

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.7044/Y.1347

(10/2011)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Datos sobre capa de transporte – Aspectos genéricos –
Generalidades

Ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP)

Recomendación UIT-T G.7044/Y.1347

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLAÇES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
Generalidades	G.7000–G.7099
Aspectos del control de las redes de transporte	G.7700–G.7799
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.7044/Y.1347

Ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP)

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.7044/Y.1347 se define el ajuste sin interrupciones de ODUflex (GFP) (HAO), que ofrece un mecanismo de control para aumentar o reducir sin interrupciones el ancho de banda de una conexión ODUflex(GFP) en las redes ópticas de transporte (OTN).

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.7044/Y.1347	2011-10-29	15	11.1002/1000/11400
1.1	ITU-T G.7044/Y.1347 (2011) Amd. 1	2012-02-13	15	11.1002/1000/11507

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 [ha recibido/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 2016

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	1
3 Definiciones.....	1
3.1 Términos definidos en otros documentos.....	1
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	1
4 Abreviaturas y acrónimos	2
5 Convenios	3
6 Introducción.....	3
6.1 Metodología.....	4
6.2 Tara de control.....	4
6.3 Protocolo de redimensionamiento	9
6.4 Interacción del plano de gestión y/o control.....	11
7 Procedimiento de redimensionamiento.....	11
7.1 Incremento del ancho de banda	12
7.2 Reducción del ancho de banda	18
8 Señales de mantenimiento	26
Anexo A – Diagramas SDL de HAO.....	28
A.1 Generalidades del proceso de ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP) (HAO).....	28
A.2 Diagramas SDL de HAO.....	30
Apéndice I – Medición de la estabilidad del cambio de velocidad BWR.....	38

Recomendación UIT-T G.7044/Y.1347

Ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP)

1 Alcance

En esta Recomendación se especifica el ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP) (HAO) que debe utilizarse para aumentar o disminuir sin interrupciones el ancho de banda de un ODUflex(GFP) transportado en una red óptica de transporte (OTN). Esta Recomendación se basa en las señales OTN especificadas en [UIT-T G.709].

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T G.709] Recomendación UIT-T G.709 (2009), *Interfaces para la red óptica de transporte*.
- [UIT-T G.798] Recomendación UIT-T G.798 (2010), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía de la red óptica de transporte*.
- [UIT-T G.870] Recomendación UIT-T G.870 (2012), *Términos y definiciones para redes ópticas de transporte*.
- [UIT-T Z.100] Recomendación UIT-T Z.100 (2007), *Lenguaje de especificación y descripción*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos, definidos en otros documentos:

3.1.1 Términos definidos en [UIT-T G.870]:

- modo normal GMP
- modo especial GMP
- multitrama OPuk
- multitrama de redimensionamiento (RMF).

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

Ninguno.

4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

ACK	Acuse de recibo (<i>acknowledge</i>)
BG	Generador BWR (<i>BWR generator</i>)
BR	Receptor BWR (<i>BWR receiver</i>)
BRG	Generador de retransmisión BWR (<i>BWR relay generator</i>)
BRR	Receptor de retransmisión BWR (<i>BWR relay receiver</i>)
BWR	Redimensionamiento de ancho de banda (<i>bandwidth resize</i>)
CC	Configuración coherente (<i>consistent configuration</i>)
C_m	Número de entidades de datos clientes de m bits (<i>number of m-bit client data entities</i>)
C_n	Número de entidades de datos clientes de n bits (<i>number of n-bit client data entities</i>)
C_{nD}	Diferencia entre C_n y $(m/n \times C_m)$ (<i>difference between C_n and $(m/n \times C_m)$</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CTRL	Control (<i>control</i>)
CV	Verificación coherente (<i>consistent verification</i>)
EMF	Función de gestión de equipo (<i>equipment management function</i>)
FRR	Receptor RCOH flexible (<i>flex RCOH receiver</i>)
GMP	Procedimiento de correspondencia genérico (<i>generic mapping procedure</i>)
HAO	Ajuste sin interrupciones de ODUflex (<i>hitless adjustment of ODUflex</i>)
HO	Orden superior (<i>high order</i>)
LC	Conexión de enlace (<i>link connection</i>)
LCAS	Esquema de ajuste de la capacidad de enlace (<i>link capacity adjustment scheme</i>)
LCR	Redimensionamiento de la conexión de enlace (<i>link connection resize</i>)
LG	Generador LCR (<i>LCR generator</i>)
LO	Orden inferior (<i>Low order</i>)
LR	Receptor LCR (<i>LCR receiver</i>)
MC	Conexión matriz (<i>matrix connection</i>)
MSI	Identificador de estructura múltiplex (<i>multiplex structure identifier</i>)
NACK	Acuse de recibo negativo (<i>negative acknowledgement</i>)
NCS	Estado de la conectividad de red (<i>network connectivity status</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
ODU	Unidad de datos de canal óptico (<i>optical channel data unit</i>)
ODUk	Unidad k de datos de canal óptico (<i>optical channel data unit-k</i>)
OH	Tara (<i>overhead</i>)
OPU	Unidad de cabida útil de canal óptico (<i>optical channel payload unit</i>)
OPUk	Unidad k de cabida útil de canal óptico (<i>optical channel payload unit-k</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)

PSI	Identificador de estructura de cabida útil (<i>payload structure identifier</i>)
RCOH	Tara de control de redimensionamiento (<i>resize control overhead</i>)
RES	Reservado para normalización internacional futura (<i>reserved for future international standardization</i>)
RG	Generador RCOH (<i>RCOH generator</i>)
RMF	Multitrama de redimensionamiento (<i>resize multiframe</i>)
RP	Protocolo de redimensionamiento (<i>resizing protocol</i>)
RR	Receptor RCOH (<i>RCOH receiver</i>)
SDL	Lenguaje de especificación y descripción (<i>specification and description language</i>)
TPID	ID de puerto afluente (<i>tributary port ID</i>)
TS	Intervalo afluente (<i>tributary slot</i>)
TSCC	Verificación de conectividad de intervalo afluente (<i>tributary slot connectivity check</i>)
TSGS	Estado de grupo de intervalo afluente (<i>tributary slot group status</i>)
TSOH	Tara de intervalo afluente (<i>tributary slot overhead</i>)
VCAT	Concatenación virtual (<i>virtual concatenation</i>)
xI	CI o MI o AI (<i>CI or MI or AI</i>)

5 Convenios

Orden de transmisión: El orden de transmisión de información en todos los diagramas de la presente Recomendación es primero de izquierda a derecha y después de arriba a abajo. En cada octeto, el bit más significativo se transmite primero. El bit más significativo (bit 1) aparece a la izquierda en todos los diagramas.

Valor de bit(s) reservado(s): El valor de un bit de tara, que está reservado o reservado para normalización internacional futura, se pondrá a "0".

6 Introducción

El ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP) (HAO) es un mecanismo de redimensionamiento de la red óptica de transporte (OTN) que le permite soportar un aumento o una disminución de la velocidad de datos cliente de ODUflex(GFP) a lo largo de todo el trayecto de extremo a extremo. En muchos aspectos es un mecanismo similar a la concatenación virtual/esquema de ajuste de la capacidad de enlace (VCAT/LCAS). Cabe señalar que, a diferencia de la VCAT, donde cada uno de los componentes del contenedor de extremo a extremo es una unidad k de datos de canal óptico (ODUk) que puede conectarse a través de la OTN con independencia de todos los demás componentes ODUk del mismo contenedor, la señal ODUflex se transporta por un único trayecto de extremo a extremo por un grupo de intervalos afluentes en cada una de las unidades k de cabida útil de canal óptico de orden superior (HO OPUk) del trayecto. El redimensionamiento de ODUflex(GFP) ofrece, con respecto a VCAT y LCAS, la ventaja de que, puesto que todos los TS que transportan la señal cliente ODUflex(GFP) siguen el mismo trayecto desde la fuente de la OTN al sumidero, no es necesario compensar los retardos de temporización de cada TS. Además, la ODUflex es una única entidad gestionada, en lugar de contener distintas entidades gestionadas para cada miembro de un grupo VCAT. También hay que decir que, a diferencia del redimensionamiento VCAT/LCAS, que exige la participación únicamente de los NE de frontera, el HAO exige la participación de todos y cada uno de los NE a lo largo del trayecto ODUflex(GFP).

6.1 Metodología

La funcionalidad HAO en la ODUflex(GFP) para las funciones de adaptación de la fuente y el sumidero de paquetes y las funciones fuente y sumidero de adaptación HO ODUk a LO ODUflex ofrece un mecanismo de control para aumentar o reducir sin interrupciones la capacidad de una conexión ODUflex(GFP) a fin de ajustarse a las necesidades de ancho de banda de la aplicación. Para realizar el ajuste de ancho de banda sin interrupciones de una conexión ODUflex(GFP), todos los nodos de la conexión deben soportar el protocolo HAO, pues, en caso contrario, será necesario romper y reconstruir la conexión. El ajuste de la velocidad binaria de ODUflex(GFP) se realiza simultáneamente en todos los nodos de la conexión ODUflex(GFP) a fin de evitar el desbordamiento o la infrautilización de la memoria intermedia.

Una ODUflex(GFP) redimensionable ocupa el mismo número de intervalos afluentes en cada enlace del servidor. En el ajuste del ancho de banda (es decir, su aumento o su disminución), deben participar el mismo número de intervalos afluentes (al menos un TS) en cada uno de los enlaces que atraviesa la ODUflex(GFP) redimensionada. Las velocidades binarias de la ODUflex(GFP) redimensionable se especifican en el Cuadro 7-8 de [UIT-T G.709] y se muestran en la Figura 6-1, donde n es el número de intervalos afluente asignados a la ODUflex(GFP) redimensionable. La aplicación HAO soporta el incremento o la disminución del ancho de banda de ODUflex(GFP) desde la gama n actual a una gama n distinta, si lo permite el enlace del servidor.

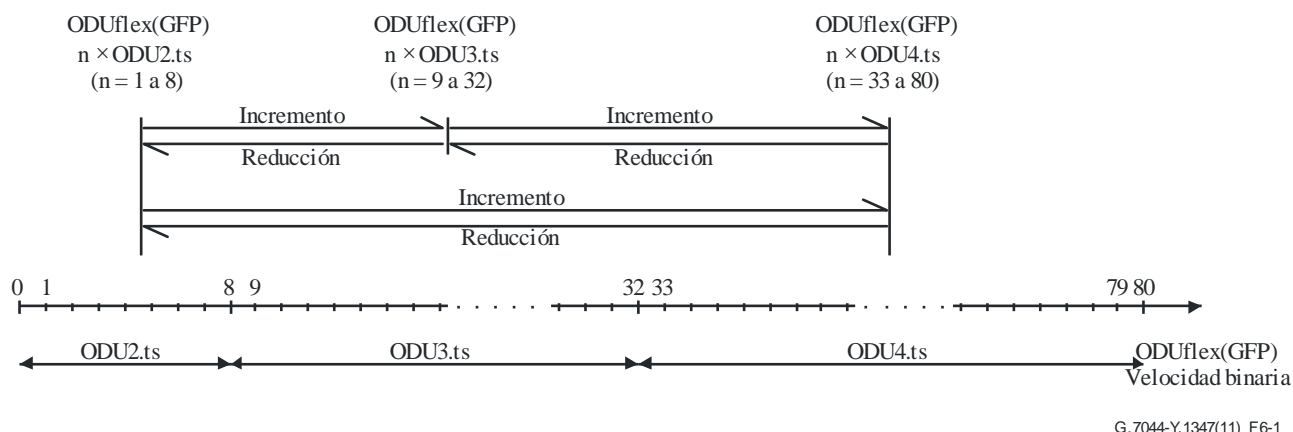


Figura 6-1 – Velocidad binaria de ODUflex(GFP) recomendada en la capacidad HAO

La modificación de la configuración matriz y de enlace ODUflex(GFP) depende del plano de gestión de la red o del plano de control de la red.

6.2 Tara de control

Los cambios en la capacidad de una conexión ODUflex(GFP) se sincronizarán utilizando la tara de control de redimensionamiento (RCOH), que está formada de campos dedicados a una función específica. Los cambios se envían por adelantado de manera que el receptor pueda cambiar a la nueva configuración en cuanto llegue.

La RCOH se transporta en la tara de intervalo afluente HO OPUk (TSOH) y la tara OPUflex, como se muestra en la Figura 6-2. Estos bytes RCOH (RCOH1, RCOH2 y RCOH3) se sitúan en la columna 15, filas 1, 2 y 3. La RCOH HO OPUk se transporta en el intervalo afluente, que se ha de añadir o eliminar. Si en una operación de redimensionamiento participan múltiples intervalos afluente, el protocolo se transporta en todas las RCOH TS que se han de añadir o eliminar. La RCOH de esos TS participantes en la misma operación de redimensionamiento siempre son las mismas y se transmiten de la misma manera.

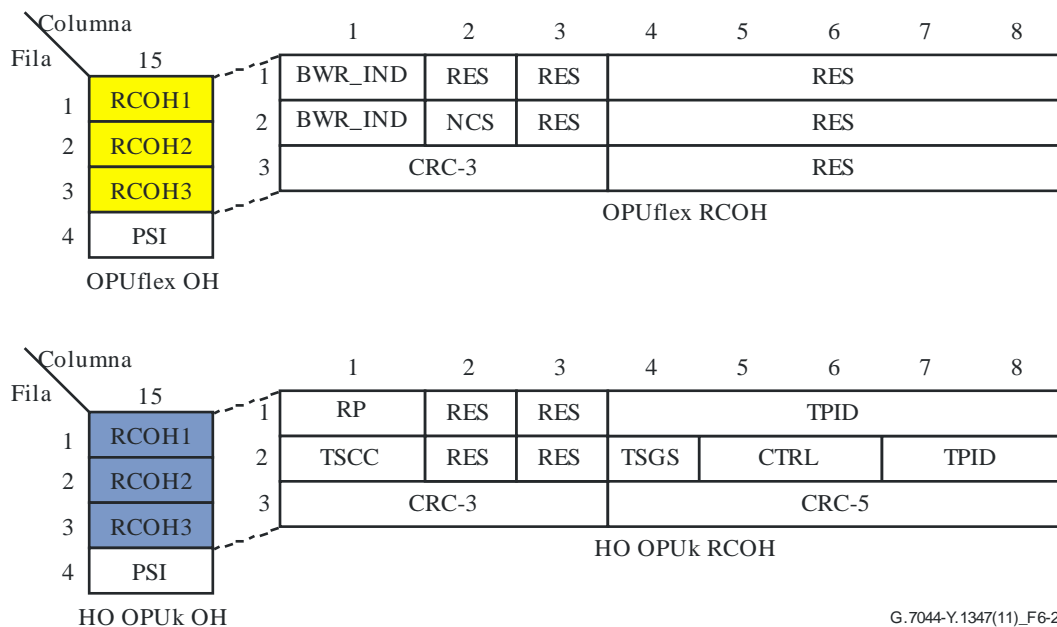
NOTA – En esta Recomendación sólo se especifica la RCOH para el protocolo HAO. En relación con la utilización de estos bytes para otras aplicaciones, véase [UIT-T G.709].

La RCOH se divide en dos partes: la tara de protocolo de redimensionamiento de la conexión de enlace (LCR) y la tara de protocolo de redimensionamiento de ancho de banda (BWR).

La tara de protocolo LCR comprende el campo control (CTRL), el campo ID de puerto afluente (TPID) y el bit estado de grupo de intervalo afluente (TSGS).

La tara de protocolo BWR comprende el bit estado de conectividad de red (NCS), el bit verificación de conectividad de intervalo afluente (TSCC), el bit indicador de protocolo de redimensionamiento (RP) y el bit indicador de redimensionamiento de ancho de banda (BWR_IND).

Los bits de protocolo LCR, el bit RP y el bit TSCC en el protocolo BWR se transportan en la tara de intervalo afluente HO OPUk (k = 2, 3, 4); y el bit NCS y el bit BWR_IND en el protocolo BWR se transportan en la tara OPUflex.



G.7044-Y.1347(11)_F6-2

Figura 6-2 – Format de RCOH

Esta RCOH soporta los campos control LCR ODUflex(GFP) LCR y los campos control BWR ODUflex(GFP). El valor por defecto de esta RCOH es todo 0.

6.2.1 Campo control (CTRL)

El campo control se utiliza para transferir la información de estado del protocolo LCR de la fuente al sumidero. Se utilizará para dar la indicación de operación de cada uno de los intervalos afluente que pertenecen a una conexión ODUflex(GFP) específica. El campo CTRL se transporta en la tara de protocolo LCR en los bits 5 y 6 de la columna 15, fila 2 de la HO OPUk (k = 2, 3, 4).

Cuadro 6-1 – palabras CTRL HAO

Valor	Instrucción	Observaciones
00	IDLE	Indicación de que el nodo ha completado LCR y no hay ninguna operación LCR nueva. IDLE también puede transmitirse durante un breve periodo de tiempo al inicio de la operación antes de que se transmita la instrucción ADD/REMOVE
01	ADD	Indicación de que se ha de añadir el intervalo afluente a la conexión ODUflex(GFP)
10	REMOVE	Indicación de que se ha de suprimir el intervalo afluente de la conexión ODUflex(GFP)
11	NORM	Indicación de que LCR se iniciará en la próxima frontera de multitrama de redimensionamiento cuando se envía la instrucción NORM después de la instrucción ADD o REMOVE en la frontera de multitrama de redimensionamiento

6.2.2 Campo ID de puerto afluente (TPID)

El campo TPID se utiliza para identificar el ID de puerto afluente. El campo TPID transporta el número de puerto afluente al que se ha de añadir o del que se ha de suprimir el intervalo afluente. El campo TPID se transporta en la tara de protocolo LCR en los bits 4 a 8 de la columna 15, fila 1 y en los bits 7 y 8 de la columna 15, fila 2.

Fila 1					Fila 2	
4	5	6	7	8	7	8
000 0000: puerto afluente 1						
000 0001: puerto afluente 2						
000 0010: puerto afluente 3						
000 0011: puerto afluente 4						
:						
10 01111: puerto afluente 80						

Figura 6-3 – Codificación del campo TPID

6.2.3 bit estado de grupo de intervalo afluente (TSGS)

El bit TSGS se utiliza para indicar el acuse de recibo de la conexión de enlace.

Cuando se incrementa el ancho de banda, el bit TSGS se genera en el sumidero HO OPU para acusar recibo a la fuente HO OPU de que existe una correspondencia entre los intervalos afluente indicados como añadidos en los campos CTRL y TPID recibidos y de que se han previsto (por el plano de gestión o el plano de control) esos intervalos afluentes en la configuración en el extremo sumidero. Se acusa recibo, además, de que el sumidero HO OPU está listo para recibir el incremento de ODTUk.M a ODTUk.M+N.

Cuando se disminuye el ancho de banda, el bit TSGS se genera en el sumidero HO OPU para acusar recibo a la fuente HO OPU de que se ha reducido el ancho de banda de ODUflex(GFP) y de que se ha salido del modo especial GMP tras recibir TSCC = 0 en la dirección fuente-sumidero. Se acusa recibo, además, de que el sumidero HO OPU está listo para recibir la reducción de ODTUk.M a ODTUk.M-N.

El bit TSGS acusa recibo de la conexión de enlace con dos valores: ACK(1) y NACK (0). El bit TSGS se transporta en la tara de protocolo LCR en el bit 4 de la columna 15, fila 2 de la tara HO OPUk (k = 2, 3, 4).

6.2.4 bit verificación de conectividad de intervalo afluente (TSCC)

El bit TSCC se utiliza para verificar la conectividad de la conexión de enlace y la conexión ODUflex(GFP). Transporta la información de señalización asociada a un TS que se añade o suprime y se propaga salto a salto desde la fuente hasta el sumidero. En principio, el TSCC se pone a 0.

Durante el periodo de redimensionamiento, $TSCC = 1$ confirma el modo especial GMP en los nodos intermedios y señala al sumidero que todos los NE en el sentido fuente-sumidero están listos para soportar la operación de redimensionamiento del ancho de banda.

Una vez completada la operación de redimensionamiento de ODUflex(GFP), la fuente utiliza $TSCC = 0$ para indicar la finalización del redimensionamiento del ancho de banda y la salida del modo especial GMP en sentido fuente-sumidero. Desencadena la salida del modo especial GMP de los nodos intermedios y el sumidero, y sólo los nodos intermedios lo reenvían cuando han salido del modo especial GMP.

El bit TSCC se define como una tara de protocolo BWR en el bit 1 de la columna 15, fila 2 de la tara HO OPUk ($k = 2, 3, 4$).

6.2.5 bit estado de conectividad de red (NCS)

El bit NCS se utiliza para indicar el acuse de recibo de la conexión de red. Se define como una indicación de acuse de recibo de extremo a extremo en la tara OPUflex. El sumidero ODUflex(GFP) lo utiliza para acusar recibo directamente a la fuente ODUflex(GFP) cuando el sumidero recibe el valor TSCC correcto. Los nodos intermedios no necesitan procesar esta señal, pues les es transparente.

Cuando el sumidero recibe $TSCC = 1$, el sumidero utiliza $NCS = 1$ como ACK de la finalización de la preparación del redimensionamiento del trayecto fuente-sumidero. Cuando el sumidero recibe $TSCC = 0$, utiliza $NCS = 0$ para acusar recibo de la finalización de BWR. El NCS atraviesa de manera transparente todos los nodos intermedios hasta la fuente.

El bit NCS se define como una tara de protocolo BWR transportada en el bit 2 de la columna 15, fila 2 de la tara OPUflex.

6.2.6 bit indicador de protocolo de redimensionamiento (RP)

El bit RP se utiliza para indicar si el protocolo de redimensionamiento se transporta en la RCOH. $RP = 1$ indica que la RCOH transporta el protocolo de redimensionamiento. Cuando $RP = 0$, estos bytes transportan la tara asociada a la información específica de correspondencia, como la tara GMP (C_nD), definida en la Recomendación UIT-T G.709. Al principio de la operación de redimensionamiento, el plano de control o el plano de gestión debe poner el bit RP a 1. Como se indica a continuación, la fuente reinicializa el bit RP a 0 para indicar que ha salido de todo procesamiento de protocolo de redimensionamiento. $RP = 0$ termina la retransmisión de la información TSCC y todas las demás operaciones de procesamiento de redimensionamiento en esa dirección en los nodos intermedios. Cuando un nodo intermedio recibe $RP = 0$, lo reenvía tras confirmar que ha salido del modo especial GMP y terminado el procesamiento de protocolo LCR en esa dirección. Cuando el sumidero recibe $RP = 0$, confirma la salida del procesamiento de redimensionamiento de la fuente y todos los nodos intermedios. Entonces el sumidero puede informar al plano de gestión o el plano de control de la finalización del redimensionamiento.

El bit RP se define como una tara de protocolo BWR transportada en el bit 1 de la columna 15, fila 1 de la tara HO OPUk ($k = 2, 3, 4$).

6.2.7 Bit indicador de redimensionamiento del ancho de banda (BWR_IND)

El bit BWR_IND se utiliza para indicar que la fuente ODUflex(GFP) está ajustando la velocidad binaria de la señal ODUflex(GFP). Se pone a "0" antes de que se empiece a ajustar la velocidad binaria de la señal ODUflex(GFP). Una vez que pasa de "0" a "1", la fuente ODUflex(GFP) iniciará el redimensionamiento $x \mu\text{s}$ más tarde. Cuando BWR_IND pase de "1" a "0", la fuente ODUflex(GFP) cesará el redimensionamiento y $y \mu\text{s}$ más tarde. x es casi igual a y , y oscila entre 125 y 250 μs .

El bit BWR_IND se utiliza para desencadenar el redimensionamiento en los nodos en sentido descendente y para señalar el final de redimensionamiento. Véanse las cláusulas 7.1.1 y 7.2.1.

La señal BWR_IND se codifica en el bit 1 de los bytes RCOH1 y RCOH2 de ODUflex(GFP), como se muestra en la Figura 6-2. Cuando se configura BWR_IND, ambos bits se ponen a '1'; y cuando se reinicializa, ambos bits se ponen a '0'. El receptor determina una transición en el estado BWR_IND tras examinar RCOH3. Los valores de CRC-3 permiten detectar un error que afecte al bit BWR_IND en RCOH1 o RCOH2, y pueden utilizarse para determinar el valor correcto. Las reglas de receptor son las siguientes:

El receptor determina que se ha configurado BWR_IND tras examinar RCOH1-RCOH3 cuando los bits BWR_IND de RCOH1 y RCOH2 están puestos a '1' y el CRC-3 recibido tiene un valor que corresponde al envío por la fuente de un BWR_IND puesto a '1' (y un NCS puesto a '1').

El receptor determina que se ha reinicializado BWR_IND tras examinar RCOH1-RCOH3 cuando los bits BWR_IND de RCOH1 y RCOH2 están puestos a '0' y el CRC-3 recibido tiene un valor que corresponde al envío por la fuente de un BWR_IND puesto a '0' (y un NCS puesto a '1').

En caso contrario, el receptor mantiene el valor vigente del BWR_IND recibido.

NOTA – si el segundo y el tercer bits de RCOH1 y el tercer bit de RCOH2 están puestos a '0' y el bit NCS está puesto a '1', los valores de CRC-3 correspondientes son 110 cuando BWR_IND = 1 y 111 cuando BWR_IND = 0.

6.2.8 Campo CRC

Para simplificar la validación de los cambios en la RCOH, se utiliza un campo CRC para proteger la tara de protocolo de redimensionamiento. La RCOH se divide en dos partes, como se muestra en la Figura 6-2. El CRC3 supervisa el bit RP y el protocolo BWR en la zona de la tara HO OPU y la zona de la tara ODUflex(GFP). El CRC5 supervisa el protocolo LCR. Dado que los bits no utilizados se ponen a 0 y que el resto de la CRC para una palabra todo 0 es todo 0, el CRC-3 siempre será válido, aunque no se utilice para el redimensionamiento. Del mismo modo, el CRC-5 es válido aunque esos campos no transporten información (todo 0) o CnD. La verificación CRC se realiza tras la recepción y el contenido se rechaza si la prueba falla. Si la RCOH pasa la prueba CRC, sus contenidos se utilizan inmediatamente.

El CRC-3 se calcula en los bits 1-3 de RCOH1 y RCOH2. El CRC-3 utiliza el polinomio generador $g(x) = x^3 + x^2 + 1$ y se calcula de la siguiente manera:

- 1) Se toman los bits 1-3 de RCOH1 y los bits 1-3 de RCOH2 en el orden de transmisión de la red, tomando en primer lugar el bit más significativo, para formar un patrón de 6 bits que representa los coeficientes de un polinomio $M(x)$ de grado 5.
- 2) Se multiplica $M(x)$ por x^3 y se divide (módulo 2) por $G(x)$, obteniéndose así un resto $R(x)$ de grado 2 o inferior.
- 3) Los coeficientes de $R(x)$ se consideran una secuencia de 3 bits, donde x^2 es el bit más significativo.
- 4) Esta secuencia de 3 bits es el CRC-3, donde el primer bit del CRC-3 que se ha de transmitir es el coeficiente de x^2 y el último el coeficiente de x^0 .

El proceso de descorrespondencia ejecuta los pasos 1 a 3 igual que el proceso de correspondencia, si no hay errores en los bits, el resto será 000.

En el Cuadro 6-2 se muestra una implementación lógica paralela del CRC-3 fuente.

Cuadro 6-2 – Ecuaciones lógicas paralelas para la implementación de CRC-3

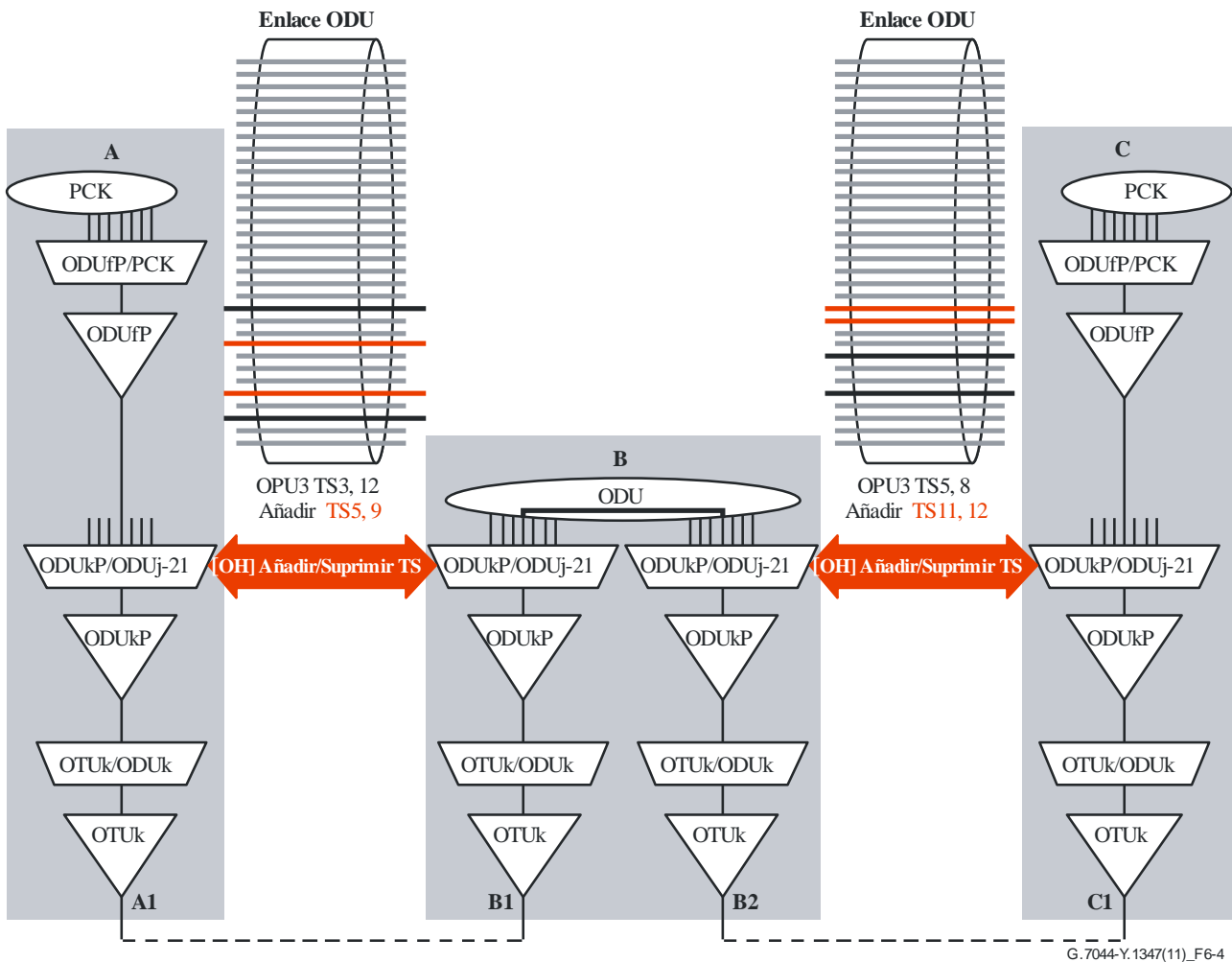
Correspondencia de bits de tara	Bits de suma CRC		
	crc1	crc2	crc3
RCOH1 bit 1		X	
RCOH1 bit 2			X
RCOH1 bit 3	X	X	
RCOH2 bit 1		X	X
RCOH2 bit 2	X	X	X
RCOH2 bit 3	X		X

El CRC5 y su cálculo se definen en el Anexo D a [UIT-T G.709].

6.3 Protocolo de redimensionamiento

6.3.1 protocolo de redimensionamiento de conexión de enlace (LCR)

El protocolo LCR tiene un proceso LCR_Source en la función ODUkP/ODUj-21_A_So y un proceso LCR_Sink en la función ODUkP/ODUj-21_A_Sk. El proceso LCR_Source comunica con el proceso LCR_Sink para ajustar la asignación de intervalo afluente a la ODUflex(GFP). Cada conexión de enlace en el camino ODUflex(GFP) tiene su propio protocolo LCR. La tara LCR se transporta en los bytes de las RCOH1-RCOH3 HO OPU indicados en la Figura 6-2.



G.7044-Y.1347(11)_F6-4

Figura 6-4 – Protocolo LCR

El protocolo LCR utiliza los campos CTRL, TSGS y TPID definidos en la cláusula 6.2.

6.3.2 protocolo de redimensionamiento del ancho de banda (BWR)

El protocolo BWR tiene un proceso BWR_Source en la función ODUfP/PCK_A_So y un proceso BWR_Sink en la función ODUfP/PCK_A_Sk. El proceso BWR_Source comunica con el proceso BWR_Sink por dos medios, indirectamente por los procesos BWR_Relay en las funciones ODUkP/ODUj-21_A y directamente a través de la OPUflex OH, para verificar la coherencia de la configuración de lo(s) intervalo(s) afluente que se han de añadir o suprimir de las conexiones de enlace ODUflex(GFP) a lo largo del camino y verificar la conectividad de red del camino.

Cada ODUkP/ODUj-21_A_So en el camino tiene un proceso BWR_Relay_So y cada ODUkP/ODUj-21_A_Sk en el camino tiene un proceso BWR_Relay_Sk. Las funciones BWR_Relay_So y BWR_Relay_Sk adyacentes se comunican entre ellas a través de la función ODU_C utilizando señales ODUflex_CI específicas del equipo adicionales o a través de la EMF utilizando señales ODUflex_MI específicas del equipo adicionales.

El proceso BWR_Source comunica con la función BWR_Relay_So mediante señales ODUflex_CI específicas del equipo adicionales o a través de la EMF mediante señales ODUflex_MI específicas del equipo adicionales.

El proceso BWR_Sink comunica con la función BWR_Relay_Sk mediante señales ODUflex_CI específicas del equipo o a través de la EMF mediante señales ODUflex_MI específicas del equipo adicionales.

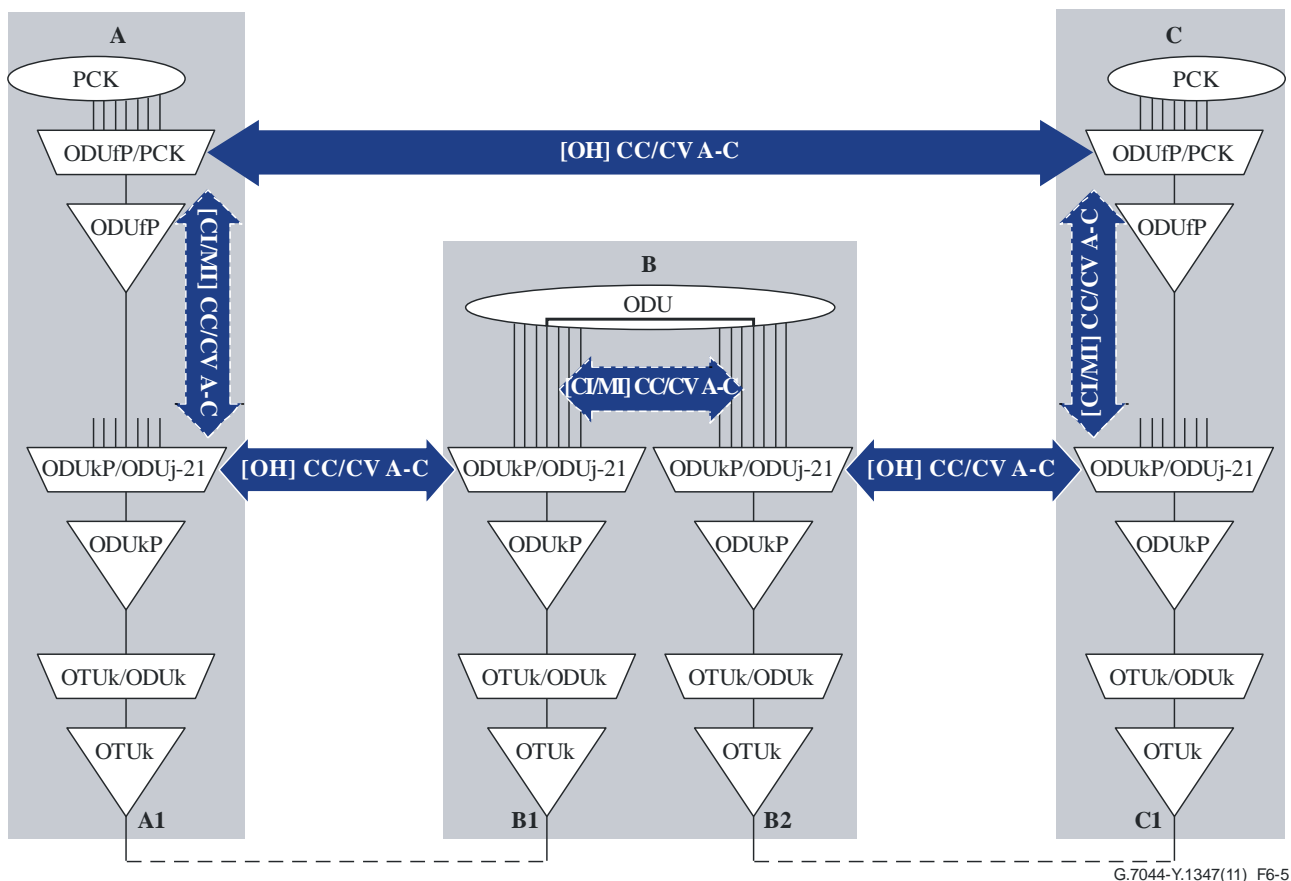


Figura 6-5 – Protocolo BWR

El protocolo BWR utiliza los campos TSCC, NCS y BWR_IND definidos en la cláusula 6.2.

6.4 Interacción del plano de gestión y/o control

El plano de gestión y control está íntimamente ligado al HAO en la determinación de qué TS se han de añadir o suprimir de qué conexión de enlace o conexión matriz y en la verificación de que se ha llevado a cabo con éxito la operación de redimensionamiento. El plano de gestión o control también asigna los campos TPID utilizados para identificar el puerto afluente al que se han de añadir o del que se han de suprimir enlaces afluente en un enlace. Desde el punto de vista del plano de control, conviene señalar que una conexión de enlace no atañe a todos y cada uno de los TS de la ODUflex, sino al conjunto de TS HO OPUk que transportan el cliente ODUflex. También conviene indicar que, desde el punto de vista del plano de control, no se han de formular supuestos en relación con el ordenamiento del redimensionamiento de la conexión de enlace en el trayecto de extremo a extremo. Hay que decir también que pueden transportarse múltiples señales ODUflex(GFP), con distintos puntos de inicio y/o final, por NE intermedios. Queda fuera del alcance de esta Recomendación la coordinación del redimensionamiento ODUflex(GFP) en esos casos.

7 Procedimiento de redimensionamiento

En el redimensionamiento de una ODUflex(GFP) participan los protocolos LCR y BWR. Durante el protocolo LCR, las conexiones matriz en todos los nodos de la conexión ODUflex(GFP) deben soportar el correspondiente aumento o reducción de la capacidad. Los detalles de esta capacidad dependen de cada equipo y quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

7.1 Incremento del ancho de banda

En la Figura 7-1 se muestra la secuencia de interacciones entre los protocolos LCR y BWR durante el incremento.

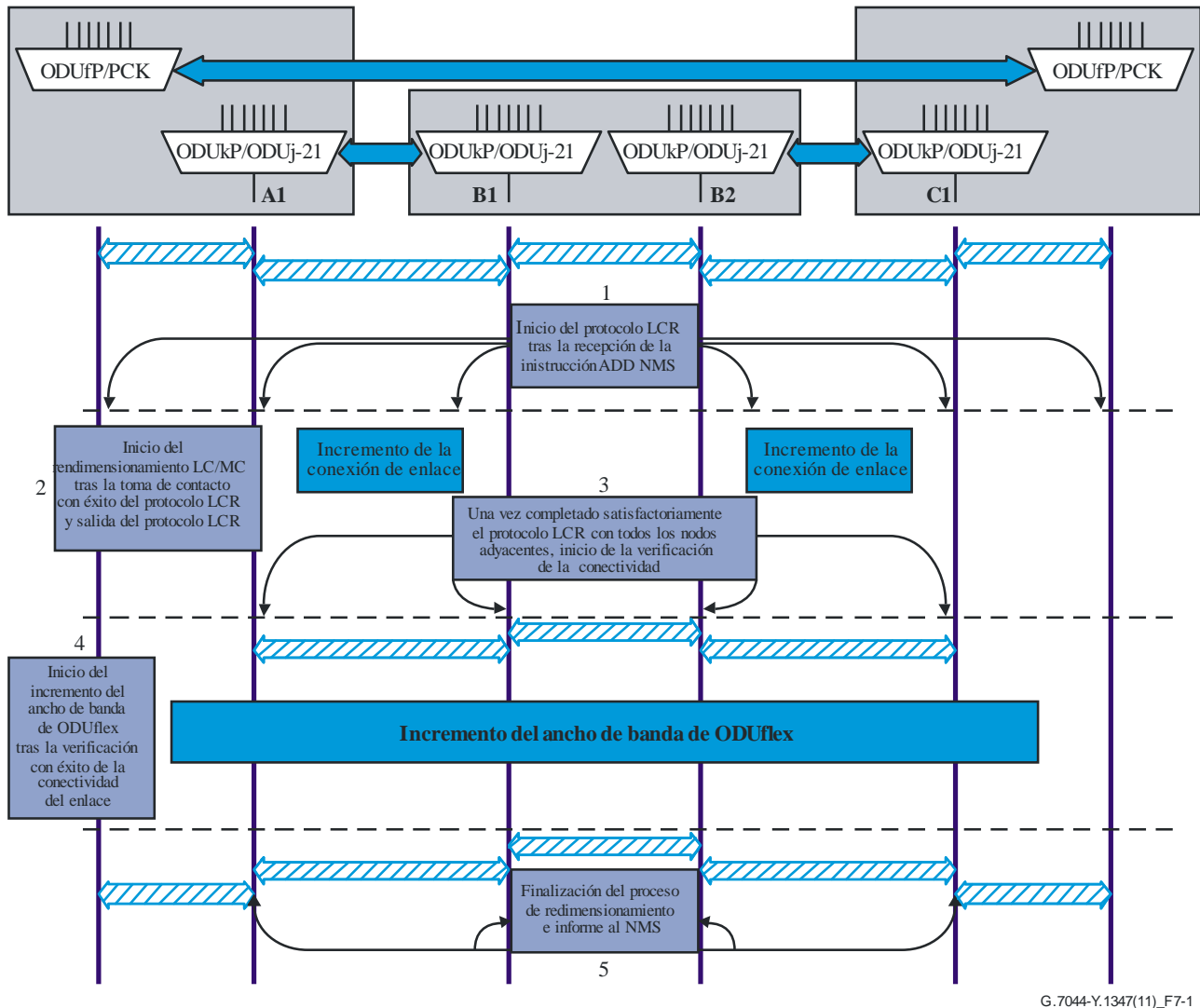


Figura 7-1 – Interfuncionamiento durante el incremento

La secuencia de incremento está compuesta por las siguientes fases:

- Fase 1 Todos los nodos inician el protocolo LCR tras recibir la instrucción ADD del plano de gestión o control de la red. Cada uno de los pares ODUkP/ODUj-21_A fuente y sumidero señalarán la instrucción [ADD] del campo CTRL LCR y esperarán el acuse de recibo [ACK] del bit TSGS LCR.
- Fase 2 Cada nodo verificará la configuración del conjunto de TS que se han de añadir. El nodo acusará recibo [ACK en el bit TSGS LCR] de la adición sólo si el TS tiene una configuración idéntica a la que señala el nodo al otro extremo del camino. Tras esta toma de contacto, el nodo iniciará el incremento de la conexión de enlace. Una vez incrementada la conexión de enlace, el nodo saldrá del protocolo LCR.
- Fase 3 Una vez finalizado el protocolo LCR, un nodo ODUFlex(GFP) fuente envía la verificación de conectividad de intervalo afluente [TSCC = 1] en cada TS añadido. Los nodos intermedios retransmitirán la información de protocolo BWR por la conexión de enlace ODUFlex(GFP) redimensionada para proceder a la verificación de la conectividad de intervalo afluente. Una vez finalizado el protocolo LCR en ambos puertos, los nodos

intermedios retransmitirán la información de protocolo BWR [TSCC = 1] recibida por el puerto de entrada hasta el puerto de salida.

- Fase 4 Los dos nodos extremos iniciarán el incremento del ancho de banda de ODUflex(GFP) tras finalizar la verificación de la conectividad de intervalo afluente. El redimensionamiento será gradual para no desbordar la memoria intermedia GMP.
- Fase 5 El protocolo BWR termina cuando se ha terminado de incrementar el ancho de banda. Dos nodos extremos informarán al plano de gestión o control de la red de la finalización del proceso de redimensionamiento creciente.

El procedimiento de incremento del ancho de banda detallado se divide en dos partes: el protocolo LCR y el protocolo BWR, que se muestran por separado en las Figuras 7-2 y 7-3. En esta descripción, la señalización LCR utiliza el formato [<CTRL value>, <TPID#>, <TSGS value>].

En la Figura 7-2 se muestra el protocolo LCR de incremento del ancho de banda, que a continuación se describe detalladamente.

- 1) Todos los nodos inician el protocolo LCR y el protocolo BWR tras recibir la instrucción INCREASE del plano de gestión o control de la red. Tras recibir la instrucción INCREASE del plano de gestión o control de la red, todos los nodos verifican la disponibilidad de los TS que se han de añadir (en la EMF). Los puertos de los nodos intermedios envían [ADD, #a, NACK] (generador LCR) así como RP = 1 y TSCC = 0 (generador de retransmisión BWR) una vez verificada la disponibilidad. Los puertos de los dos nodos extremos envían [ADD, #a, NACK] (generador LCR) y RP = 1 y TSCC = 0 (generador de retransmisión BWR).
- 2) Tras verificar que se ha recibido CTRL = ADD desde el puerto en el otro extremo del camino (generador LCR) y que la configuración del TS del puerto local es idéntica a la que señala el puerto en el otro extremo del camino (receptor RCOH), todos los puertos envían la señal TSGS = ACK (generador LCR) como respuesta al puerto adyacente.
- 3) Todos los puertos inician el proceso de incremento de la conexión de enlace una vez que se ha realizado con éxito la toma de contacto LCR en los dos sentidos, lo que implica que se ha verificado con éxito la configuración y se ha enviado (generador LCR) y recibido (receptor LCR) TSGS = ACK en todos los TS implicados en el mismo redimensionamiento de conexión de enlace. Tras recibir el ACK para todos los TS añadidos, un puerto envía en primer lugar [NORM, #a, ACK], en lugar de [ADD, #a, ACK], por cada TS añadido en una frontera de multitrama de redimensionamiento tras la toma de contacto LCR. Téngase en cuenta que el tiempo transcurrido entre que el nodo recibe los ACK para todos los TS y la frontera de multitrama de redimensionamiento desde la que inicia el envío de [NORM, #a, ACK] depende de cada implementación. Entonces, en la primera frontera multitrama de redimensionamiento tras el envío de [NORM, #a, ACK], el nodo inicia el incremento de la conexión de enlace utilizando todos los TS añadidos. El cambio de [ADD, #a, ACK] a [NORM, #a, ACK] señala al puerto en sentido descendente que el incremento de la conexión de enlace se iniciará en la siguiente frontera de multitrama de redimensionamiento.
- 4) Tras completar el redimensionamiento LCR y recibir CTRL = NORM, los nodos salen del protocolo LCR enviando [IDLE, 0, NACK] (generador LCR) por cada TS añadido en la frontera de multitrama de redimensionamiento P. Dicho de otro modo, todos los TS implicados realizan simultáneamente la transición de señalización (en la misma multitrama de redimensionamiento).
- 5) Tras verificar que se ha recibido CTRL = IDLE del puerto al otro extremo del camino (generador LCR), el protocolo LCR se termina en una dirección. Comienza entonces el protocolo BWR.

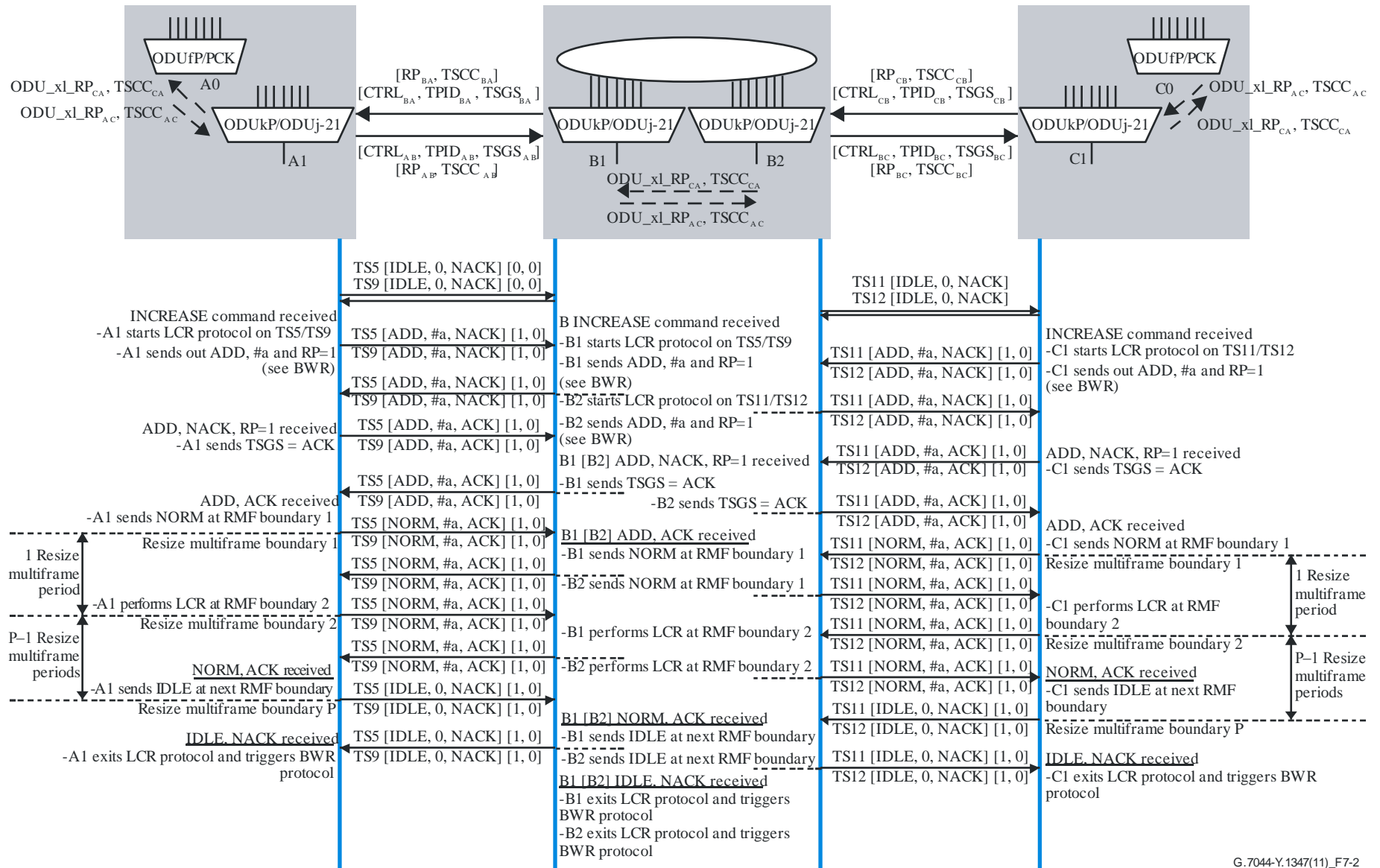
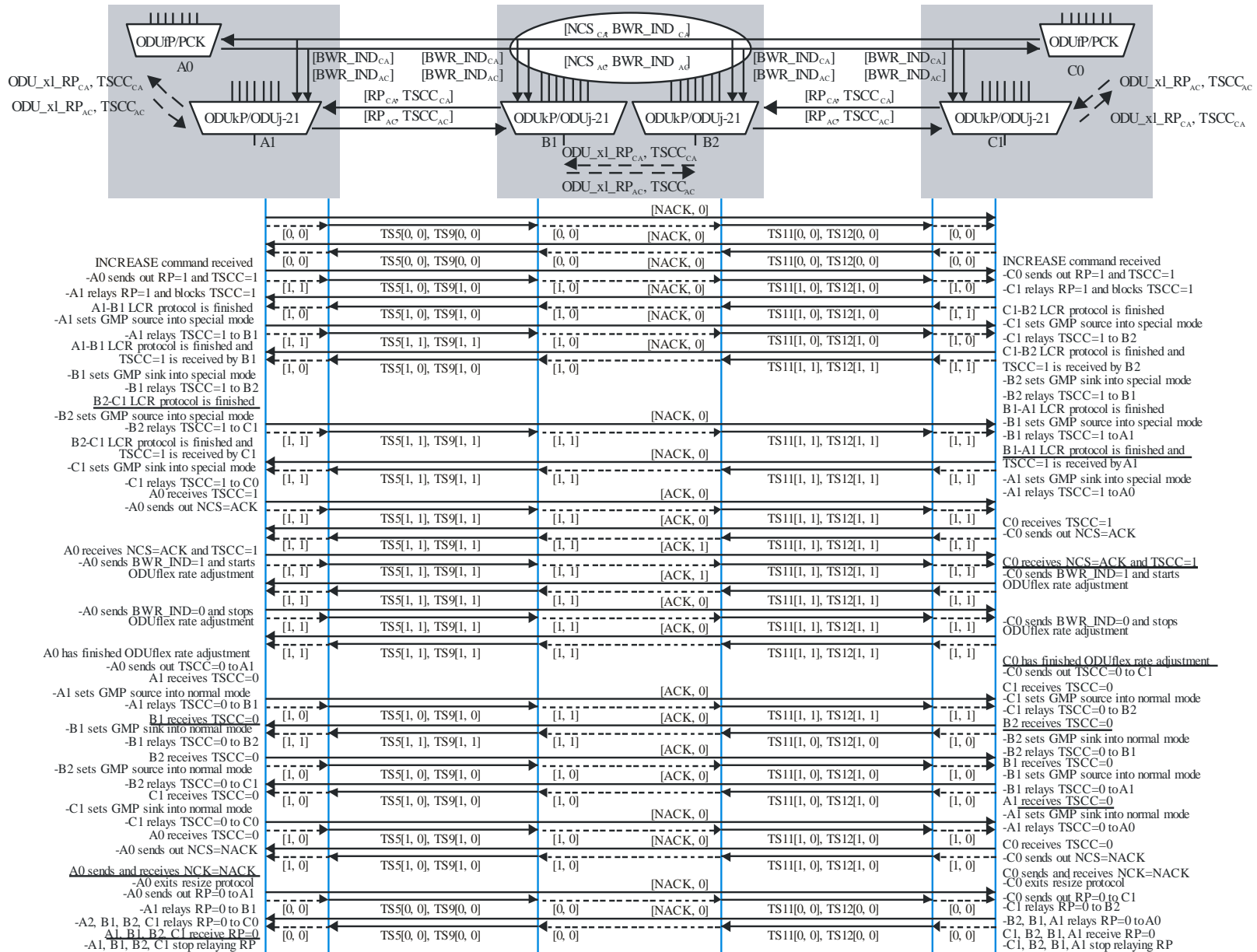


Figura 7-2 – Protocolo LCR de incremento del ancho de banda

G.7044-Y.1347(11)_F7-2

Las fases del protocolo BWR de incremento del ancho de banda (Figura 7-3) son las siguientes:

- 1) Cuando se termina el protocolo LCR y se recibe $TSCC = 1$ en sentido del sumidero, el puerto de entrada empieza a poner su procesador GMP Sink en modo especial (receptor de retransmisión BWR). Cuando se termina el protocolo LCR en sentido de la fuente, el puerto de salida pone su procesador GMP Source en modo especial (generador de retransmisión BWR), se prevé que el nodo realice todos los ajustes de memoria intermedia interna necesarios en relación con el cambio del tamaño de palabra antes de entrar en modo especial GMP en cualquier dirección. Una vez puestos los procesadores GMP Sink y Source en modo especial, y tras confirmar que no hay defectos dTIM asociados con las nuevas conexiones matriz en los nodos en sentido ascendente, el nodo retransmite el $TSCC = 1$ en esa dirección e inhabilita toda acción consecuente relacionada con TCM dTIM durante la ejecución del protocolo BWR (utilizando TIMActDis). Cuando todos los nodos intermedios retransmiten $TSCC = 1$, éste se propaga de la fuente al sumidero.
- 2) Cuando $TSCC = 1$ y $RP = 1$ para todos los TS añadidos alcanzan el nodo sumidero ODUflex(GFP), el puerto de entrada responde poniendo $NCS = ACK(1)$ (generador BWR) para indicar que en esa dirección todo el trayecto es correcto y que su configuración coincide con la configuración de TS que ve en los valores $TSCC$ recibidos (receptor RCOH). Dado que NCS se encuentra en la tara de ODUflex(GFP), $NCS = ACK(1)$ atraviesa de manera transparente cada puerto intermedio hasta el nodo ODUflex(GFP) del otro extremo.
- 3) Cuando un nodo extremo recibe $TSCC = 1$, $RP = 1$ y $NCS = ACK$ y ha enviado $NCS=ACK$ en respuesta a $TSCC = 1$, se ha completado la señalización bidireccional. Entonces se inicia el incremento del ancho de banda. El incremento del ancho de banda se inicia poniendo BWR_IND a 1. En 7.1.1 pueden consultarse los detalles de la velocidad del incremento. El incremento del ancho de banda se termina tras poner BWR_IND a 0.
- 4) El nodo ODUflex(GFP) fuente empieza a enviar $TSCC = 0$, en lugar de $TSCC = 1$ (generador BWR) para señalar la finalización del incremento del ancho de banda y su retorno al modo normal GMP en el sentido de transmisión.
- 5) Cuando un puerto de entrada intermedio recibe $TSCC = 0$ y $RP = 1$, pone su procesador GMP Sink en modo normal (receptor de retransmisión BWR) y reenvía $TSCC = 0$ al puerto de salida. Cuando se termina el incremento del ancho de banda y se recibe $TSCC = 0$, el puerto de salida pone su procesador GMP Source en modo normal (generador de retransmisión BWR). Una vez los procesadores GMP en modo normal, el nodo retransmite inmediatamente $TSCC = 0$ en esa dirección.
- 6) Cuando $TSCC = 0$ alcanza el sumidero ODUflex(GFP) (receptor BWR), la fuente ODUflex(GFP) asociada responde poniendo $NCS = NACK$ (generador BWR).
- 7) Cuando el nodo extremo recibe y envía $NCS=NACK$, empieza enviando tramas con $RP = 0$ (generador BWR). Cuando un nodo intermedio recibe $RP = 0$ (receptor de retransmisión BWR), lo reenvía de manera transparente al nodo siguiente (generador de retransmisión BWR). La operación de incremento se completa cuando $RP = 0$ se ha propagado al nodo del extremo opuesto, indicando que los nodos intermedios han finalizado la retransmisión de la información $TSCC$ y todas las demás operaciones del protocolo de redimensionamiento. Cuando el nodo ODUflex(GFP) sumidero recibe $RP = 0$ y ha enviado $RP = 0$ en la dirección opuesta, informa al plano de gestión o control de la red de que se ha completado el proceso de redimensionamiento creciente en esa dirección (generador BWR).
- 8) Todo el proceso finaliza cuando el plano de gestión o control de la red recibe la indicación de finalización en ambos sentidos.



G.7044-Y.1347(11)_F7-3

7.1.1 Velocidad del incremento del ancho de banda de ODUflex(GFP)

Durante la ejecución del BWR (controlada por el nodo fuente, señalizada a los nodos descendentes mediante la tara BWR_IND), la velocidad del reloj de ODUflex(GFP) se incrementará a un ritmo de 512 000 kbit/s² con una tolerancia de pendiente de ± 100 ppm [511 897 .. 512 102 kbit/s²]. Este aumento de la velocidad puede lograrse con un incremento de 8 bits cada 125 μ s. El BWR_IND se utiliza para iniciar y detener el aumento en los nodos posteriores.

En el Apéndice I se describen métodos para medir el rendimiento de la transferencia de temporización en un nodo intermedio.

Los datos de ODUflex(GFP) se extraerán de los grupos de M bytes sucesivos de la cabida útil de ODTUk.M bajo el control del mecanismo de control de datos/relleno GMP, como se define en la cláusula 19.6 de [UIT-T G.709], y se escribirán en la memoria intermedia. La información Cn asociada a ODUj se calcula a partir del parámetro Cm GMP transportado en la tara JC1/2/3 de ODTUk.M, como se especifica en la cláusula 19.6 de [UIT-T G.709]. Los detalles del mecanismo de control de datos/relleno GMP pueden encontrarse en el Anexo D a [UIT-T G.709].

Los datos de ODUflex(GFP) (CI_D) se leerán de la memoria intermedia bajo el control del reloj de ODUflex(GFP) (CI_CK).

Proceso de alisado y limitación de la fluctuación de fase: la función proporcionará procesos de alisado de reloj y de almacenamiento elástico (memoria intermedia). Se escribirá la señal de datos de ODUflex(GFP) en la memoria intermedia bajo el control del reloj de entrada (distribuido a intervalos) ODUk asociado (con una exactitud de frecuencia de ± 20 ppm). El comportamiento será como si la señal de datos se leyera de la memoria intermedia bajo el control de un reloj de ODUflex(GFP) alisado (la velocidad se determina por la señal ODUflex(GFP) en la entrada de la ODUkP/ODUflex-21_A_A_So distante).

Son de aplicación los parámetros de reloj, incluidos los requisitos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase, como se define en el Anexo A de [UIT-T G.8251] (reloj ODCp).

Tamaño de la memoria intermedia: En presencia de fluctuación de fase, como se especifica en [UIT-T G.8251], y de una frecuencia dentro de la gama de tolerancia especificada para la señal ODUj en el Cuadro 14-2, este proceso de desincronización no introducirá ningún error. La histéresis de la memoria intermedia no será superior a $4 \times M$ bytes para una ODUflex(GFP) que ocupe M intervalos afluente.

7.1.2 Actualización de la ubicación de la OH GMP durante el incremento

La OH GMP está atribuida a la última TSOH ocupada por una ODUflex en una HO OPUk. Cuando se añade un TS de numeración superior a la ODUflex(GFP) durante un incremento de HAO, se modificará la ubicación de la OH GMP.

Antes de la ejecución de LCR, la fuente transporta la OH GMP en la última TSOH original ocupada por la ODUflex(GFP). De la misma manera, el sumidero extrae la OH GMP de la última TSOH original ocupada por la (GFP).

Durante el incremento LCR, la fuente empieza a enviar [NORM, #a, ACK], en lugar de [ADD, #a, ACK], en una frontera de multitrama de redimensionamiento tras la toma de contacto LCR. Entonces, en la siguiente frontera de multitrama de redimensionamiento, la fuente inicia el redimensionamiento de la conexión de enlace y transporta la OH GMP en la nueva última TSOH ocupada por la ODUflex(GFP). Antes de eso, la fuente transporta la OH GMP en la última TSOH original ocupada por la ODUflex(GFP). El sumidero espera extraer la OH GMP de la nueva última TSOH ocupada por la ODUflex(GFP) durante la siguiente multitrama de redimensionamiento tras la recepción de [NORM, #a, ACK] de la fuente. Posteriormente, la OH GMP se atribuye a la nueva última TSOH ocupada por la ODUflex(GFP) en la HO ODUk.

Por ejemplo, TP1 está inicialmente atribuido con TS3, 4 y 8 de una OPU3 y se incrementa a sí mismo con dos TS (por ejemplo, TS1 y TS13). Antes de la ejecución de LCR, la OH GMP está presente en la última TSOH original, es decir la TSOH de TS8. Tras la ejecución de LCR, la OH GMP está atribuida a la nueva última TSOH, a saber, la TSOH de TS13.

7.2 Reducción del ancho de banda

En la Figura 7-4 se muestra la secuencia de interacciones entre los protocolos LCR y BWR durante la reducción.

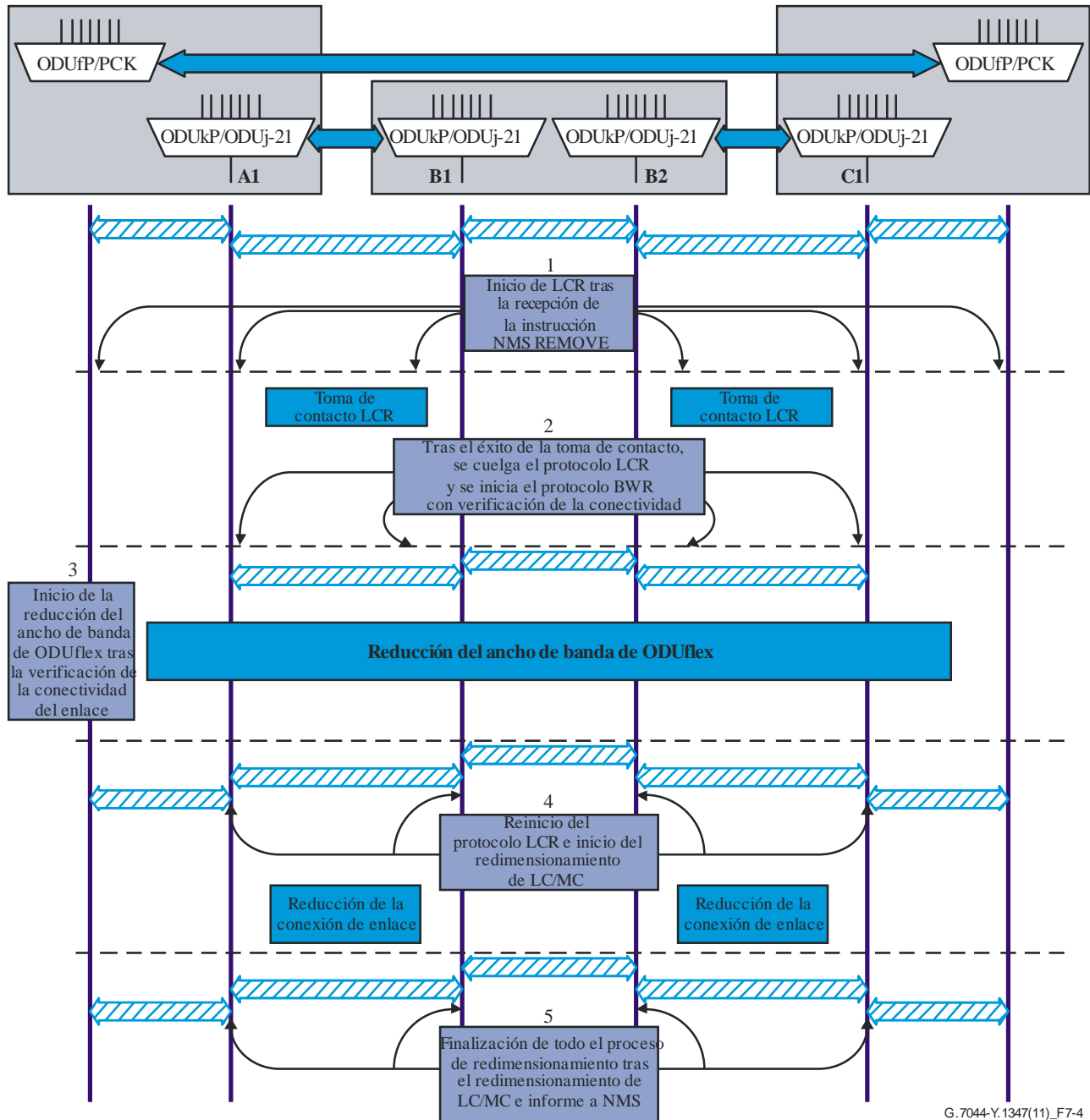


Figura 7-4 – Esquema de interfuncionamiento en la reducción

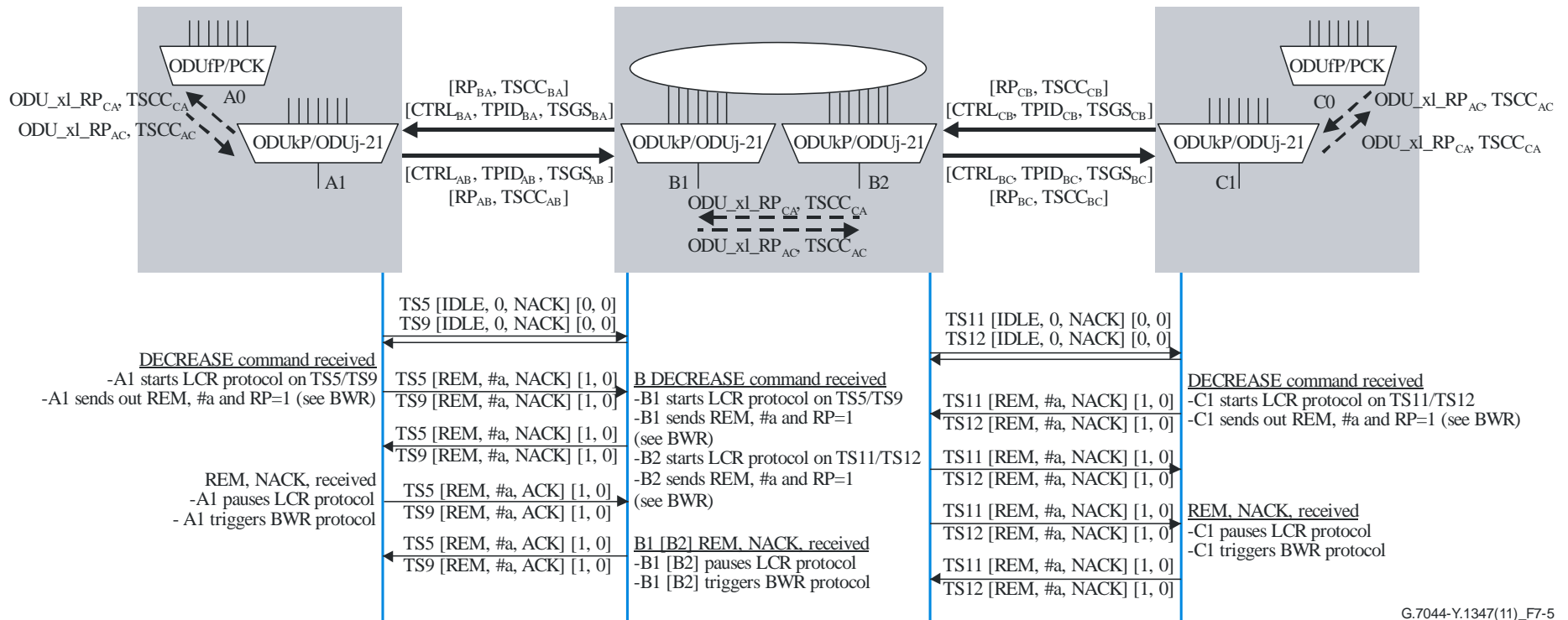
La secuencia de reducción consta de las siguientes fases:

- Fase 1 Todos los nodos iniciarán el protocolo LCR tras recibir la instrucción REMOVE del plano de gestión o control de la red. Cada par ODUkP/ODUj-21_A fuente y sumidero señalará [REMOVE] en el campo CTRL LCR.
- Fase 2 Todos los nodos verificarán la coherencia de la configuración del conjunto de TS que se han de suprimir. El nodo pondrá en pausa el protocolo LCR e iniciará el protocolo BWR sólo si el conjunto de TS que se han de suprimir es idéntico al conjunto que se ha indicado al nodo que se ha de suprimir. Un nodo fuente de ODUflex(GFP) enviará la información de verificación de la conectividad de intervalo afluente [TSCC = 1] en cada TS que se suprima. Los nodos intermedios retransmitirán esta información TSCC en dirección del sumidero de ODUflex(GFP).
- Fase 3 Los dos nodos extremos iniciarán la reducción del ancho de banda de ODUflex(GFP) tras finalizar la verificación de la conectividad de intervalo afluente. El redimensionamiento será gradual para evitar el desbordamiento de la memoria intermedia GMP.
- Fase 4 Se reiniciará el protocolo LCR tras finalizar la reducción del ancho de banda de ODUflex(GFP).
- Fase 5 Todos los nodos iniciarán el proceso de redimensionamiento de LC tras la reanudación del protocolo LCR. Posteriormente, todos los nodos saldrán del protocolo LCR y del protocolo BWR. Los dos nodos extremos informarán al plano de gestión o control de la red de la finalización del proceso de redimensionamiento decreciente.

El procedimiento de reducción del ancho de banda se divide en tres partes: el protocolo LCR al inicio de la reducción, el protocolo BWR y el protocolo LCR al final de la reducción. Estas tres partes se muestran por separado en las Figuras 7-5, 7-6 y 7-7.

En la Figura 7-5 se muestra el protocolo LCR al inicio de la reducción del ancho de banda. La descripción detallada es la siguiente. En esta descripción, la señalización LCR adopta el formato [<CTRL value>, <TPID#>, <TSGS value>].

- 1) Todos los nodos inician el protocolo LCR y el protocolo BWR tras recibir del plano de gestión o control de la red la instrucción DECREASE. Tras recibir la instrucción DECREASE del plano de gestión o control de la red, todos los nodos verifican la utilización de los TS que se han de eliminar (en la EMF). Los puertos de los nodos intermedios envían [REM, #a, NACK] (generador LCR) así como RP = 1 y TSCC = 0 (generador de retransmisión BWR) tras la verificación de la utilización. Los puertos de los dos nodos extremos envían [REM, #a, NACK] y RP = 1 y TSCC = 0 (generador de retransmisión BWR).
- 2) Tras verificar que se ha recibido CTRL=REM del puerto del extremo opuesto del camino (generador LCR) y que la configuración TS del puerto local es idéntica a lo que señala el puerto al otro extremo del camino (receptor RCOH), cada puerto pone su procesador GMP Source o GMP Sink en modo especial. Ahora se detiene el protocolo LCR y un puerto continúa con el protocolo BWR. Tras recibir TSCC = 1, todos los puertos de entrada ponen su procesador GMP Sink en modo especial.



G.7044-Y.1347(11)_F7-5

Figura 7-5 – Protocolo LCR de reducción del ancho de banda

Las fases del protocolo BWR de reducción del ancho de banda (Figura 7-6) son las siguientes:

- 1) Cuando se detiene el protocolo LCR en un puerto de salida (en un nodo extremo o intermedio), el puerto de salida pone su procesador GMP Source en modo especial (generador de retransmisión BWR). Se supone que el nodo realizará los ajustes de memoria intermedia internos necesarios en relación con el cambio del tamaño de palabra antes de entrar en modo especial GMP en una dirección dada. Tras poner el procesador GMP Source en modo especial con éxito y confirmar que no hay defectos dTIM asociados con las nuevas conexiones matriz en los nodos anteriores, el puerto de salida retransmite un TSCC=1 recibido en esa dirección (generador de retransmisión BWR) y desactiva las acciones consecuentes relacionadas con TCM dTIM durante la ejecución del protocolo BWR (utilizando TIMActDis). Se envía TSCC en la tara de HO OPUk asociada con cada TS suprimido.
- 2) Cuando se detiene el protocolo LCR en un puerto de entrada (en un nodo extremo o intermedio) el puerto de entrada pone su procesador GMP Sink en modo especial tras recibir TSCC = 1 (receptor de retransmisión BWR). Se supone que el nodo realizará los ajustes de memoria intermedia internos necesarios en relación con el cambio del tamaño de palabra antes de entrar en modo especial GMP en una dirección dada. Tras poner el procesador GMP Sink en modo especial con éxito y confirmar que no hay defectos dTIM asociados con las nuevas conexiones matriz en los nodos anteriores, el puerto de entrada retransmite el TSCC = 1 (receptor de retransmisión BWR) en esa dirección y desactiva las acciones TCM dTIM consecuentes durante la ejecución del protocolo BWR (utilizando TIMActDis).
- 3) Cuando todos los puertos de entrada y salida intermedios retransmiten el TSCC = 1, éste se propaga de la fuente al sumidero.
- 4) Cuando el TSCC = 1 para todos los TS suprimidos alcanza el sumidero de ODUflex(GFP), éste responde poniendo NCS = ACK(1) (generador BWR) para indicar que en esa dirección todo el trayecto está correcto. Dado que NCS está ubicado en la tara de ODUflex, NCS = ACK(1) atraviesa de manera transparente todos los nodos y el nodo extremo de ODUflex(GFP) en el extremo opuesto.
- 5) Cuando un nodo extremo de ODUflex(GFP) recibe TSCC = 1 y NCS = ACK(1) y ha enviado NCS = ACK(1) en respuesta a TSCC = 1, se ha completado la señalización bidireccional. Entonces se inicia la reducción del ancho de banda. La reducción del ancho de banda se inicia cuando BWR_IND se pone a 1. Véanse en 7.2.1 los detalles de la velocidad de reducción. La reducción del ancho de banda termina cuando BWR_IND se pone a 0.
- 6) Tras poner su procesador GMP Source en modo normal (generador de retransmisión BWR), el nodo fuente de ODUflex(GFP) empieza a enviar TSCC = 0, en lugar de TSCC = 1 (generador BWR, generador de retransmisión BWR) para señalar la finalización de la reducción del ancho de banda en esa dirección y volver al modo normal GMP en su sentido de transmisión.
- 7) Cuando un puerto de entrada intermedio recibe TSCC = 0 y RP = 1, pone su procesador GMP Sink en modo normal (receptor de retransmisión BWR) y reenvía el TSCC = 0 al puerto de salida. El puerto de salida pone su procesador GMP Source en modo normal (generador de retransmisión BWR). Tras poner esos procesadores GMP en modo normal, se retransmite inmediatamente TSCC = 0 a través de ese nodo en esa dirección.
- 8) Cuando TSCC = 0 alcanza el sumidero ODUflex(GFP) (receptor BWR), la fuente de ODUflex(GFP) asociada responde poniendo NCS=NACK(0) (generador BWR).

- 9) Cuando el nodo extremo de ODUflex(GFP) recibe y envía $NCS = NACK(0)$, el protocolo BWR está casi completo y puede reanudarse el protocolo LCR.
- 10) Cuando el nodo extremo de ODUflex(GFP) recibe y envía $NCS=NACK$, pone $RP = 0$ (generador BWR). El generador de retransmisión BWR bloquea el reenvío de este $RP = 0$ en el puerto de salida hasta que haya terminado el protocolo LCR.
- 11) Cuando se ha terminado el protocolo LCR en un nodo extremo de ODUflex(GFP), éste desbloquea el reenvío de $RP = 0$. Cuando un puerto de entrada intermedio recibe $RP = 0$ (receptor de retransmisión BWR), lo reenvía de manera transparente a su puerto de salida asociado (generador de retransmisión BWR). La operación de incremento se completa cuando $RP = 0$ se ha propagado al nodo extremo distante de ODUflex(GFP), indicando que los nodos intermedios han terminado de retransmitir la información TSCC y todas las demás operaciones del protocolo de redimensionamiento. Cuando el nodo sumidero de ODUflex(GFP) recibe $RP = 0$ y ha enviado $RP = 0$ en dirección opuesta, informa al plano de gestión o control de la red de la finalización del proceso de redimensionamiento creciente en esa dirección (generador BWR).

En la Figura 7-7 se muestra el funcionamiento del protocolo LCR al final de la reducción del ancho de banda. Las fases del protocolo LCR en esta fase son las siguientes:

- 1) Cuando lo activa el proceso generador de retransmisión BWR, un puerto de salida envía TSGS = ACK(1).
- 2) Al enviar CTRL = REM y TSGS = ACK y recibir CTRL = REM y TSGS = ACK(1) en el mismo lado, tras un periodo de tiempo dependiente de la implementación, un puerto envía [NORM, #a, ACK] para cada TS que se suprime en la misma frontera de multitrama de redimensionamiento (frontera RMF 1) (generador LCR). Tras enviar [NORM, #a, ACK], un puerto realiza la reducción de la conexión de enlace de ODUflex(GFP). El cambio de [REM, #a, ACK] a [NORM, #a, ACK] señala al puerto posterior que la reducción de la conexión de enlace se iniciará en la siguiente frontera de multitrama de redimensionamiento (frontera RMF 2).
- 3) Tras un periodo de tiempo específico de la implementación después de finalizar el redimensionamiento LCR y de recibir NORM para cada TS que se suprime, un puerto sale del protocolo LCR enviando [IDLE, 0, NACK] para cada TS que se suprime en la frontera de multitrama de redimensionamiento P (generador LCR).
- 4) Cuando el puerto de salida de un nodo extremo de ODUflex(GFP) ha completado el protocolo LCR, reenvía RP = 0.
- 5) Un puerto de salida de un nodo intermedio reenvía RP = 0 tras finalizar el protocolo LCR (generador de retransmisión BWR). Un puerto de entrada retransmite el RP = 0 entrante (receptor de retransmisión BWR).
- 6) Cuando un nodo extremo de ODUflex(GFP) recibe RP = 0 y ha enviado RP = 0 en la dirección opuesta, informa al plano de gestión o control de la red de la finalización del proceso de redimensionamiento decreciente en esa dirección.

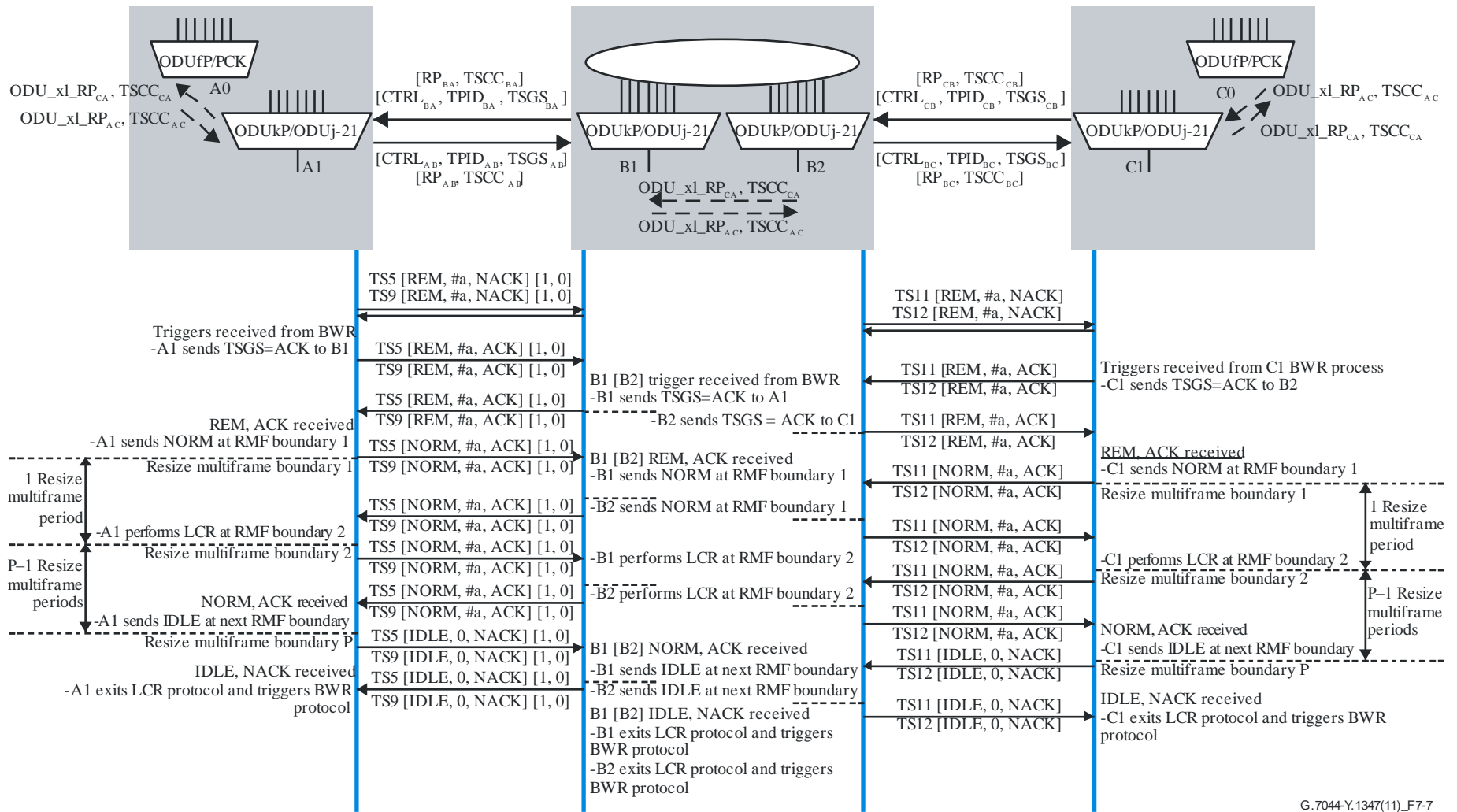


Figura 7-7 – Protocolo LCR al final de la reducción del ancho de banda

7.2.1 Velocidad de reducción del ancho de banda de ODUflex(GFP)

Durante la ejecución del BWR (controlada por el nodo fuente, señalizada a los nodos descendentes mediante la tara BWR_IND), la velocidad del reloj de ODUflex(GFP) se reducirá a un ritmo de 512 000 kbit/s² con una tolerancia de pendiente de ± 100 ppm [511 897 .. 512 102 kbit/s²]. Esta reducción de la velocidad puede lograrse con un decremento de 8 bits cada 125 μ s. El BWR_IND se utiliza para iniciar y detener la reducción en los nodos posteriores.

En el Apéndice I se describen métodos para medir el rendimiento de la transferencia de temporización en un nodo intermedio.

Los datos de ODUflex(GFP) se extraerán de los grupos de M bytes sucesivos de la cabida útil de ODTUk.M bajo el control del mecanismo de control de datos/relleno GMP, como se define en la cláusula 19.6 de [UIT-T G.709], y se escribirán en la memoria intermedia. La información Cn asociada a ODUj se calcula a partir del parámetro Cm GMP transportado en la tara JC1/2/3 de ODTUk.M, como se especifica en la cláusula 19.6 de [UIT-T G.709]. Los detalles del mecanismo de control de datos/relleno GMP pueden encontrarse en el Anexo D a [UIT-T G.709].

Los datos de ODUflex(GFP) (CI_D) se leerán de la memoria intermedia bajo el control del reloj de ODUflex(GFP) (CI_CK).

Proceso de alisado y limitación de la fluctuación de fase: la función proporcionará procesos de alisado de reloj y de almacenamiento elástico (memoria intermedia). Se escribirá la señal de datos de ODUflex(GFP) en la memoria intermedia bajo el control del reloj de entrada (distribuido a intervalos) ODUk asociado (con una exactitud de frecuencia de ± 20 ppm). El comportamiento será como si la señal de datos se leyera de la memoria intermedia bajo el control de un reloj de ODUflex(GFP) alisado (la velocidad se determina por la señal ODUflex(GFP) en la entrada de la ODUkP/ODUflex-21_A_So distante).

Son de aplicación los parámetros de reloj, incluidos los requisitos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase, como se define en el Anexo A a [UIT-T G.8251] (reloj ODCp).

Tamaño de la memoria intermedia: En presencia de fluctuación de fase, como se especifica en [UIT-T G.8251], y de una frecuencia dentro de la gama de tolerancia especificada para la señal ODUj en el Cuadro 14-2, este proceso de desincronización no introducirá ningún error. La histéresis de la memoria intermedia no será superior a $4 \times M$ bytes para una ODUflex(GFP) que ocupe M intervalos afluente.

7.2.2 actualización de la ubicación de la OH GMP durante la reducción

Durante la reducción del ancho de banda de una ODUflex(GFP), HAO exige que el TS de numeración más alta ocupado por ODUflex(GFP) no se suprima, por lo que no es necesario actualizar la ubicación de la OH GMP.

Por ejemplo, TP1 está inicialmente atribuido con TS3, 4 y 8 de una OPU3, y se reduce en dos TS. De acuerdo con el HAO, el último TS, TS8, no se suprimirá, sino que se suprimirán TS3 y TS4. Antes de la ejecución del LCR, la OH GMP está en la TSOH del último de los tres intervalos afluente (TSOH de TS8). Tras la ejecución del LCR, la OH GMP permanece en el mismo lugar.

8 Señales de mantenimiento

La señal ODUflex(GFP) se ajusta a la especificación de señales de mantenimiento de la cláusula 16.5 de [UIT-T G.709] con las excepciones que se citan a continuación.

Cuando un nodo en BWR empieza a redimensionar el ancho de banda de salida tras recibir BWR_IND y posteriormente detecta un defecto de señal en esa dirección, inserta AIS a la velocidad de redimensionamiento nominal. En otras palabras, la velocidad AIS de salida desde ese nodo se ajusta a la velocidad de redimensionamiento interna del nodo, de manera que la señal AIS seguirá teniendo la velocidad prevista en los nodos posteriores. El nodo que origina AIS seguirá acelerando hasta alcanzar la velocidad objetivo final nominal para la señal de ODUflex(GFP).

Para evitar posibles problemas de desbordamiento/infrutilización debido a defectos dTIM de la capa TCM, durante la ejecución de BWR se desactivará la inserción de AIS por defectos dTIM de la capa TCM.

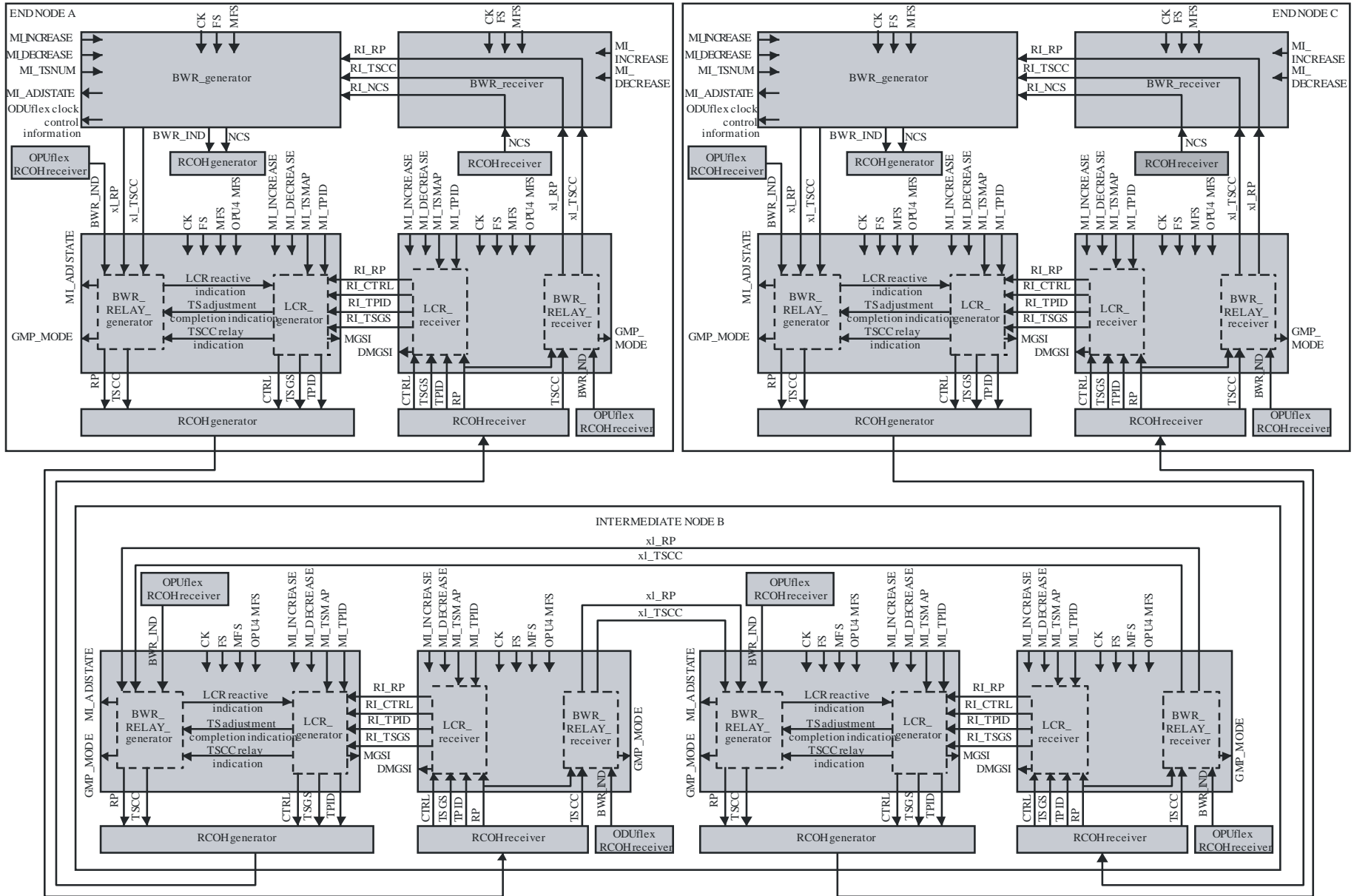
Anexo A

Diagramas SDL de HAO

(Este Anexo forma parte integrante de la presente Recomendación.)

A.1 Generalidades del proceso de ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP) (HAO)

En la Figura A.1 se presenta la utilización de los procesos de ajuste sin interrupciones de ODUflex(GFP) (HAO) cuando la conexión ODUflex(GFP) tiene dos conexiones de enlace. En este ejemplo se ilustra la funcionalidad HAO en dos nodos extremos de ODUflex(GFP) y un nodo intermedio. Se muestra también la posible conectividad entre procesos HAO.



G. 7044-Y.1347(11)_FA-1

Figura A.1 – Processo HAO

A.2 Diagramas SDL de HAO

Aunque el protocolo HAO especifica el protocolo de redimensionamiento de la conexión de enlace (LCR) y el protocolo de redimensionamiento del ancho de banda (BWR), se utiliza un temporizador de sesión para comunicar los mensajes de error a la función de gestión de equipo (EMF) a fin de evitar que el protocolo se cuelgue infinitamente. Esto permite la aplicación de políticas de control más flexibles (por ejemplo, reanudación de sesión en caso de error).

Una vez iniciado el protocolo LCR, se iniciará un temporizador de sesión en el momento de inicio. El temporizador de sesión expirará en caso de error. Una vez expirado el temporizador de sesión, se envía la señal MI_ABORT a todos los procesos HAO, el valor de la tara de protocolo LCR se pone a IDLE y el valor de la tara de protocolo BWR se mantendrá como el último valor hasta que el mensaje de error se comunique a la EMF. Entonces, el valor de la tara de protocolo BWR se pondrá a IDLE.

El receptor RCOH verifica que la configuración de intervalo afluente del puerto local sea idéntica a la que señala el puerto al extremo opuesto del camino. Toda diferencia se comunicará al NMS.

Los diagramas SDL de HAO utilizan los siguientes convenios:

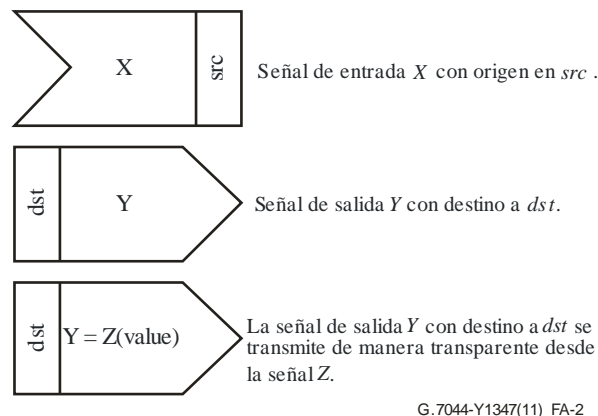
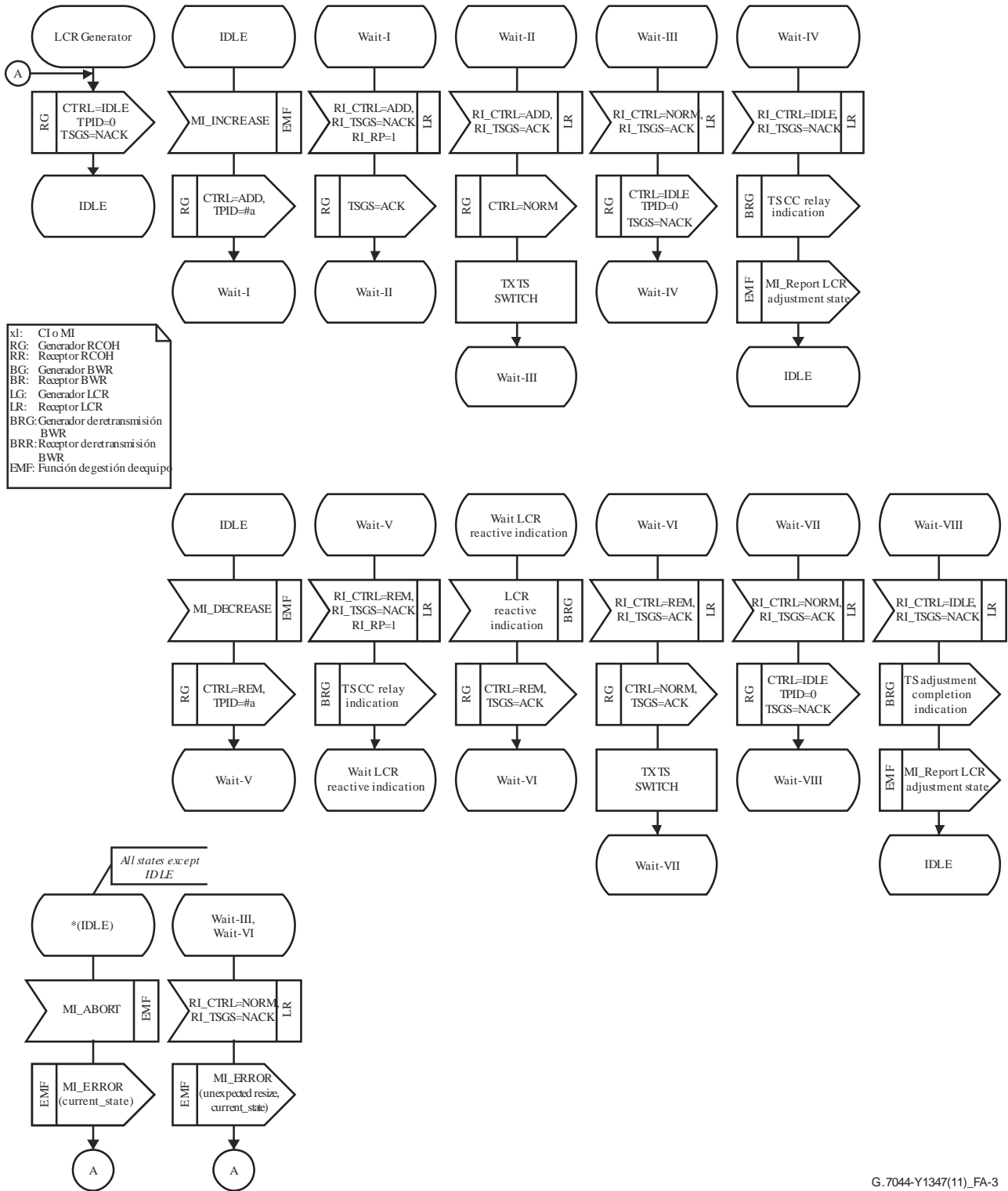


Figura A.2 – Leyenda de SDL

En la Figura A.3 se presenta la especificación SDL del generador LCR.



G.7044-Y1347(11)_FA-3

Figura A.3 – Diagrama SDL para el generador LCR

En la Figura A.4 se presenta la especificación SDL del receptor LCR.

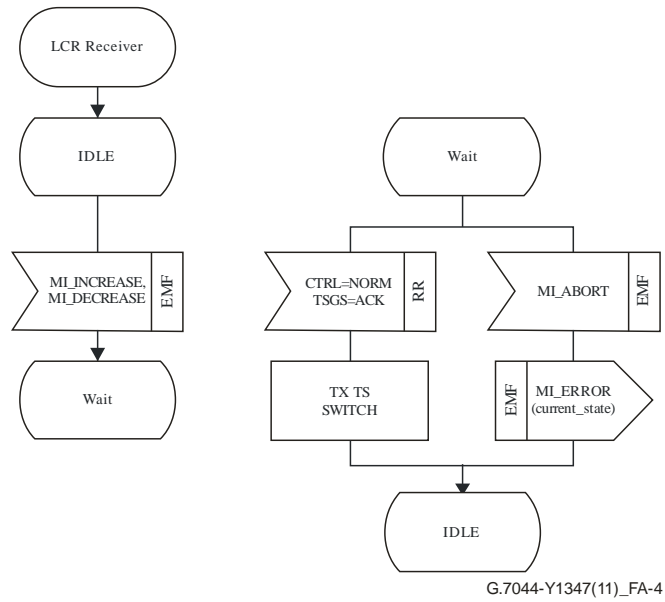


Figura A.4 – Diagrama SDL para el receptor LCR

En la Figura A.5 se presenta la especificación SDL del generador BWR.

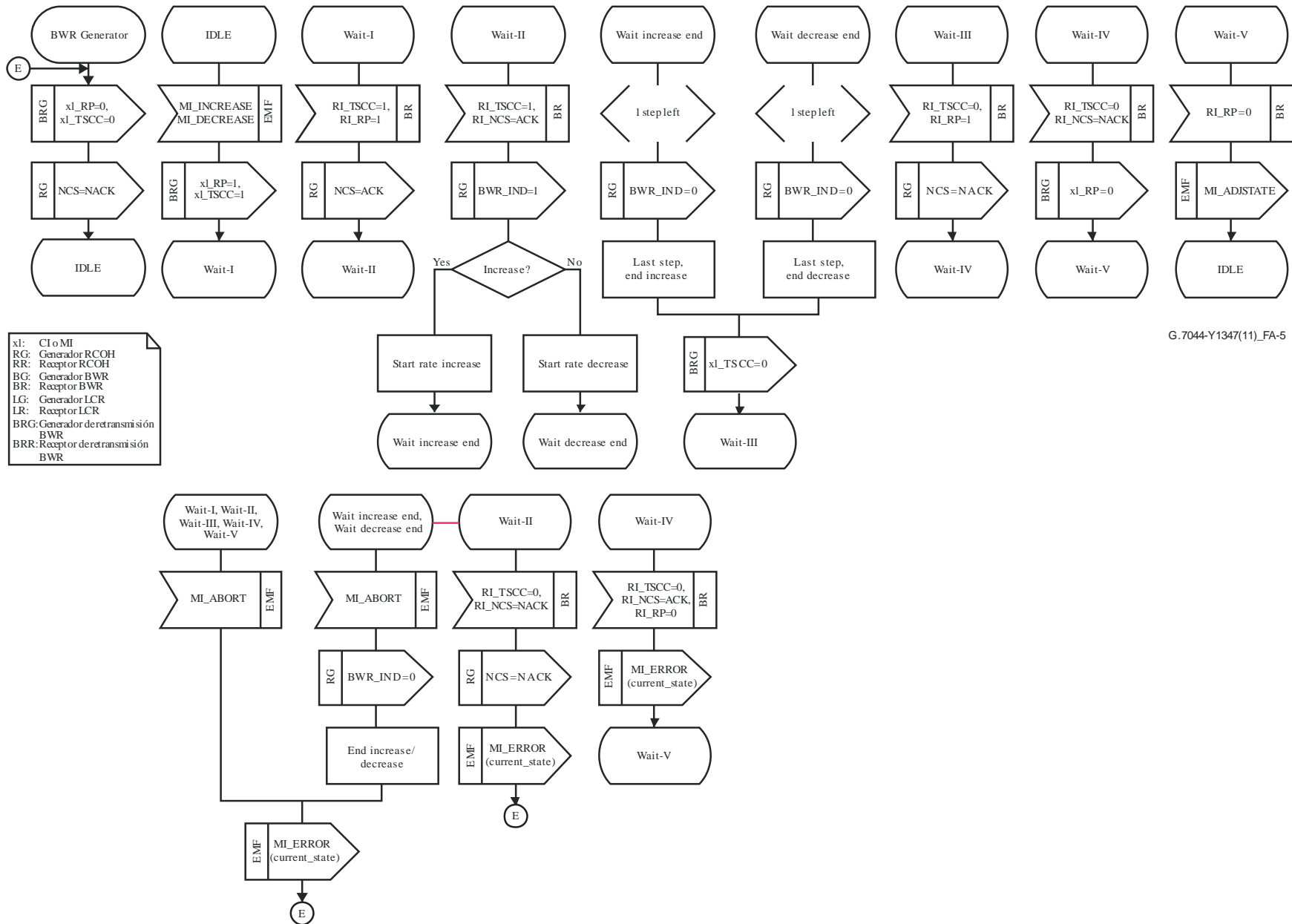
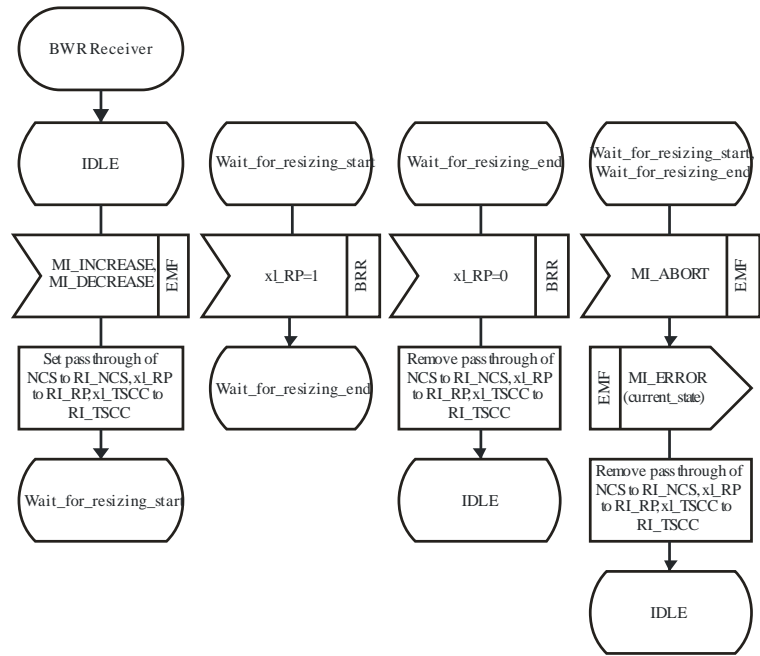


Figura A.5 – Diagrama SDL para el generador BWR

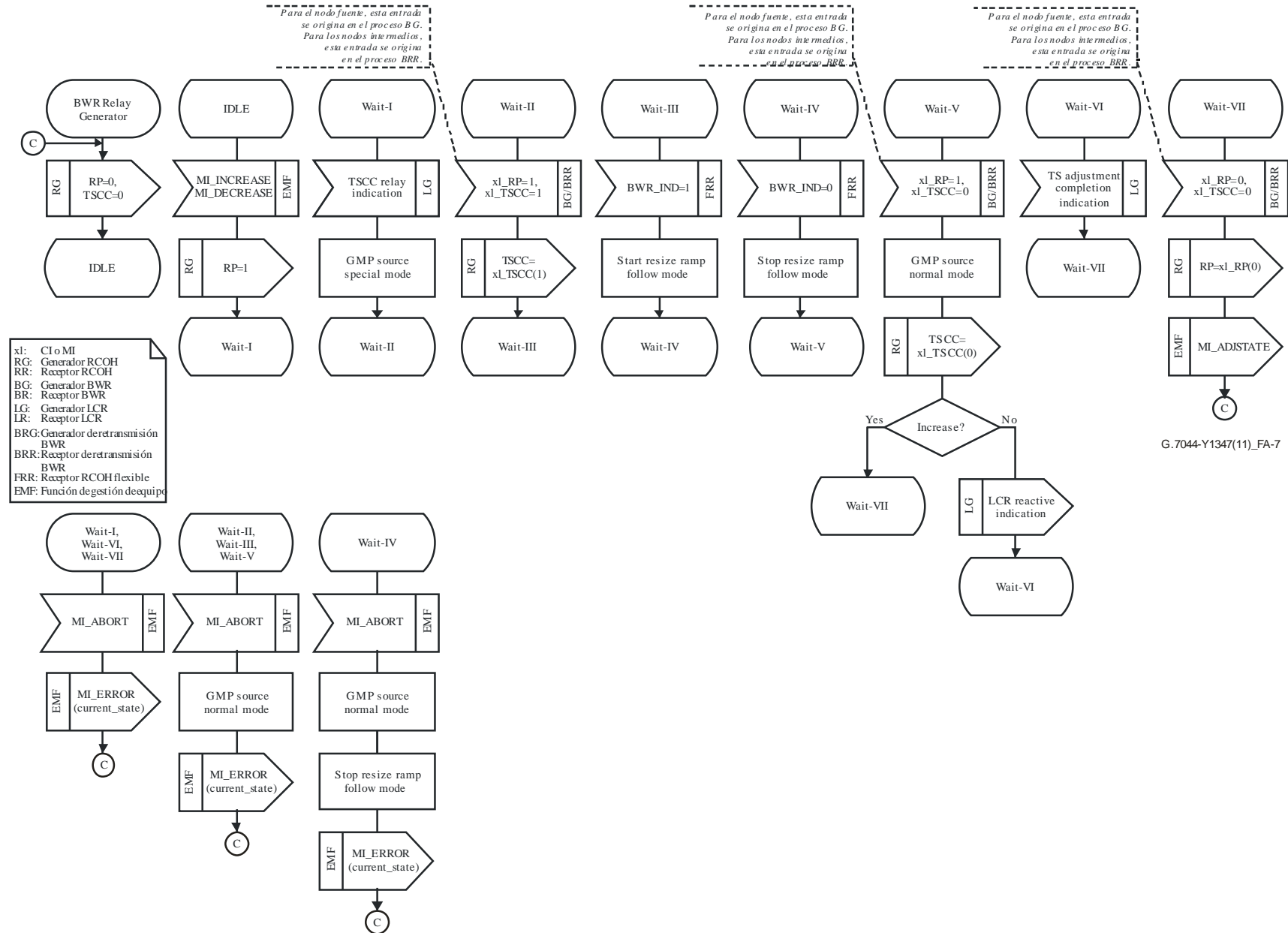
En la Figura A.6 se presenta la especificación SDL del receptor BWR.



G.7044-Y1347(11)_FA-6

Figura A.6 – Diagrama SDL para el receptor BWR

En la Figura A.7 se presenta la especificación SDL del generador de retransmisión BWR.



G.7044-Y1347(11)_FA-7

Figura A.7 – Diagrama SDL para el generador de retransmisión BWR

En la Figura A.8 se presenta la especificación SDL del receptor de retransmisión BWR.

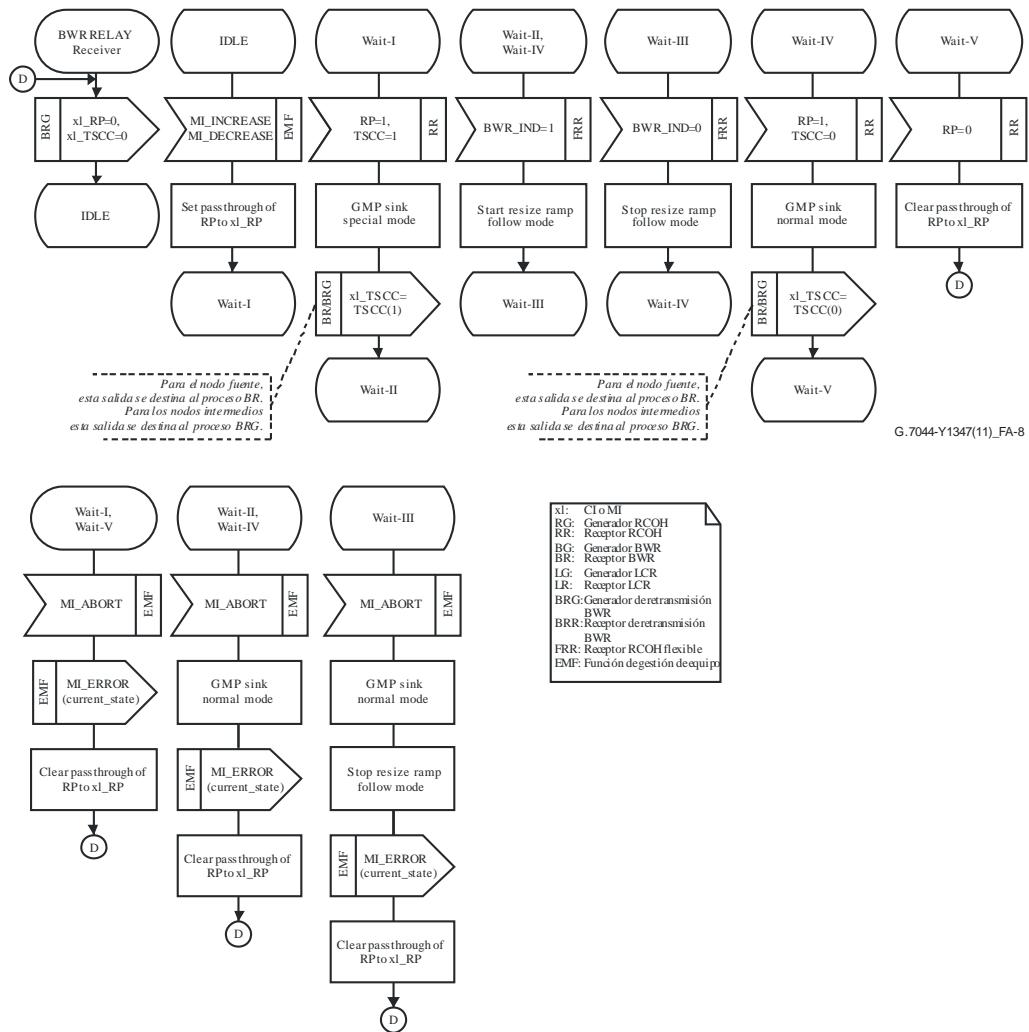


Figura A.8 – Diagrama SDL para el receptor de retransmisión BWR

Apéndice I

Medición de la estabilidad del cambio de velocidad BWR

(Este Apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

Un método para medir la efectividad del cambio de velocidad BWR en un nodo intermedio se basa en mantener una latencia de tránsito nominalmente constante para la señal ODUflex(GFP). En un nodo intermedio, la latencia de tránsito se mide muestreando el retardo o las fases relativas entre las señales ODUflex(GFP) entrantes y salientes, como se muestra en el ejemplo de configuración de prueba de la Figura I.1. Concretamente, la latencia (fase relativa) se mide comparando las señales ODUflex(GFP) entrantes y salientes tras extraerlas de sus señales HO ODUk respectivas y efectuar un alisamiento con un filtro de 300 Hz a fin de centrar la latencia. Durante el intervalo de tiempo en que el nodo está en modo especial GMP, la varianza de esta latencia (error de fase) no debe ser superior a $\pm 1 \mu\text{s}$ en relación con la latencia de referencia medida en ese punto cuando el nodo entra en modo especial GMP.

La latencia se mide para verificar la calidad de funcionamiento de un nodo en una configuración de prueba. No se prevé efectuar la medición en un nodo en servicio en una red.

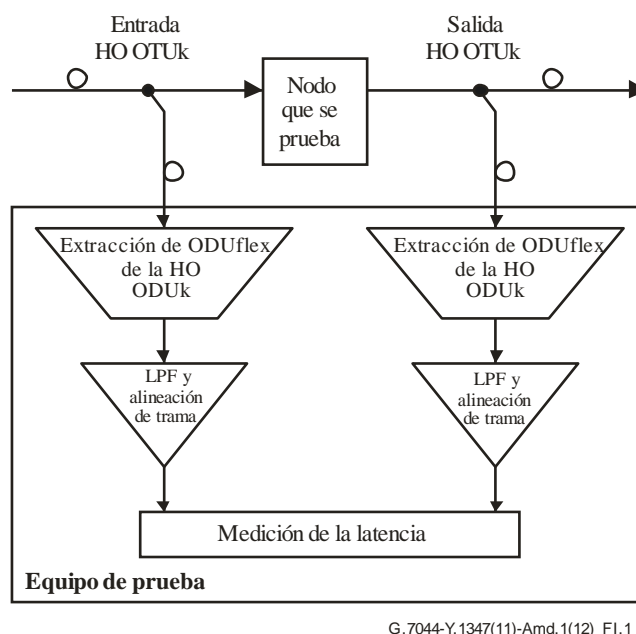


Figura I.1 – Ejemplo de configuración de prueba para la medición de la latencia de nodo BWR

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y
**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET
Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de próxima generación	Y.2250–Y.2299
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899

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

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, redes de la próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación