciones para producir bastantes octetos para abarcar la longitud de la clave. La clave de sesión se obtiene "de la misma manera que el cookie" tomando el número requerido de octetos de las secciones concatenadas, comenzando por el principio.

A.5.8.3 Intercambio rápido de claves (QKE, *quick key exchange*)

El intercambio rápido de claves utiliza el valor de cookie existente para autenticar la NIU ante el INA, y derivar entonces una clave secreta compartida que se utiliza para el contexto de seguridad empleado para el procesamiento de datos de tren de cabida útil.

El intercambio lo inicia el INA enviando un mensaje que contiene una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce1**.

La NIU responde con un mensaje que contiene una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce2**, y un valor de autenticación, **auth**.

El valor de **auth** se calcula de la misma manera que para el intercambio principal de clave, y se utiliza asimismo para verificar la identidad de la NIU (véase A.5.8.2).

La NIU y el INA calculan entonces, cada uno de ellos, una cadena secreta compartida temporal, **temp**:

$$\text{temp} = H (\text{cookie} \sim (\text{unsigned char})3, \text{nonce2} \sim \text{nonce1}).$$

Este valor se utiliza para producir la clave de criptación de cabida útil, de la misma manera que para el intercambio principal de clave (véase A.5.8.2).

A.5.8.4 Intercambio explícito de clave (EKE, *explicit key exchange*)

El INA utiliza el intercambio explícito de clave para entregar a la NIU una clave de sesión previamente determinada. La clave de sesión se cripta con una clave temporal derivada del valor de cookie, y se utiliza para el contexto de seguridad empleado para procesar datos de trenes de cabida útil.

El INA realiza la entrega enviando un mensaje que contiene una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce1**, y un valor de cadena de octetos, **encryptedkey**, que tiene la misma longitud que una clave utilizada para criptación de cabida útil. La NIU responde con un mensaje que contiene una cadena de palabra de ocasión aleatoria, **nonce2**, y un valor de autenticación, **auth**.

El valor de **auth** se calcula de la misma forma que en el caso del intercambio principal de clave, y se utiliza asimismo para verificar la identidad de la NIU (véase A.5.8.2).

Tanto el INA como la NIU calculan una cadena secreta compartida temporal, **temp**:

$$\text{temp} = H (\text{cookie} \sim (\text{unsigned char})4, \text{nonce1})$$

que se utiliza para producir secciones de una clave temporal, al igual que en el caso del intercambio principal de clave (véase A.5.8.2). El INA utiliza estas secciones de cadena **key** temporal para, aplicándole el operador lógico XOR con la clave de sesión, obtener el valor **encryptedkey**, y la NIU aplica el operador XOR por segunda vez para descriptar el valor de la clave de sesión.

En el caso de la norma de criptación de datos (DES, *Data Encryption Standard*) normal, se entregan 8 octetos de datos de clave bruta, que se utilizan para derivar la clave real con el número aproximado de bits efectivos, como se describe a continuación (véase A.5.8.5).

A.5.8.5 Derivación de clave

El valor de clave real utilizado para el procesamiento de datos de cabida útil se deriva de las secciones de **key** desarrolladas durante el intercambio de clave. En el caso de DES se necesitan 8 octetos de datos de clave bruta, por lo que basta con una sola sección de 20 octetos, **key(1)**, calculada por HMAC-SHA1.

El bit menos significativo de cada uno de esos 8 octetos no se utiliza para datos, por lo que la longitud efectiva de la clave se reduce a 56 bits (el bit menos significativo de cada octeto puede utilizarse, no obstante, como bit de paridad impar para los otros 7 bits del octeto).

Además, cuando se utiliza el modo 40 bits, los dos bits más significativos de cada octeto se ponen a cero.

A.5.8.6 Procesamiento de trenes de datos

Se puede aplicar seguridad a diversos trenes de datos de cabida útil selectivamente. La unidad elemental se denomina contexto de seguridad; contiene dos claves de sesión que se utilizan para criptar y descriptar un tren de datos de cabida útil. Sólo una de las claves se utiliza para procesar una determinada unidad de cabida útil cualquiera. Cada clave puede utilizarse para procesar datos de cabida útil en sentido ascendente y en sentido descendente.

El hecho de tener dos claves permite efectuar la negociación de una nueva clave mientras se procesan datos de cabida útil utilizando la otra, y conmutar inmediatamente a la nueva clave una vez que ésta ha sido convenida, sin que se interrumpa el tráfico de cabida útil. El INA inicia los intercambios de clave, y puede comenzar a utilizar una clave de sesión para la criptación de tráfico en sentido descendente una vez concluido el intercambio de clave. Para criptación de tráfico en sentido ascendente, la NIU debe utilizar la misma clave utilizada por el INA en la unidad de cabida útil criptada más reciente.

A.5.8.6.1 Trenes de cabida útil

Un tren de cabida útil se identifica por:

- un VPI/VCI de circuito virtual ATM de 24 bits (UNI), que se utiliza para datos de cabida útil para transmisión IB basada en ATM en sentido descendente, transmisión OOB en sentido descendente, y transmisión de datos de cabida útil en sentido ascendente. El circuito ATM puede ser un circuito de tipo uno a uno, o un punto extremo de un circuito multidifusión;
- o bien por una dirección MAC de 48 bits, que se utiliza para datos de cabida útil en sentido descendente con encapsulación multiprotocolo DVB. La dirección MAC puede ser la dirección física del STB o una seudodirección utilizada para multidifusión basada en dirección MAC.

Cuando un tren de cabida útil está securizado, la NIU y el INA tendrán contextos de seguridad concordantes, que se utilizan para criptar/descriptar tráfico tanto en sentido ascendente como en sentido descendente. En el caso de trenes de cabida útil no securizados no hay contexto de seguridad, y los datos de cabida útil no son criptados.

Para el soporte de tráfico multidifusión criptado se creará el mismo contexto de seguridad para cada miembro; para esto se utilizará el intercambio explícito de claves (véase A.5.8.4), de manera que cada NIU pueda descriptar el tren de datos de cabida útil común.

A.5.8.6.2 Criptación de datos

En un tren de datos de cabida útil, los datos se transportan en unidades individuales en las distintas capas de protocolo. La criptación se aplica en la capa más baja posible según el tren de cabida útil de que se trate:

- Trenes de cabida útil basados en ATM: la unidad de criptación es una sola célula ATM. La cabida útil de una célula de 48 octetos se cripta utilizando el contexto de seguridad implicado por la conexión asociada.
- La criptación es transparente a las capas de protocolo de niveles superiores, que perciben solamente cabidas útiles células no criptadas.
- Trenes de cabida útil con encapsulación multiprotocolo DVB: la unidad de criptación es una sola sección de encapsulación multiprotocolo DVB. Los `datagram_data_bytes` (entre la dirección MAC y la CRC/suma de control) se criptan utilizando el contexto de seguridad implicado por la conexión asociada. La cabida útil con encapsulación multiprotocolo DVB a criptar se ajusta para que tenga una longitud de $n \times 8$ octetos (n es un entero) insertando una cantidad adecuada (0...7) de octetos de relleno antes de la CRC/suma de control de acuerdo con [6]. La CRC/suma de control se calcula sobre los octetos de datagramas criptados, en tanto que las capas de protocolo de niveles superiores sólo perciben datagramas no criptados.

A.5.8.6.3 Banderas de criptación

En el encabezamiento de cada unidad de criptación hay banderas que especifican cuál de las dos claves de sesión del contexto de seguridad se utiliza.

El receptor utilizará el contexto de seguridad del tren de cabida útil para ver si habrá de efectuarse la descriptación.

- Células ATM: se utilizan los dos bits menos significativos del campo control de flujo genérico (GFC) del encabezamiento de la célula:
 - 00: no criptado
 - 01: reservado
 - 10: criptado utilizando la clave de sesión 0
 - 11: criptado utilizando la clave de sesión 1

Los dos bits más significativos del campo GFC están reservados para uso futuro y se pondrán a 00.

- Secciones de encapsulación multiprotocolo DVB, de acuerdo con EN 301 192 [6]: se utiliza el campo `payload_scrambling_control`, de dos bits, en el encabezamiento de sección:
 - 00: no criptado
 - 01: reservado
 - 10: criptado con la clave de sesión 0
 - 11: criptado con la clave de sesión 1

El campo `address_scrambling_control`, de dos bits, en el encabezamiento de sección está permanentemente puesto a 00 (la dirección no es aleatorizada).

A.5.8.6.4 Concatenación y vector de inicialización

Dentro de las unidades de criptación, el algoritmo de criptación de bloque se utiliza en modo concatenación de bloques cifrados (CBC): al primer bloque en texto ordinario se le aplica el operador lógico XOR con un vector de inicialización (IV, *initialization vector*), y a los bloques subsiguientes se les aplica el operador XOR con el anterior bloque de texto cifrado, antes de criptar el bloque. Para la descriptación se procede a la inversa: cada bloque de texto cifrado es primeramente descriptado, después de lo cual se le aplica el operador XOR con el anterior valor de concatenación.

El valor de IV para una unidad de criptación dada es cero.

A.5.8.7 Establecimiento de la seguridad

Las cuestiones de seguridad se tratan en las siguientes situaciones:

- Cuando una NIU se registra en la red, efectuará una toma de contacto inicial con el INA para establecer el nivel del soporte de seguridad, en particular los algoritmos criptográficos y los tamaños de clave que habrán de utilizarse.

La toma de contacto consiste en el mensaje **<MAC> de anuncio de comienzo de sesión de seguridad** y el mensaje **<MAC> de respuesta de anuncio de comienzo de sesión de seguridad** (véanse A.5.8.9.1 y A.5.8.9.2), que se intercambian inmediatamente antes del mensaje **<MAC> de inicialización completa**.

Un fallo en esta etapa del protocolo hace que el INA retorne a interacción no securizada con la NIU.

- El contexto de seguridad de un tren de cabida útil securizada se establece cuando se crea la conexión MAC subyacente, antes de transmitir cualquier tren de datos. Se conviene en una clave de sesión, y los valores de cookie y/o de contador de clon pueden actualizarse como parte del intercambio.

El intercambio de clave consiste en el mensaje **<MAC> de intercambio principal/rápido/explicito de clave** y el mensaje **<MAC> de respuesta de intercambio principal/rápido/explicito de clave** (véanse A.5.8.9.3 a 5.8.9.8) que se intercambian inmediatamente antes del mensaje **<MAC> de confirmación de conexión**.

Un fallo en esta etapa del protocolo entraña el fracaso de la operación de establecimiento de la conexión.

- Una vez que se está utilizando una conexión, cada clave de sesión del contexto de seguridad del tren de cabida útil puede actualizarse al vuelo, es decir, sin restablecer la conexión subyacente, y sin interrumpir el tráfico de datos de cabida útil. Los valores de contador de cookie y/o clon no pueden actualizarse como parte del intercambio.

Una nueva clave de sesión se negocia utilizando los mismos mensajes MAC transmitidos en la fase de establecimiento de la conexión. No hay mensaje **<MAC> de confirmación de conexión**.

Un fallo en esta etapa del protocolo entraña el fracaso de la conexión.

Cuando una clave de sesión de contexto de seguridad se está actualizando para una determinada conexión, el tráfico de datos de cabida útil debe criptarse utilizando la otra clave de sesión, o no criptarse en absoluto. Una vez concluido el intercambio de clave, el INA puede comenzar a utilizarla para el subsiguiente tráfico en sentido descendente, y ordenará a la NIU que la utilice para el tráfico en sentido ascendente.

Las tres variantes de mensajes de intercambio de clave autentican la NIU en base al valor de cookie existente. También efectúan la comprobación del contador para detección de clon y, facultativamente, incrementan el contador de clon. Sólo el intercambio principal de clave puede actualizar el cookie.

El flujo de mensajes MAC de seguridad es por naturaleza un flujo serie dentro del contexto de la conexión concreta que se establece. Sin embargo, dado que se establecen concurrentemente múltiples conexiones, puede haber múltiples intercambios de clave concurrentes cuyos mensajes estén intercalados. La NIU tiene la libertad de concluir los intercambios de clave pendientes por conexiones distintas en el orden que desee.

A.5.8.8 Variables de estado persistentes

Para facilitar la autenticación, el intercambio de clave y la detección de clon, la NIU tiene un conjunto de variables de estado cuyos valores están retenidos a través de registros y ciclos de potencia (véase el cuadro A.50):

Cuadro A.50/J.112 – Variables de la NIU con valores persistentes

Nombre	Función	Tamaño
Cookie	cookie de autenticación	160 bits
Cookie_SN	número secuencial de cookie	1 bit
Clone_Counter	contador de detección de clon	8 bits
Clone_Counter_SN	número secuencial de contador de clon	1 bit

Los números secuenciales se utilizan para asegurar que el INA y la NIU mantendrán la sincronización incluso en el caso de que la NIU salga de la red en el curso de un intercambio de protocolo.

A.5.8.8.1 Entrega garantizada

Dentro del protocolo de establecimiento de una conexión MAC, el INA deberá cerciorarse, antes de proseguir, que ha concluido un intercambio de protocolo. Si no recibe un mensaje MAC de respuesta, dentro de cierto periodo de tiempo, retransmitirá el mensaje inicial sin modificación. La NIU hará lo mismo en situaciones en que necesite una respuesta. Si el número de retransmisiones es mayor que tres, el protocolo falla.

Debido a condiciones de carrera, tanto el INA como la NIU pueden generar retransmisiones superfluas. Dichas entidades deberán descartar tales mensajes una vez que se haya recibido correctamente uno de esos mensajes.

Si la NIU no está lista para responder dentro del periodo de temporización especificado, puede enviar mensajes <MAC> **Espera** (véase A.5.8.9.9) con el fin de prolongar el tiempo de que dispone para generar una respuesta adecuada. Al recibir el mensaje de espera, el INA rearrancará su temporizador y reiniciará la cuenta de reintentos.

Los valores de temporización del protocolo pueden fijarse por el mensaje <MAC> de configuración por defecto; en otro caso se aplican los siguientes valores por defecto (véase el cuadro A.51):

Cuadro A.51/J.112 – Valores de temporización del protocolo

Código	Etapas del protocolo	Valor por defecto
0xD	Security Sign-On	90
0xE	Main Key Exchange	600
0xF	Quick Key Exchange Explicit Key Exchange	300

NOTA – La unidad para los periodos de temporización es el milisegundo.

A.5.8.9 Mensajes MAC de seguridad

A.5.8.9.1 Mensaje <MAC> de anuncio de comienzo de sesión de seguridad (unidifusión en sentido descendente)

Como parte del proceso de registro cuando una NIU se conecta a la red, el INA y la NIU negocian el conjunto concreto de algoritmos y parámetros criptográficos que se utilizarán en los protocolos de intercambio de clave para criptación de cabida útil.

Los algoritmos y parámetros seleccionados son globales y se aplican a todos los intercambios de seguridad subsiguientes mientras la NIU esté registrada en la red.

Los algoritmos y parámetros seleccionados afectan a la estructura de los subsiguientes mensajes de intercambio de clave, pues estos mensajes tienen campos que varían según los algoritmos y parámetros que se elijan.

El INA indica los algoritmos y parámetros que soporta fijando los bits adecuados en el **Mensaje <MAC> de anuncio de comienzo de sesión de seguridad**. Hay cuatro clases de algoritmos, y el INA fijará uno o más bits de cada uno de los cuatro campos para especificar las opciones concretas que soporta (véase el cuadro A.52):

Cuadro A.52/J.112 – Estructura del mensaje de anuncio de comienzo de sesión de seguridad

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción	Octetos del parámetro
Security_Sign-On () {				
Public_Key_Algo		1	Opciones de algoritmo de clave pública:	P_{pka} :
PKA_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
PKA_DH_512	1		0: (sí/no) Diffie-Hellman, 512 bits	64
Hash_Algo		1	Opciones de algoritmo de troceado:	P_{ha} :
HA_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
HA_HMACSHA1	1		0: (sí/no) HMAC-SHA1	20
Encryption_Algo		1	Opciones de algoritmo de criptación:	P_{ea} :
EA_Reserved	6		7...2: Reservados, serán 0	
EA_DES_56	1		1: (sí/no) DES, clave de 56 bits	8
EA_DES_40	1		0: (sí/no) DES, clave de 40 bits	8
Nonce_Size		1	Opciones de tamaño de palabra de ocasión:	P_{ns} :
NS_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
NS_64	1		0: (sí/no) 8 octetos aleatorios	8
Reserved	32	4	Reservados para uso futuro; serán 0	
}				

Si la opción de seguridad está soportada, el conjunto mínimo que habrá de ser soportado es PKA_DH_512, HA_HMACSHA1, EA_DES_40, y NS_64.

EA_DES_56 es facultativo.

A.5.8.9.2 Mensaje <MAC> de respuesta de anuncio de comienzo de sesión de seguridad (sentido ascendente)

En su respuesta de anuncio de comienzo de sesión de seguridad la NIU indica los algoritmos y parámetros concretos que habrán de utilizarse. Esto lo hace aceptando una de las opciones ofrecidas por el INA en cada una de las cuatro clases.

La definición de los campos del mensaje de respuesta es similar a la del mensaje del INA, pero con la diferencia de que, en cada uno de estos campos, un solo bit puede estar fijado.

Si la NIU no puede soportar ninguno de los algoritmos propuestos, retornará un valor de campo de todos ceros, y el INA conmutará a comunicación no securizada o enviará otro **mensaje <MAC> de anuncio de comienzo de sesión de seguridad** con opciones diferentes (véase el cuadro A.53).

Cuadro A.53/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de anuncio de comienzo de sesión de seguridad

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción	Octetos del parámetro
Security_Sign-On_Response () {				
Public_Key_Alg		1	Opciones de algoritmo de clave pública:	P_{pka} :
PKA_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
PKA_DH_512	1		0: (sí/no) Diffie-Hellman, 512 bits	64
Hash_Alg		1	Opciones de algoritmo de troceado:	P_{ha} :
HA_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
HA_HMACSHA1	1		0: (sí/no) HMAC-SHA1	20
Encryption_Alg		1	Opciones de algoritmo de criptación:	P_{ea} :
EA_Reserved	6		7...2: Reservados, serán 0	
EA_DES_56	1		1: (sí/no) DES, clave de 56 bits	8
EA_DES_40	1		0: (sí/no) DES, clave de 40 bits	8
Nonce_Size		1	Opciones de tamaño de palabra de ocasión:	P_{ns} :
NS_Reserved	7		7...1: Reservados, serán 0	
NS_64	1		0: (sí/no) 8 octetos aleatorios	8
Reserved	32	4	Reservado para uso futuro; serán 0	
}				

A.5.8.9.3 Mensaje <MAC> de intercambio principal de clave (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje de intercambio principal de clave se utiliza para comenzar un intercambio de clave independiente del cookie, con la NIU, y también para ordenar eventualmente a la NIU que actualice su valor de cookie y su valor de contador de clon (véase el cuadro A.54).

Cuadro A.54/J.112 – Estructura del mensaje de intercambio principal de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Main_Key_Exchange () {			
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags		1	
Reserved	4		7...4: serán 0
FL_Initializing	1		3: (sí/no) primer intercambio de clave
FL_Update_Cookie	1		2: (sí/no) crear nuevo valor de cookie
FL_Update_Counter	1		1: (sí/no) incrementar contador de clon
FL_Session_Key	1		0: seleccionar clave de sesión 0 ó 1
Reserved	8	1	Reservados para uso futuro; serán 0
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce¹

Cuadro A.54/J.112 – Estructura del mensaje de intercambio principal de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
DH_Modulus		P _{pka}	Módulo Diffie-Hellman m
DH_Generator		P _{pka}	Generador Diffie-Hellman g
DH_Public_X		P _{pka}	Valor público Diffie-Hellman X
}			

El bit `FL_Session_Key` especifica qué clave de sesión del contexto de seguridad habrá de actualizarse.

El bit `FL_Update_Counter` está fijado; ordena a la NIU que incremente su contador de detección de clon.

Si el bit `FL_Update_Cookie` está fijado, ordena a la NIU que genere un nuevo valor de cookie para uso en futuras autenticaciones e intercambios de clave, y que reinicie a cero el contador de detección de clon.

Las eventuales actualizaciones del valor de cookie, contador de clon, o de los bits de sus números secuenciales asociados no producen efecto hasta que la NIU haya recibido el siguiente mensaje **<MAC> de confirmación de conexión**.

Si el bit `FL_Initializing` está fijado, indica a la NIU que el campo `Authenticator` de la respuesta no se tiene en cuenta.

Los tamaños de los campos de varios octetos son determinados por los parámetros del algoritmo seleccionado durante el anuncio de comienzo de sesión de seguridad (véase A.5.8.9.1).

El INA utilizará su propio valor Diffie-Hellman privado, **x**, junto con los campos del mensaje de respuesta de la NIU para derivar el nuevo valor de clave de sesión, así como cualquier nuevo valor para el cookie (véase A.5.8.2).

A.5.8.9.4 Respuesta de intercambio principal de clave <MAC> (sentido ascendente)

El mensaje de respuesta de intercambio principal de clave autentica la NIU y completa el intercambio de clave independiente del cookie, con el INA. También contiene el valor actual del contador de detección de clon (véase el cuadro A.55).

Cuadro A.55/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de intercambio principal de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Main_Key_Exchange_Response () {			
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags		1	
Reserved FL_Cookie_SN	6		7...2: serán 0
FL_Counter_SN	1		1: número secuencia de cookie
	1		0: número secuencial de contador de clon
Clone_Counter	8	1	Actual valor del contador de clon
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce2
Authenticator		P_{ha}	Valor de autenticación auth
DH_Public_Y		P_{pka}	Valor público Diffie-Hellman Y
}			

El bit `FL_Counter_SN` es el actual número secuencial del contador de detección de clon. El campo `Clone_Counter` es el valor actual del contador. Se detecta una colisión de clon si el INA encuentra que este valor no concuerda con el valor previsto.

El bit `FL_Cookie_SN` es el número secuencial de cookie utilizado para autenticación.

Si el bit `FL_Update_Cookie` fue fijado por el INA, la NIU generará un nuevo valor de cookie y complementará el bit de número secuencial de cookie. También reiniciará a cero el valor del contador de clon y pondrá a 0 de número secuencial del contador de clon.

Si el bit `FL_Update_Counter` fue fijado por el INA, la NIU incrementará el valor del contador de clon (módulo 256) y complementará el bit de número secuencial de contador de clon.

Ninguna actualización del cookie, del contador de clon, o de sus bits de número secuencial asociado se efectuará ni será pasada a un dispositivo de almacenamiento no volátil hasta que la NIU haya recibido el mensaje **<MAC> confirmación de conexión**.

La NIU utiliza su valor Diffie-Hellman privado, `y`, junto con los campos del mensaje, para derivar el nuevo valor de la clave de sesión así como todo nuevo valor para el cookie (véase A.5.8.2).

A.5.8.9.5 Intercambio rápido de clave <MAC> Q (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje de intercambio rápido de clave se utiliza para iniciar un intercambio de clave independiente del cookie, con la NIU, y también para ordenar a la NIU que actualice su valor de contador de clon (véase el cuadro A.56).

Cuadro A.56/J.112 – Estructura del mensaje de intercambio rápido de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Quick_Key_Exchange () {			
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags	8	1	
Reserved FL_Update_Counter	6		7...2: serán 0
FL_Session_Key	1		1: (sí/no) incrementar contador de clon
	1		0: seleccionar clave de sesión 0 ó 1
Reserved	8	1	Reservados para uso futuro, serán 0
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce1
}			

El bit `FL_Session_Key` especifica qué clave de sesión del contexto de seguridad habrá de actualizarse.

Si el bit `FL_Update_Counter` está fijado, ordena a la NIU que incremente su contador de detección de clon.

El INA se servirá de su conocimiento del valor del cookie así como de los campos de mensaje de respuesta de la NIU para derivar el valor de la clave de sesión (véase A.5.8.3).

A.5.8.9.6 Mensaje <MAC> de respuesta de intercambio rápido de clave (sentido ascendente)

El mensaje de respuesta de intercambio rápido de clave autentica la NIU y concluye el intercambio de clave independiente del cookie, con el INA. También contiene el valor actual del contador de detección de clon (véase el cuadro A.57).

Cuadro A.57/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de intercambio rápido de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Quick_Key_Exchange_Response () {</code>			
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags		1	
Reserved	6		7...2: serán 0
FL_Cookie_SN	1		1: número secuencial de cookie
FL_Counter_SN	1		0: número secuencial de contador de clon
Clone_Counter	8	1	Valor actual del contador de clon
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce2
Authenticator		P_{ha}	Valor de autenticación auth
<code>}</code>			

El bit `FL_Cookie_SN` es el número secuencial de cookie utilizado para autenticación.

El bit `FL_Counter_SN` es el actual número secuencial de contador de detección de clon. El campo `Clone_Counter` es el valor actual del contador. Se detecta una colisión si el INA encuentra que este valor no concuerda con el valor previsto.

Si el bit `FL_Update_Counter` está fijado por el INA, la NIU incrementará (módulo 256) el valor del contador de clon y complementará el bit de número secuencial del contador de clon. Los valores actualizados no producirán efecto, y no serán pasados a un dispositivo de almacenamiento no volátil hasta que la NIU haya recibido el mensaje <MAC> **confirmación de conexión**.

La NIU utiliza el valor de cookie junto con los campos del mensaje para derivar el valor de clave de sesión (véase A.5.8.3).

A.5.8.9.7 Mensaje <MAC> de intercambio explícito de clave (unidifusión en sentido descendente)

El mensaje de intercambio explícito de clave se utiliza para entregar en forma securizada a la NIU un valor existente de clave de sesión, y también para ordenar a la NIU que actualice su valor de contador de clon (véase el cuadro A.58).

Cuadro A.58/J.112 – Estructura del mensaje de intercambio explícito de clave

Explicit_Key_Exchange () {	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags		1	
Reserved FL_Update_Counter	6		7...2: serán 0
FL_Session_Key	1		1: (sí/no) incrementar contador de clon
	1		0: seleccionar clave de sesión 0 ó 1
Reserved	8	1	Reservados para uso futuro; serán 0
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce1
Encryptedkey		P_{ea}	Clave de sesión criptada
}			

El bit FL_Session_Key especifica qué clave de sesión del contexto de seguridad habrá de ser actualizada.

Si el bit FL_Update_Counter está fijado, ordena a la NIU que incremente su contador de detección de clon.

El INA se ha servido de su conocimiento del valor de cookie para criptar el valor de la clave de sesión (véase A.5.8.4).

A.5.8.9.8 Mensaje <MAC> de respuesta de intercambio explícito de clave (sentido ascendente)

El mensaje de respuesta de intercambio explícito de clave autentica la NIU y acusa recibo de la clave entregada. También contiene el valor actual del contador de detección de clon (véase el cuadro A.59).

Cuadro A.59/J.112 – Estructura del mensaje de respuesta de intercambio explícito de clave

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
Explicit_Key_Exchange_Response () {			
Connection_Id	32	4	Identificador de conexión MAC
Flags		1	
Reserved	6		7...2: serán 0
FL_Cookie_SN	1		1: número secuencial de cookie
FL_Counter_SN	1		0: número secuencial de contador de clon
Clone_Counter	8	1	Valor actual del contador de clon
Nonce		P_{ns}	Cadena aleatoria nonce2
Authenticator		P_{ha}	Valor de autenticación auth
}			

El bit FL_Cookie_SN es el número secuencial del cookie para autenticación y descripción de la clave de sesión. Si el INA determina que ha utilizado un cookie incorrecto para la criptación de la clave de sesión, volverá a emitir el mensaje <MAC> de intercambio explícito de clave utilizando el antiguo valor de cookie.

El bit FL_Counter_SN es el valor actual del número secuencial del contador de detección de clon. El campo clone_counter es el valor actual del contador. Se detecta una colisión de clon si el INA encuentra que este valor no concuerda con el valor previsto.

Si el bit `FL_Update_Counter` fue fijado por el INA, la NIU incrementará (módulo 256) el valor del contador de clon y complementará el bit de número secuencial del contador de clon. Los valores actualizados no producen efecto, y no serán pasados a un dispositivo de almacenamiento no volátil, hasta que la NIU haya recibido el siguiente mensaje **<MAC> de confirmación de conexión**.

La NIU utiliza el valor de cookie junto con los campos del mensaje para describir el valor de la clave de sesión (véase A.5.8.4).

A.5.8.9.9 Mensaje <MAC> de espera (sentido ascendente)

La NIU utiliza el mensaje de espera para prolongar el tiempo durante el cual el INA espera la respuesta a un determinado mensaje. Cuando el INA lo recibe, reinicia su valor de temporización y la cuenta de reintentos (véanse A.5.8.8.1 y el cuadro A.60).

Cuadro A.60/J.112 – Estructura del mensaje de espera

	Bits	Octetos	Número de bit/descripción
<code>Wait () {</code>			
<code> Connection_Id</code>	32	4	Identificador de conexión MAC
<code> Message_Type</code>	8	1	Tipo del mensaje procedente del INA
<code> Reserved</code>	8	1	Reservados para uso futuro; serán 0
<code>}</code>			

El campo `Message_Type` es el valor de tipo de mensaje del mensaje recibido del INA que se está procesando. Si el mensaje es específico de una conexión, el campo `Connection_ID` identifica la conexión en cuestión; de lo contrario, su valor es cero. La NIU indica que en ese momento no está apta para responder al mensaje.

A.6 Protocolo interactivo de capa intermedia para aplicaciones de STB cable y aplicaciones de módem de datos cable

En esta cláusula se describen las capas intermedias que habrán de utilizarse cuando se utilice el presente anexo para implementar aplicaciones de STB cable y aplicaciones de módem de datos cable respectivamente. Se presentan tres soluciones para la implementación de estas aplicaciones: IP directo, puentado Ethernet MAC y PPP. IP directo es obligatorio para el INA y para la NIU; las otras dos soluciones son facultativas. Se realizarán pruebas de interoperabilidad sobre puentado Ethernet MAC hasta fines de 1999.

A.6.1 IP directo

El objetivo de esta cláusula es permitir implementaciones compatibles e interoperables para la transmisión de datagramas IP [11] a través de la capa AAL5 del ATM [8] y encapsulación multiprotocolo DVB [6], tal como se utilizan en el presente anexo para transmisión en sentido ascendente y en sentido descendente.

A.6.1.1 Alineación de trama

EL INA y NIU/STB soportarán un tamaño de unidad máxima de MTU de 1500 octetos.

A.6.1.1.1 Transmisión en sentido ascendente y OOB en sentido descendente

El datagrama IP se transportará como tal en la cabida útil de la CPCS-PDU de la AAL5. Este método se describe en RFC 1483 [8] como multiplexación basada en VC para protocolos encaminados y se conoce generalmente por encapsulación nula.

A.6.1.1.2 Transmisión IB en sentido descendente

El datagrama IP se transportará como tal en las secciones encapsulación multiprotocolo DVB de EN 301 192 [6]; LLC_SNAP_flag se fija a cero. Cada datagrama se transporta en una sección individual.

A.6.1.2 Direccionamiento

En la estructura de alineación de trama en sentido ascendente y en la estructura fuera de banda en sentido descendente, el direccionamiento de una NIU/STB concreta se efectúa con un par de VPI/VCI. Se asigna al menos un par de VPI/VCI por cada NIU/STB. Los siguientes pares de VPI/VCI están reservados (véase el cuadro A.61):

Cuadro A.61/J.112 – Valores de VPI/VCI reservados

VPI/VCI	Observaciones
cualquier/0x0000...0x001F	Reservado para uso en ATM
0x00/0x0020	Reservado para uso en DAVIC
0x00/0x0021	Reservado para uso en mensajes DVB MAC
0x00/0x0022	Reservado para radiodifusión DirectIP
0x00/0x0023	Reservado para radiodifusión con puentado Ethernet MAC

Todos los demás pares VPI/VCI pueden ser asignados por el INA para el transporte de tráfico IP. El par VPI/VCI se proporciona por el protocolo DVB MAC.

A.6.1.2.1 Radiodifusión y multidifusión IP de STB/NIU a INA

Todos los paquetes radiodifusión y multidifusión IP se transmitirán con un VPI/VCI en sentido ascendente dado en un mensaje MAC de conexión.

A.6.1.2.2 Radiodifusión y multidifusión IP de INA a STB/NIU

IB en sentido descendente

Para IB en sentido descendente, la radiodifusión y multidifusión IP se transportará de acuerdo con EN 301 192 [6] como se describe a continuación:

La radiodifusión IP en IB en sentido descendente se transmitirá con la dirección MAC de radiodifusión FF:FF:FF:FF:FF:FF. Para la incorporación a un grupo multidifusión IP se utiliza el protocolo IGMP [13]. Además, el INA puede asignar una nueva conexión DVB MAC a la NIU/STB para ese fin, incluyendo una dirección MAC multidifusión. La multidifusión IB en sentido descendente se transmitirá con esa dirección MAC multidifusión.

OOB sentido descendente

La radiodifusión IP en OOB en sentido descendente se transmitirá con un valor de VPI/VCI de 0x00/0x0022. Para la incorporación a un grupo multidifusión IP se utiliza el protocolo IGMP [13]. En consecuencia, el INA puede asignar una nueva conexión MAC a la NIU/STB para ese fin. La multidifusión QPSK en sentido descendente se transmitirá con el VPI/VCI dado en el mensaje MAC de conexión.

A.6.1.3 Asignación de dirección IP

La NIU/STB utilizará, o bien el protocolo BOOTP de acuerdo con RFC 951 [10], o bien el protocolo DHCP de acuerdo con RFC 2131 [9], para obtener de la red una dirección IP, a menos que el operador haya asignado a la NIU/STB una dirección IP fija y la haya comunicado al INA. Todas

las demás direcciones IP de equipos en las instalaciones de clientes conectados a la NIU/STB se asignarán mediante los protocolos BOOTP o DHCP, a menos que el operador haya designado direcciones IP fijas. El tráfico unidifusión en sentido descendente con una dirección IP de destino no asignada mediante los protocolos BOOTP o DHCP, o por el operador, será descartado por el INA. El tráfico en sentido ascendente con una dirección IP de anfitrión de origen no asignada por el protocolo BOOTP o DHCP, o por el operador, será descartado por la NIU/STB y el INA.

A.6.1.4 Interfaces INA (a título informativo)

Por determinar.

A.6.1.5 Interfaces NIU/STB (a título informativo)

Por determinar.

A.6.2 Puenteado Ethernet MAC

El objetivo de esta cláusula es permitir implementaciones compatibles e interoperables para la transmisión de tramas Ethernet MAC conformes a ISO 8802-3 [15] a través de la capa AAL5 de ATM [8] y encapsulación multiprotocolo DVB [6], como se utilizan en este anexo para la transmisión en sentido ascendente y en sentido descendente.

A.6.2.1 Alineación de trama

A.6.2.1.1 Sentido ascendente y OOB sentido descendente

La trama Ethernet MAC se transportará en la cabida útil de la PDU de la subcapa CPCS de la capa AAL5, descrita en RFC 1483 [8] como encapsulación LLC para PDU Ethernet/802.3 puenteadas, utilizando el PID 0x00-07 (LAN FCS no se transmite). No se insertan octetos de relleno entre el encabezamiento LLC/SNAP y la trama Ethernet MAC.

A.6.2.1.2 IB sentido descendente

La trama Ethernet MAC se transportará en la cabida útil de las secciones encapsulación multiprotocolo DVB descritas en EN 301 192 [6], LLC_SNAP_flag se pone a 1. El valor del encabezamiento LLC/SNAP es 0xAA-AA-03-00-80-C2-00-07. Cada trama Ethernet MAC se transporta en una sección individual.

A.6.2.2 Direccionamiento

En la estructura de alineación de trama en sentido ascendente y en la estructura de alineación de trama fuera de banda en sentido descendente, el direccionamiento de una NIU/STB concreta se efectúa con un par de identificadores VPI/VCI. Se asigna al menos un par VPI/VCI a cada NIU/STB. Los pares VPI/VCI indicados en el cuadro A.61 están reservados.

Todos los demás pares VPI/VCI podrán ser designados por el INA para transportar tráfico Ethernet. Los pares VPI/VCI se proporcionan mediante el protocolo MAC DVB.

A.6.3 PPP

El objetivo de esta cláusula es permitir implementaciones compatibles e interoperables para la transmisión de paquetes PPP a través de la AAL5 de ATM y encapsulación multiprotocolo DVB [6], tal como se utilizan en el presente anexo para la transmisión en sentido ascendente y en sentido descendente.

A.6.3.1 Alineación de trama

La implementación se efectuará de acuerdo con RFC 2364 [22] apartado 5.

A.6.3.1.1 Sentido ascendente y OOB sentido descendente

La trama PPP se transportará como tal en la cabida útil de la PDU de la subcapa CPCS de la capa AAL5. Este método se describe en RFC 2364 [22], figura 1. Las secuencias de banderas, que delimitan las tramas marcando el comienzo y fin de cada una, ya no existen. El mapa de caracteres de control asíncronos (ACCM, *asynchronous-control-character-map*) no se negocia. En consecuencia, el procedimiento de relleno ya no se necesita.

A.6.3.1.2 IB sentido descendente

Los datagramas PPP se transportarán en la cabida útil de las secciones DSM-CC como se describe en EN 301 192 [6] (encapsulación multiprotocolo DVB) con la LLC_SNAP_flag puesta a 1. La encapsulación de PPP en LLC/SNAP se define en RFC 2364 [22] "PPP over AAL5" (con el valor NLPID para PPP fijado a 0xCF). Cada trama PPP será transportada en una sección individual.

A.6.3.2 Direccionamiento

En la estructura de alineación de trama en sentido ascendente y en la estructura de alineación de trama fuera de banda en sentido descendente, el direccionamiento de una NIU/STB concreta se efectúa con un par VPI/VCI. Se asigna al menos un par VPI/VCI a cada NIU/STB. Los pares indicados en el cuadro A.61 están reservados.

Todos los demás pares VPI/VCI pueden ser asignados por el INA para transportar tráfico PPP. Cada conexión PPP se asociará a un par VPI/VCI, proporcionado por el protocolo MAC DVB RC.

A.6.3.3 Asignación de dirección IP

Tras la recepción del mensaje MAC de confirmación de conexión, la NIU/STB utiliza el protocolo IPCP incluido en el protocolo PPP, de acuerdo con RFC 1332 [23], para obtener de la red una dirección IP. El protocolo PPP soporta el caso en que se asigna a la NIU/STB una dirección fija.

Cuando el operador ha asignado una dirección IP fija a la NIU/STB, se utiliza el protocolo IPCP para comunicar esta dirección IP al INA. La PPP IPCP *Configure-Request* de la NIU/STB indica la dirección IP que se utiliza.

El INA puede proporcionar una dirección IP (u otra dirección IP), enviando un acuse de recibo negativo de esta opción y retornando una dirección IP válida. La NIU/STB utilizará esta dirección IP incluso en el caso de que la NIU/STB tenga una dirección fija.

A.6.3.4 Direcciones IP adicionales

Cuando la NIU/STB también está conectada al equipo en las instalaciones del cliente por una red de área local (LAN, *local area network*), se aplicará uno de los siguientes esquemas de asignación de dirección IP:

- 1) La LAN tiene su propia dirección de subnet y máscara de subnet IP; en este caso, la NIU/STB actúa como un encaminador, es decir, la dirección de subnet y la máscara de subnet IP de la LAN son independientes del INA.
- 2) Los mensajes BOOTP/DHCP procedentes de la LAN se envían transparentemente a través del enlace PPP a un servidor en la lado del INA.

El INA descartará el tráfico unidifusión en sentido descendente con una dirección IP de destino no asignada mediante los PPP o BOOTP/DHCP. La NIU/STB y el INA descartarán el tráfico en sentido ascendente con una dirección IP de anfitrión de origen que no haya sido asignada mediante PPP o BOOTP/DHCP.

A.6.3.5 Seguridad

Los protocolos PAP o CHAP suministrarán mecanismos de autenticación y autorización; estos dos mecanismos están incluidos en PPP.

A.6.3.6 Interfaces INA (a título informativo)

Por determinar.

A.6.3.7 Interfaces NIU/STB (a título informativo)

Por determinar.

A.7 (Nota informativa A) Transiciones de estados y periodos de temporización MAC

Las casillas (en la figura A.54) representan estados, y las flechas representan transiciones de un estado a otro. Las transiciones de estado son causadas por eventos; esta situación se denota por "Ex: <event>". Los eventos que provocan una transición de estado son, o bien la recepción de mensajes MAC, o bien la expiración de periodos de temporización. Un evento puede provocar una transición de estado según que se cumpla o no se cumpla una condición; esta situación se denota por "Ex: <event> && <condition>".

Para todos los estados se pone en marcha un dispositivo que define un periodo de temporización. Los valores de estos contadores de temporización se designan por Tx.

En las páginas siguientes, los eventos van acompañados de acciones que son realizadas por la máquina de estados durante la transición de estado. Algunas acciones son ejecutadas solamente si se cumple una determinada condición. Para aclarar esta circunstancia se utiliza la construcción "if then else".

A.7.1 Inicialización, aprovisionamiento, anuncio de comienzo de sesión, y calibración

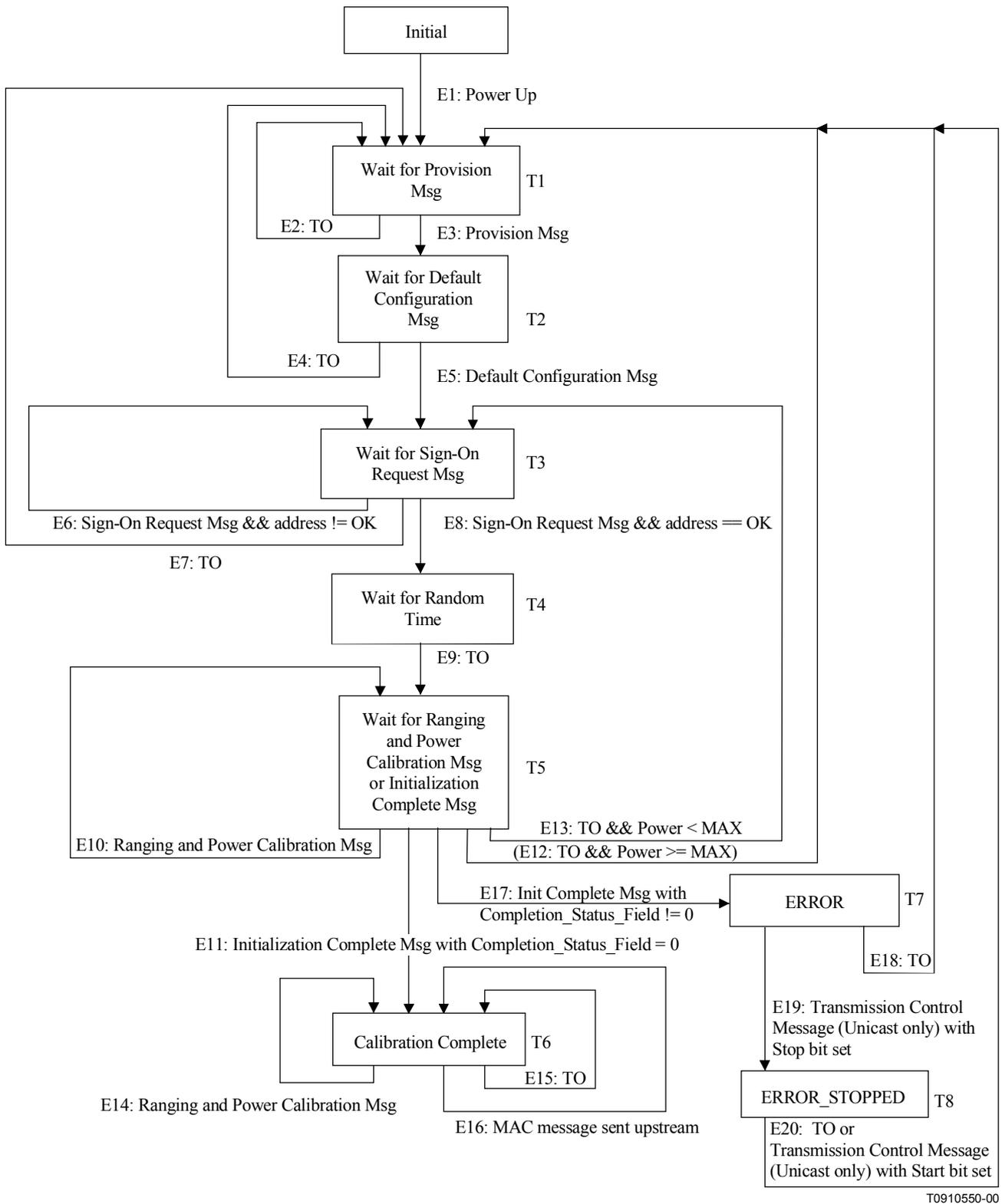


Figura A.54/J.112 – Diagrama de estados para determinación y calibración

- E1 Power up:
Tune to any downstream channel
(re)set time-out to T1
- E2 Time-out received:
Tune to next downstream channel
(re)set time-out to T1
- E3 Provision Msg received:
IF current DS freq. != provision Freq.
Tune provision channel
(re)set time-out to T2
- E4 Time-out received:
Do nothing
(re)set time-out to T1
- E5 Default Configuration Msg received:
Tune to service channel
TimeOffset = Absolute_Time_Offset
Output_Power_Level = MIN_Power_Level
Power_Retry_Count = 0
Sign-On_Retry_Count = 0
(re)set time-out to T3
- E6: Sign-on Msg && address != OK:
Do nothing
(re)set time-out to T3
- E7: Time-out received:
Do nothing
(re)set time-out to T1
- E8: Sign-on Msg && address == OK:
Sign-On_Retry_Count = min (Sign-On_Retry_Count+1, 255)
(re)set time-out to T4
- E9: Time-out received:
Send Sign-on Response Msg in ranging area
(using last succesful power and timing settings, if allowed)
(re)set time-out to T5
- E10: Ranging and Power Calibration Msg:
Time_Offset = Time_Offset + Time_Offset_Value
Output_Power_Level = min (Output_Power_Level + Power_Control_Setting × 0.5 dB,
MAX_Power_Level)
IF Ranging_Slot_Included
send Ranging and Power Calibration Response Msg on Ranging_Slot_Number
ELSE
send Ranging and Power Calibration Response Msg in ranging area
(re)set time-out to T5
- E11 Initialization Complete Msg with Completion_Status_Field = 0:
(re)set time-out to T6
- E12 Time-out received && Power >= MAX:
Do nothing
(re)set time-out to T1

- E13 Time-out received && Power < MAX:
 Power_Retry_Count++
 IF Power_Retry_Count < Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count
 Do Nothing
 ELIF Tuned to Backup Service Channel
 Tune to Service Channel
 Output_Power_Level = min (Output_Power_Level + x dB, MAX_Power_Level)
 Power_Retry_Count = 0
 ELIF Service Channel != Backup Service Channel (x ∈ [0.5...2])
 Tune to Backup Service Channel
 Power_Retry_Count = 0
 ELSE
 Output_Power_Level = min (Output_Power_Level + x dB, MAX_Power_Level)
 Power_Retry_Count = 0
 (re)set time-out to T3 (x ∈ [0.5...2])
- E14 Ranging and Power Calibration Msg:
 Absolute_Time_Offset = Absolute_Time_Offset + Time_Offset_Value
 Output_Power_Level = min (Output_Power_Level + Power_Control_Setting × 0.5 dB,
 MAX_Power_Level)
 IF Ranging_Slot_Included
 send Ranging and Power Calibration Response Msg on Ranging_Slot_Number
 ELSE
 send Ranging and Power Calibration Response Msg in ranging area
 (re)set time-out to T6
- E15 Time-out received
 Send Idle Mgs
 (re)set time-out to T6
- E16 MAC message sent upstream
 (re)set time-out to T6
- E17 Initialization Complete Message received with Initialization Field != 0
 Set time-out to T7
 Go to ERROR state
- E18 Time-out received
 Set time-out to T1
 Go to Wait_for_Provisioning state
- E19 Transmission Control Message received (in Unicast address only) with Stop bit set
 Reset time-out to T8
 Go to ERROR_STOPPED state
- E20 Transmission Control Message received (in Unicast address only) with Start bit set OR
 Time-out received
 Set time-out to T1
 Go to Wait_for_Provisioning state

El cuadro A.62 relaciona los periodos de temporización del diagrama de transición de estados con los especificados en ETS 300 800 [24].

Cuadro A.62/J.112 –Periodos de temporización del diagrama de transición de estados para el anuncio de comienzo de sesión de la NIU y códigos

Periodo de temporización	Descripción	Código (véase el mensaje de configuración por defecto)
T1	Intervalo de aprovisionamiento	Fijo 900 ms
T2	Intervalo de configuración por defecto	0x2
T3	Intervalo de mensaje de anuncio de comienzo de sesión	0x2
T4	Aleatorio (ResponseCollectionTimeWindow)	Véase el mensaje de petición de anuncio de comienzo de sesión
T5	Respuesta de anuncio de comienzo de sesión → Det. y calibr. de potencia Respuesta de anuncio de comienzo de sesión → Inicialización completa Respuesta de det. y calibr. de potencia. → Det. y calibr. de potencia Respuesta de det. y calibr. de potencia → Inicialización completa	0x3
T6	Intervalo de reposo	Véase el mensaje de configuración por defecto
T7	Estado ERROR para Wait_for_Provisioning interval	0x04
T8	Estado ERROR_STOPPED para Wait_for_Provisioning interval	Fijo 10 minutos

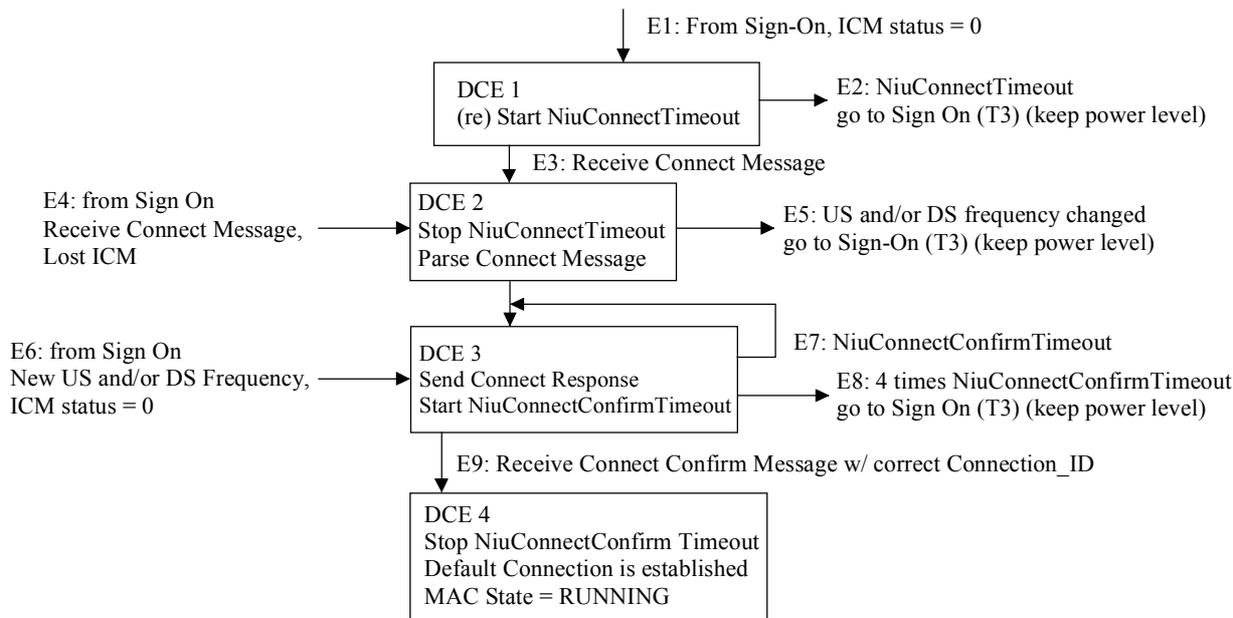
A.7.2 Establecimiento de la conexión

Hay dos casos de establecimiento de la conexión: establecimiento de la primera conexión o de una conexión por defecto, y establecimiento de conexiones adicionales una vez que la conexión por defecto ha sido establecida.

Si el STB detecta la pérdida continua de la portadora o de la alineación de trama durante un lapso mayor que LofTimeout, considerará que todas las conexiones están liberadas y pasará al estado Login (T0?).

Establecimiento de conexión por defecto

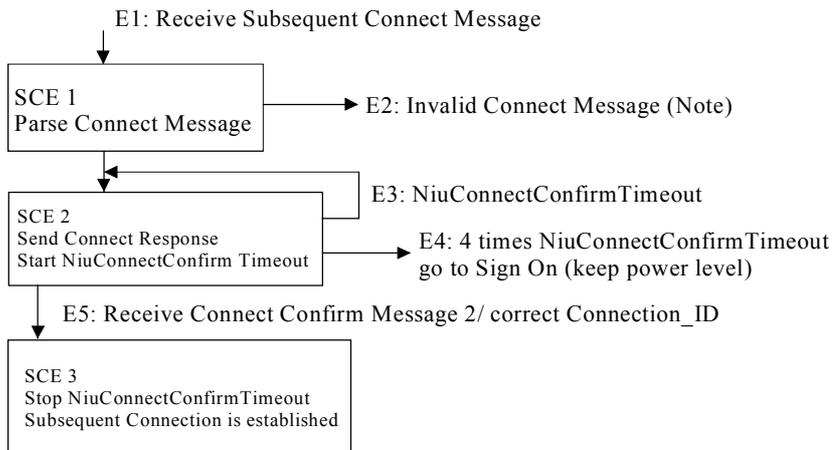
Se inicia este procedimiento una vez que se ha aplicado con éxito el procedimiento de anuncio de comienzo de sesión y calibración. Existe un caso especial cuando el STB pierde el mensaje de inicialización completa pero recibe un mensaje de conexión. En este caso especial, el STB actuará como si hubiera recibido el mensaje de inicialización completa.



T0910560-00

Establecimiento de conexión subsiguiente

Se puede aplicar este procedimiento cuando el STB tiene al menos una conexión en funcionamiento (es decir, una conexión que no haya sido detenida mediante un mensaje de control de transmisión).



T0910570-00

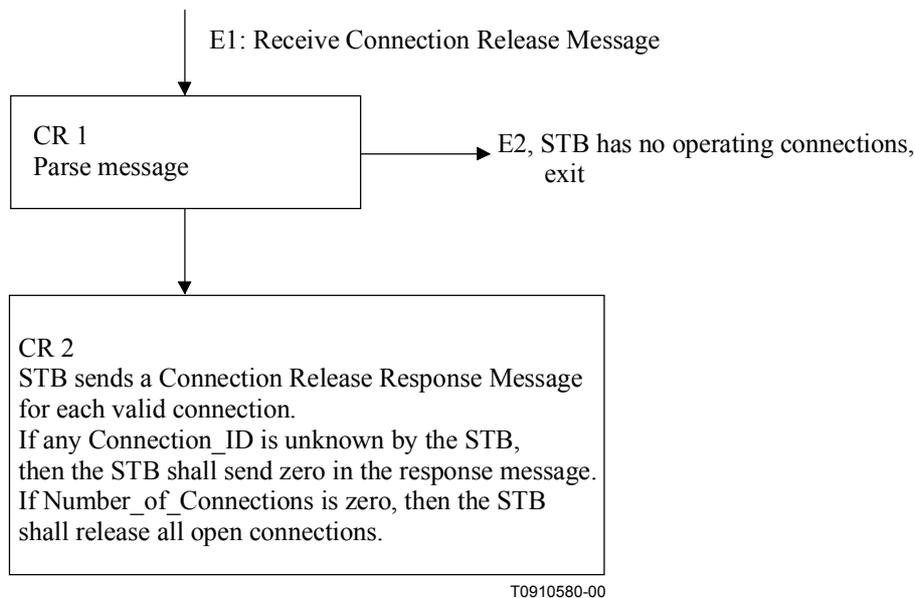
NOTE – Subsequent Connect Message Validity

```

if (US frequency is different than the current US frequency) {
  message invalid
} else if (Connect Message contains both an IB and OOB DS frequency) {
  message invalid
} else if (Connect Message contains an IB freq and the STB currently has an open connection on a different IB freq) {
  message invalid
} else if (Connect Message contains an OOB freq and the STB currently has an open connection on a different OOB freq) {
  message invalid
}
  
```

A.7.3 Liberación de la conexión

El STB sólo puede liberar conexiones cuando tenga al menos una conexión en funcionamiento (es decir, una conexión que no haya sido DETENIDA mediante un mensaje de control de transmisión). Si el número de conexiones del STB se ha reducido y sólo le queda una, se considera que esta es la conexión por defecto.

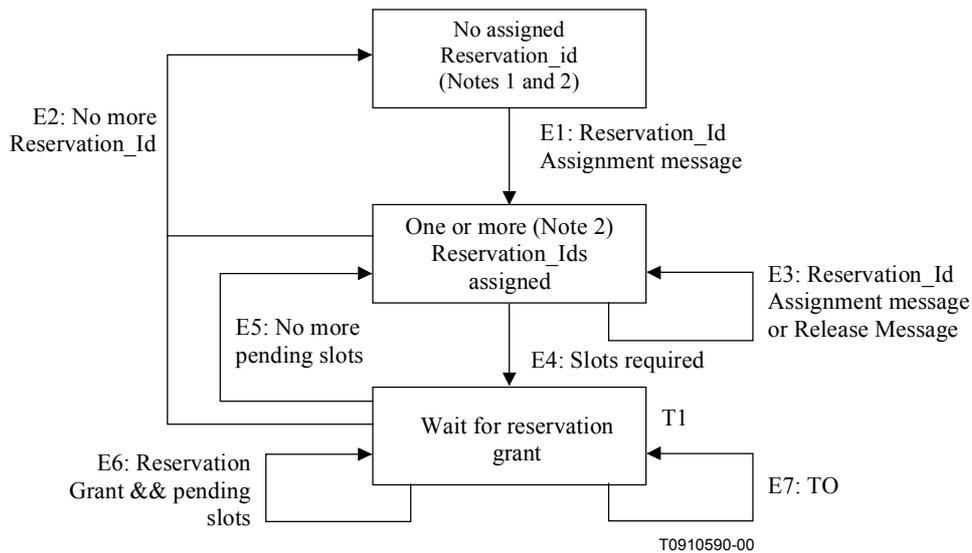


A.7.4 Proceso de reserva

La figura siguiente muestra un diagrama de estados del proceso de reserva. Las casillas representan estados, y las flechas transiciones de estado. Las transiciones de estado son causadas por eventos; esta situación se denota por "Ex: <event>". Los eventos que provocan una transición de estado son, o bien la recepción de mensajes MAC, o bien la expiración de periodos de temporización. Un evento puede provocar una transición de estado según que se cumpla o no se cumpla una condición; esta situación se denota por "Ex: <event>&&<condition>".

Por intervalo pendiente ha de entenderse un intervalo con relación al cual todavía no se ha enviado una petición de reserva.

Por intervalo pedido ha de entenderse un intervalo con relación al cual ya se ha enviado una petición de reserva pero dicha reserva todavía no se ha concedido.



NOTE 1 – 'No assigned Reservation_id' State is to be linked to the state diagram of connection establishment process.
 NOTE 2 – No Time-out is associated to this state since when transition shall occur is not in the scope of the specification.

- E1 Reservation_Id Assignment message:
 If a 'Reservation_Id assignment' message is received with a valid Connection_Id,
 Send a 'Reservation_Id response' message
 Consider new parameters
 Go to 'One or more Reservation_Ids assigned'
- E2 No more Reservation_Id:
 If a 'Release' message closes the last connection with an assigned Reservation_Id,
 Delete all slots allocated in reservation region for this connection
 Go to 'No assigned Reservation_Id' state
 If a 'Reprovisioning' message is received with 'Delete_Reservation_Ids' bit set,
 Delete all slots allocated in reservation region
 Go to 'No assigned Reservation_Id' state
- E3 'Reservation_Id Assignment' message or 'Release' message:
 If a 'Release' message closes the connection with an assigned Reservation_Id (but not the last),
 Delete all slots allocated in reservation region for this connection
 Stay in same state
 If a 'Reservation_Id Assignment' message is received with a valid Connection_Id,
 Consider new parameters
 Send a 'Reservation_Id_Response' message
 Stay in same state
- E4 Reservation slots are required by the NIU:
 If Piggyback allowed and is being implemented,
 Send Piggyback request by setting the appropriate GFC field bit on any upstream ATM cell of this connection
 OR
 Send a 'Reservation Request' message with Reservation_Id corresponding to the connection
 Maintain count of pending slots and requested slots for this connection
 Set a timer to T1 (equal to 'grant_protocol_timeout' associated to the Reservation_Id)
 Go to 'Wait for reservation grant' state
 OR

If (Continuous_Piggy_Back_Timeout != 0) and (continuous piggyback timer not elapsed),

Send a 'Request indication' via Piggybacking in the last granted slot indicating the request of the minimum number of slots possible
If this is the first continuous Piggyback request, set timer for continuous piggybacking to "Continuous_Piggy_Back_Timeout"
Set timer of the connection to T1 (function of 'grant_protocol_timeout' associated to the Reservation_Id)
Go to 'Wait for reservation grant' state

E5 Reservation Grant message granting all requested slots:

If a 'reservation grant' message grants all the previous requests (i.e. with 'remaining_slot_count' field set to 0) and no pending slots,

Disable active timers

Go to 'One or more Reservation_Ids assigned' state

E6 Reservation Grant message but requested slots still to be granted:

If a 'reservation grant' message grants previous requests (but not all or some with 'remaining_slot_count' field different from 0)

For connection with request not completely granted

Set timer of the connection to T1 (equal to 'grant_protocol_timeout' associated to the reservation_Id)

Update number of requested slots with 'granted slot count' field

If 'remaining_slot_count' < 15 and (pending_slot_count != 0 or requested_slot_count != remaining_slot_count)

If Piggyback allowed and is being implemented

Send Piggyback request by setting the appropriate GFC field bit on the next upstream ATM cell – either a contention based ATM cell, a reservation based PDU or a fixed access based ATM cell

OR

Send a 'Reservation Request' message with reservation_Id corresponding to the connection

Maintain count of pending slots and requested slots for this connection

For completely granted connection

Disable timer of the connection

Set number of requested slots to 0 for this connection

If pending slots exist

If Piggyback allowed and is being implemented

Send Piggyback request by setting the appropriate GFC field bit on the next upstream message – either a contention based ATM cell, a reservation based PDU or a fixed access based ATM cell

OR

Send a 'Reservation Request' message with reservation_Id corresponding to the connection

Maintain count of pending slots and requested slots for this connection

Set timer of the connection to T1 (function of 'grant_protocol_timeout' associated to the reservation_Id)

If new slots are required for a connection, update number of pending slots.

Stay in same status

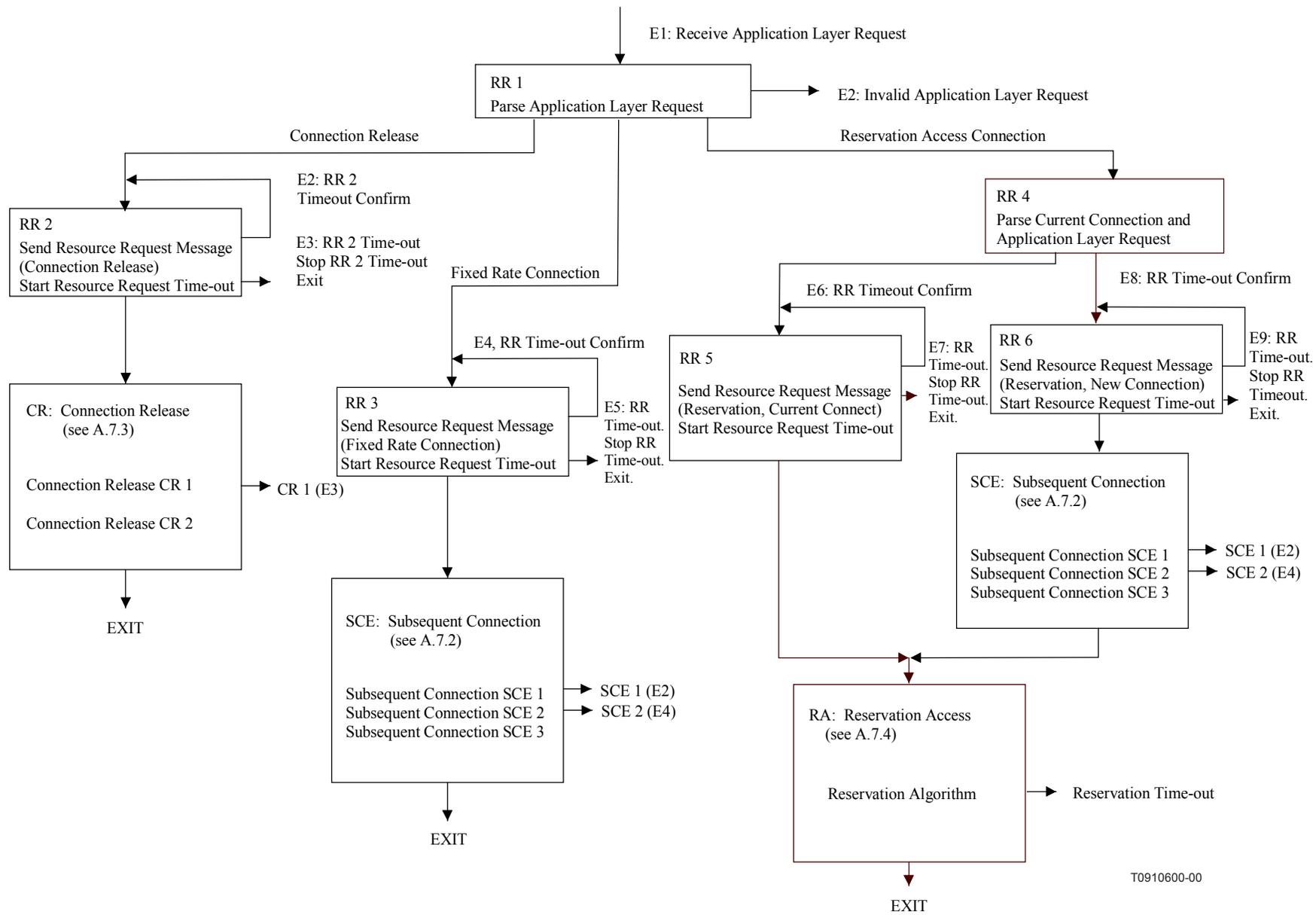
E7 Time-out received:
If an active timer ellapsed,
 Send a reservation status request message for the associated connection
Set timer of the connection to T1 (function of 'grant_protocol_timeout' associated to the Reservation_Id)
If new slots are required for a connection, update number of pending slots.
 Stay in same status

El periodo de temporización T1 lo fija dinámicamente el INA en el mensaje "Reservation_Id_Assignment" (parámetro grant_protocol_timeout).

A.7.5 Petición de recurso

La NIU utiliza el mensaje <MAC> de petición de recurso para pedir una nueva conexión o para modificar los parámetros asociados con una conexión existente. En los casos antes mencionados, el proceso de asignación de recurso lo inicia la NIU. Después de esta iniciación, el INA asigna o modifica estas conexiones utilizando el proceso MAC antes definido.

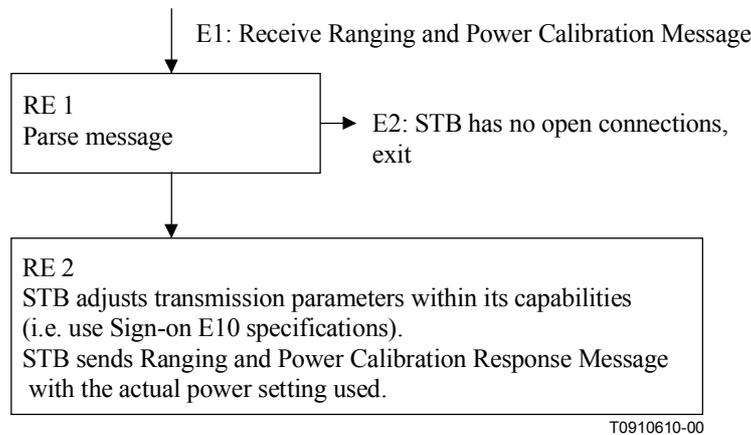
A continuación se presenta un diagrama de estados de los procesos de petición de recurso, sobre la base de los procesos ya descritos y utilizando la terminología aplicada en las cláusulas precedentes.



T0910600-00

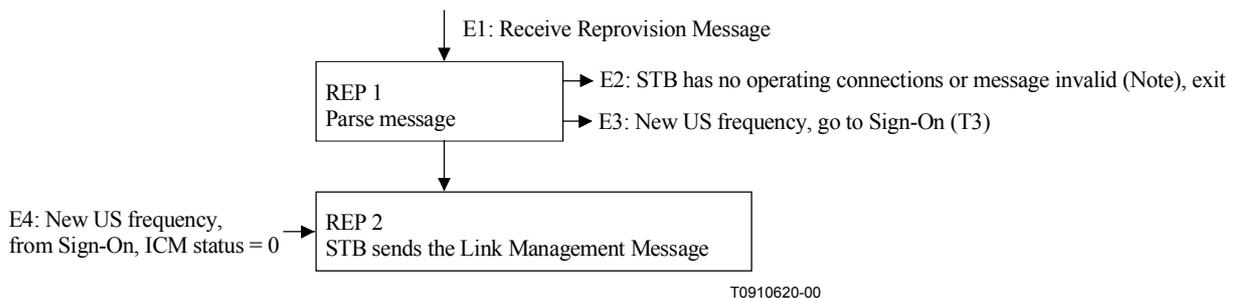
A.7.6 Recalibración

El STB puede ser recalibrado en todo momento en que tenga al menos una conexión abierta [es decir, STOPPED (detenida) o RUNNING (en funcionamiento)].



A.7.7 Mensaje de reaprovisionamiento

El STB puede ser reaprovisionado en todo momento en que tenga al menos una conexión operativa.



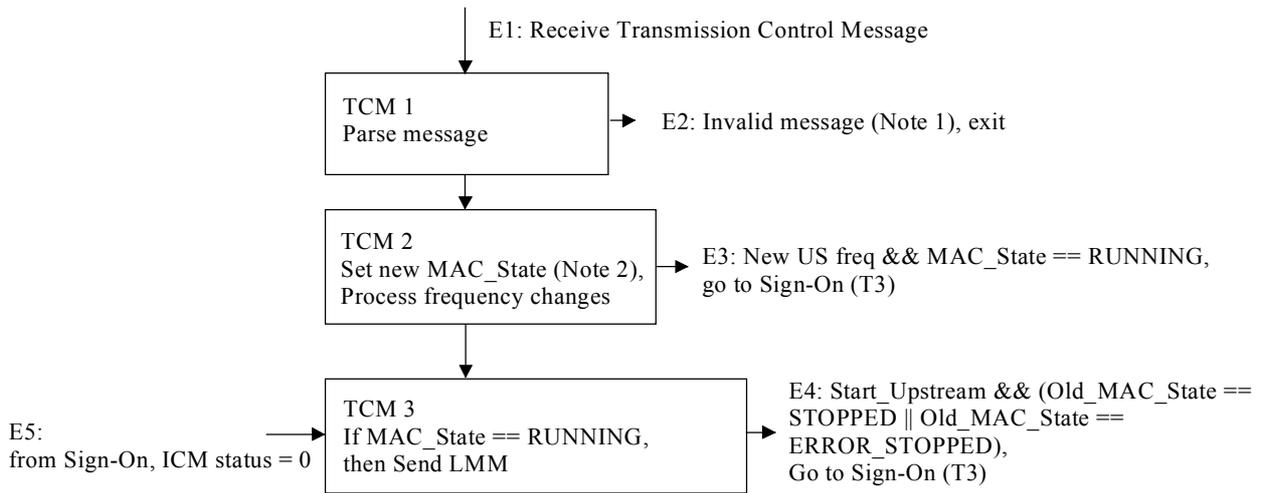
NOTA – Validez del mensaje de reaprovisionamiento

Aparte de los valores de parámetros no válidos, se considerará que el mensaje de reaprovisionamiento recibido no es válido si contiene nuevas asignaciones cíclicas y nuevas asignaciones de lista de intervalos.

A.7.8 Mensaje de control de transmisión

El mensaje de control de transmisión (TCM, *transmission control message*) controla aspectos de transmisión en sentido ascendente y en sentido descendente. Las instrucciones se envían al STB en modo radiodifusión o en modo unidifusión. El STB está en uno de los siguientes estados MAC:

- RUNNING: el STB tiene al menos una conexión operativa.
- STOPPED: el STB ha recibido una instrucción TCM de detención de la transmisión en sentido ascendente.
- ERROR: el STB ha recibido un TCM cuyo Completion_Status_Field tiene un valor diferente de cero.
- ERROR_STOPPED: el STB estaba en el estado ERROR y recibió una instrucción TCM Stop_Upstream_Transmission.
- NONE: el STB no tiene conexiones abiertas.



T0910630-00

NOTE 1 – Invalid TCM

Besides invalid parameter values, the received TCM will be considered invalid if (Start_Upstream_Transmission && Stop_Upstream_Transmission) or (Old_Frequency != CurrentFrequency) in which case the STB will ignore the message.

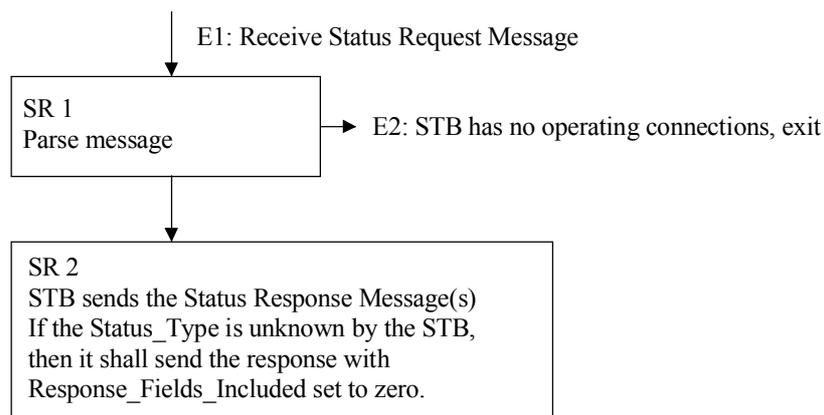
NOTE 2 – New MAC

```

if (Start_Upstream_Transmission == 0 && Stop_Upstream_Transmission == 0) {
  New_MAC_State = Old_MAC_State
} else if (Start_Upstream_Transmission == 0 && Stop_Upstream_Transmission == 1) {
  if (Old_MAC_State == ERROR) New_MAC_State = ERROR_STOPPED
  else if (Old_MAC_State == ERROR_STOPPED) New_MAC_State = ERROR_STOPPED
  else New_MAC_State = STOPPED
} else if (Start_Upstream_Transmission == 1 && Stop_Upstream_Transmission == 0) {
  if (Old_MAC_State == ERROR) New_MAC_State = ERROR
  else if (Old_MAC_State == ERROR_STOPPED && Broadcast) New_MAC_State = ERROR_STOPPED
  else New_MAC_State = RUNNING
}
  
```

A.7.9 Mensaje de petición de estado

El STB puede ser interrogado sobre su estado si tiene al menos una conexión operativa.



T0910650-00

A.7.10 Mensaje de reposo

El mensaje de reposo lo envía el STB cuando se cumplan estas dos condiciones: que esté inactivo en cuanto a la transmisión de mensajes MAC en sentido ascendente durante un lapso que exceda un Idle_Interval de valor diferente de cero, y que tenga al menos una conexión operativa.

A.8 Primitivas MAC (a título informativo)

Para proporcionar una manera común de intercomunicar con las funciones MAC se definen primitivas por encima de la capa MAC. Se tiene el propósito de que estas primitivas abarquen tanto las aplicaciones de módem de cable (CM, *cable modem*) como las aplicaciones de adaptador multimedios (STB), y la función INA de los extremos de cabecera.

El MAC se encarga principalmente de:

- la sincronización del STB/CM con la red (establecimiento del enlace físico inicial) y establecimiento de la conexión inicial;
- la gestión de las conexiones subsiguientes entre el INA y el STB/CM. (Obtiene las conexiones asignadas por el INA y también asegura las funciones relativas a los diversos modos de comunicación, por ejemplo, el acuse de recibo de transmisiones basadas en contienda o las peticiones de reserva de anchuras de banda cuando se necesiten);
- las funciones periódicas de gestión de enlace que garantizan un enlace físico correcto (por ejemplo, modificaciones del nivel de potencia y del desplazamiento de tiempo, o las reasignaciones de recursos solicitados por el INA).

La interfaz entre el MAC y las capas superiores se han implementado por medio de primitivas. La definición de las primitivas se ha basado, como de costumbre, en la arquitectura del modelo estructurado en capas de la interconexión de sistemas abiertos (OSI).

Prefix (prefijo): Identificador de la capa que proporciona el servicio.

Core (núcleo): Nombre de la primitiva. Se relaciona con la acción realizada.

Suffix (sufijo): Indicación del sentido de transmisión de los datos.

La ventaja del método basado en primitivas es que proporciona un medio claro y determinístico de intercambio entre capas. Además, este método permite un trabajo de adaptación más fácil, pues los productos finales pueden obtenerse utilizando diversos enlaces físicos entre la NIU y la entidad de capa superior.

Las primitivas MAC pueden dividirse en dos conjuntos:

- Las primitivas MAC de control y recurso abarcan el intercambio de información de señalización y de gestión de enlace entre la capa MAC y la entidad de gestión del STB/CM o el INA (véase A.8.1).
- Las primitivas MAC de datos abarcan el transporte de cabida útil de aplicaciones de datos entre la capa MAC y entidades de capa superior (véase A.8.2).

Las primitivas corresponden a un evento y transportan parámetros. Para facilitar su identificación y por tanto su tratamiento, se identifican por un identificador único.

El identificador (Primitive_id) se codifica en 16 bits. Para la numeración se aplican las siguientes reglas:

- b15-b12 – Capa: 0 = MAC; 1 = DL (otros valores (2 a 0xF) están reservados)
- b11 – Control/datos: 1 = primitiva de control, 0 = primitiva de datos
- b10-b0 – N.º de primitiva: valor raíz del Primitive_id

El valor raíz del Primitive_id se asignará comenzando por el valor 1.

Las primitivas corresponden a la definición de servicios que se deducen de las características de la capa MAC. Sin embargo, las diversas implementaciones de este anexo probablemente necesitarán más intercambios de información basados en nuevos mensajes que estén mejor adaptados a la especificidad de los fabricantes. Para permitir la definición y utilización de primitivas de tipo privado, pueden utilizarse los valores que comienzan por 0x7FF, los cuales se asignarían en orden decreciente hasta 0x400.

Todos los parámetros de las primitivas se codifican en el orden en que aparecen indicados, empezando por el MSB para cada parámetro. A menos que se indique otra cosa, el tipo de los parámetros es entero sin signo.

A.8.1 Primitivas de control y recurso

A.8.1.1 En el lado STB/CM

A.8.1.1.1 <Prim> MAC_ACTIVATION_REQ

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0801
DS_Type	8	Tipo sentido descendente
DS_IB_Symb_Rate_Nb	8	Número de velocidades de símbolos dentro de banda que habrán de probarse
DS_IB_Symb_Rate_List	16 [Nb]	Lista de valores de velocidad de símbolos (en ksímbolo/s)
DS_Freq_Nb	8	Número de frecuencias que habrán de probarse
DS_Freq_List	32 [Freq_Nb]	Lista de frecuencia que habrán de probarse (en Hz)

La entidad de gestión pide a la capa MAC que comience el proceso de sincronización de red. Puede proporcionar el tipo de canal en sentido descendente. La lista de frecuencias se transfiere para acelerar el barrido. Si no se menciona ninguna frecuencia (Freq_Nb = 0), la capa MAC efectuará un barrido del conjunto completo de frecuencias DVB-RC.

En el modo dentro de banda, el solicitante puede especificar la velocidad de símbolo. Si no se especifica (es decir, DS_IB_Symb_Rate_Nb = 0), la capa MAC probará todos los valores posibles.

Después de recibir esta primitiva, la capa MAC establece la primera frecuencia y comienza el proceso de sincronización inicial (aprovisionamiento, configuración por defecto, intercambio de anuncio de comienzo de sesión, determinación y calibración de potencia, inicialización completa).

Si no tiene éxito, se vuelve a comenzar el proceso para cada frecuencia de la lista.

Si todas las frecuencias que aparecen en la lista fallan, se efectúa un barrido completo.

Cuando el mensaje de inicialización completa ha sido correctamente decodificado, o cuando se ha probado sin éxito el conjunto completo de frecuencias y se ha implementado sin éxito el conjunto completo de tipos en sentido descendente, se envía la primitiva MAC_ACTIVATION_CNF, que indica el éxito del intento o el motivo por el que ha fallado.

DS_Type : **0**: OOB 1,544 Mbit/s; **1**: OOB 3,088 Mbit/s; **2**: IB MPEG; **255**: todos los tipos posibles

DS_IB_Symb_Rate_Nb: Número de valores de velocidad de símbolo dentro de banda que habrán de utilizarse

DS_IB_Symb_Rate_List: Cuadro de valores de velocidad de símbolo dentro de banda; la unidad es Ksímbolo/s

DS_Freq_Nb: Número de frecuencias que habrán de probarse (parámetro siguiente)

DS_Freq_List: Cuadro de valores de frecuencia, codificados en hertzio.

A.8.1.1.2 <Prim> MAC_ACTIVATION_CNF

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0802
Error_Code	32	Éxito o motivo del fallo
DS_Frequency	32	Frecuencia en sentido descendente efectivamente utilizada
DS_Type	8	Tipo en sentido descendente efectivamente utilizado
DS_Symb_Rate	16	Velocidad de símbolos dentro de banda efectivamente utilizada (Ksímbolo/s)
US_Frequency	32	Frecuencia en sentido ascendente efectivamente utilizada
US_Type	8	Tipo en sentido ascendente efectivamente utilizado
INA_Capabilities	32	Capacidades del INA

Esta primitiva indica el resultado de la MAC_ACTIVATION_REQ o la modificación de cualquiera de los parámetros indicados (por ejemplo, como consecuencia de un reaprovisionamiento).

Error_code: Un valor de 0 significa que la anterior petición de activación ha tenido éxito; cualquier otro valor indica el motivo del fallo. Los 8 bits menos significativos son una copia del campo Completion_Status_Field del mensaje <MAC> de inicialización completa. Si no se recibió ningún mensaje de inicialización completa, estos bits tienen el valor cero.

DS_Frequency: Valor de la frecuencia en sentido descendente a la que MAC quedó enganchado, en hertzios. No tiene significado si Error_Code ≠ 0.

DS_Type: Tipo en sentido descendente al que MAC quedó enganchado (para la codificación, véase más arriba). No tiene significado si Error_Code ≠ 0.

DS_Symb_Rate: Velocidad de símbolo en sentido descendente, en Ksímbolo/s. No tiene significado si la transmisión es fuera de banda y si Error_code ≠ 0.

US_Frequency: Frecuencia en sentido ascendente utilizada, en hertzios. No tiene significado si Error_code ≠ 0.

US_Type: 0: QPSK 256 kbit/s; 1: QPSK 1,544 Mbit/s; 2: QPSK 3,088 Mbit/s; 3: QPSK 6,176 Mbit/s; 4: 16-QAM 512 kbit/s; 5: 16-QAM 3,088 Mbit/s; 6: 16-QAM 6,176 Mbit/s; 7: 16-QAM 12,352 Mbit/s. No tiene significado si Error_code ≠ 0.

INA_Capabilities: Una copia del campo INA_Capabilities del mensaje <MAC> de configuración por defecto, para informar a las capas superiores de la NIU si el INA tiene capacidad para peticiones de recursos, diferentes tipos de encapsulación, seguridad, IB/OOB, etc. No tiene significado si Error_code ≠ 0.

A.8.1.1.3 <Prim> MAC_CONNECT_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0803
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Res_Req_Id	8	Si no es nulo, corresponde al identificador de una anterior petición de recurso
US_Fixed_Bandwidth	32	Capacidad en sentido ascendente de la conexión en el modo de velocidad fija
US_Frame_length	16	Longitud de trama para conexiones a velocidad fija

Parámetro	Formato	Observaciones
US_Fixed_rate_distance	32	Distancia entre tramas para conexiones a velocidad fija
DS_VP_VC_valid	8	Bandera de validez de los dos campos siguientes
DS_VPI	8	Valor VPI que habrá de ser filtrado en sentido descendente para esta conexión
DS_VCI	16	Valor VCI que habrá de ser filtrado en sentido descendente para esta conexión
US_frequency	32	Frecuencia en sentido ascendente para esta conexión
US_VP_VC_valid	8	Bandera de validez de los dos campos siguientes
US_VPI	8	Valor VPI que habrá de utilizarse en sentido ascendente para esta conexión
US_VCI	16	Valor VCI que habrá de utilizarse en sentido ascendente para esta conexión
PID_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
PID	32	Valor MPEG PID de la conexión
MAC_add_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
MAC_add	48	Dirección MAC del encabezamiento DSM-CC de la conexión
Encapsulation	8	Tipo de encapsulación para esta conexión
US_modulation_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
US_modulation	8	Modulación en sentido ascendente de la nueva conexión
Priority_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
Priority	8	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
DS_Flowspec_valid		Bandera de validez de los 3 campos siguientes
Max_packet_size	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
Average_bitrate	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
Jitter	8	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
US_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
US_session_control_field	32	Campo de control para vinculación de sesión en sentido ascendente
NIU_client_source_IP_add	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
NIU_client_destination_IP_add	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
NIU_client_source_port	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
NIU_client_destination_port	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
Upstream_transport_protocol	8	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
NIU_client_source_MAC_add	48	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
NIU_client_destination_MAC_add	48	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
US_internet_protocol	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
US_session_Id	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
DS_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
DS_session_control_field	32	Campo de control para vinculación de sesión en sentido ascendente

Parámetro	Formato	Observaciones
INA_client_source_IP_add	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
INA_client_destination_IP_add	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
INA_client_source_port	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
INA_client_destination_port	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
Downstream_transport_protocol	8	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
INA_client_source_MAC_add	48	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
INA_client_destination_MAC_add	48	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
DS_internet_protocol	16	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión
DS_session_Id	32	Copia del parámetro del mensaje MAC de conexión

Esta primitiva indica que la capa MAC ha recibido un mensaje de conexión del INA. Esta conexión corresponde a:

- la conexión por defecto (mensaje de conexión) enviada por el INA inmediatamente después del mensaje de inicialización completa (primera conexión);
- un mensaje de conexión subsiguiente;
- una respuesta a una petición de recurso anteriormente enviada por el CM/STB (véase la primitiva de petición de recurso); o a
- una indicación de un cambio en las características de la conexión después de la recepción de un mensaje de reaprovisionamiento.

Connect_Id: Es el identificador de la conexión.

Res_Req_Id: Si es igual a 0, la conexión corresponde a un mensaje de conexión espontáneo procedente del INA; si es diferente de 0, es el identificador de la correspondiente petición de recurso.

US_Bandwidth: Indica la capacidad de transferencia en sentido ascendente en el modo de velocidad fija (en intervalos/1200 ms). Su valor es cero si el INA no ha dado intervalos a velocidad fija.

US_Frame_length: Longitud de trama (en intervalos) en sentido ascendente, dada en el mensaje de conexión, para conexiones a velocidad fija.

US_Fixed_rate_distance: Distancia entre tramas, para conexiones a velocidad fija, dada por el mensaje de conexión.

DS_VPI/DS_VCI: Par VPI/VCI si el CBD en sentido descendente se indica en el mensaje de conexión.

US_frequency: Frecuencia en sentido ascendente de la conexión, indicada en el mensaje de conexión.

US_VPI/US_VCI: Par VPI/VCI del CBD en sentido ascendente, cuando se indica este parámetro en el mensaje de conexión (este parámetro se proporciona para implementaciones que forman parte de la AAL5 CPCS-PDU fuera de la capa MAC).

PID_valid: El PID en el próximo campo es válido (0 significa parámetro no válido).

PID: En IB, la conexión utiliza este PID. (Este parámetro se proporciona para implementaciones que aseguran el filtrado de datos fuera de la capa MAC.)

MAC_add: En IB/MPE se puede proporcionar una dirección MAC para multidifusión (este parámetro se proporciona para implementaciones que aseguran el filtrado de sección fuera de la capa MAC).

Encapsulación: Tipo de encapsulación proporcionado. Corresponde al mismo campo en el mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP).

US_modulation_valid: La modulación en el siguiente campo es válida.

US_modulation: La modulación en sentido ascendente de la nueva conexión (indicada en el mensaje de conexión).

A.8.1.1.4 <Prim> MAC_RSV_ID_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0804
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Res_Req_Id	8	Si no es nulo, corresponde al identificador de una anterior petición de recurso

Esta primitiva indica a la capa superior que la conexión puede utilizar el modo reserva a partir de este momento. Puede ser una respuesta a una anterior petición de recurso.

Connect_Id: Es el identificador de la conexión.

Res_Req_Id: Si es igual a 0, el identificador de reserva corresponde al mensaje de asignación de ID de reserva espontáneo procedente del INA. Si es diferente de 0, da los identificadores de una anterior petición de recurso.

A.8.1.1.5 <Prim> MAC_RELEASE_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0805
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Res_Req_Id	8	Si no es nulo, corresponde al identificador de una anterior petición de recurso

La capa MAC indica que ha recibido del INA un mensaje de liberación referente a esta conexión.

Connect_Id: Es el identificador de la conexión.

Res_Req_I: Si es igual 0, la primitiva corresponde a un mensaje de liberación espontáneo procedente del INA. Si es diferente de 0, da el identificador de una anterior petición de recurso procedente de la capa superior que pide la liberación.

A.8.1.1.6 <Prim> MAC_RESOURCE_REQ

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0806
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Resource_Type	8	Tipo de recurso solicitado
US_Bandwidth	32	Capacidad de transferencia en sentido ascendente
Slot_distance	16	Distancia entre intervalos solicitada
Encapsulation	8	Tipo de encapsulación

Parámetro	Formato	Observaciones
Admit_flag	8	LSB que habrá de copiarse en la bandera correspondiente del mensaje <MAC> de petición de recurso
Priority_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
Priority	8	Para copiar en el mensaje <MAC> de petición de recurso
Frame_Length_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
Frame_Length	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_Flowspec_valid	8	Bandera de validez de los 34 campos siguientes
Max_packet_size	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
Average_bitrate	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
Jitter	8	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
US_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
US_session_control_field	32	Campo de control para la vinculación de sesión en sentido ascendente
NIU_client_source_IP_add	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
NIU_client_destination_IP_add	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
NIU_client_source_port	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
NIU_client_destination_port	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
Upstream_transport_protocol	8	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
NIU_client_source_MAC_add	48	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
NIU_client_destination_MAC_add	48	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
US_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
US_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
DS_session_control_field		
INA_client_source_IP_add	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
INA_client_destination_IP_add	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
INA_client_source_port	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
INA_client_destination_port	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
Downstream_transport_protocol	8	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
INA_client_source_MAC_add	48	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
INA_client_destination_MAC_add	48	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso

Esta primitiva la utiliza la capa superior para pedir un nuevo recurso. La capa MAC enviará un mensaje de petición de recurso al INA.

Como se especifica en la definición del mensaje de petición de recurso, la capa superior puede pedir una nueva conexión, o una nueva capacidad (anchura de banda a velocidad fija o un identificador de reserva) en sentido ascendente, o una liberación de conexión.

La respuesta final a esta petición será, o bien una MAC_CONNECT_IND, o una MAC_RSV_ID_IND, o una MAC_RELEASE_IND o una MAC_RESOURCE_DENIED_IND.

Connect_Id: Es el identificador de la conexión, si ésta existe. Si la conexión es para una aplicación de cable por paquetes, el número es el número de puerta asociado con la conexión (incluso si la conexión no existe).

Resource_Type: Tipo de recurso solicitado.

Los campos de un bit son:

bit 0 (0x01): identificador de reserva

bit 1 (0x02): nueva conexión en el modo velocidad fija

bit 2 (0x04): nueva conexión en el modo velocidad fija cíclica

bit 3 (0x08): mejora de la anchura de banda de una conexión existente

bit 4 (0x10): liberación de una conexión existente

bits 5 a 8: reservados (tiene que ponerse a 0)

US_Bandwidth: Anchura de banda solicitada para el modo velocidad fija; la unidad es intervalos/1200 ms.

Slot_distance: Cuando se requiere asignación cíclica, es la distancia máxima entre los intervalos; la unidad es el intervalo.

Encapsulation: Tipo de encapsulación solicitado. Corresponde al mismo campo en el mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP).

A.8.1.1.7 <Prim> MAC_RESOURCE_CNF

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0807
Res_Req_Id	8	Identificador de la petición de recurso

Tras la recepción de una MAC_RESOURCE_REQ, la capa MAC envía el mensaje de petición de recurso al INA; éste crea un identificador y lo indica a la capa superior con miras a la identificación de la respuesta subsiguiente.

Res_Req_Id: Identificador de la última MAC_RESOURCE_REQ recibida por el MAC.

A.8.1.1.8 <Prim> MAC_RESOURCE_DENIED_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0808
Res_Req_Id	8	Identificador de la petición de recurso

Esta primitiva indica la recepción de un mensaje de denegación de recurso; se recibe después de que el INA ha rechazado una petición de recurso.

Res_Req_Id: Identificador de una anterior petición de recurso que ha sido denegada por el INA.

A.8.1.2 En el lado INA

A.8.1.2.1 <Prim> MAC_INA_RESOURCE_REQ

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0811
Primitive_Request_Id	16	Identifica la primitiva de petición
MAC_address	48	Dirección MAC de la NIU a la cual se solicita una conexión
Connect_Id	32	Identificador de conexión; 0 o ID de puerta de cable de paquetes para una nueva conexión
Resource_Type	8	Tipo de recurso solicitado
US_Bandwidth	32	Anchura de banda en sentido ascendente solicitada
Slot_distance	16	Distancia máxima entre intervalos en sentido ascendente solicitada
Frame_length	16	Longitud de trama para conexiones a velocidad fija
Encapsulation	8	Tipo de encapsulación solicitado. Corresponde al mismo campo del mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP).
Priority_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
Priority	8	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
DS_Flowspec_valid		Bandera de validez de los 3 campos siguientes
Max_packet_size	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
Average_bitrate	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
Jitter_	8	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
US_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
US_session_control_field	32	Campo de control para la vinculación de sesión en sentido ascendente
NIU_client_source_IP_add	32	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_IP_add	32	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_source_port	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_port	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
Upstream_transport_protocol	8	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_source_MAC_add	48	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_MAC_add	48	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
US_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
US_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
DS_session_control_field	32	Campo de control para la vinculación de sesión en sentido descendente
INA_client_source_IP_add	32	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_IP_add	32	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_source_port	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_port	16	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>

Parámetro	Formato	Observaciones
Downstream_transport_protocol	8	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_source_MAC_add	48	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_MAC_add	48	Para copiar al correspondiente mensaje <MAC>
DS_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso

Esta primitiva la utiliza la capa superior para pedir un nuevo recurso. La capa superior puede pedir una nueva conexión, la modificación de una conexión existente (por ejemplo, anchura de banda a velocidad fija o un identificador de reserva), o la liberación de una conexión. La respuesta a esta primitiva será una <Prim> MAC_INA_RESOURCE_IND.

Primitive_Request_ID: Tipo de primitiva solicitada.

MAC_address: Dirección MAC de la NIU a la que interesa esta respuesta.

Connect_Id: Identificador de la conexión, si ésta existe.

Resourc_Type: Tipo de recurso solicitado.

Los campos de un bit son:

bit 0 (0x01): identificador de reserva

bit 1 (0x02): nueva conexión en modo velocidad fija

bit 2 (0x04): nueva conexión en modo velocidad fija cíclica

bit 3 (0x08): mejora de la anchura de banda de una conexión existente

bit 4 (0x10): liberación de una conexión existente

bits 5 a 8: reservados (tienen que ser 0)

US_Bandwidth: Anchura de banda solicitada para el modo velocidad fija; la unidad es intervalos/1200 ms.

Slot_distance: Cuando se requiere asignación cíclica, distancia máxima entre los intervalos; la unidad es el intervalo.

US_Frame_length: Longitud de trama en sentido ascendente (expresada en intervalos), dada en el mensaje de conexión, para conexiones a velocidad fija.

Encapsulation: Tipo de encapsulación solicitado. Corresponde al mismo campo en el mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP).

A.8.1.2.2 <Prim> MAC_INA_RESOURCE_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0812
Primitive_Request_Id	16	Identifica la primitiva de petición; 0 si no hay una petición por la unidad de adaptación multimedios (STU)/adaptador de red del extremo de cabecera
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Resource_Type	8	Tipo de recurso atribuido
Error_Code	32	Especifica el tipo de error, si se produjo; es cero si no hay error

Parámetro	Formato	Observaciones
US_Bandwidth	32	Anchura de banda en sentido ascendente atribuida
Slot_distance	16	Distancia máxima entre intervalos en sentido ascendente asignada
Frame_length	16	Longitud de trama (en intervalos) para conexiones a velocidad fija
Encapsulation	8	Tipo de encapsulación asignado. Corresponde al mismo campo en el mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP)
Priority_valid	8	Bandera de validez del campo siguiente
Priority	8	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
DS_Flowspec_valid		Bandera de validez de los 3 campos siguientes
Max_packet_size	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
Average_bitrate	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
Jitter	8	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
US_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
US_session_control_field	32	Campo de control para vinculación de sesión en sentido ascendente
NIU_client_source_IP_add	32	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_IP_add	32	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_source_port	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_port	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
Upstream_transport_protocol	8	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_source_MAC_add	48	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
NIU_client_destination_MAC_add	48	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
US_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
US_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_binding_valid	8	Bandera de validez de los 10 campos siguientes
DS_session_control_field	32	Campo de control para vinculación de sesión en sentido descendente
INA_client_source_IP_add	32	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_IP_add	32	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_source_port	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_port	16	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
Downstream_protocol	8	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_source_MAC_add	48	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
INA_client_destination_MAC_add	48	Copia del correspondiente mensaje <MAC>
DS_internet_protocol	16	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso
DS_session_Id	32	Para copiar en mensaje <MAC> de petición de recurso

Esta primitiva indica que la capa MAC ha modificado o liberado una conexión existente o ha establecido una nueva conexión. Esta conexión corresponde a:

- la conexión por defecto (mensaje de conexión enviado por el INA inmediatamente después del mensaje de inicialización completa);
- un mensaje de conexión subsiguiente;
- una respuesta a una petición de recurso anteriormente enviada por el CM/STB (véase la primitiva petición de recurso);
- una indicación de la modificación de las características de la conexión después de recibido un mensaje de reaprovisionamiento.

Primitive_Request_ID: Tipo de primitiva solicitada.

Connect_Id: Es el identificador de la conexión, si ésta existe.

Resource_Type: Tipo de recurso solicitado.

Los campos de un bit son:

bit 0 (0x01): identificador de reserva

bit 1 (0x02): nueva conexión en modo velocidad fija

bit 2 (0x04): nueva conexión en modo velocidad fija cíclica

bit 3 (0x08): mejora de la anchura de banda de una conexión existente

bit 4 (0x10): liberación de una conexión existente

bits 5 a 8: reservados (tienen que ponerse a 0)

Error_Code: Si no es nulo, la primitiva es una respuesta a una anterior MAC_Resource_REQ, y la petición ha fallado. El valor de Error_Code corresponde al problema (aspecto por determinar). Si el valor es 0, el recurso ha sido establecido con éxito.

DS_Bandwidth: Anchura de banda en sentido descendente solicitada. Por determinar la unidad.

DS_Jitter: Máxima fluctuación de fase en sentido descendente solicitada. Por determinar la unidad.

US_Bandwidth: Anchura de banda solicitada para el modo velocidad fija; la unidad es intervalos/1200 ms.

Slot_distance: Cuando se requiere asignación cíclica, distancia máxima en los intervalos; la unidad es el intervalo.

Encapsulation: Tipo de encapsulación solicitado. Corresponde al mismo campo en el mensaje de conexión (es decir, Direct_IP, Ethernet_Mac_Bridging, PPP).

User_Port_valid: Bandera de validez del parámetro siguiente (0 significa parámetro no válido).

User_Port_ID: Identificador de puerto de telefonía de baja latencia.

Add_Port_Type: Campo de bits que especifica el número de puerto TCP/UDP y la validez de la dirección IP:

bit 0: los campos de dirección IP siguientes son válidos

bit 1: los campos de número de puerto siguientes son válidos y pertenecen al puerto TCP

bit 2: los campos de número de puerto siguientes son válidos y pertenecen al puerto UDP

bits 3 a 7: reservados (tienen que ponerse a 0)

A.8.2 Primitiva de datos

En esta cláusula se presentan dos conjuntos de primitivas: el primero en el nivel de enlace de datos, y el segundo en el nivel MAC. **Hay que utilizar uno, y sólo uno, de estos dos conjuntos**, la elección de uno u otro **dependerá de las respectivas implementaciones del CM/STB y del INA**.

La serie de primitivas **DL** se relaciona con implementaciones en las que la entidad MAC DVB-RC asegura también la función LLC (en este caso se trata, en realidad, de una capa de enlace de datos).

- En OOB, consiste en un reensamblado y recomposición de datagramas por la AAL5 de acuerdo con el modo de encapsulación de la conexión (es decir, IP directo, puentado Ethernet MAC, PPP). La unidad es el datagrama.
- En IB, consiste en el filtrado de protocolo MPE antes de la recomposición de datagrama como en OOB.

La serie de primitivas **MAC** está prevista para ser utilizada en sistemas en los que la entidad MAC utiliza su propia SDU como interfaz con la capa superior.

- En OOB, la célula ATM es la unidad de datos intercambiados.
- En IB, la unidad de datos en sentido descendente está constituida por las cabidas útiles de la trama MPEG2_TS; la unidad de datos es la célula ATM.

A.8.2.1 <Prim> DL_DATA_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x1001
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Length	16	Longitud de la memoria intermedia de datos indicada en la primitiva
Data buffer	8 [Longitud]	Datagrama recibido

Esta primitiva se utiliza para transferir los datos de la aplicación filtrados por la capa MAC. El identificador de conexión puede utilizarse para multiplexar más eficientemente la memoria intermedia cuando existen varias conexiones.

A.8.2.2 <Prim> DL_DATA_REQ

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x1002
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Length	16	Longitud de la memoria intermedia de datos indicada en la primitiva
Data buffer	8 [Longitud]	Datagrama a transmitir

Se pide a la capa MAC que transmita un datagrama de capa de red. La capa MAC asegurará la función de segmentación (y utilizará, en el caso de la NIU, el modo de transmisión en sentido ascendente de la conexión).

A.8.2.3 <Prim> MAC_DATA_IND

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0001
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Data_Type	8	Tipo de datos (células ATM o paquetes MPEG)
Data_Unit_Nb	8	Número de células ATM/paquetes MPEG contenidos en la primitiva
Data_Unit_list	8 [N.º de unidad]	Lista de células ATM/paquetes MPEG

En OOB, en el caso de células ATM cuyo VP/VC corresponden al valor enviado en un anterior mensaje de conexión, la capa MAC los extraerá de las tramas físicas y los transferirá utilizando esta primitiva. Los VP/VC de radiodifusión también se tendrán en cuenta.

En IB, la capa MAC filtra el PID de la aplicación, después de lo cual extrae la cabida útil y la transfiere a la capa superior.

A.8.2.4 <Prim> MAC_DATA_REQ

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0002
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Content_retry_count	8	Número de reintentos en modo contienda
US_mode (NIU only)	8	Modo de transmisión en sentido ascendente
ATM_Cells_Nb	8	Número de células ATM/paquetes MPEG contenidos en la primitiva
ATM_Cells_List	8 [ATM_Nb]	Lista de células ATM/paquetes MPEG

La capa superior pide a la capa MAC que transmita mensajes. Los datos se formatean como una lista variable de células ATM/paquetes MPEG.

En el caso de la NIU, la capa MAC tiene capacidad para realizar la transmisión en los tres modos definidos en ETS 300 800. La capa superior indica esto en el parámetro US_mode, que puede tomar los siguientes valores:

Modo contienda: Puesto que las células ATM se transmiten en intervalos en la región de contienda, el INA tiene que acusar recibo de cada paquete que reciba en sentido ascendente antes de que la capa MAC envíe el paquete siguiente. Si uno de los acuses de recibo es negativo, la capa MAC lo enviará en retorno un número de veces igual al valor de la cuenta "Contention_retry_count" antes de detener la transmisión e indicar el error mediante la primitiva MAC_DATA_CONF.

Modo reserva: Antes de enviar el mensaje de la capa superior, la capa MAC debe solicitar intervalos reservados para lo cual envía al INA un mensaje de petición de reserva. Una vez atribuidos los intervalos reservados (mensaje de concesión), la capa MAC utiliza estos intervalos para transmitir el mensaje de la aplicación. Otro caso de modo reserva se presenta cuando la capa superior solicita la transmisión en el modo contienda, y el número de células ATM es mayor que el número de células ATM permitido en el modo contienda.

Modo velocidad fija: En este modo, la capa superior pide a la capa MAC que utilice intervalos a velocidad fija atribuidos a la conexión.

A.8.2.5 <Prim> MAC_DATA_CONF

Parámetro	Formato	Observaciones
Primitive_Id	16	0x0003
Connect_Id	32	Identificador de conexión
Result	32	Éxito o motivo del fallo. Un valor de 0 significa éxito de la anterior petición de datos, y se utilizará cualquier otro valor para indicar el motivo del fallo (como se ha expresado antes)
Data_Unit_Nb	8	Número de células ATM/paquetes MPEG efectivamente transmitidos
US_mode (NIU only)	8	Modo de transmisión efectivamente utilizado

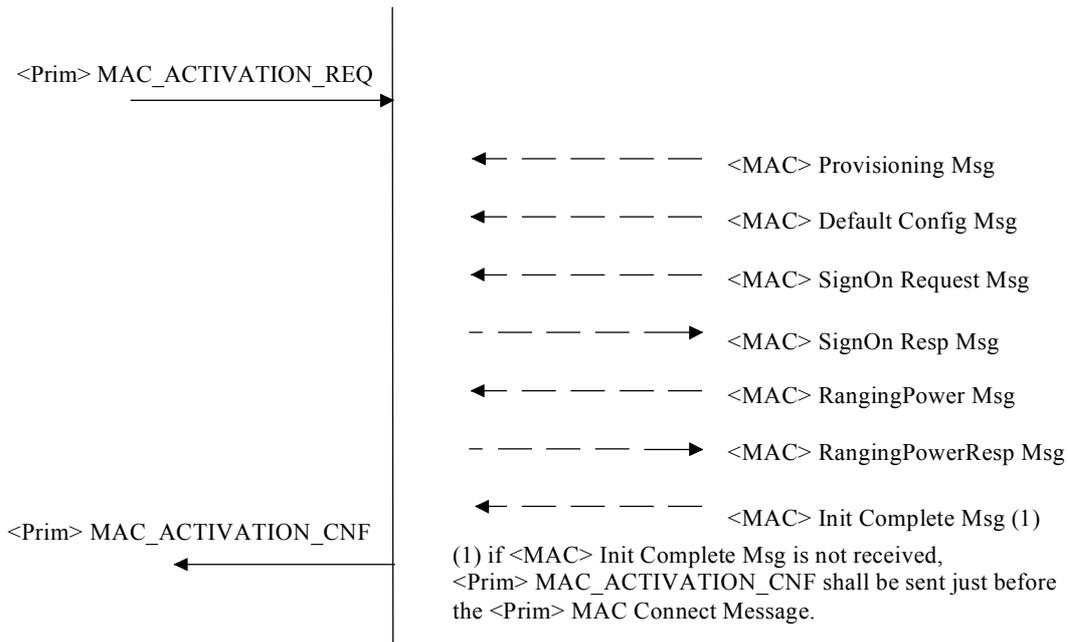
Esta primitiva se envía como una respuesta a una anterior MAC_DATA_REQ.

El parámetro Result especifica el resultado de la ejecución de la primitiva. Puede tomar los siguientes valores:

- "OK": La transmisión tuvo éxito.
- "Contention_Error": (sólo la NIU) Se ha acusado recibo de Contention_retry_count intervalos (en modo contienda), se ha detenido la transmisión.
- "Reservation_Failure": (sólo la NIU) La petición de reserva no tuvo éxito (El INA no respondió a la petición).
- "Reservation_Abort": (sólo la NIU) La petición de reserva puede ser respondida por varios mensajes de concesión sucesivos; en este caso, la suma de los intervalos atribuidos en los mensajes de concesión sucesivos debe ser igual a número de intervalos solicitados. Este error se produce cuando, después de transcurrido un período de temporización previamente definido, el número de intervalos concedidos en los mensajes de concesión es menor que el número de intervalos solicitados.
- "Mode_Not_Permitted": (sólo la NIU) La aplicación intenta utilizar un modo de transmisión no permitido para esta conexión.
- "Unknown_Error": Error no identificado.

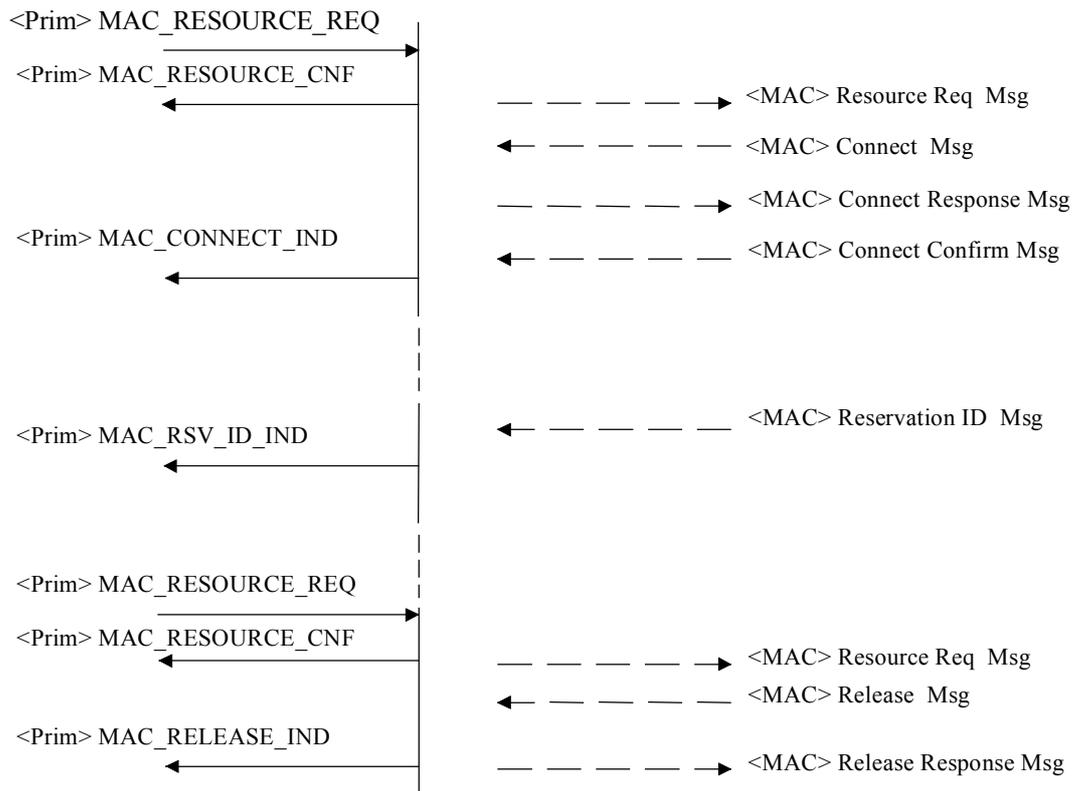
A.8.3 Ejemplo de escenarios de control MAC

A.8.3.1 Ejemplo de escenario de control MAC en el lado STB/CM



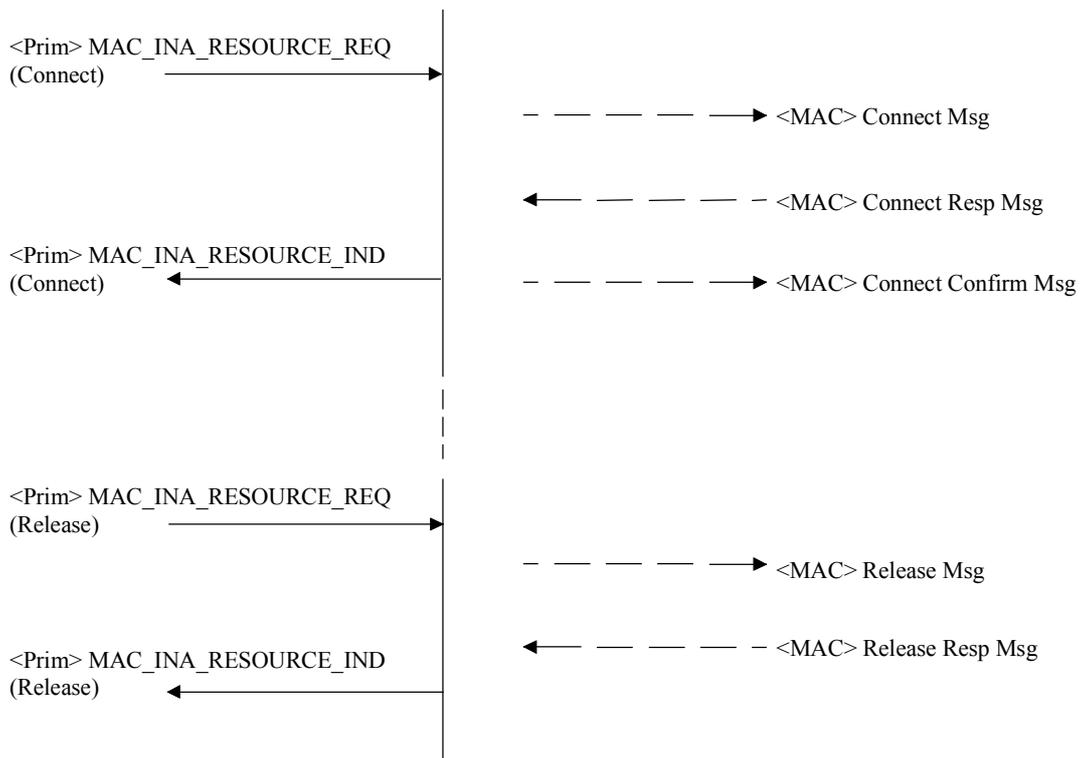
T0910660-00

A.8.3.2 Ejemplo de escenario de gestión de recurso en el lado STB/CM



T0910670-00

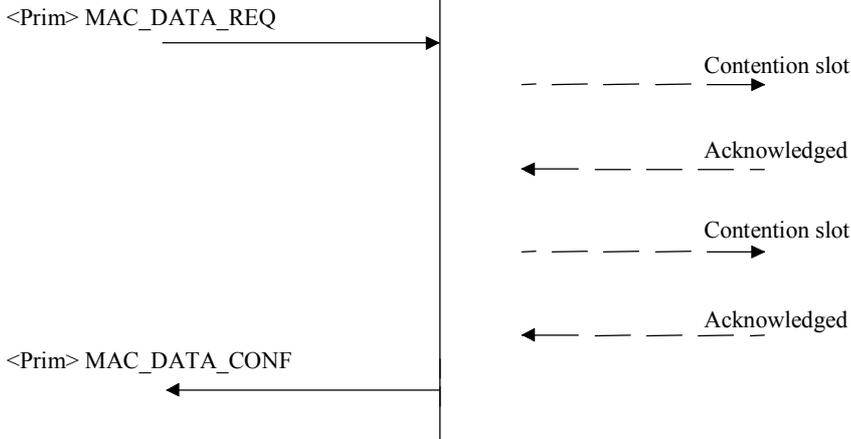
A.8.3.3 Ejemplo de escenario de gestión de recurso en el lado INA



T0910680-00

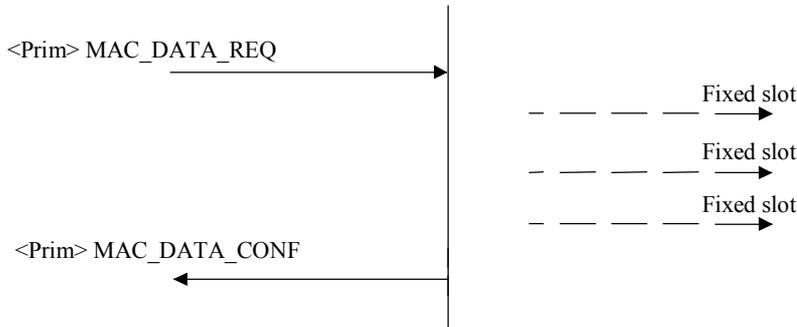
A.8.3.4 Ejemplos de escenarios de transferencia de datos en sentido ascendente

Modo contienda

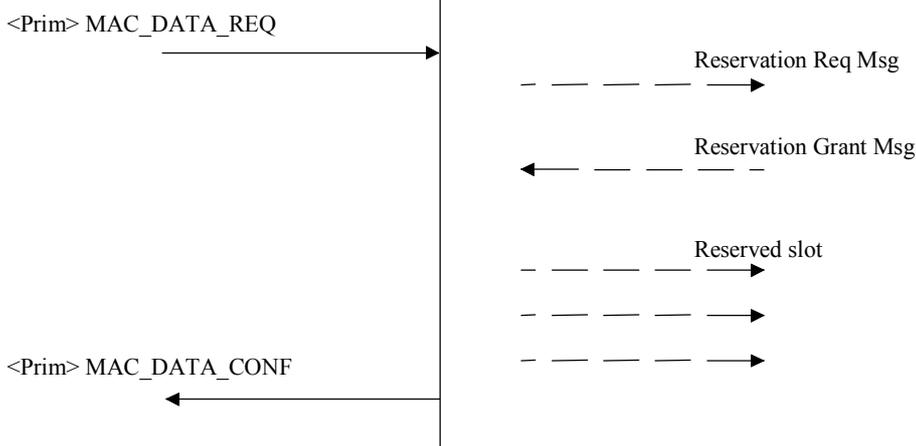


T0910690-00

Modo velocidad fija



Modo reserva



T0910700-00

Bibliografía

Los documentos que se indican a continuación, aunque no se hace referencia específica a los mismos en el cuerpo principal del presente anexo (o no están puestos a disposición del público), contienen información útil.

- UIT-T V.21 (1984), *Módem dúplex a 300 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*

- UIT-T V.22 (1988), *Módem dúplex a 1200 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.*
- UIT-T V.22 bis (1988), *Módem dúplex a 2400 bit/s que utiliza la técnica de división de frecuencia normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.*
- UIT-T V.23 (1988), *Módem a 600/1200 baudios normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- UIT-T V.25 (1996), *Equipo de respuesta automática y procedimientos generales para el equipo de llamada automática en la red telefónica general conmutada, con procedimientos para la neutralización de los dispositivos de control de eco en las comunicaciones establecidas tanto manual como automáticamente.*
- UIT-T V.32 (1993), *Familia de módems dúplex a dos hilos que funcionan a velocidades binarias de hasta 9600 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos arrendados de tipo telefónico.*
- UIT-T V.32 bis (1991), *Módem dúplex que funciona a velocidades de transmisión de datos de hasta 14 400 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos arrendados de tipo telefónico a dos hilos punto a punto.*
- UIT-T V.34 (1998), *Módem que funciona a velocidades de señalización de datos de hasta 33 600 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos arrendados punto a punto a dos hilos de tipo telefónico.*
- UIT-T V.42 (1996), *Procedimientos de corrección de errores para los equipos de terminación del circuito de datos que utilizan la conversión de modo asíncrono a modo síncrono.*
- DVB-A008 octubre de 1995 "Commercial requirements for asymmetric interactive services supporting broadcast to the home with narrowband return channels".
- DAVIC 1.5 Specification. DAVIC System Reference Model.
- Directive 91/263/EEC, 93/97/EEC *Telecommunications Terminal Equipment.*
- EN 50201 (1998), *Interfaces for DVB-IRDs.*
- ETSI ETS 300 802, *Digital Video Broadcasting (DVB); Network-independent protocols for DVB interactive services.*
- EN 50083, *Cabled Distribution Systems for television and sound signals.*
- ETSI EN 300 421, *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services.*

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación