

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

X.607

(02/2007)

SERIE X: REDES DE DATOS, COMUNICACIONES DE
SISTEMAS ABIERTOS Y SEGURIDAD

Gestión de redes de interconexión de sistemas abiertos
y aspectos de sistemas – Gestión de redes

**Tecnología de la información – Protocolo
perfeccionado de transporte de comunicaciones:
Especificación del transporte multidifusión
dúplex**

Recomendación UIT-T X.607

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE X

REDES DE DATOS, COMUNICACIONES DE SISTEMAS ABIERTOS Y SEGURIDAD

REDES PÚBLICAS DE DATOS	
Servicios y facilidades	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmisión, señalización y conmutación	X.50–X.89
Aspectos de redes	X.90–X.149
Mantenimiento	X.150–X.179
Disposiciones administrativas	X.180–X.199
INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Modelo y notación	X.200–X.209
Definiciones de los servicios	X.210–X.219
Especificaciones de los protocolos en modo conexión	X.220–X.229
Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión	X.230–X.239
Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo	X.240–X.259
Identificación de protocolos	X.260–X.269
Protocolos de seguridad	X.270–X.279
Objetos gestionados de capa	X.280–X.289
Pruebas de conformidad	X.290–X.299
INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES	
Generalidades	X.300–X.349
Sistemas de transmisión de datos por satélite	X.350–X.369
Redes basadas en el protocolo Internet	X.370–X.379
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES	X.400–X.499
DIRECTORIO	X.500–X.599
GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS	
Gestión de redes	X.600–X.629
Eficacia	X.630–X.639
Calidad de servicio	X.640–X.649
Denominación, direccionamiento y registro	X.650–X.679
Notación de sintaxis abstracta uno	X.680–X.699
GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Marco y arquitectura de la gestión de sistemas	X.700–X.709
Servicio y protocolo de comunicación de gestión	X.710–X.719
Estructura de la información de gestión	X.720–X.729
Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta	X.730–X.799
SEGURIDAD	X.800–X.849
APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Compromiso, concurrencia y recuperación	X.850–X.859
Procesamiento de transacciones	X.860–X.879
Operaciones a distancia	X.880–X.889
Aplicaciones genéricas de la notación de sintaxis abstracta uno	X.890–X.899
PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO	X.900–X.999
SEGURIDAD DE LAS TELECOMUNICACIONES	X.1000–

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

**Tecnología de la información – Protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones:
Especificación del transporte multidifusión dúplex**

Resumen

En la presente Recomendación | Norma Internacional se describe un protocolo para el transporte multidifusión dúplex por Internet a tenor del cual se soporta la multidifusión IP. Se especifica un mecanismo de árbol de control para la escalonabilidad y un mecanismo de control de errores para la multidifusión fiable de datos. Se describen asimismo detalles del protocolo tales como el formato de paquetes, los valores de los parámetros y los procedimientos. Este protocolo puede utilizarse para aplicaciones que exigen servicios de suministro de datos "uno a muchos" y "muchos a uno".

Orígenes

La Recomendación UIT-T X.607 fue aprobada el 13 de febrero de 2007 por la Comisión de Estudio 17 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8. Se publica también un texto idéntico como Norma Internacional ISO/CEI 14476-3.

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

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 no 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2009

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Referencias normativas	1
3	Definiciones	1
4	Abreviaturas	2
5	Convenios	3
6	Panorama general	3
7	Consideraciones relativas al diseño	5
7.1	Participantes	5
7.2	Árbol de control.....	6
7.3	Canales de datos	6
7.4	Direccionamiento.....	7
7.5	Testigos	8
8	Paquetes	9
8.1	Encabezamiento de base	9
8.2	Elementos de extensión	11
8.3	Formato de paquete	14
9	Procedimientos	25
9.1	Creación de conexión.....	25
9.2	Incorporación tardía.....	26
9.3	Transporte de datos hacia delante	27
9.4	Control de testigos.....	28
9.5	Transporte de datos hacia atrás	29
9.6	Control de fiabilidad	30
9.7	Gestión de la conexión	31
Anexo A	– Temporizadores y parámetros	33
A.1	Temporizadores	33
A.2	Parámetros.....	33
Anexo B	– Diagramas de transición de estado.....	35
Anexo C	– Interfaces de programación de aplicaciones.....	37

Introducción

Esta Recomendación | Norma Internacional especifica el protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones (ECTP, *enhanced communications transport protocol*) el cual es un protocolo de transporte diseñado para admitir aplicaciones de multidifusión por Internet en redes con capacidades de multidifusión. El ECTP funciona en redes IPv4/IPv6 que tienen capacidad de retransmisión de multidifusión IP con la ayuda de los protocolos de encaminamiento de multidifusión IP e IGMP. Es probable que el ECTP pueda proporcionarse por UDP.

El ECTP está diseñado para soportar conexiones de multidifusión muy controladas en aplicaciones símplex, dúplex y N-plex. Esta tercera parte del ECTP (Rec. UIT-T X.607 | ISO/CEI 14476-3) especifica los mecanismos de protocolo para el control de la fiabilidad en el caso dúplex. El ECTP también ofrece funciones de gestión de la calidad de servicio (QoS) para la gestión estable de la QoS de los usuarios de la conexión. Los procedimientos para la gestión de la calidad de servicio en el caso dúplex se definirán en la especificación de gestión de la QoS dúplex (Rec. UIT-T X.607.1 | ISO/CEI 14476-4).

En la conexión multidifusión dúplex los participantes son un Propietario-TC y numerosos usuarios-TS. El Propietario-TC se designará entre los usuarios-TS antes de comenzar la conexión. En la conexión multidifusión dúplex, se admiten los dos tipos de transporte de datos: transporte de datos en multidifusión del Propietario-TC a todos los otros usuarios-TS y transporte de datos unidifusión de los usuarios-TS al Propietario-TC. Después de haber establecido la conexión, el Propietario-TC puede transmitir datos en multidifusión al grupo, mientras que cada usuario-TS puede enviar datos en unidifusión al Propietario-TC inmediatamente después de obtener un testigo de este último.

En el ECTP, el Propietario-TC figura en la médula de las comunicaciones de grupo en multidifusión. Éste es responsable de la gestión general de la conexión, pues se encarga de la creación y terminación de la conexión, la pausa y la reanudación de la conexión y de las operaciones de incorporación y separación tardías.

La conexión multidifusión dúplex especificada en ECTP-3 está destinada a las aplicaciones de multidifusión en las cuales Propietario-TC (un solo emisor de multidifusión) transmite la información de los datos a todos los otros usuarios-TS, y algunos de estos últimos responden al emisor de multidifusión con los datos de retroalimentación en unidifusión. Básicamente, el transporte multidifusión dúplex será muy adecuado para aplicaciones de multidifusión de uno a muchos que necesitan canales de retroalimentación en unidifusión de algunos usuarios-TS (por ejemplo, educación a distancia, radiodifusión por Internet, etc.). Por ejemplo, en una aplicación de educación a distancia, el emisor de multidifusión (conferencista) transmite datos tales como señales vocales, textos e imágenes al grupo de estudiantes, y algunos de los estudiantes podría responderle con preguntas en forma de datos unidifusión para su confirmación.

Cabe señalar que esta conexión multidifusión dúplex también se puede utilizar para aplicaciones de multidifusión "de algunos a muchos" (por ejemplo, una conferencia en grupo), en las cuales unos pocos usuarios-TS desean enviar datos en multidifusión al grupo. Conforme a esta hipótesis, los datos en multidifusión de los usuarios-TS podrían transmitirse en primer lugar al Propietario-TC por unidifusión y luego éste transmitiría los datos unidifusión recibidos al grupo mediante multidifusión. Por ejemplo, en la conferencia en grupo, algunos de los usuarios-TS podría actuar como un grupo y transmitir datos multidifusión por conducto del Propietario-TC (el convocador de la conferencia) al grupo de oyentes. La utilización detallada de la conexión multidifusión dúplex depende de las aplicaciones de este protocolo de transporte multidifusión dúplex.

NORMA INTERNACIONAL RECOMENDACIÓN UIT-T

Tecnología de la información – Protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones: Especificación del transporte multidifusión dúplex

1 Alcance

Esta Recomendación | Norma Internacional especifica el protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones (ECTP, *enhanced communications transport protocol*), que es un protocolo de transporte diseñado para soportar aplicaciones multidifusión por Internet que se ejecutan en redes IP con capacidad de multidifusión.

Esta Recomendación | Norma Internacional especifica la parte 3 del ECTP (ECTP-3) para la conexión de transporte multidifusión dúplex, en la cual los participantes están clasificados en un Propietario-TC y numerosos usuarios-TS. La conexión de transporte multidifusión dúplex soporta dos tipos de transporte de datos: el transporte de datos multidifusión desde el Propietario-TC a todos los otros usuarios-TS, y el transporte de datos unidifusión desde los usuarios-TS al Propietario-TC. Un usuario-TS puede enviar datos en unidifusión al Propietario-TC únicamente si obtiene un testigo de este último.

Esta especificación describe el protocolo para soportar el transporte multidifusión dúplex, que incluye la gestión de la conexión (establecimiento, terminación, pausa, reanudación, incorporación y separación de usuario) y los mecanismos de control de la fiabilidad para el transporte de datos multidifusión y unidifusión. Las operaciones de protocolo para el transporte de datos multidifusión del Propietario-TC a los usuarios-TS se designarán en consonancia con el protocolo de transporte multidifusión símplex (ECTP-1), según se especifica en UIT-T X.606 | SO-CEI 14476-1.

2 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones y Normas Internacionales contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación | Norma Internacional. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y Normas son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que los participantes en acuerdos basados en la presente Recomendación | Norma Internacional investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y las Normas citadas a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes. La Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT mantiene una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T X.601 (2000), *Marco para comunicaciones entre múltiples pares*.
- Recomendación UIT-T X.602 (2004) | ISO/CEI 16513: 2005, *Tecnología de la información – Protocolo de gestión de grupo*.
- Recomendación UIT-T X.605 (1998) | ISO/CEI 13252:1999, *Tecnología de la información – Definición del servicio perfeccionado de transporte de comunicaciones*.
- Recomendación UIT-T X.606 (2001) | ISO/CEI 14476-1: 2002, *Tecnología de la información – Protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones: Especificación del transporte multidifusión símplex*.
- Recomendación UIT-T X.606.1 (2003) | ISO/CEI 14476-2: 2003, *Tecnología de la información – Protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones: Especificación de la gestión de la calidad de servicio para el transporte multidifusión símplex*.

3 Definiciones

Esta Recomendación | Norma Internacional está basada en las siguientes definiciones, las cuales se especifican en el servicio perfeccionado de transporte de comunicaciones (Rec. UIT-T X.605 | ISO/CEI 13252).

- a) Conexión de transporte: símplex, dúplex y N-plex.
- b) Propietario-TC y usuarios-TS.

En esta Recomendación | Norma Internacional se utiliza la siguiente terminología especificada en el protocolo perfeccionado de transporte de comunicaciones: parte 1 (Rec. UIT-T X.606 | ISO/CEI 14476-1).

- a) Árbol de control.
- b) Padre e hijos.

c) Propietario superior (TO, *top owner*):

TO es un emisor único de paquetes de datos multidifusión, que puede transmitir datos multidifusión a otros usuarios-TS y se encarga de la gestión de las operaciones generales del ECTP-3. El TO se designará entre los usuarios-TS antes de que comience la conexión y desempeñará las funciones de Propietario-TC.

d) Propietario local (LO, *local owner*):

Un LO está ubicado en el árbol de control de ECTP-3. Uno o más LO pueden designarse para el control del estado y la recuperación de errores escalonables en el ECTP-3. Un LO también es un usuario-TS, el cual también puede recibir los datos multidifusión del TO. Los LO se configurarán como un padre de los grupos locales mediante la configuración del árbol de control en ECTP-3; y

e) Entidad hoja (LE, *leaf entity*):

Una LE es un nodo hoja en el árbol de control ECTP-3. Es un usuario-TS en la conexión ECTP-3 y puede recibir los datos multidifusión enviados por el TO.

En esta Recomendación | Norma Internacional se aplican las siguientes definiciones:

a) Usuario-TS emisor (SU, *sending TS-user*):

Algunos de los usuarios-TS del ECTP-3 pueden enviar datos unidifusión al TO. Un usuario-TS emisor (SU) es un usuario-TS que obtiene un testigo del TO. Únicamente el SU está autorizado a enviar datos unidifusión al TO. En otras palabras, antes de enviar datos unidifusión, cada usuario debe solicitar un testigo al TO.

b) Testigo:

Representa el derecho de un usuario-TS de transmitir datos. El usuario-TS que tiene un testigo se denomina usuario-TS emisor (SU). El TO se encarga de la gestión de los testigos.

c) Canal de datos hacia adelante:

Representa el canal de datos multidifusión del TO a los miembros del grupo. El TO envía datos multidifusión a todos los otros miembros del grupo por direcciones multidifusión IP.

d) Canal de datos hacia atrás:

Representa el canal de datos unidifusión, en el cual los paquetes de datos fluyen desde un SU hasta un TO. Un SU puede enviar datos unidifusión al TO por direcciones unidifusión IP.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación | Norma Internacional se aplican las siguientes abreviaturas, que incluyen los paquetes ECTP-3.

4.1 Tipos de paquetes

ACK	Acuse de recibo (<i>acknowledgment</i>)
CC	Confirmación de creación de conexión (<i>connection creation confirm</i>)
CR	Petición de creación de conexión (<i>connection creation request</i>)
CT	Petición de terminación de conexión (<i>connection termination request</i>)
DT	Datos
HB	Latido (<i>heartbeat</i>)
HBACK	Acuse de recibo de latido (<i>heartbeat acknowledgment</i>)
JC	Confirmación de incorporación tardía (<i>late join confirm</i>)
JR	Petición de incorporación tardía (<i>late join request</i>)
LE	Entidad hoja (<i>leaf entity</i>)
LO	Propietario local (<i>local owner</i>)
LR	Petición de separación de usuario (<i>leave request</i>)
ND	Datos nulos (<i>null data</i>)
RD	Datos de retransmisión (<i>retransmission data</i>)
SU	Usuario-TS emisor (<i>sending TS-user</i>)
TC	Confirmación de incorporación a árbol (<i>tree join confirm</i>)

TGC	Confirmación de obtención de testigo (<i>token get confirm</i>)
TGR	Petición de obtención de testigo (<i>token get request</i>)
TJ	Petición de incorporación a árbol (<i>tree join request</i>)
TO	Propietario superior (<i>top owner</i>)
TRC	Confirmación de devolución de testigo (<i>token return confirm</i>)
TRR	Petición de devolución de testigo (<i>token return request</i>)
TS	Servicios de transporte (<i>transport services</i>)

5 Convenios

En esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan caracteres en mayúscula para representar un "paquete" del ECTP-3 (por ejemplo, *CR* para el paquete de petición de creación de conexión) y caracteres en mayúscula e itálicas para los "temporizadores" o las "variables" empleados en el ECTP-3 (por ejemplo, *CCT* para Temporizador de creación de conexión y *AGN* para Número de generación de ACK).

6 Panorama general

El protocolo perfeccionado de transporte de telecomunicaciones (ECTP) es un protocolo de transporte diseñado para soportar aplicaciones multidifusión por Internet. El ECTP funciona sobre redes IPv4/IPv6 con capacidad de transmisión multidifusión IP con la ayuda de los protocolos de encaminamiento multidifusión IP e IGMP, según se indica en la figura 1. Probablemente el ECTP podría proporcionarse por el UDP.

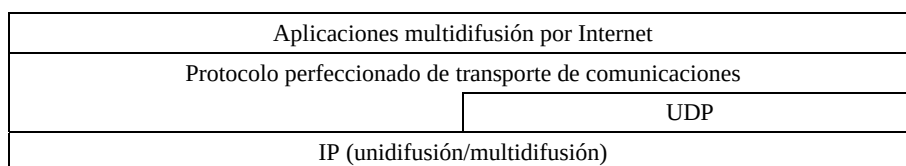


Figura 1 – Modelo ECTP

Esta Recomendación | Norma Internacional describe la especificación de protocolo de la parte 3 del ECTP (ECTP-3) para la conexión multidifusión dúplex. Esta conexión se utiliza para soportar el transporte de datos multidifusión entre los participantes, los cuales son un único Propietario-TC (TO) y numerosos usuarios-TS. Una conexión multidifusión dúplex soporta los dos tipos de canales de datos entre los participantes: el *canal de datos multidifusión* (enviado por el TO hacia todos los otros miembros del grupo) y el *canal de datos unidifusión* (enviado por un usuario-TS al TO). En el ECTP-3 ese usuario-TS se denomina usuario-TS emisor (SU).

En la figura 2 se ilustran estos dos tipos de canales de transporte de datos utilizados en la conexión multidifusión dúplex. Según se muestra en esa figura, el TO puede transmitir datos en multidifusión a otros usuarios-TS por direcciones multidifusión IP (de grupo). Algunos SU podrían enviar datos unidifusión al TO. Antes de enviar esos datos unidifusión, el SU debe obtener un testigo del TO.

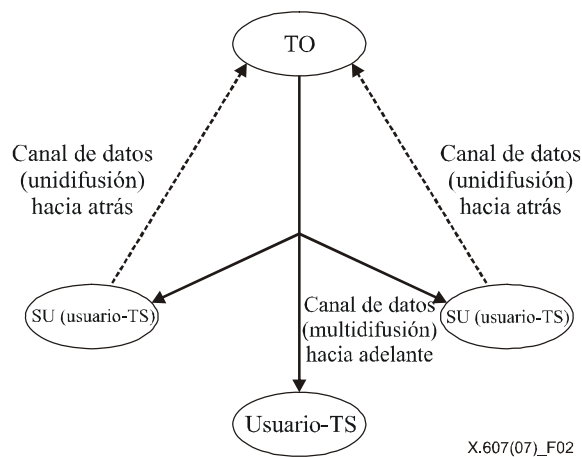


Figura 2 – Transporte de datos en el ECTP-3

Para establecer una conexión multidifusión dúplex, el TO transmite al grupo un paquete Petición de creación de conexión (CR). El paquete CR contiene la información de conexión, con inclusión de las características generales de la conexión. El paquete CR debe indicar en particular que el tipo de conexión es la de transporte multidifusión dúplex. Cada usuario-TS que desee participar en la conexión responderá al TO con un paquete Confirmación de creación de conexión (CC). La operación de creación de conexión estará terminada cuando expire un temporizador CCT predeterminado.

Durante la fase de creación de la conexión, el TO y los usuarios-TS, o bien estos últimos usuarios entre si, configuran un árbol de conexión lógica para el control de fiabilidad escalonable. Con la raíz del TO, el árbol de control define una relación padre-hijo entre cualquier par de usuarios-TS. El usuario-TS padre se denomina Propietario local (LO). Sobre la base del árbol de control se efectuará la recuperación de errores. Para configurar un árbol de control, cada usuario-TS envía un mensaje Petición de incorporación a árbol (TJ) a un candidato de nodo padre que ya haya sido conectado al árbol. El nodo padre responderá al candidato de usuario-TS hijo con un mensaje Confirmación de Incorporación a Árbol (TC). De este modo, el árbol de control se expandirá gradualmente a partir de la raíz hacia los nodos hoja.

Algunos de los posibles usuarios-TS podrían incorporarse a la conexión tardíamente. El usuario-TS que se reincorpora tardíamente participa en la conexión al enviar al TO un mensaje Petición de incorporación tardía (JR). En respuesta al mensaje JR, el TO envía al usuario-TS un mensaje Confirmación de incorporación tardía (JC). Este usuario incorporado tardíamente también se incorporará al árbol de control utilizando los mensajes TJ y TC. A tales efectos, el mensaje JC del TO debe contener información sobre el posible nodo LO padre del usuario que se incorpora tardíamente. Este usuario-TS que se incorpora tardíamente podría tratar de conectarse al posible nodo LO con miras a configurar el árbol de control.

Una vez establecida la conexión comienza la fase de transmisión de datos. El protocolo ECTP-3 soporta dos tipos de canales de datos: el canal multidifusión hacia delante del TO al grupo y el canal unidifusión hacia atrás del usuario-TS al TO. El ECTP-3 proporciona el transporte de datos fiable con recuperación de errores, a tenor del cual todos los paquetes de datos (DT) serán recuperados por el padre en el árbol.

En la transmisión de datos multidifusión hacia delante, el TO puede iniciar la transmisión de datos multidifusión al grupo utilizando la dirección multidifusión IP y el número de puerto del grupo. Los paquetes de datos multidifusión enviados por el TO se segmentarán en secuencias y se transmitirán por paquetes DT a los usuarios-TS receptores. Los usuarios-TS entregarán los paquetes DT recibidos a la aplicación de capa superior siguiendo el orden en el que fueron transmitidos por el TO.

En lo que respecta al canal de datos multidifusión hacia delante del TO, el control de errores se efectuará sobre la base del grupo local definido por el árbol de control del ECTP. Si un nodo hijo detecta una pérdida de datos, envía una petición de retransmisión a su padre mediante paquetes ACK. Cada hijo genera un paquete ACK cada *Número de generación ACK* (AGN, *ACK generation number*) paquetes de datos. Es decir que se genera un paquete ACK para los AGN paquetes de datos del TO. Un mensaje ACK contiene un "mapa de bit" (bitmap) para indicar cuáles paquetes de datos se han recibido y cuáles no. En respuesta a un paquete ACK, cada LO padre podría retransmitir a sus hijos los paquetes RD.

Para el transporte de datos multidifusión hacia delante se utilizan los paquetes Latido (HB) y Acuse de recibo (ACK) de latido (HBACK) entre un padre y un hijo para el mantenimiento del árbol de control. Un padre transmite paquetes HB a los hijos cada *tiempo de generación HB* (HGT, *HB generation time*). El HB contiene información sobre cuál hijo debe responder a ese paquete HB con el paquete HBACK. El hijo correspondiente enviará un paquete HBACK al padre. Este

último también podría utilizar el paquete HB para calcular el Tiempo de ida y vuelta local (RTT, *round trip time*) para el grupo. A tales efectos, los paquetes HB y HBACK contienen un sello de tiempo.

Para el transporte de datos unidifusión hacia atrás, un determinado usuario-TS de la conexión podría obtener un testigo del TO mediante el envío de un mensaje Petición de obtención de testigo (TGR). El TO responderá al usuario-TS con el mensaje Confirmación de obtención de testigo (TGC) que contiene un *ID de testigo*. Así pues, el TO controla el número total de testigos en la conexión. El ID de testigo se utiliza para identificar al emisor de los paquetes DT unidifusión al TO. El usuario-TS que posee un testigo se denomina usuario-TS emisor (SU).

El SU puede enviar paquetes DT unidifusión al TO. Para la recuperación de errores y el control de congestión, el SU y el TO intercambian los paquetes HB y HBACK. El SU envía un mensaje HB al TO. Entonces el TO responde con el paquete HBACK que contiene la información de Acuse de recibo, al igual que como se hizo con los paquetes ACK en el canal multidifusión hacia delante. Cabe señalar que el mensaje HBACK se utiliza para la petición de retransmisión en el canal hacia atrás.

Tras completar la transmisión de datos unidifusión, el SU devolverá el testigo al TO mediante el envío de un mensaje Petición de devolución de testigo (TRR). El TO responderá al SU con un mensaje Confirmación de devolución de testigo (TRC).

Las operaciones de gestión de la conexión se efectúan en la conexión; separación del usuario, pausa y reanudación de la conexión y terminación de la conexión. En la operación Separación de usuario, un usuario-TS participante puede retirarse de la conexión enviando al padre un mensaje de Petición de separación de usuario (LR). En ciertos casos, el padre puede obligar a un nodo hijo específico a abandonar la conexión mediante el envío de un mensaje LR, lo que se denomina expulsión de problemático. El TO podría interrumpir temporalmente y reanudar la conexión. En el periodo de pausa de la conexión el TO enviará paquetes de Datos nulos (ND, *null data*) al grupo. Una vez que el TO haya completado el transporte de datos, podría terminar la conexión dúplex enviando un mensaje de Petición de terminación de conexión (CT) al grupo.

7 Consideraciones relativas al diseño

Esta cláusula contiene algunas consideraciones relacionadas con el ECTP-3.

7.1 Participantes

Todos los participantes en una conexión multidifusión dúplex son usuarios-TS y uno de ellos funciona como un Propietario-TC.

Propietario-TC

En una conexión multidifusión dúplex el Propietario-TC es responsable de la gestión de la conexión, incluida la creación y terminación de la misma, la incorporación tardía, el mantenimiento de la conexión y la gestión de testigos.

Usuario-TS (Usuario del servicio de transporte)

Una conexión multidifusión dúplex posee uno o más usuarios-TS que pueden recibir los datos multidifusión del Propietario-TC. Algunos de los usuarios-TS pueden enviar datos unidifusión al Propietario-TC.

Un usuario-TS puede transformarse en TO, LO o LE, dependiendo de su función.

TO (Propietario superior)

Una conexión multidifusión dúplex tiene un solo TO, que corresponde al Propietario-TC. El TO es responsable de las operaciones generales necesarias para la gestión de la conexión, incluida la creación y la terminación de la conexión, la creación del árbol de control, la incorporación tardía y el mantenimiento de la conexión. El TO también es el único emisor del canal de datos multidifusión hacia adelante. Únicamente el TO está autorizado a enviar los datos multidifusión originales a los otros participantes.

LO (Propietario local)

En la conexión multidifusión dúplex, un LO es un usuario-TS que es responsable de la recuperación de errores ante el grupo local por la transmisión de datos. En la jerarquía del árbol de control de ECTP-3, un LO es un nodo padre y tiene sus nodos hijos. Cabe señalar que un LO también es un usuario-TS, es decir que un LO también recibe datos multidifusión del TO. En el ECTP-3, un usuario-TS podría actuar como un LO en la conexión, o bien se podría utilizar algún LO designado para la recuperación de errores en la conexión, dependiendo del despliegue del ECTP-3.

LE (Entidad hoja)

En la conexión multidifusión dúplex, LE representa un nodo hoja en el árbol de control. Cada LE es un usuario-TS que recibe los datos multidifusión del TO.

Un usuario-TS puede transformarse en SU cuando obtiene un testigo del Propietario-TC.

SU (Usuario-TS emisor)

Un SU es un usuario-TS que puede enviar datos unidifusión al TO. En la conexión multidifusión dúplex, un usuario TS se transforma en una SU cuando posee un testigo y puede por lo tanto transmitir datos unidifusión al TO.

7.2 Árbol de control

Una conexión multidifusión dúplex puede configurar un árbol de control para el control de la fiabilidad escalonable, según se indica en la figura 3.

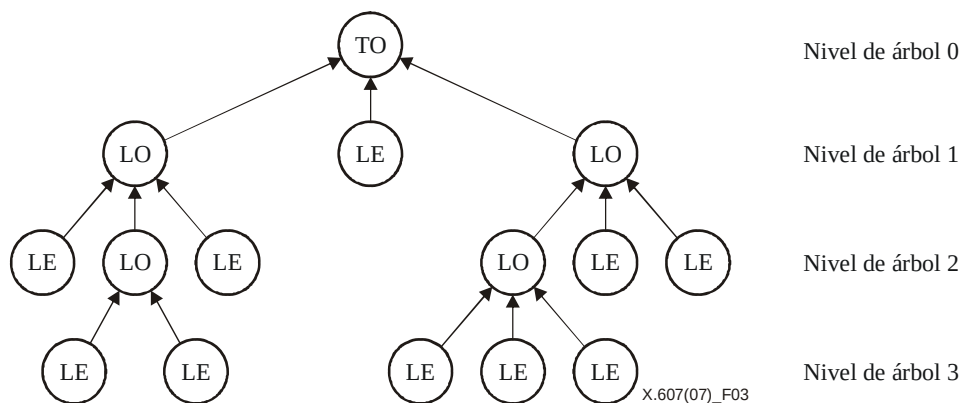


Figura 3 – Árbol de control en el ECTP-3

En el árbol de control del ECTP-3, el TO se encuentra en la parte superior del árbol, que es el nivel de árbol 0. Un LO es un nodo padre en el árbol y tiene uno o más hijos. Un usuario-TS, no designado como LO, se denomina Entidad hoja (LE), y no puede tener hijos. Un árbol de control de este tipo se configurará en la fase de creación de la conexión.

La recuperación de errores en el ECTP-3 tendrá lugar dentro de cada grupo local definido por el árbol de control. Un hijo puede solicitar la retransmisión a su padre LO, y en respuesta a esa petición este último retransmitirá los paquetes de datos al hijo, si los tiene en la memoria tampón. Un LO también es un usuario-TS, y por lo tanto recibe los datos multidifusión del TO. El árbol de control se aplica únicamente al canal de datos multidifusión hacia adelante, es decir que no se aplica al canal de datos unidifusión hacia atrás.

7.3 Canales de datos

En el ECTP-3 se utilizan dos tipos de canales de datos: canales de datos hacia adelante y hacia atrás.

7.3.1 Canal de datos hacia adelante

El TO utiliza el canal de datos hacia adelante para enviar datos multidifusión a los otros miembros. Un LO también puede utilizar el canal de datos multidifusión hacia adelante para enviar datos de retransmisión a sus hijos.

La dirección del canal de datos hacia adelante consta de la dirección IP (multidifusión) del grupo y del puerto de grupo. El TO envía datos multidifusión por conducto de paquetes DT utilizando la dirección del canal de datos hacia adelante. El TO y los LO también pueden retransmitir datos multidifusión por medio de paquetes RD utilizando la dirección del canal de datos hacia adelante.

En la figura 4 se ilustra la utilización de los canales de datos multidifusión hacia adelante en el ECTP-3.

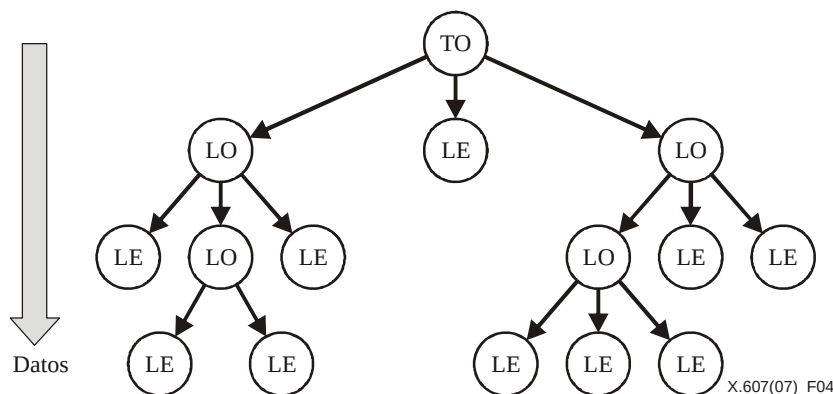


Figura 4 – Canales de datos hacia adelante y árbol de control en el ECTP-3

7.3.2 Canal de datos hacia atrás

Un usuario-TS emisor (SU) utiliza el canal de datos hacia atrás para enviar datos unidifusión al TO. La dirección del canal de datos hacia atrás consiste en la dirección IP del TO y del puerto del "grupo".

En la figura 5 se ilustra la utilización del canal de datos unidifusión hacia atrás en el ECTP-3.

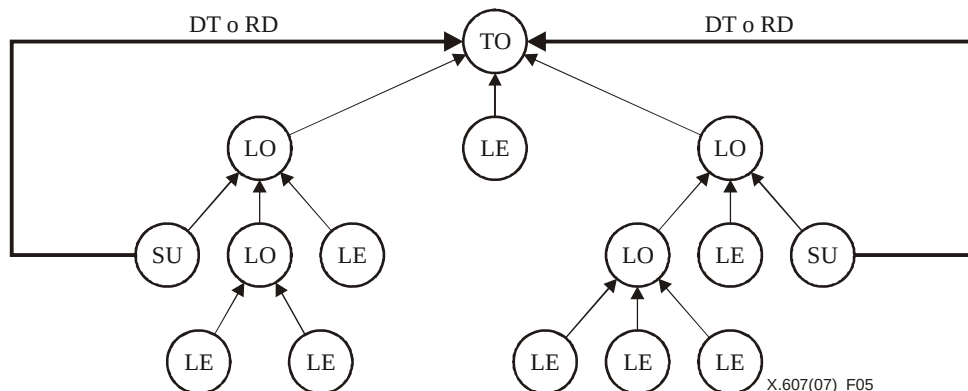


Figura 5 – Canales de datos hacia atrás en el ECTP-3

Cada SU debe enviar datos unidifusión mediante paquetes DT y RD al TO, utilizando esta dirección de canal de datos hacia atrás como dirección de destino. Por otro lado, el TO debe ajustar esta dirección de canal de datos hacia atrás para recibir los datos unidifusión procedentes de cualquier SU en la conexión.

7.4 Direccionamiento

En el ECTP-3, cada paquete utiliza los siguientes tipos de números de puerto y direcciones IP para su dirección de origen y destino:

- dirección IP grupal y dirección IP local;
- puerto grupal y puerto local.

7.4.1 Direcciones IP grupal y local

La dirección IP grupal es la dirección IP multidifusión (por ejemplo, dirección de Clase D para Ipv4), mientras que una dirección IP local representa la dirección IP unidifusión de cada uno de los participantes en el ECTP: el TO, los LO y los LE.

La dirección IP grupal se utiliza como la dirección de destino de los paquetes cuya multidifusión debe efectuar el TO y los LO. Los paquetes CR y DT del TO, por ejemplo, utilizarán la dirección IP grupal como dirección de destino de los paquetes IP conexos. Cada LO utiliza también la dirección IP grupal como dirección de destino de los paquetes RD y HB.

La dirección IP local de cada participante se utiliza como dirección IP de origen y de destino para los paquetes unidifusión, y también como dirección de origen para los paquetes multidifusión.

Cabe señalar que la dirección IP grupal y la dirección IP local del TO deben anunciarse a todos los posibles participantes mediante una señalización fuera de banda como un anuncio web.

7.4.2 Puertos grupal y local

El puerto grupal representa el número de puerto que se han anunciado a todos los participantes en el ECTP-3 antes de la conexión. En el ECTP-3, el puerto grupal se utiliza habitualmente como "puerto de destino" de los paquetes multidifusión ECTP-3 transmitidos por el TO o los LO, tales como CR y DT. Esto es, cada usuario-TS debe ajustarse al puerto y la dirección IP grupal con miras a recibir los correspondientes paquetes multidifusión ECTP-3.

El SU también utiliza el número de puerto grupal para enviar datos unidifusión al TO. Esto es, el TO se ajustará al puerto local con su dirección IP local con miras a recibir los datos unidifusión procedentes de cualquier SU. El puerto grupal se utiliza en particular como puerto de destino del paquete que solicita cierta acción, como por ejemplo la incorporación tardía.

Por otro lado, en otros casos que no se describen *supra*, el paquete ECTP-3 utilizará el número de puerto local como puerto de origen y/o de destino. Por ejemplo, en respuesta a la Petición de incorporación tardía (JR) de un usuario-TS, el TO responderá con el mensaje Confirmación de incorporación tardía (JC) que utiliza el puerto local del usuario-TS como puerto de destino.

Más adelante se especifica la utilización detallada del puerto y la dirección IP local para cada uno de los paquetes del STP-3.

7.4.3 Direcciones de los canales de datos

En el ECTP-3 todos los paquetes de datos utilizan el número de puerto grupal como puerto de destino. Por consiguiente, antes de la creación de la conexión, se debe anunciar la siguiente información a todos los participantes en el ECPT-3 mediante una señalización fuera de banda, como por ejemplo un anuncio web.

- Puerto grupal y dirección IP grupal.
- Dirección IP local del TO.

En la figura 6 se describe la utilización del puerto y la dirección IP para los canales de datos hacia adelante y hacia atrás. Los paquetes de datos multidifusión hacia adelante utilizan el número de puerto y la dirección IP grupal como dirección de destino de los paquetes de datos, mientras que los paquetes de datos hacia atrás utilizan la dirección IP local del TO y el número de puerto de grupo como dirección de destino.

Más adelante se especificará la utilización detallada de las direcciones grupal y local para los otros paquetes.

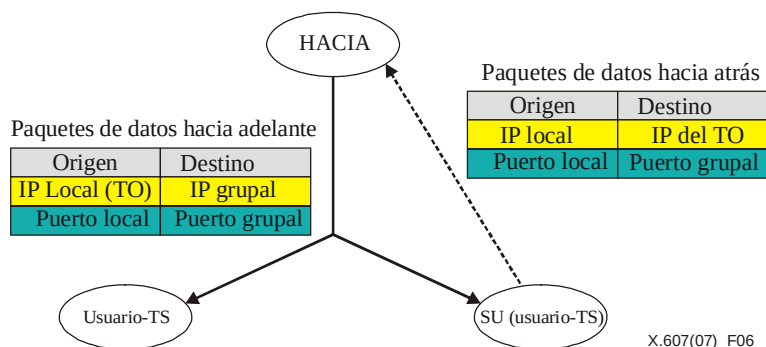


Figura 6 – Direccionamiento del canal de datos en el ECTP-3

7.5 Testigos

En el ECTP-3, un testigo representa el derecho de un usuario-TS para enviar datos unidifusión al TO. Antes de transmitir los datos, cada usuario-TS debe obtener un testigo del TO, en el marco de los procedimientos de Control de testigo del ECPT-3.

En el ECTP-3 cada testigo está representado como un entero no negativo de 1 byte. El TO asignará ese número de testigo (o ID de testigo) cuando un usuario-TS solicite un testigo en la conexión. El ID de testigo oscila entre 1 y 255. El ID de testigo "0" está reservado para uso del TO. En el lado del TO, el ID de testigo puede utilizarse para identificar quién está enviando los datos unidifusión.

8 Paquetes

Un paquete ECTP contiene un encabezamiento de base de 16 bytes junto con los elementos de extensión o los datos de usuario. Cabe señalar que los paquetes de datos no incluyen ningún elemento de extensión. En figura 7 se ilustra el formato del paquete ECTP-3:

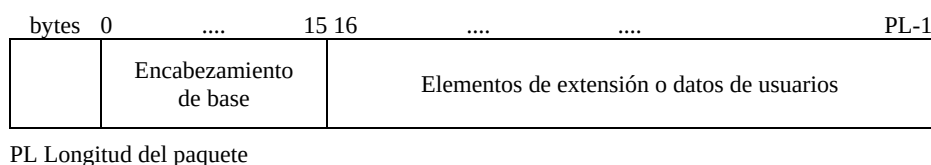


Figura 7 – Formato de paquete ECTP-3

8.1 Encabezamiento de base

El encabezamiento de base de 16 bytes contiene información útil para todas las operaciones de protocolo, sobre todo en lo que respecta a los paquetes de datos. En la figura 8 se ilustra la estructura del encabezamiento de base cuando el ECTP funciona por el IP.

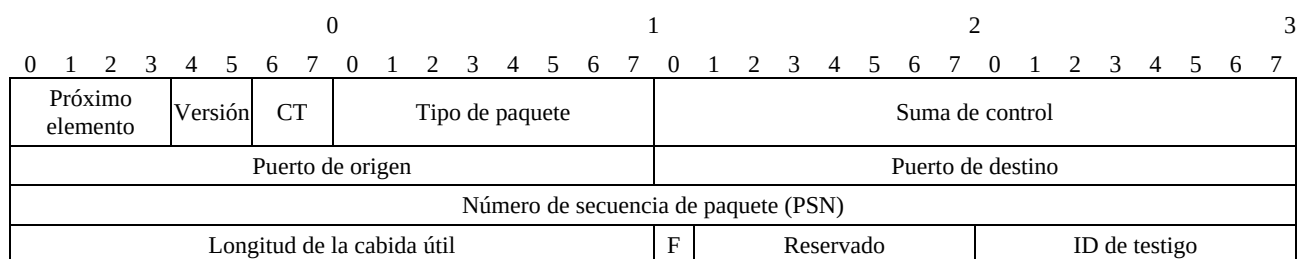


Figura 8 – Encabezamiento de base (ECTP por IP)

El encabezamiento de base contiene la siguiente información:

a) *Próximo elemento* (4 bits)

Especifica el tipo de elemento de extensión inmediatamente siguiente al encabezamiento de base. Más adelante se indicarán los valores de codificación de los elementos de extensión. El valor del elemento de extensión "0000" señala que la próxima parte de este paquete contiene los datos de usuario, en su caso.

b) *Versión* (2 bits)

Define la versión del protocolo ECTP-3. Su versión actual está codificada como "00".

c) *Tipo de conexión (CT)*: (2 bits)

Especifica el tipo de conexión ECTP. El valor de codificación del tipo de conexión es el siguiente:

- 1) 01 – Conexión multidifusión simplex (para ECTP-1 y ECTP-2);
- 2) 10 – Conexión multidifusión dúplex (para ECTP-3 y ECTP-4);
- 3) 11 – Conexión multidifusión N-plex (para ECTP-5 y ECTP-6).

El valor "00" está reservado para ser utilizado en el futuro. En esta especificación ECTP-3, el CT debe fijarse en "10". Cabe señalar que esta definición es compatible con las especificaciones de ECPT-1 y ECTP-2.

d) *Tipo de paquete* (8 bits)

Indica el tipo de este paquete ECTP-3. Más adelante se indicarán los valores de codificación de los paquetes ECTP-3.

e) *Suma de control* (16 bits)

Se utiliza para comprobar la validez del paquete ECTP-3 que incluye el encabezamiento de base, el encabezamiento de extensión y/o los datos de usuario. La suma de control ECTP-3 se calcula mediante la operación aritmética tradicional de complemento a uno, como se hizo en el caso del TCP y el UDP.

f) *Puerto de origen (16 bits) y puerto de destino (16 bits)*

Estos números de puertos se utilizan para identificar las aplicaciones de envío y recepción para el caso del ECTP-3 por IP. Cuando el ECTP-3 funciona por UDP, estos campos se utilizan para representar al identificador de la conexión, según se describe más adelante.

g) *PSN (32 bits)*

Este valor representa el número de secuencia del paquete de datos en el caso de los paquetes DT o RD del ECTP-3. Cuando se trata de ciertos paquetes de control tales como los paquetes ND o HB, este valor tiene una semántica diferente, que se describirá más adelante. En el caso de otros paquetes de control éste se ignora. Este número de secuencia es un número sin signo de 32 bits que comienza con el número de secuencia inicial y aumenta en "1", y vuelve a girar en torno a "1" después de alcanzar $2^{32} - 1$.

h) *Longitud de la calidad útil (16 bits)*

Este valor indica la longitud total de los encabezamientos de extensión o los datos de usuario en bytes, después del encabezamiento de base.

i) *F (1 bit)*

Éste es un bit de bandera. El uso de esta bandera depende de los tipos de paquete:

- 1) En el caso de los paquetes JC (confirmación de incorporación tardía), TJ (confirmación de incorporación a árbol), TGC (confirmación de obtención de testigo) y TRC (confirmación de devolución de testigo), $F = 1$ indica que se acepta cada una de las correspondientes peticiones. De otro modo, F se fija a 0.
- 2) En el caso del paquete LR (petición de separación de usuario), F se fija en "1" para la hoja invocada por el usuario, o bien en "0" para la expulsión de problemático.
- 3) En cuanto al paquete CT (petición de terminación de conexión), F se fija en "1" para una terminación anormal, o bien en "0" para una terminación normal, después de haber transmitido todos los datos.

En la cláusula sobre el procedimiento de protocolo se proporciona una descripción detallada de los otros paquetes. De otro modo, si no se especifica ninguna utilización concreta, este campo se ignora.

j) *Reservado (7 bits)*

Este campo está reservado para su utilización en el futuro.

k) *ID de testigo (8 bits)*

El ID de testigo es válido únicamente para los paquetes de datos DT y RD. Éste indica cual es la fuente de los paquetes de datos. El valor del ID de testigo varía entre 0 y 255. Cada SU recibe un ID de testigo del TO por medio del procedimiento de obtención de testigo y fija este campo en el número asignado por el TO. Los paquetes de datos multidifusión hacia adelante del TO fijarán este campo en "0".

En cambio, cuando el ECTP funciona por UDP, no es necesario que el encabezamiento de paquete especifique los puertos de origen y de destino, a los que se hará referencia en el encabezamiento UDP. En este caso, el campo de 32 bits de los puertos de origen y de destino se rellenará con "*ID de conexión*". Por defecto, éste podría fijarse en la dirección del grupo IPv4.

El formato del encabezamiento de base para el ECTP por UDP se indica en la figura 9.

0								1								2								3											
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7				
Próximo elemento				Versión				CT				Tipo de paquete								Suma de control															
ID de conexión																																			
Número de secuencia de paquete																																			
Longitud de la cabida útil																F		Reservado								ID de testigo									

Figura 9 – Encabezamiento de base (ECTP por UDP)

El huésped ECTP utiliza la *ID de conexión* para identificar la conexión ECTP. Ésta puede también utilizarse para verificar la conexión. Durante la fase de establecimiento de la conexión, el TO puede transmitir en primer lugar esta información a los otros participantes mediante los paquetes CR o JC. Todos los otros paquetes del ECTP-3 deben fijar este campo al valor indicado por el TO.

8.2 Elementos de extensión

Los paquetes ECTP utilizados para el control pueden contener uno o más elementos de extensión junto con el encabezamiento de base. El encabezamiento de base y cada uno de los elementos de extensión tienen el campo de "Próximo elemento" que apunta al elemento de extensión inmediatamente subsiguiente, en su caso.

El campo Próximo elemento se codifica como se indica en el cuadro 1. Cabe señalar que "0000" significa "ningún elemento". Por consiguiente, el último elemento de extensión de un paquete ECTP debe fijar su campo Próximo elemento en "0000".

Cuadro 1 – Elementos de extensión

Elemento de extensión	Valor de codificación en el próximo elemento del elemento precedente (4 bits)	Longitud del elemento de extensión (bytes)
Ningún elemento	0000	0
Conexión	0001	4
Acuse de recibo	0010	Variada
Miembros	0011	4
Sello de tiempo	0100	12
Dirección	0110	8 ó 20

Cabe señalar que todos los elementos de extensión distintos del elemento "dirección" ya han sido definidos en ECTP-1 y el ECTP-2. Por consiguiente, los valores de codificación de estos elementos de extensión se volverán a utilizar en el ECTP-3. Cabe señalar asimismo que el valor de codificación "0101" está reservado para el elemento de extensión QoS (calidad de servicio), que no se utiliza en el ECTP-3, y podría definirse para la gestión de la calidad de servicio en el ECTP-4.

Todos los elementos de extensión descritos en el cuadro se definirán en esta subcláusula abarcando los requisitos para el protocolo ECTP-3.

8.2.1 Elemento conexión

El elemento de extensión conexión contiene información general sobre la conexión de transporte ECTP-3. Este elemento está codificado "0001" en el campo "Próximo elemento" del encabezamiento de base o el elemento precedente. Este elemento de extensión debe incluirse en los paquetes CR, JC y TGR. En la figura 10 se indica la estructura del elemento, cuya longitud es de "4" bytes:

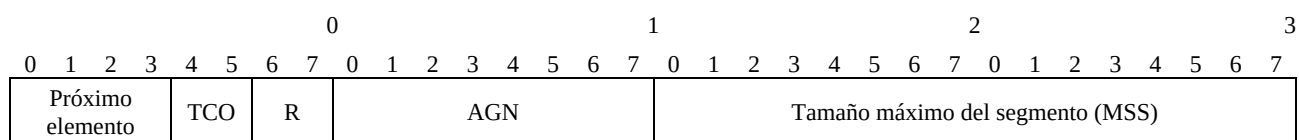


Figura 10 – Elemento de extensión conexión

Cada campo se especifica de la manera siguiente:

a) *Próximo elemento* (4 bits)

Indica el tipo del próximo elemento de extensión, según se ilustra en el cuadro 1.

b) *TCO (Opción de configuración árbol)*: (2 bits)

Especifica la opción de configuración árbol utilizada en la conexión ECTP-3 como sigue:

1) 00 – Configuración de nivel 1

No se utiliza ningún LO en la conexión. Así pues, todos los usuarios-TS deben estar conectados al TO en calidad de padre en el árbol de control.

2) 01 – Nivel de configuración 2

Un árbol de control con el nivel de árbol 2 está configurado como sigue: TO ⇔ LO ⇔ LE. Cada LE podría conectarse a un LO o directamente al TO. Los LE están todos conectados al TO en el árbol.

- 3) 10 – Configuración general
Conforme a esta opción, podría configurarse un árbol de control con más de dos niveles de árbol.
- 4) 11 – Reservado para su utilización en el futuro.
- c) *R* (reservado): (2 bits)
Reservado para su utilización en el futuro.
- d) *AGN* (*Numero de generación ACK*): (8 bits)
Es un entero positivo que va de 1 a 255 y representa *Número de generación ACK*. Un usuario hijo en el protocolo ECTP-3 utiliza el *AGN* para generar y transmitir un paquete ACK.
- e) *MSS* (16 bits)
Especifica el tamaño máximo del segmento de datos de usuario que puede estar contenido en un paquete DT ECTP-3 en bytes. Un paquete DT ECTP-3 puede contener como máximo "65535" bytes de datos de usuario. El valor por defecto es "1024".

8.2.2 Elemento Acuse de recibo

Este elemento de extensión proporciona información sobre el estado de la recepción de paquetes en el nodo hijo, al que se referirá el nodo padre para el control de los errores, el flujo y la congestión. Este encabezamiento de extensión se adjunta al paquete ACK. Está codificado como "0010" en el campo Próximo elemento del encabezamiento de base o el elemento precedente.

Este elemento consta de 4 bytes fijos y el tamaño variable de *ACK bitmap*, según se indica en la figura 11.

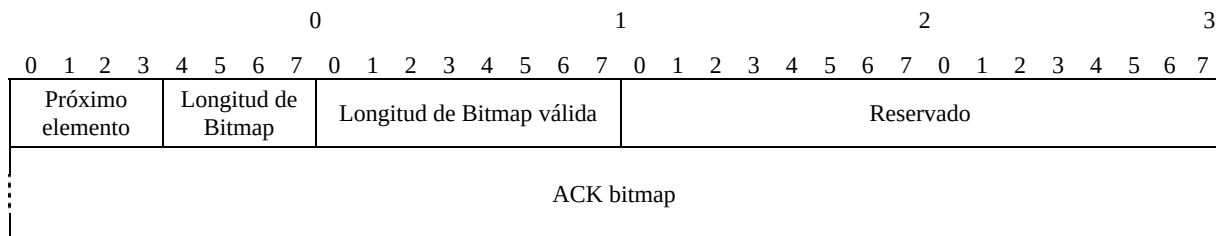


Figura 11 – Elemento de extensión Acuse de recibo

Cada campo se especifica como sigue:

- a) *Próximo elemento* (4 bits)
Indica el tipo del próximo elemento de extensión, según se ilustra en el cuadro 1.
- b) *Longitud de bitmap* (4 bits)
Especifica el tamaño total de la variable *ACK bitmap* en unidades de palabra (4 bytes), que excluye los 8 bytes fijos. Cabe señalar que el valor máximo de la longitud de bitmap es "8" (palabras).
- c) *Longitud de bitmap válida* (8 bits)
Representa la longitud de la porción realmente válida en "bit" de *ACK bitmap*.
- d) *Reservado* (16 bits)
Está reservado para su utilización en el futuro. El ECTP-4 podría especificar en este campo alguna información sobre gestión de la calidad de servicio.
- e) *ACK bitmap* (variable)
Utilizando "0" ó "1", éste presenta información sobre los paquetes de datos que se han recibido (1) o perdido (0) en el lado receptor. En *ACK bitmap*, la información bitmap comienza con el número de secuencia *LSN*, el cual representa el número de secuencia del paquete DT con el número más bajo que aún no ha sido recibido en el lado receptor. El *LSN* se especificará en el campo *PSN* del encabezamiento de base. *ACK bitmap* contiene la información bitmap total del tamaño de *Longitud de bitmap válida*.

La longitud total de la parte *ACK bitmap* está representada por *Longitud bitmap* en palabra. Por consiguiente, el relleno de los "0" podría tener lugar para una porción de *ACK bitmap* distinta de los bits de *Longitud bitmap válida*, con miras a garantizar el ajuste del elemento Acuse de recibo en la unidad de palabra.

Como ejemplo de la utilización de *ACK bitmap*, supongamos que *LSN* = 100, *Longitud bitmap válida* = 8 y *ACK bitmap* = 01110111. Este *bitmap* implica que el receptor ha perdido los paquetes de datos con el número de

secuencia de paquetes 100 y 104, y que ha recibido todos los paquetes de datos con números de secuencia inferiores a 100. En este caso, la *Longitud bitmap* es "1" y todos los últimos 24 bits de *ACK bitmap* se rellenarán con "0". Cabe señalar que el primer bit de *ACK bitmap* siempre debe estar fijado en "0".

8.2.3 Elemento Miembros

Este elemento de extensión de 4 bytes contiene información sobre los miembros del árbol, según se ilustra en la figura 12. Está codificado "0011" en el campo Próximo elemento del elemento precedente o el encabezamiento de base.

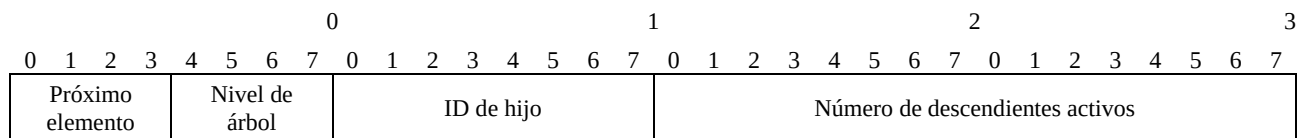


Figura 12 – Elemento de extensión Miembros

Cada campo se especifica como sigue:

- a) *Próximo elemento* (4 bits)
- b) *Nivel de árbol* (4 bits)

Especifica el nivel de árbol del emisor de este paquete en el árbol de control ECTP-3. El TO estará en el nivel de árbol "0" y sus hijos en el nivel de árbol "1". El valor del *Nivel de árbol* se aumentará en "1" a medida que el árbol crezca gradualmente.

- c) *ID de hijo* (8 bits)

Éste es un entero no negativo que especifica el número ID de un nodo hijo. Durante la fase de creación del árbol, el padre asignará este ID de hijo a cada uno de los hijos. El ID hijo se utiliza para determinar cuando se debe enviar un paquete ACK a su padre, lo que se describirá más adelante. Un paquete ACK de un nodo hijo contiene su ID de hijo, el cual puede utilizar el padre para la recuperación de errores. El valor "0" se utiliza para indicar que este campo debe pasarse por alto.

- d) *Número de descendientes activos (ADN)*: (16 bits)

Éste representa el número de descendientes activos del nodo a lo largo del árbol. Cada usuario-TS fija el ADN en "1", puesto que no tiene hijo. El LO padre sumará todos los valores ADN para sus hijos. De este modo, el TO puede obtener información sobre el número de usuarios-TS que participan en la conexión.

8.2.4 Elemento sello de tiempo

El elemento sello de tiempo se codifica en "0100" en el campo Próximo elemento del elemento precedente o el encabezamiento de base. El ECTP-3 utiliza el sello de tiempo de 8 bytes para calcular el tiempo de *Viaje de ida y vuelta* (*round trip time, RTT*).

El elemento de extensión sello de tiempo de 12 bytes está formado como se indica en la figura 13.

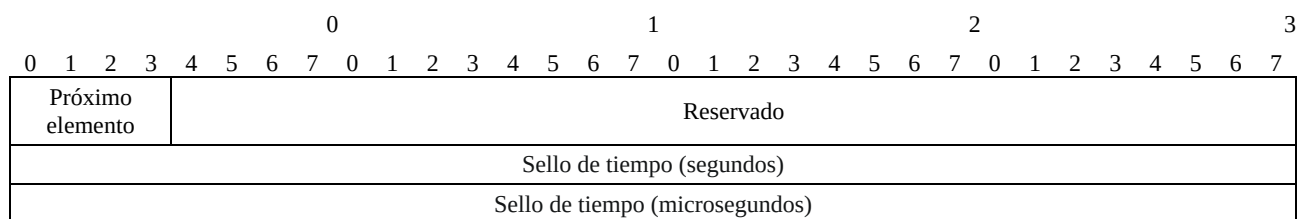


Figura 13 – Elemento de extensión sello de tiempo

Cada campo se especifica como sigue:

- a) *Próximo Elemento* (4 bits)
- b) *Reservado* (28 bits)
- c) *Sello de tiempo* (64 bits)

Éste contiene el valor del sello de tiempo de 8 bytes. Los primeros 4 bytes representan el valor de tiempo en segundos, y los últimos 4 bytes representan ese valor en microsegundos, tal como se efectúa en el programa *ping* tradicional.

8.2.5 Elemento Dirección

El elemento de extensión Dirección se codifica en "0110" en el campo Próximo elemento del elemento precedente o el encabezamiento de base. Este elemento se adjunta al paquete cuando el protocolo necesita especificar las direcciones IPv4 o IPv6 del participante interesado. Por ejemplo, el paquete JC del TO podría incluir este elemento con miras a informar a un usuario incorporado tardíamente acerca de la dirección IP del LO que podría conectar dicho usuario.

La longitud del elemento es de 8 ó 20 bytes, dependiendo de la versión IP. Este elemento está formateado como se indica en la figura 14.

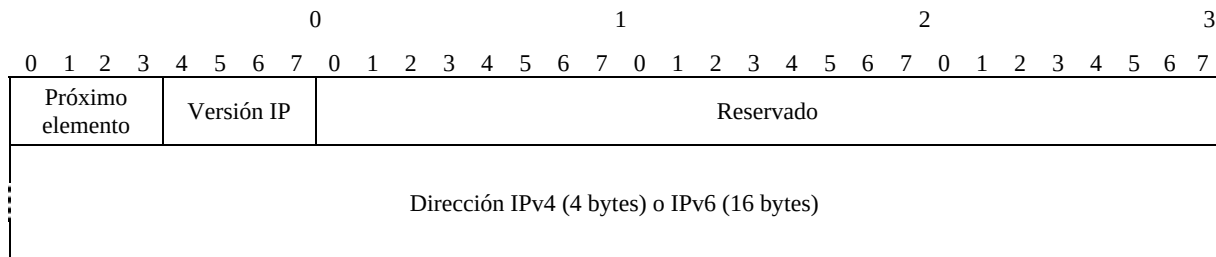


Figura 14 – Elemento de extensión Dirección

Cada campo se especifica como sigue:

a) *Próximo elemento* (4 bits)

b) *Versión IP* (4 bits)

Este campo indica la versión de la dirección IP contenida en este elemento. Actualmente se dispone de los siguientes valores: IPv4 (0100) e IPv6 (0110).

c) *Reservado* (24 bits)

d) *Dirección IP* (32 ó 128 bits): Este campo indica la dirección IPv4 o IPv6 del participante interesado.

8.3 Formato de paquete

El ECTP-3 define en total 18 tipos de paquetes: 3 tipos de paquetes de datos y 15 tipos de paquetes de control. Los paquetes de datos son DT, ND y RD. En el cuadro 2 se hace una reseña de los paquetes utilizados en el ECTP-3; las regiones sombreadas indican los tipos de paquetes del ECTP-3 definidos recientemente.

Cuadro 2 – Paquetes ECTP-3

Nombre completo	Acrónimo	Transporte	De	A
Petición de creación de conexión	CR	Multidifusión	TO	Usuarios-TS
Confirmación de creación de conexión	CC	Unidifusión	Usuario-TS	TO
Petición de incorporación a árbol	TJ	Unidifusión	Hijo	Padre
Confirmación de incorporación a árbol	TC	Unidifusión	Padre	Hijos
Datos	DT	Multidifusión Unidifusión	TO SU	Usuario-TS
Datos nulos	ND	Multidifusión	TO	Usuario-TS
Datos de retransmisión	RD	Multidifusión Unidifusión	Padre SU	Hijos TO
Acuse de recibo	ACK	Unidifusión	Hijo	Padre
Latido	HB	Multidifusión Unidifusión	Padre SU	Hijo TO
Acuse de recibo de latido	HBACK	Unidifusión	Hijo/TO	Padre/SU
Petición de incorporación tardía	JR	Unidifusión	Usuario-TS	TO
Confirmación de incorporación tardía	JC	Unidifusión	TO	Usuario-TS
Petición de separación de usuario	LR	Unidifusión	Padre /Hijo	Hijo/Padre
Petición de terminación de conexión	CT	Multidifusión	TO	Usuarios-TS

Cuadro 2 – Paquetes ECTP-3

Nombre completo	Acrónimo	Transporte	De	A
Petición de obtención de testigo	TGR	Unidifusión	SU/TO	TO/SU
Confirmación de obtención de testigo	TGC	Unidifusión	TO/SU	SU/TO
Petición de devolución de testigo	TRR	Unidifusión	Usuario-TS/TO	TO/Usuario-TS
Confirmación de devolución de testigo	TRC	Unidifusión	TO/Usuario-TS	Usuario-TS/TO

En el cuadro, el nodo padre representa al TO o LO, y el SU puede iniciar los paquetes utilizados para el control de testigo, al igual que TO. Según se ilustra también en el cuadro, los participantes intercambian todos los paquetes ECTP-3 conforme al método de petición y confirmación. Por ejemplo, la petición CR espera recibir el correspondiente mensaje de confirmación CC. Los mensajes ACK se utilizarán para confirmar los mensajes DT y RD. Los mensajes LR y CT, en cambio, no necesitan ningún mensaje de confirmación.

En el cuadro 3 se muestra además el valor de codificación y la estructura de cada uno de los paquetes del ECTP-3. Los elementos de extensión se adjuntan al encabezamiento de base siguiendo el orden especificado en el cuadro.

Cuadro 3 – Formato de los paquetes ECTP-3

Tipo de paquete	Valor de codificación	Elementos de extensión o datos de usuario (Estructura de paquete)	Longitud (bytes)	Fase del protocolo operacional
CR	0000 0001	Conexión	20	Creación de la conexión
CC	0000 0010		16	
TJ	0000 0011		16	Creación del árbol de control
TC	0000 0100	Miembros + <i>Dirección</i>	20+	
DT	0000 0101	Datos de usuario	16+	Transporte de datos (hacia adelante y hacia atrás)
ND	0000 0110		16	
RD	0000 0111	Dato de usuario	16+	
ACK	0000 1000	Miembros + Acuse de recibo	20+	
HB	0000 1001	Miembros + <i>Sello de tiempo</i>	20+	Mantenimiento del árbol de control
HBACK	0000 1110	Miembros + Acuse de recibo + <i>sello de tiempo</i>	20+	
JR	0000 1010		16	Incorporación tardía
JC	0000 1011	Conexión + <i>Dirección</i>	20+	
LR	0000 1100		16	Separación de usuario
CT	0000 1101		16	Terminación
TGR	0001 0001		16	Obtención de testigo
TGC	0001 0010		16	
TRR	0001 0011		16	Devolución de testigo
TRC	0001 0100		16	

Las regiones sombreadas en el cuadro señalan a los paquetes definidos recientemente en el ECTP-3: HBACK, TGR, TGC, TRR, y TRC. Cabe señalar que las partes en cursivas (de los elementos de extensión) indican que el uso del correspondiente elemento de extensión en la implementación tiene carácter facultativo y no obligatorio.

En la columna que indica la longitud del paquete, el signo "+" indica que el tamaño del paquete podría ser mayor mediante la adición de los datos de usuario o el elemento facultativo especificado. En el cuadro se indica que el paquete ND se utiliza únicamente para el transporte de datos multidifusión hacia adelante. Los siguientes valores de codificación están reservados para su utilización en el futuro: "0000 0000", "0000 1111", y "0001 0000".

8.3.1 Petición de creación de conexión (CR)

El TO utiliza el paquete CR para crear una conexión multidifusión dúplex, y con ese fin envía dicho paquete al grupo con las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto local del TO

- IP de destino: dirección IP multidifusión del grupo
- Puerto de destino: número de puerto grupal

La longitud del paquete CR es de 20 bytes (encabezamiento de base de 16 bytes + elemento de conexión de 4 bytes). El paquete CR está formateado como se indica en la figura 15.

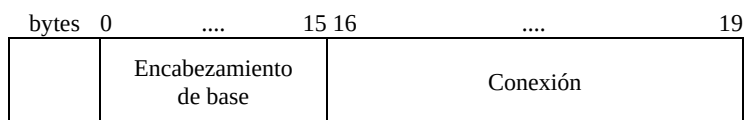


Figura 15 – Paquete CR

El encabezamiento de base de 16 bytes del paquete CR debe codificarse como sigue:

- Próximo elemento*: "0001" (elemento de conexión)
- Versión*: "00" (versión actual del ECTP-3)
- CT*: "10" (conexión multidifusión dúplex)
- Tipo de paquete*: "0000 0001" (CR)
- Suma de control*: se calculará
- Puerto de origen*: número de puerto local del TO (o ID de Conexión)
- Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de Conexión)
- PSN*: PSN inicial asignado por el TO y utilizado para el canal de datos hacia adelante
- Longitud de la cabida útil*: 4
- F*: "0" (se pasará por alto)
- ID de testigo*: "0" (el ID de testigo del TO se fija en "0")

El elemento de conexión de 4 bytes se debe codificar como sigue:

- Próximo elemento*: "0000" ó "0100" (si se incorpora facultativamente el elemento Sello de tiempo)
- TCO*: tal como ha sido configurado por el TO
- RO*: tal como ha sido configurado por el TO
- AGN*: tal como ha sido configurado por el TO
- MSS*: tal como ha sido configurado por el TO (el valor por defecto es "1024")

8.3.2 Confirmación de creación de conexión (CC)

El usuario-TS utiliza el paquete CC en respuesta al paquete CR del TO. Un usuario-TS envía el paquete CC al TO por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: número de puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del TO
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete CC contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes. El encabezamiento de base del paquete CC debe codificarse como sigue:

- Próximo elemento*: "0000" ó "0100" (si se añade facultativamente el elemento Sello de tiempo)
- CT*: "10"
- Tipo de paquete*: "0000 0010" (CC)
- Suma de control*: se calculará
- Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión)

Todos los campos distintos del especificado arriba se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.3 Petición de incorporación a árbol (TJ)

El usuario-TS utiliza el paquete TJ para el posible nodo padre con miras a incorporarse al árbol de control. El posible nodo padre podría ser el propio TO, o bien otra parte indicada por el TO (por intermedio del paquete JC). Un usuario-TS envía el paquete TJ al padre (el TO o un LO) por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: número de puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del nodo padre (TO o LO)
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete TJ contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes. El encabezamiento de base del paquete TJ debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 0011" (TJ)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión)

Todos los campos distintos del especificado arriba se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.4 Confirmación de incorporación a árbol (TC)

El nodo LO o TO padre utiliza el paquete TC para responder al paquete TJ. El nodo padre envía el paquete TC al usuario-TS por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del nodo padre (TO o LO)
- Puerto de origen: número de puerto grupal
- IP de destino: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de destino: puerto local del usuario-TS

El paquete TC contiene el encabezamiento de base de 16 bytes. En caso de que se acepte la correspondiente petición TJ, el paquete TC también contendrá el elemento Miembros de 4 bytes y, posiblemente, el elemento Dirección (facultativa).

El paquete TC está formateado como se indica en la figura 16.

bytes	0	....	15 16	....	19 20	....	PL-1
	Encabezamiento de base				Miembros		Dirección (facultativa)

Figura 16 – Paquete TC

El encabezamiento de base de 16 bytes del paquete TC debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0011" (elemento Miembros)
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 0100" (TC)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: puerto grupal (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- g) *Longitud de la cabida útil*: 4 o más (si se añade el elemento Dirección)
- h) *F*: "1" si se acepta la petición TJ, o en su defecto "0".

Todos los campos distintos del especificado *supra* se especificarán a "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

El elemento Miembros de 4 bytes debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000" o "0110" (si se añade facultativamente el elemento Dirección)
- b) *Nivel de árbol*: representa el nivel de árbol actual del nodo padre
- c) *ID de hijo*: es asignado por el nodo padre
- d) *ADN*: se fija en "0" y se pasa por alto

El elemento Dirección podría añadirse con carácter facultativo al elemento Miembros. Este elemento Dirección sólo se añadirá si no se acepta la petición TJ. En tal caso, la información de dirección representa la dirección IP de otro posible nodo padre al que podría volver a intentar conectarse el nodo hijo fallido.

En tal caso, el elemento Dirección debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *Versión IP*: "0100" (IPv4) o "0110" (IPv6)
- c) *Dirección IP*: Dirección IP del posible LO padre

8.3.5 Datos (DT)

El TO utiliza el paquete DT para transmitir los datos multidifusión hacia delante a los miembros del grupo, o bien el SU utiliza dicho paquete para enviar los datos unidifusión hacia atrás al TO.

Los paquetes DT multidifusión hacia delante se envían a los usuarios-TS por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto local del TO
- IP de destino: dirección IP multidifusión del grupo
- Puerto de destino: número de puerto grupal

Los paquetes DT unidifusión hacia tras se envían al TO por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del SU
- Puerto de origen: número de puerto local del SU
- IP de destino: dirección IP del TO
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete DT contiene el encabezamiento de base de 16 bytes y los datos de usuario de longitud variable.

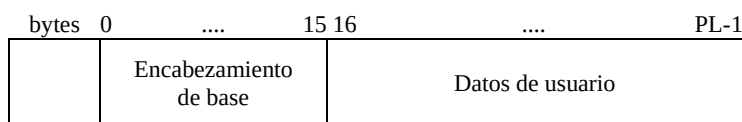


Figura 17 – Paquete DT

El encabezamiento de base de 16 bytes del paquete DT debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10" (conexión multidifusión dúplex)
- c) *Tipo de paquete*: "0000 0101" (DT)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión)
- g) *PSN*: el PSN de este paquete DT, que se aumentará en 1, comenzando por el PSN inicial
- h) *Longitud de la cabida útil*: indica la longitud (en bytes) de los datos de usuario contenidos en este paquete
- i) *F*: "0" (se pasará por alto)
- j) *ID de testigo*: ID de testigo del emisor de este paquete de datos ("0" para el TO, o un número positivo de SU).

8.3.6 Datos nulos (ND)

El TO utiliza el paquete ND en el canal de datos hacia delante para indicar que la conexión ECTP aún está activa. Los usuarios-TS receptores no tienen que responder a este paquete.

El TO envía el paquete ND al grupo por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto local del TO
- IP de destino: dirección IP multidifusión del grupo
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete ND contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes. Este encabezamiento del paquete ND debe codificarse como sigue:

- a) *CT*: "10" (conexión multidifusión dúplex)
- b) *Tipo de paquete*: "0000 0110" (ND)
- c) *Suma de control*: se calculará
- d) *Puerto de origen*: número de puerto local del TO (o ID de conexión)
- e) *Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión)
- f) *PSN*: el *PSN* del último paquete DT que haya sido enviado por el TO.

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.7 Datos de retransmisión (RD)

El nodo padre (TO o LO) utiliza el paquete RD en el canal de datos hacia delante del árbol de control para retransmitir el paquete DT con fines de recuperación de errores. El SU también lo utiliza en el canal de datos hacia atrás para la recuperación de errores.

El formato de este paquete es el mismo que el del paquete DT.

8.3.8 Acuse de recibo (ACK)

Un nodo hijo utiliza el paquete ACK en el canal de datos hacia delante para transmitir al nodo padre en el árbol de control un Acuse de recibo de los paquetes DT recibidos del TO. Un paquete ACK se genera aplicando la regla de generación ACK que se describirá más adelante. Este paquete no se utiliza en el canal de datos hacia atrás.

En lo que respecta al canal de datos hacia adelante, un nodo hijo transmite un paquete ACK a su padre por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: número de puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del nodo padre (TO o LO)
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete ACK contiene el encabezamiento de base de 16 bytes, el elemento Miembros de 4 bytes y un elemento Acuse de recibo de longitud variable, según se indica en la figura 18.

bytes	0	....	15 16	....	19 20	....	PL-1
	Encabezamiento de base			Miembros		Acuse de recibo	

Figura 18 – Paquete ACK

El encabezamiento de base del paquete ACK debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0011" (elemento Miembros)
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1000" (ACK)
- d) *Suma de control*: se calculará

- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS o número de puerto grupal TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal o número de puerto local del SU (o ID de conexión)
- g) *PSN*: *LSN*, el *PSN* del paquete DT con el número más bajo que aún no haya sido recibido
- h) *Longitud de la cabida útil*: longitud (en bytes) de los elementos de extensión adjuntos al encabezamiento de base
- i) *F*: "0" (se pasará por alto)
- j) *ID de testigo*: ID de testigo del emisor correspondiente ("0" para TO, o un número positivo de SU).

El elemento Miembros de 4 bytes debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0010" (elemento Acuse de recibo)
- b) *Nivel de árbol*: representa el nivel de árbol actual del nodo hijo ("0" para TO)
- c) *ID de hijo*: ID de hijo (un entero) que se asigna al hijo; éste se ignora para el canal hacia atrás
- d) *ADN*: número de descendientes activos del hijo para el canal de datos hacia delante; éste se ignora para el canal hacia atrás.

El elemento Acuse de recibo debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *Longitud de bitmap*: representa la longitud total de *ACK bitmap* en palabra (en 4 bytes)
- c) *Longitud de bitmap válida*: longitud realmente válida de *ACK bitmap* en bit
- d) *ACK bitmap*: representa la información bitmap sobre los paquetes DT perdidos, comenzando a partir de *LSN*.

8.3.9 Latido (HB)

El nodo LO o TO padre utiliza el paquete HB para el mantenimiento del árbol. Éste también se puede utilizar para calcular *RTT* local con carácter facultativo entre el padre y el hijo. También se utiliza en el canal de datos hacia atrás entre SU y TO.

El nodo padre envía el paquete HB periódico a sus hijos por las siguientes direcciones de origen y de destino:

- IP de origen: dirección IP del nodo padre (TO o LO)
- Puerto de origen: número del puerto local del nodo padre
- IP de destino: dirección IP multidifusión del grupo
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete HB contiene el encabezamiento de base de 16 bytes y el elemento Miembros de 4 bytes y, posiblemente, el elemento Sello de tiempo (facultativo), según se indica en la figura 19.

bytes	0	....	15 16	....	19 20	....	PL-1
	Encabezamiento de base				Miembros		Sello de tiempo (facultativo)

Figura 19 – Paquete HB

El encabezamiento de base del paquete HB está formateado como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0011" (elemento Miembros)
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1001" (HB)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del padre (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión)
- g) *PSN*: *PSN* del paquete DT con el número más bajo que contiene el nodo padre en la memoria tampón
- h) *Longitud de la cabida útil*: longitud (en bytes) de los elementos de extensión adjuntos al encabezamiento de base.

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

El elemento Miembros de 4 bytes debe codificarse como sigue:

- Próximo elemento*: "0000" o "0100" (si se añade con carácter facultativo el elemento Sello de tiempo)
- Nivel de árbol*: representa el nivel de árbol actual del nodo padre ("0" para TO)
- ID de hijo*: ID de hijo que debería responder a este paquete HB con el paquete HBACK
- ADN*: se fija en "0" y se pasa por alto.

El elemento facultativo Sello de tiempo de 12 bytes debe codificarse como sigue:

- Próximo elemento*: "0000"
- Sello de tiempo*: valor de tiempo de 8 bytes medido en el padre, que se utiliza para calcular el RTT local.

8.3.10 Acuse de recibo de latido (HBACK)

El nodo hijo envía el paquete HBACK en respuesta al paquete HB del padre. Cuando un hijo recibe el paquete HB del padre, si el ID de hijo del paquete HB es igual a su ID de hijo, entonces el hijo debería responder con el paquete HBACK. Este paquete se utiliza para indicar que sigue estando activo. El padre también lo puede utilizar para calcular el RTT local.

El paquete HBACK también se utiliza en el canal de datos hacia atrás entre SU y TO.

El nodo hijo envía el paquete HBACK a su padre por las siguientes direcciones de origen y de destino:

- IP de origen: dirección IP del hijo
- Puerto de origen: número de puerto local del hijo
- IP de destino: dirección IP del padre
- Puerto de destino: número de puerto local del padre

El paquete HBACK contiene el encabezamiento de base de 16 bytes y el elemento Miembros de 4 bytes, así como el elemento Acuse de recibo y, posiblemente, el elemento Sello de tiempo (facultativo), según se indica en la figura 20.

bytes	0	....	15 16	....	19 20	....	PL-1
	Encabezamiento de base		Miembros		Acuse de recibo		Sello de tiempo (facultativo)

Figura 20 – Paquete HBACK

El encabezamiento de base del paquete HBACK está formateado como sigue:

- Próximo elemento*: "0011" (elemento Miembros)
- CT*: "10"
- Tipo de paquete*: "0000 1110" (HBACK)
- Suma de control*: se calculará
- Puerto de origen*: número de puerto local del hijo (o ID de conexión)
- Puerto de destino*: número de puerto local del padre (o ID de conexión)
- Longitud de la cabida útil*: longitud (en bytes) de los elementos de extensión adjuntos al encabezamiento de base.

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

El elemento Miembros de 4 bytes debe codificarse como sigue:

- Próximo elemento*: "0000" o "0100" (si se añade con carácter facultativo el elemento Sello de tiempo)
- Nivel de árbol*: representa el nivel de árbol actual del hijo
- ID de hijo*: ID de hijo del hijo
- ADN*: número de descendientes activos del hijo.

El elemento Acuse de recibo debe codificarse tal como se hizo en el paquete ACK.

ISO/CEI 14476-3:2008 (S)

El elemento facultativo Sello de tiempo de 12 bytes debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *Sello de tiempo*: valor de tiempo de 8 bytes que ha estado contenido en el paquete HB del padre.

8.3.11 Petición de incorporación tardía (JR)

Un usuario-TS que se incorpora tardíamente utiliza el paquete JR con el fin de incorporarse a la conexión ECTP y envía dicho paquete al TO por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: número de puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del TO
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete JR contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes. Dicho encabezamiento del paquete JR debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1010" (JR)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal (o ID de conexión).

Todos los otros campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.12 Confirmación de incorporación tardía (JC)

En respuesta al paquete JR, el TO envía el paquete JC al usuario recientemente incorporado por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto local del TO
- IP de destino: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de destino: puerto local del usuario-TS

El paquete JC contiene el encabezamiento de base de 16 bytes. En caso de aceptación de la correspondiente petición LJ, el paquete JC también contendrá el elemento Conexión de 4 bytes y, posiblemente, el elemento Dirección (facultativo).

El paquete JC está formateado como se indica en la figura 21.

bytes	0	....	15 16	....	19 20	....	PL-1
	Encabezamiento de base				Conexión		Dirección (facultativo)

Figura 21 – Paquete JC

En encabezamiento de base de 16 bytes del paquete JC debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0001"(elemento Conexión)
- b) *C*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1011" (JC)
- d) *Suma de control o verificación*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: puerto local del TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- g) *Longitud de la cabida útil*: 4 o más (si se añade el elemento Dirección)
- h) *F*: "1" si se acepta la petición LJR, o en su defecto "0".

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán a "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

El elemento Conexión de 4 bytes debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000" o "0110" (si se añade con carácter facultativo el elemento Dirección)
- b) *TCO*: tal como ha sido configurado por el TO
- c) *AGN*: tal como ha sido configurado por el TO
- d) *MSS*: tal como ha sido configurado por el TO (el valor por defecto es "1024").

El elemento Dirección podría incorporarse con carácter facultativo al elemento Conexión. Este elemento Dirección se incorporará únicamente si el TO desea informar al usuario-TS incorporado recientemente acerca de su posible nodo LO padre. En tal caso, el usuario-TS recientemente incorporado podría tratar de conectar el nodo padre indicado por el elemento Dirección en la configuración de árbol.

En tal caso, el elemento Dirección debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *Versión IP*: "0100" (IPv4) o "0110" (IPv6)
- c) *Dirección IP*: Dirección IP del posible LO padre.

8.3.13 Petición de separación de usuario (LR)

El hijo utiliza el paquete LR para indicar que abandonará la conexión, o bien el nodo padre utiliza este paquete para expulsar a un hijo problemático. El paquete LR no necesita el correspondiente paquete de confirmación. El hijo o el padre envían este paquete por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección del hijo (separación de usuario) o el padre (expulsión de problemático)
- Puerto de origen: número de puerto local del hijo o el padre
- IP de destino: dirección IP del padre o el hijo
- Puerto de destino: número de puerto grupal o número de puerto local del hijo

El paquete LR contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes, formateado como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1100" (LR)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: puerto local del hijo o el padre (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: puerto grupal o puerto local del hijo (o ID de conexión)
- g) *F*: "1" para el abandono invocado por el usuario, o "0" para la expulsión del problemático.

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.14 Petición de terminación de conexión (CT)

El TO utiliza el paquete CT para terminar la conexión. El paquete CT no necesita el correspondiente paquete de confirmación. El TO envía este paquete por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto local del TO
- IP de destino: dirección IP multidifusión del grupo
- Puerto de destino: número de puerto grupal

El paquete CT contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes, formateado como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0000 1101" (CT)
- d) *Suma de control o verificación*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: puerto local del TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: puerto grupal (o ID de conexión)
- g) *F*: "1" para una terminación anormal o "0" para una terminación normal (después de terminar la transmisión de datos multidifusión).

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.15 Petición de obtención de testigo (TGR)

Un usuario-TS utiliza el paquete TGR para obtener un testigo a efectos del transporte de datos unidifusión hacia atrás, que se denomina "obtención de testigo iniciada por el usuario". En tal caso, el usuario-TS puede solicitar un testigo al TO enviando un paquete TGR. El usuario-TS que posee un testigo se transforma en un SU.

El paquete TGR se envía por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: número de puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del TO
- Puerto de destino: número de puerto grupal del TO

El paquete TGR contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes, que debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0001 0001" (TGR)
- d) *Suma de control o verificación*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal del TO (o ID de conexión)
- g) *PSN*: el PSN inicial del canal de datos hacia atrás
- h) *Longitud de la cabida útil*: "0"
- i) *ID de testigo*: se fija en "0" y se pasa por alto.

8.3.16 Confirmación de obtención de testigo (TGC)

El TO envía el paquete TGC para otorgar un testigo al asociado. El paquete TGC se envía por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: número de puerto grupal del TO
- IP de destino: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de destino: puerto local del usuario-TS

El paquete TGC contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes, que debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0001 0010" (TGC)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto grupal del TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- g) *Longitud de la cabida útil*: "0"
- h) *F*: "1" (para aceptación) o "0" (para expulsión)
- i) *ID de testigo*: ID de testigo atribuido por el TO (obtención de testigo).

8.3.17 Petición de devolución de testigo (TRR)

Un usuario-TS utiliza un paquete TRR para devolver un testigo al TO, lo que se denomina "devolución de testigo iniciada por el usuario". En este caso el usuario-TS envía un paquete TRR.

El paquete TRR se envía por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del usuario-TS
- Puerto de origen: puerto local del usuario-TS
- IP de destino: dirección IP del TO
- Puerto de destino: puerto grupal del TO

El paquete TRR contiene únicamente el encabezamiento de base 16 bytes, que debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0001 0011" (TRR)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto local del usuario-TS (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto grupal del TO (o ID de conexión)
- g) *ID de testigo*: ID de testigo del SU.

Todos los campos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

8.3.18 Confirmación de devolución de testigo (TRC)

El TO envía el paquete TRC para confirmar la petición TRR conexas. El paquete TGC se envía por las siguientes direcciones de origen y destino:

- IP de origen: dirección IP del TO
- Puerto de origen: puerto grupal del TO
- IP de destino: dirección IP del SU
- Puerto de destino: puerto local del SU

El paquete TRC contiene únicamente el encabezamiento de base de 16 bytes, que debe codificarse como sigue:

- a) *Próximo elemento*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Tipo de paquete*: "0001 0100" (TRC)
- d) *Suma de control*: se calculará
- e) *Puerto de origen*: número de puerto grupal del TO (o ID de conexión)
- f) *Puerto de destino*: número de puerto local del SU (o ID de conexión)
- g) *ID de testigo*: ID de testigo del SU.

Todos los campos distintos del especificado *supra* se fijarán en "0" y se pasarán por alto en el lado receptor.

9 Procedimientos

En esta cláusula se describen los procedimientos de protocolo del ECTP-3. Antes de crear una conexión multidifusión dúplex se debe comunicar a los posibles participantes (usuarios-TS) la siguiente información de dirección:

- a) Dirección IP multidifusión del grupo
- b) Número de puerto grupal
- c) Dirección IP del TO.

Esta información podría anunciarse a los posibles participantes mediante un mecanismo de señalización fuera de banda tal como un anuncio web. Por consiguiente, el posible usuario-TS debería estar en condiciones de ajustar el puerto y la dirección IP grupal con miras a recibir el paquete CR del TO. Un posible usuario incorporado tardíamente también debe enviar un paquete JR al TO.

9.1 Creación de conexión

Una conexión multidifusión dúplex comenzará cuando el TO envíe el primer paquete ECTP, CR, al grupo por el puerto y la dirección IP grupal multidifusión. Durante la fase de creación de la conexión también se configura un árbol de control ECTP-3.

En la figura 22 se indican las operaciones generales para la creación de la conexión y la creación del árbol de control.

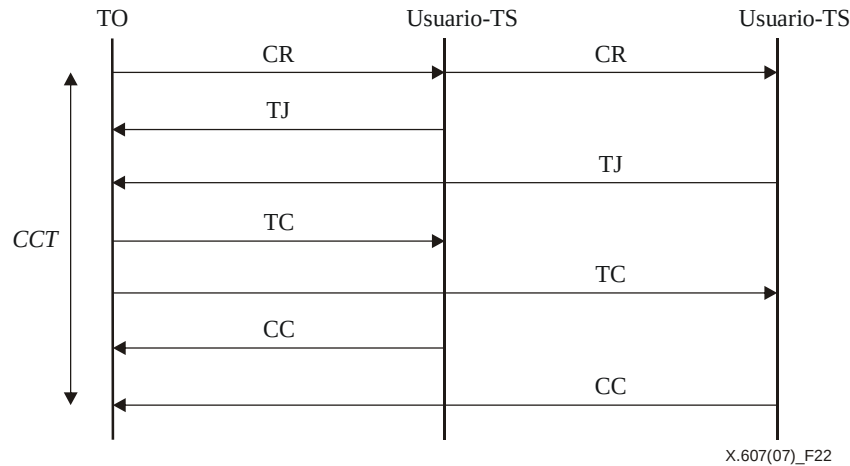


Figura 22 – Procedimiento de creación de la conexión

9.1.1 Iniciación de la creación de conexión

El TO inicia la operación de creación de la conexión mediante el envío de un paquete CR al grupo. Este paquete contiene información genérica sobre elementos de conexión tales como opción de configuración de árbol (TCO, *tree configuration option*), opción de fiabilidad (RO, *reliability option*) y tamaño máximo de segmento (MSS, *maximum segment size*).

Tras enviar el paquete CR, el TO inicializa el temporizador de creación de la conexión (CCT, *connection creation timer*). Durante el CCT sólo se autorizarán los paquetes CC.

Cada usuario-TS debe incorporarse al árbol de control antes de responder con un paquete CC. Durante la fase de creación de la conexión, los usuarios sólo pueden incorporarse al TO.

9.1.2 Creación del árbol de control

Para incorporarse al árbol de control cada usuario-TS envía un paquete TJ al TO. Este último le responde con un paquete TC, en el que debe indicar si se acepta o no la petición de incorporación a árbol utilizando la bandera F del encabezamiento de base.

El paquete TC también debe contener el *ID de hijo* y el *Nivel de árbol* en el elemento Miembros. A título facultativo, el paquete TC podría contener el elemento de dirección para representar a un posible padre LO para el usuario-TS. Éste debe asegurarse de que el LO padre ya haya estado en el árbol.

9.2 Incorporación tardía

Algunos de los posibles participantes podrían incorporarse a la conexión multidifusión dúplex tardíamente. Cualquier usuario-TS está autorizado a incorporarse a la conexión en una fase tardía, después de que expire el temporizador *CCT*.

Las operaciones generales para la incorporación tardía son las indicadas en la figura 23.

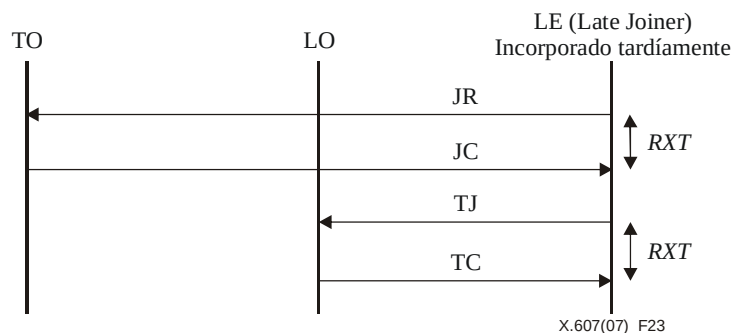


Figura 23 – Procedimientos de incorporación tardía

Un posible usuario-TS puede incorporarse a la conexión de una manera normal (enviando el paquete CC en respuesta al paquete CR) o en una fase tardía (enviando un paquete LJ al TO). A tales efectos, el posible usuario-TS podría tratar de efectuar la operación de incorporación tardía después de esperar el paquete CR del TO durante un tiempo preconfigurado tiempo de espera CR (CWT, *CR waiting time*), que podría configurar a nivel local cada uno de los usuarios-TS.

El usuario-TS incorporado tardíamente envía un paquete JR al TO, y éste le responde con un paquete JC, para indicar si se acepta o no la solicitud utilizando la bandera *F* del encabezamiento de base.

El paquete JC debe contener el elemento de conexión, y también podría contener el elemento Dirección, con miras a recomendar el posible LO padre para el usuario-TS (incorporado tardíamente). Si no se indica ningún elemento Dirección, el usuario que se incorpora tardíamente podría tratar de incorporarse al TO en la configuración del árbol de control. Si el paquete JC no llega antes de que expire el temporizador de la retransmisión (RXT, *retransmission timeout*), el usuario que se incorpora tardíamente podría tratar de enviar otra vez el paquete JR.

Cuando el usuario-TS recibe el paquete JC del TO, se incorporará al árbol de control mediante las operaciones de "creación de árbol de control" descritas en la cláusula anterior.

9.3 Transporte de datos hacia delante

En el canal de datos hacia delante del ECTP-3 el TO envía paquetes DT multidifusión al grupo. Cuando el usuario receptor detecta una pérdida de paquete de datos se procederá a la retransmisión para la recuperación de errores dentro del grupo local definido por el árbol de control.

El ECTP-3 efectúa el transporte de datos fiable con el sistema de recuperación de errores, a tenor del cual el padre recuperará todos los paquetes DT en el árbol. Cada hijo solicita la retransmisión por medio de un paquete ACK, y el padre envía el correspondiente paquete RD por una dirección multidifusión.

9.3.1 Transmisión de datos en multidifusión

Después de creada la conexión el TO puede enviar paquetes DT multidifusión a los miembros del grupo.

El TO generará paquetes DT mediante el procedimiento de segmentación. A tales efectos, el TO divide un tren de datos multidifusión en múltiples paquetes DT, cada uno de los cuales posee su propio número secuencial. Si el TO no tiene datos para transmitir, podría transmitir los paquetes ND periódicos durante el periodo de pausa de la conexión.

Cada receptor entrega a la aplicación todos los paquetes de datos recibidos siguiendo el orden en el que los envió el TO. Cada receptor reagrupa los paquetes recibidos. Los paquetes corruptos y perdidos se detectan utilizando un número de frecuencia y una suma de control. Se considera que un paquete corrupto también es una pérdida. Los paquetes DT perdidos se recuperan gracias a la función de control de errores.

El ECTP-3 efectúa el control de flujo utilizando una *ventana* de tamaño fijo. El *tamaño de la ventana* representa el número de paquetes de datos respecto de los cuales no se acusó recibo en la memoria tampón del emisor. El TO puede transmitir como máximo el *tamaño de ventana* de los paquetes de datos a la velocidad de transmisión de datos configurada. En el ECTP-3 la velocidad de transmisión de datos multidifusión se controla mediante mecanismos de control de congestión basados en la velocidad.

El TO le asigna un número secuencial a cada nuevo paquete DT. El número secuencial de los paquetes DT comienza a partir del *PSN Inicial* y aumenta en "1". Los receptores utilizan el número secuencial para detectar los paquetes de datos perdidos. El *PSN Inicial* se genera de manera aleatoria con un valor distinto de "0", pues este valor está reservado. El número secuencial de paquetes se aumenta con cada nuevo paquete DT. Se utiliza el módulo aritmético 2^{32} y el número de secuencia vuelve a tomar un valor en torno a "1" después de alcanzar $2^{32} - 1$. Se comunicará a los miembros del grupo el número PSN Inicial mediante un paquete CR o JC.

9.3.2 Mantenimiento del árbol de control

El árbol de control ECTP-3 se mantiene utilizando paquetes HB y HBACK. Cada LO padre publicita paquetes HB periódicos utilizando el Tiempo de generación de latido (HGT, *heartbeat generation time*), tras convertirse en un nodo en árbol. El HGT por defecto es 3 segundos. El paquete HB contiene información (*ID de hijo* del elemento Miembros) sobre cuál hijo debería responder a este paquete HB. El hijo correspondiente debe responder con el paquete HBACK.

En la figura 24 se ilustra el mantenimiento del árbol utilizando paquetes HB y HBACK.

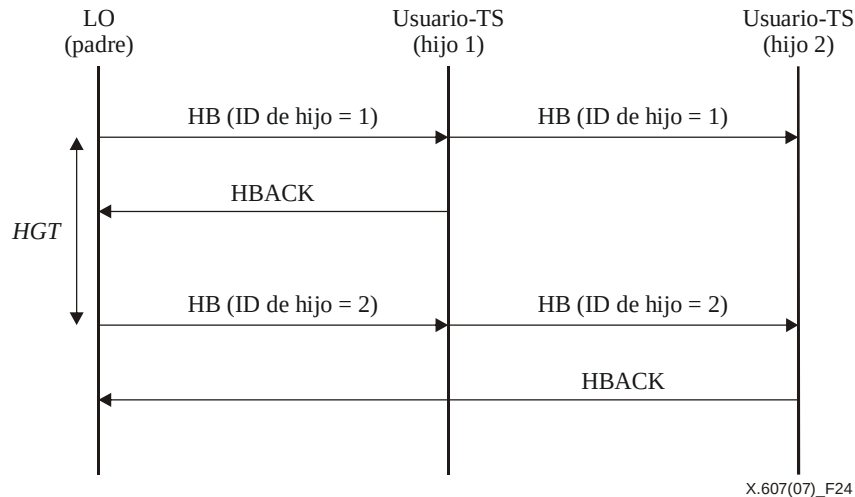


Figura 24 – Mantenimiento del árbol utilizando paquetes HB y HBACK

En el ECTP-3 el intercambio de paquetes HB y HBACK entre un padre y sus hijos se efectúa con las finalidades siguientes:

- a) Verificar si el nodo del árbol sigue estando activo

Cuando un hijo no puede recibir ningún paquete HB y RD del padre durante el intervalo de tiempo FDN (*failure detection number* – Número de detección de fallo) $\times$ HGT (*heartbeat generation time* – Tiempo de generación de latido), dicho hijo detecta un fallo en su padre y comienza a buscar otro padre. El FDN por defecto es 3.

Cuando un padre no puede recibir ningún paquete HBACK del hijo en respuesta a los FDN paquetes HB consecutivos, entonces el padre detecta un fallo en el hijo, le envía un paquete LR (expulsión de problemático) y borra al hijo averiado de su lista de hijos.

- b) Cálculo del RTT local

Los paquetes HB y HBACK también pueden utilizarse para calcular el tiempo de ida y vuelta (RTT, *round trip time*) de un grupo local. Un LO padre envía un paquete HB que contiene un elemento Sello de tiempo a sus hijos cada intervalo HGT . El hijo correspondiente también contendrá el elemento Sello de tiempo en el paquete HBACK. Al recibir un paquete HBACK del hijo, el LO padre calcula el RTT mediante la sustracción del *Sello de tiempo* del tiempo real. El RTT se registra en la lista de hijos. El padre determina el RTT local mediante el valor RTT máximo para sus hijos.

Cabe señalar que un padre y sus hijos intercambian "periódicamente" estos paquetes HB y HBACK, los cuales se implementarán utilizando el temporizador HGT . Por consiguiente, incluso si se pierde un paquete HB o HBACK, los subsiguientes paquetes HB o HBACK serán utilizados para el mantenimiento del árbol de control. Según se indicó *supra*, si un hijo o un padre no reciben ningún paquete HB o HBACK del correspondiente padre o hijo durante el intervalo de tiempo $FDN \times HGT$, advertirá que el nodo correspondiente ha fallado en el árbol de control.

9.4 Control de testigos

En el ECTP-3, un testigo representa el derecho a enviar datos al TO en el canal de datos unidifusión hacia atrás. Cada usuario-TS que desee transmitir un dato al TO debe obtener un testigo de este último. El usuario-TS se transformará en SU después de obtener un testigo del TO. De este modo, el TO puede controlar el número máximo de testigos simultáneamente activos en la conexión.

Un SU devuelve el testigo al TO después de terminar la transmisión de datos unidifusión.

9.4.1 Obtención de testigo

Un usuario-TS puede obtener un testigo del TO, y para ello debe solicitarlo mediante la operación de obtención de testigo. En la figura 25 se ilustran las operaciones necesarias para la obtención de testigos.



Figura 25 – Procedimiento de obtención de testigo

Para obtener un testigo conforme a la operación Obtención de testigo, un usuario-TS envía un mensaje TGR al TO y espera recibir el correspondiente mensaje TGC. En respuesta al paquete TGR, el TO debe enviar un mensaje TGC al usuario-TS para indicar si se acepta o no la solicitud utilizando la bandera *F* del encabezamiento de base. En caso de aceptación, el mensaje también contendrá un *PSN* inicial y un *ID de testigo válido* en el encabezamiento de base. Si el mensaje TGC de respuesta no llega antes de que expire el temporizador *RTO*, el usuario-TS podría volver a enviar el mensaje TGR.

9.4.2 Devolución de testigo

Al terminar la transmisión de datos el SU puede devolver el testigo al TO conforme a la operación de Devolución de testigo, a tenor de la cual el SU envía un paquete TRR al TO.

En la figura 26 se ilustran las operaciones de Devolución de testigo.

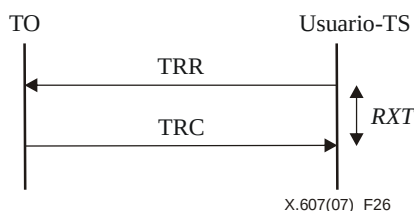


Figura 26 – Procedimiento de devolución de testigo

En el caso de devolución de testigo, el usuario SU envía un mensaje TRR al TO y éste responde con un mensaje TRC. Si el mensaje TRC de respuesta no llega antes de que expire el temporizador *RTO*, dicho mensaje TRR se puede volver a enviar.

9.5 Transporte de datos hacia atrás

Después de obtener un testigo del TO, el SU puede transmitir paquetes DT unidifusión al TO. Los procedimientos para la transmisión de datos unidifusión hacia atrás se indican en la figura 27

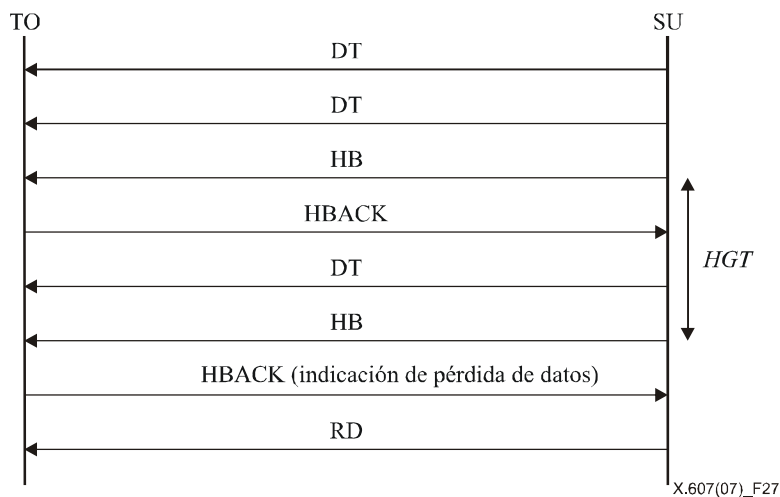


Figura 27 – Procedimientos para la transmisión de datos unidifusión hacia atrás

En el canal de datos unidifusión hacia atrás el número de secuencia inicial (*ISN*) del SU se indica en el campo *PSN* del encabezamiento del TGR (en el caso de obtención de testigo) o el TGC (en el caso de concesión de testigo). El *ISN* se genera de manera aleatoria con un valor distinto de "0", tal como se hizo en el canal de datos hacia adelante.

Los paquetes DT transmitidos por el SU deben indicar el ID de testigo asignado por el TO.

9.6 Control de fiabilidad

9.6.1 Control de fiabilidad del canal de datos hacia adelante

9.6.1.1 Detección de errores

El campo Suma de control del encabezamiento de base se utiliza para detectar paquetes corruptos, y el campo *PSN* para detectar paquetes perdidos. Cuando se recibe un paquete de datos, cada receptor examina la suma de control. Si el campo de la suma de control no es válido, se considera que el paquete es una corrupción y se descarta. Una corrupción se trata como una pérdida. Una pérdida puede detectarse como una laguna entre dos números de secuencia consecutivos de paquetes DT. La información sobre pérdida se registra en el bitmap ACK, que se adjunta a los subsiguientes paquetes ACK.

Los paquetes ACK se utilizan para las peticiones de retransmisión. Cuando un receptor detecta una laguna en los números de secuencia de los paquetes recibidos, fija en cero el bit del bitmap ACK que corresponde al paquete DT perdido. El bitmap ACK se incluye en el elemento Acuse de recibo, que se adjunta al subsiguiente paquete ACK y se entrega al padre mediante mecanismos de generación ACK.

En un grupo local, un padre y sus hijos mantienen la variable Número de secuencia más bajo (*lowest sequence number, LSN*) para determinar el estado de los paquetes DT. Para un hijo, el *LSN* representa el número de secuencia del paquete DT con el número más bajo que dicho hijo no ha recibido. Para un padre, el *LSN* representa el número de secuencia del paquete DT con el número más bajo del cual sus hijos no han acusado recibo.

Para solicitar la retransmisión de datos perdidos, cada hijo crea un elemento Acuse de recibo que contiene el *LSN*, la *Longitud de bitmap válida* y el *bitmap ACK*. El *bitmap ACK* especifica el éxito o fracaso de la entrega de cada uno de los paquetes DT; se asigna el valor "1" en caso de éxito y "0" en caso de fracaso. Suponiendo que *bitmap* = 01101111, *LSN* = 15. Lo que significa que los paquetes DT con los números de secuencia 15 y 18 están perdidos.

9.6.1.2 Petición de retransmisión mediante generación de paquete ACK

En la figura 28 se ilustran las operaciones de control de errores en el canal de datos multidifusión hacia adelante.

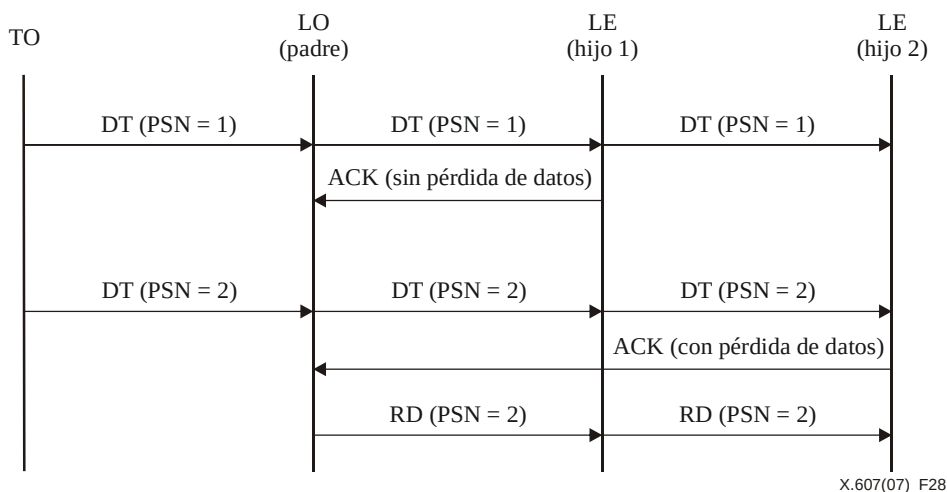


Figura 28 – Recuperación de errores basada en el árbol de control para el canal de datos hacia adelante

Cada hijo genera un paquete ACK mediante el *Número de generación ACK (AGN)* y envía un paquete ACK a su padre cada *AGN* número de paquetes. Para hacerlo, el hijo recibe un *ID de hijo* de su padre en la configuración del árbol, que está contenido en el elemento Miembros del árbol del paquete TC.

Cada hijo envía un paquete ACK a su padre si el número *PSN* de un *AGN* del módulo del paquete DT es igual al *AGN* del módulo *ID de hijo*, es decir, si

$$PSN \% AGN = ID \text{ de hijo } \% AGN.$$

Suponiendo que $AGN = 8$ e $ID \text{ de hijo} = 2$, el hijo genera un paquete ACK para los paquetes DT cuyos números de secuencia son 2, 10, 18, 26, etc. Esta norma de generación de ACK se aplica cuando el hijo recibe el correspondiente paquete DT o lo detecta como una pérdida.

9.6.1.3 Retransmisiones y adición de paquetes ACK por el LO

Cada uno de los padres utiliza paquetes ACK para compilar información sobre estado para la recuperación de errores. Cada vez que un padre recibe un paquete ACK de uno de sus hijos registra y actualiza la información sobre el estado en el cual los paquetes han sido recibidos con éxito por sus hijos.

Cada paquete DT se define como "estable" si todos los hijos lo han recibido. Los paquetes DT estables se liberan de la memoria tampón del padre. Cuando un padre recibe un paquete ACK de uno de sus hijos, si se indica una o más pérdidas de paquetes, el padre transmite los correspondientes paquetes RD a todos sus hijos por su dirección de control multidifusión.

Después de que un padre retransmite un paquete RD, ignorará cualquier petición de retransmisión subsiguiente del mismo paquete durante el periodo *RXT*.

Un paquete ACK contiene información sobre el *número de descendientes activos (ADN)*. El padre suma las variables ADN de todos sus hijos y envía la información combinada a su padre (cuando envía un paquete ACK al padre).

9.6.2 Control de fiabilidad para el canal de datos hacia atrás

El control de fiabilidad del canal de datos unidifusión tiene lugar entre el SU y el TO. Durante la fase de transmisión de datos, el SU envía un paquete HB al TO cada *HGT* intervalo de tiempo, y el TO responde al SU con un paquete HBACK. Este último paquete podría indicar la petición de retransmisión si contiene el elemento Acuse de recibo. En tal caso, el SU envía el correspondiente paquete RD.

Cabe señalar que el ECTP-3 utiliza el paquete HBACK como petición de retransmisión del TO al SU, en vez de utilizar el paquete ACK que se utiliza como petición de retransmisión en el canal de datos multidifusión hacia adelante. A los efectos de la petición de retransmisión, un paquete HBACK contiene el elemento Acuse de recibo tal como se describe en la sección "formato de paquetes". Sobre la base del paquete HBACK y su elemento de Acuse de recibo enviados por el TO, el SU puede retransmitir los paquetes de datos perdidos. Cabe señalar asimismo que el SU puede configurar el temporizador HGT utilizado para iniciar esos paquetes HB y HBACK.

El diseño se realiza partiendo de la base de que el árbol de control no es necesario entre el TO y el SU, y por lo tanto el elemento Acuse de recibo para la petición de retransmisión podría remolcarse en los paquetes HBACK periódicos que fluyen del TO y el SU.

Los paquetes HB y HBACK también se pueden utilizar para calcular el RTT entre el SU y el TO en el lado SU.

9.7 Gestión de la conexión

9.7.1 Separación de usuario

En la figura 29 se ilustran las operaciones de expulsión de problemático y de separación iniciada por el usuario.

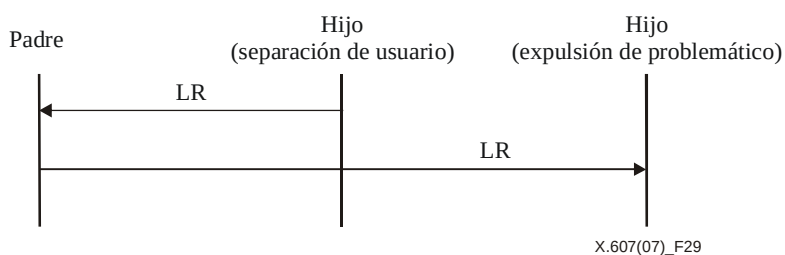


Figura 29 – Procedimientos de expulsión de problemático y separación de usuario

Para la operación Separación de usuario el nodo hijo enviará un mensaje LR a su padre (LO o TO). Par la operación expulsión de problemático el padre pedirá al hijo en cuestión que abandone la conexión. En ambos casos el mensaje LR no requiere el correspondiente mensaje de confirmación. Cabe señalar que la operación Separación de usuario se efectúa entre un padre y su hijo por el árbol de control, y no entre el TO y el usuario-TS. La expulsión de problemático podría aplicarse al hijo que no ha generado respuestas durante cierto intervalo de tiempo en la operación HB y HBACK para el mantenimiento del árbol. No se recomienda aplicar la expulsión de problemático a un nodo LO que tenga uno o más hijos.

9.7.2 Pausa de conexión

En el ECTP-3 el TO puede interrumpir la conexión temporalmente por determinadas razones, por ejemplo cuando no tiene ningún dato de usuario para transmitir. La conexión también se puede reanudar. Durante el periodo de pausa de la conexión el TO puede enviar paquetes ND.

En la figura 30 se ilustran las operaciones de pausa y reanudación de la conexión. Los paquetes ND no requieren ningún mensaje de confirmación.

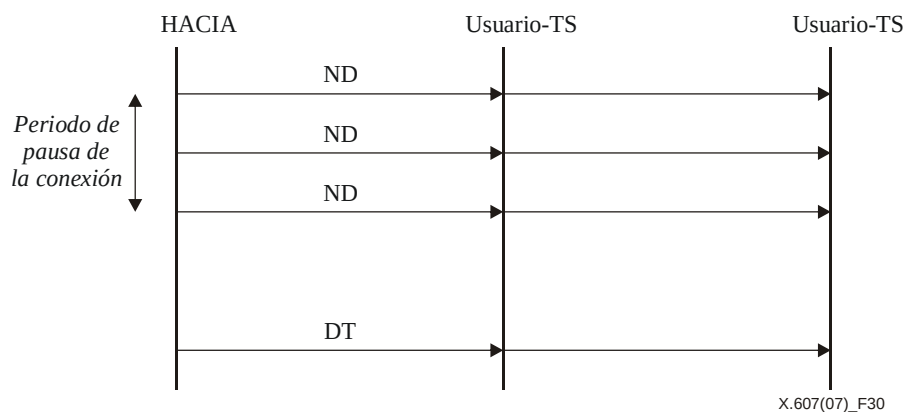


Figura 30 – Procedimientos de pausa de la conexión

9.7.3 Terminación de la conexión

El TO puede terminar la conexión cuando haya terminado la transmisión de datos, mediante el envío de un mensaje CT al grupo.

Anexo A

Temporizadores y parámetros

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

Este anexo resume los temporizadores y variables utilizados en el ECTP-3 para información.

A.1 Temporizadores

- a) Tiempo de creación de conexión (*CCT, connection creation time*)
El TO inicializa el temporizador *CCT* al enviar al grupo el paquete CCR. El TO procesará únicamente los paquetes CCC que procedan de los posibles TU antes de que expire el temporizador *CCT*.
El TO configurará un valor específico *CCT*.
- b) Tiempo de espera CR (*CWT, CR waiting time*)
Un posible usuario-TS puede incorporarse a la conexión de manera normal (enviando un paquete CC en respuesta al paquete CR) o tardía (enviando un paquete LJ al TO). A tales efectos, el posible usuario-TS podría tratar de efectuar la operación de incorporación tardía después de esperar el paquete CR del TO durante un tiempo preconfigurado, *CWT* (tiempo de espera CR), el cual podría configurarse para cada candidato a usuario-TS.
Un usuario-TS podría configurar a nivel local un valor específico de *CWT*.
- c) Tiempo de incorporación tardía (*LJT, late join time*)
Cuando un posible usuario-TS que se incorpora tardíamente inicia la conexión ECTP, si no puede recibir ningún mensaje CCR durante el tiempo *LJT* tratará de incorporarse a la conexión ECTP en calidad de usuario incorporado tardíamente mediante el envío de un mensaje LJR al TO.
El usuario-TS configurará un valor específico de *LJT*.
- d) Tiempo de generación de latido (*HGT, heartbeat generation time*)
Cada nodo padre transmite el paquete HB a sus hijos cada *HGT* segundos. Cada hijo responderá con el paquete HBACK si el ID de hijo del paquete HB es igual a su ID de hijo. El SU envía además los paquetes HB cada *HGT* intervalos. El TO responderá con el paquete HBACK.
La elección de *HGT* depende del nodo padre y del SU.
- e) Tiempo de retransmisión (*RXT, retransmission time*)
En el ECTP, el iniciador de paquete utiliza el temporizador *RXT* para esperar el correspondiente paquete de confirmación. Por ejemplo, un usuario-TS incorporado tardíamente envía un paquete LJR al TO y espera recibir el paquete LJC hasta que expira el temporizador *RXT*. Si el temporizador expira y aún no ha recibido el paquete de confirmación, puede enviar de nuevo el paquete de petición. Un nodo padre también puede utilizar el temporizador *RXT* para rechazar la solicitud de retransmisión de los hijos respecto de los paquetes RD que ya han sido retransmitidos.
El valor concreto de *RXT* depende de la implementación.

A.2 Parámetros

- a) Número de descendientes activos (*ADN, active descendants number*)
Representa el número de descendientes en el árbol. Cada LO calcula el valor ADN y lo transmite al padre mediante el paquete ACK. De este modo se puede informar al TO acerca del número total de participantes activos en la conexión.
- b) Número de generación ACK (*AGN, ACK generation number*)
El valor de AGN se transmitirá a los TU por conducto del elemento información de conexión. Cada nodo hijo se referirá a este valor AGN para averiguar cuándo debe generar su paquete ACK con destino a su padre.
El valor concreto de AGN puede depender de la implementación.
- c) Número de detección de fallo (*FDN, failure detection number*)
El número *FDN* se utiliza en un nodo de árbol para detectar si su nodo padre o hijo sigue estando activo. Para el mantenimiento del árbol el padre podría expulsar a un hijo si este hijo no ha enviado respuestas durante *FDN* veces consecutivas de paquetes HB.

d) Número de secuencia de paquete (PSN, *packet sequence number*)

Cada paquete DT tiene su propio valor *PSN* en el encabezamiento, el cual utiliza el usuario-TS receptor para comprobar el evento de pérdida de paquete y reacomodar los paquetes DT en su orden de transmisión.

El número de secuencia inicial (ISN, *initial sequence number*) es el PSN inicial del emisor de datos, mientras que número de secuencia más bajo (LSN, *lowest sequence number*) representa el número de secuencia más bajo de los paquetes DT contenidos en la memoria tampón.

Anexo B

Diagramas de transición de estado

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

Este anexo contiene un boceto de los diagramas de transición de estado de los nodos ECTP-3, TO y usuario-TS, con miras a facilitar la implementación del protocolo ECTP-3.

En la figura B.1 se ilustra el diagrama de transición de estado del TO ECTP-3; la descripción está basada en los "procedimientos ECTP-3" contenidos en el cuerpo principal de esta Recomendación | Norma Internacional.

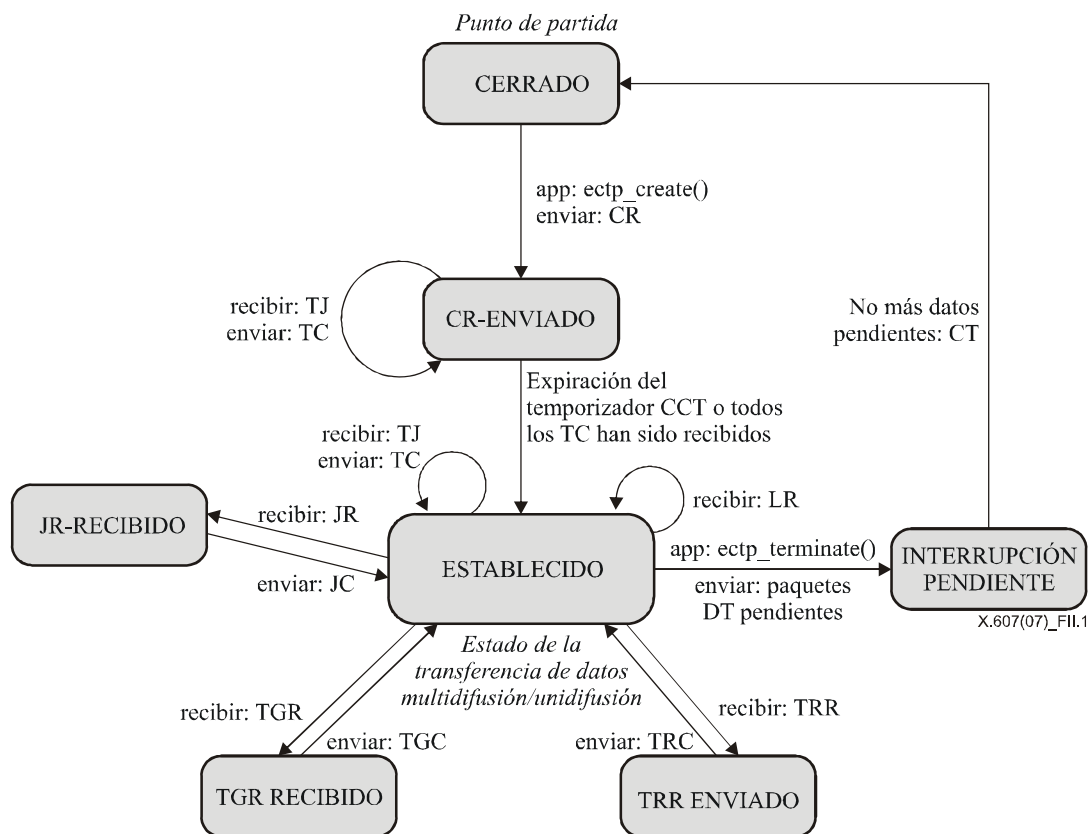


Figura B.1 – Diagrama de transición de estado para el TO del ECTP-3

En la figura B.2 se ilustra el diagrama de transición de estado del usuario-TS del ECTP-3, descrito sobre la base de los "procedimientos ECTP-3" contenidos en el cuerpo principal de esta especificación.

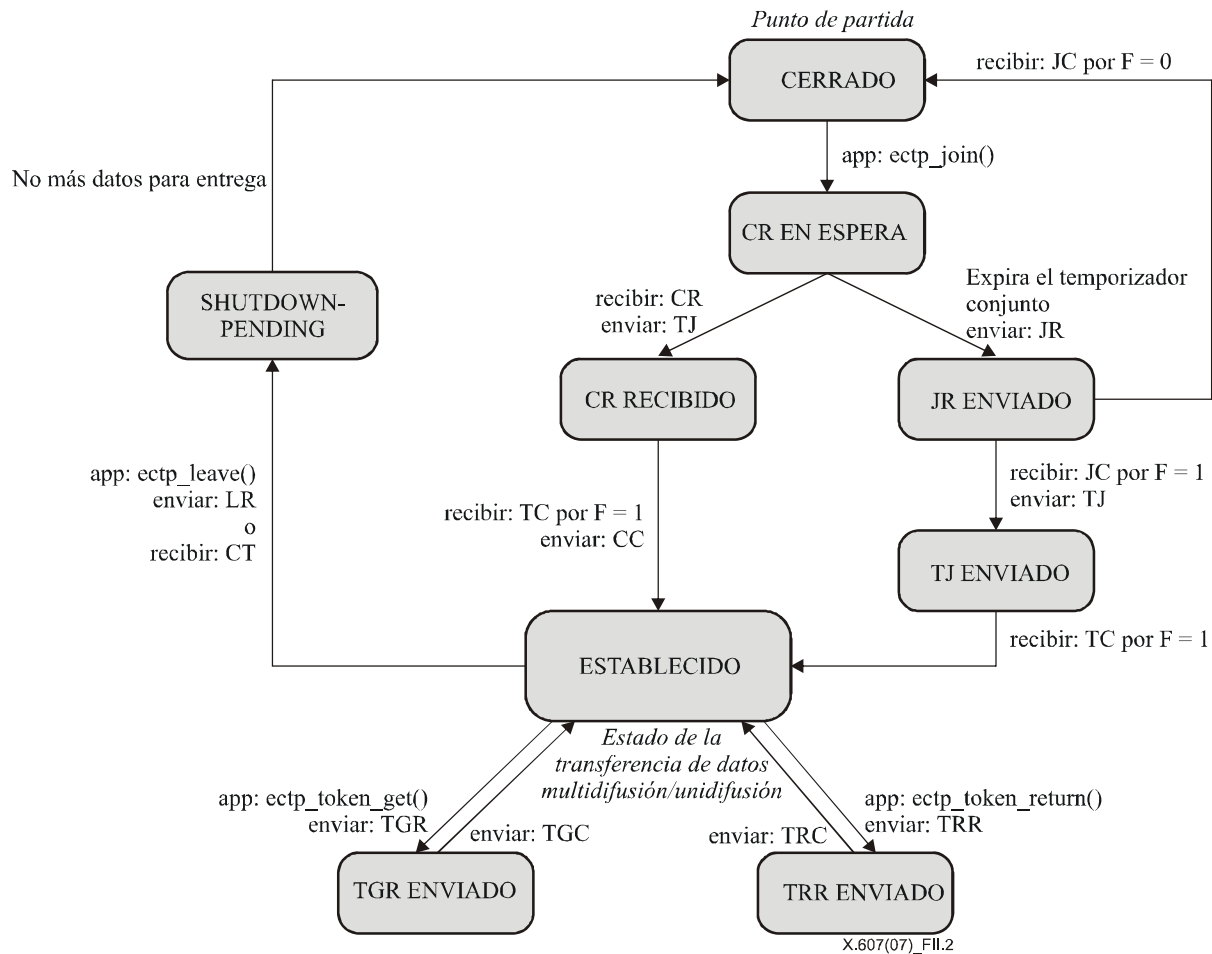


Figura B.2 – Diagrama de transición de estado del usuario-TS del ECTP-3

Anexo C

Interfaces de programación de aplicaciones

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

Este anexo contiene información sobre las funciones API de conector ECTP que se pueden utilizar para aplicaciones ECTP-3. Entre las funciones API ECTP-3 cabe citar las siguientes:

`int msocket( int domain, int role );`

- **Parámetros**
`int domain`: especifica un dominio de comunicación (AF_INET o AF_INET6)
`int role`: especifica la función de los participantes en la conexión multidifusión dúplex (TO o usuario-TS)
- **Descripción**
`msocket` crea un descriptor de conector para las comunicaciones ECTP-3.
- **Devolución**
Tras obtener un resultado satisfactorio se devuelve un nuevo descriptor de conector. En caso de error, se devuelve -1.

`int mcreate(struct sockaddr_storage *local_addr,
 struct sockaddr_storage *group_addr, int time);`

- **Parámetros**
`struct sockaddr_storage *local_addr`:
 señala una estructura `sockaddr_storage` que contiene la dirección local.
`struct sockaddr_storage *group_addr`:
 señala una estructura `sockaddr_storage` que contiene la dirección grupal multidifusión
`int time`: especifica el tiempo de creación de la conexión (CCT)
- **Descripción**
El TO utiliza `mcreate` para crear una conexión ECTP-3.
- **Devolución**
Si se obtiene resultado satisfactorio se devuelve 0, en caso de error se devuelve -1.

`int mjoin(struct sockaddr_storage *local_addr,
 struct sockaddr_storage *group_addr, int time);`

- **Parámetros**
`struct sockaddr_storage *local_addr`:
 señala una estructura `sockaddr_storage` que contiene la dirección del TO
`struct sockaddr_storage *group_addr`:
 señala una estructura a `sockaddr_storage` que contiene la dirección grupal multidifusión
`int time`: especifica el tiempo CWT
- **Descripción**
El usuario-TS utiliza `mjoin` para solicitar una incorporación a grupo.
- **Devolución**
Si se obtiene resultado satisfactorio se devuelve 0, en caso de error se devuelve -1.

`int mterminate( int esd );`

- **Parámetros**
`int esd`: descriptor de conector de ECTP-3
- **Descripción**
El TO utiliza `mterminate` para terminar la conexión.

- Devolución

Si se obtiene resultado satisfactorio se devuelve 0, en caso de error se devuelve -1.

int mleave(int esd);

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

- Descripción

El usuario-TS utiliza mleave para separarse de la conexión.

- Devolución

Si se obtiene un resultado satisfactorio se devuelve 0; en caso de error se devuelve -1.

int msendm(int esd, const void *msg, size_t len);

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

const void *msg: señala la memoria tampón que contiene los mensajes de datos multidifusión que deben enviarse.

size_t len: especifica el tamaño del mensaje en bytes.

- Descripción

El TO utiliza msendm para transmitir mensajes de datos multidifusión.

- Devolución

Devuelve el tamaño del mensaje de datos transmitido en bytes, o bien -1 en caso de error.

int msendmsg(int esd, const void *msg, size_t len, int flags,
const struct sockaddr_storage *to, socklen_t tolen);

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

const void *msg: señala la memoria tampón que contiene el mensaje de datos unidifusión que se debe enviar

size_t len: especifica el tamaño del mensaje en bytes

int flags: representa las banderas utilizadas en el sendmsg()

const struct sockaddr_storage *to:

señala una estructura sockaddr_storage que contiene la dirección de destino

socklen_t tolen: especifica la longitud de la estructura sockaddr_storage

- Descripción

El SU utiliza msendmsg para transmitir un mensaje en unidifusión.

- Devolución

Devuelve el tamaño del mensaje en bytes o -1 en caso de error.

int mrecvmsg(int esd, void *msg, size_t len, int flags,
const struct sockaddr_storage *from, socklen_t *fromlen);

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

void *msg: señala la memoria tampón en la cual debe almacenarse el mensaje

size_t len: especifica la longitud del mensaje en bytes indicada por el argumento msg

int flags: representa las banderas utilizadas en el recvmsg()

const struct sockaddr_storage *from:

Un puntero nulo, o apunta a una estructura *sockaddr_storage structure* asociada

socklen_t *fromlen: especifica la longitud de la estructura *sockaddr_storage* indicada

- Descripción

El TO o el *usuario-TS* utilizan *mrecvmsg* para recibir mensajes de datos.

- Devolución
Devuelve el número de bytes recibidos o –1 en caso de error.
- ```
int mtoken_get(int esd);
```
- Parámetros  
int esd: descriptor de conector de ECTP-3
  - Descripción  
mtoken\_get permite al SU obtener un testigo del TO.
  - Devolución  
En caso de éxito se devuelve ID de testigo no negativo; en caso de error se devuelve –1.
- ```
int mtoken_return( int esd, int token_id );
```
- Parámetros
int esd: descriptor de conector de ECTP-3
int token_id: especifica el ID de testigo asignado por el TO
 - Descripción
mtoken_return devuelve un testigo al TO.
 - Devolución
Si se obtienen los resultados satisfactorios se devuelve 0; en caso de error se devuelve –1.
- ```
int msetsockopt(int esd, int level, int optname, void *optval,
 socklen_t optionlen);
```
- Parámetros  
int esd: descriptor de conector de ECTP-3  
int level: especifica el nivel de protocolo relacionado con la opción  
int optname: especifica el nombre de la opción que se debe de fijar  
void \*optval: señala una memoria tampón que contiene el valor de la opción que se debe fijar  
socklen\_t optionlen: especifica el tamaño de optval en bytes
  - Descripción  
El TO utiliza msetsockopt para fijar opciones en un conector.  
La opción del ECTP-3 es la siguiente.  
nivel: IPPROTO\_ECTP  
optname:  
    ECTP\_OPT\_TCO (para la configuración de árbol)  
    ECTP\_OPT\_AGN (para AGN)  
    ECTP\_OPT\_MSS (para MSS)
  - Devolución  
En caso de éxito se devuelve 0; en caso de error se devuelve –1.
- ```
int mgetsockopt( int esd, int level, int optname, void *optval,
                 socklen_t *optionlen );
```
- Parámetros
int esd: descriptor de conector del ECTP-3
int level: especifica el nivel de protocolo relacionado con la opción
int optname: especifica el nombre de la opción que se ha de obtener
void *optval: señala la memoria tampón en la cual se debe almacenar el valor de la opción
socklen_t *optionlen: especifica el tamaño de optval en bytes
 - Descripción
mgetsockopt se utiliza para las opciones (estado) de un conector.
La utilización detallada es similar a la de mgetsockopt()

- Devolución

En caso de éxito se devuelve 0; en caso de error se devuelve -1.

int mjoin_confirm(int esd, int accept)

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

int accept: especifica la indicación de aceptación o no.

- Descripción

El TO utiliza mjoin_confirm para responder a la petición de incorporación tardía del usuario-TS.

- Devolución

En caso de éxito se devuelve 0; en caso de error se devuelve -1.

int mtoken_confirm(int esd, int accept);

- Parámetros

int esd: descriptor de conector del ECTP-3

int accept: especifica la indicación de aceptación o no

- Descripción

El TO utiliza mtoken_confirm para responder a una petición de obtención de testigo.

- Devolución

En caso de éxito se devuelve 0; en caso de error se devuelve -1.

En la figura C.1 se ilustra un ejemplo de secuencia de las funciones API del ECTP-3 convocadas por el TO.

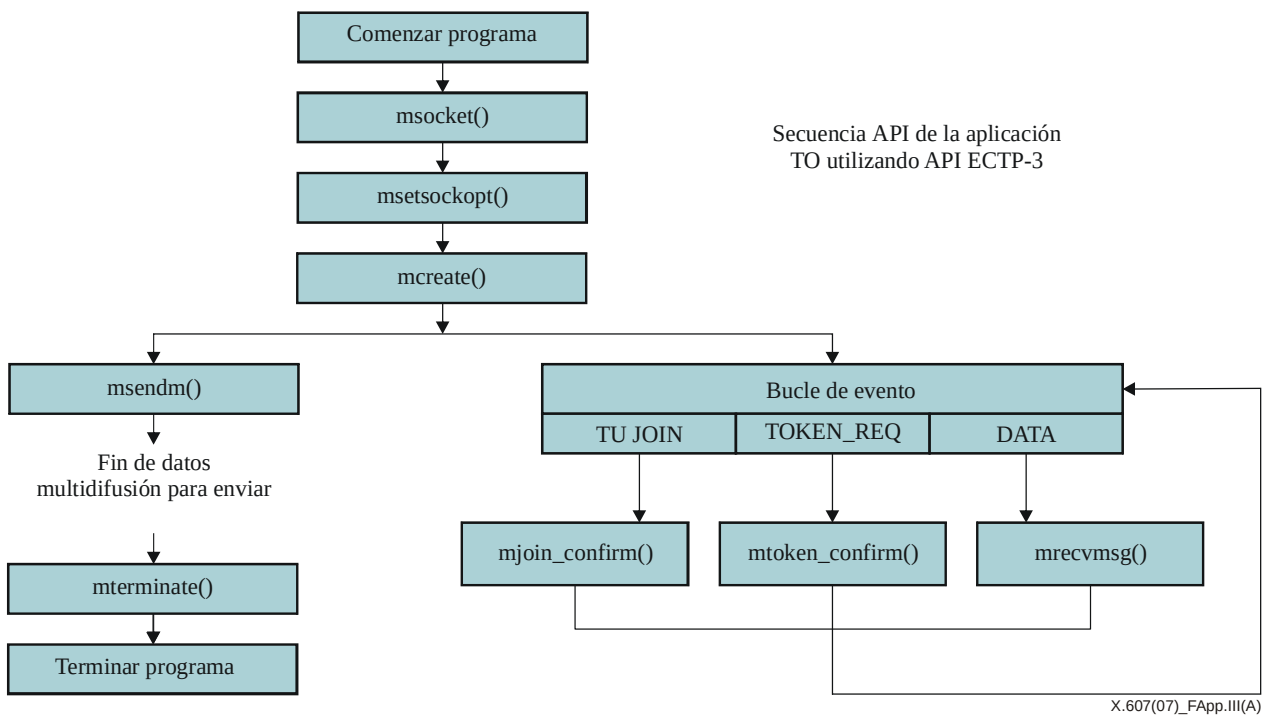


Figura C.1 – Ejemplo de secuencia de funciones API del ECTP-3 convocadas por el TO

En la figura C.2 se ilustra el ejemplo de una secuencia de las funciones API del ECTP-3 convocadas por el usuario-TS.

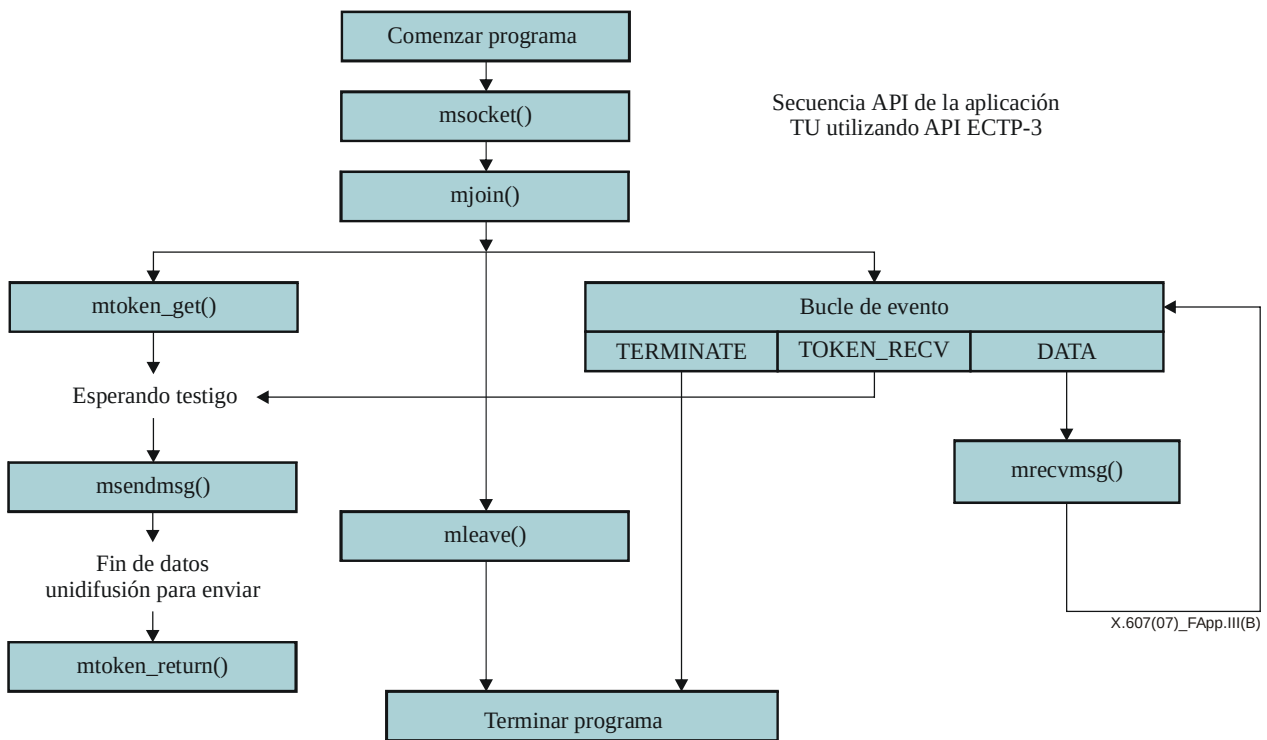


Figura C.2 – Ejemplo de secuencia de funciones API del ECTP convocadas por el usuario-TS

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación