



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

I.381

(03/2001)

SERIE I: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Aspectos y funciones globales de la red – Funciones y
requisitos generales de la red

**Calidad de funcionamiento de la capa de
adaptación del modo de transferencia asíncrono**

Recomendación UIT-T I.381

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE I
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

ESTRUCTURA GENERAL	
Terminología	I.110–I.119
Descripción de las RDSI	I.120–I.129
Métodos generales de modelado	I.130–I.139
Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación	I.140–I.149
Descripción general del modo de transferencia asíncrono	I.150–I.199
CAPACIDADES DE SERVICIO	
Alcance	I.200–I.209
Aspectos generales de los servicios en una RDSI	I.210–I.219
Aspectos comunes de los servicios en una RDSI	I.220–I.229
Servicios portadores soportados por una RDSI	I.230–I.239
Teleservicios soportados por una RDSI	I.240–I.249
Servicios suplementarios en RDSI	I.250–I.299
ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED	
Principios funcionales de la red	I.310–I.319
Modelos de referencia	I.320–I.329
Numeración, direccionamiento y encaminamiento	I.330–I.339
Tipos de conexión	I.340–I.349
Objetivos de calidad de funcionamiento	I.350–I.359
Características de las capas de protocolo	I.360–I.369
Funciones y requisitos generales de la red	I.370–I.399
INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI	
Aplicación de las Recomendaciones de la serie I a interfaces usuario-red de la RDSI	I.420–I.429
Recomendaciones relativas a la capa 1	I.430–I.439
Recomendaciones relativas a la capa 2	I.440–I.449
Recomendaciones relativas a la capa 3	I.450–I.459
Multiplexación, adaptación de velocidad y soporte de interfaces existentes	I.460–I.469
Aspectos de la RDSI que afectan a los requisitos de los terminales	I.470–I.499
INTERFACES ENTRE REDES	
PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	
ASPECTOS DE LOS EQUIPOS DE RDSI-BA	
Equipos del modo de transferencia asíncrono	I.730–I.739
Funciones de transporte	I.740–I.749
Gestión de equipos del modo de transferencia asíncrono	I.750–I.759
Aspectos de multiplexación	I.760–I.769

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

Recomendación UIT-T I.381

Calidad de funcionamiento de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono

Resumen

Esta Recomendación presenta un método para la descripción de la calidad de funcionamiento de los procesos AAL. Está motivada por la necesidad, basada en experiencias en condiciones reales, de examinar más detenidamente los aspectos de la calidad de funcionamiento de determinadas aplicaciones de la tecnología de redes ATM. El método presentado proporciona un marco unificado para describir la calidad de funcionamiento de los procesos que dependen de la AAL tipo 1 (AAL-1), AAL tipo 2 (AAL-2), AAL tipo 3/4 (AAL-3/4), AAL tipo 5 (AAL-5), o de otros posibles tipos de AAL. Los parámetros que describen la característica de pérdida y de retardo para cada AAL quedan en estudio. Estos parámetros están relacionados con los parámetros de calidad de transferencia de células ATM definidos en UIT-T I.356.

Orígenes

La Recomendación UIT-T I.381, preparada por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 1 de marzo de 2001.

Palabras clave

Calidad de servicio (QoS, *quality of service*), capa de adaptación ATM (AAL, *ATM, adaptation layer*), emulación de circuitos, evento de referencia, evento de referencia interno (IRE, *internal reference event*), evento de referencia PDU (PRE, *PDU reference event*), punto de medición (MP, *measurement point*), resultados de la transferencia de AAL PDU, servicio de velocidad binaria constante (CBR, *constant bit rate*).

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT 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.

© UIT 2001

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

ÍNDICE

Página

1	Introducción	1
2	Referencias.....	1
3	Abreviaturas y siglas.....	2
4	Introducción	3
5	Aspectos generales de la descripción de la calidad de funcionamiento para los procesos AAL	4
5.1	Consideraciones generales sobre las definiciones de eventos de referencia internos para todos los tipos de AAL	8
5.2	Eventos de referencia internos para la AAL tipo 1.....	11
5.2.1	Aplicaciones de emulación de circuitos no estructuradas	11
5.2.2	Aplicaciones de emulación de circuitos estructuradas	15
5.3	Sucesos de referencia internos para la AAL tipo 2.....	15
5.3.1	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio es nula	15
5.3.2	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio no es nula	15
5.4	Eventos de referencia internos para la AAL tipo 3/4.....	16
5.5	Eventos de referencia internos para la AAL tipo 5.....	16
6	Resultados de transferencia de AAL PDU	16
6.1	Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 1	16
6.1.1	Aplicaciones de emulación de circuitos no estructuradas	16
6.1.2	Aplicaciones de emulación de circuitos estructuradas	16
6.2	Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 2	16
6.2.1	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica de servicio es nula	17
6.2.2	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica de servicio no es nula	17
6.3	Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 3/4	17
6.4	Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 5	17
7	Parámetros de calidad de funcionamiento AAL.....	20
7.1	Parámetros de calidad funcionamiento para la AAL tipo 1.....	20
7.1.1	Aplicaciones de emulación de circuitos	20
7.2	Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 2.....	20
7.2.1	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio es nula	20
7.2.2	Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio no es nula	20

	Página
7.3	Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 3/4..... 20
7.4	Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 5 20
7.4.1	Parámetro de pérdida de información para la AAL tipo 5 20
7.4.2	Parámetro de retardo de información para la AAL tipo 5 23
8	Objetivos de calidad de funcionamiento AAL 23
9	Asignación de los objetivos de la calidad de funcionamiento 23

Recomendación UIT-T I.381

Calidad de funcionamiento de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono

1 Introducción

Esta Recomendación presenta un método para la descripción de la calidad de funcionamiento de los procesos AAL [1]. Está motivada por la necesidad, basada en experiencias en condiciones reales, de examinar más detenidamente los aspectos de la calidad de funcionamiento de determinadas aplicaciones de la tecnología de redes ATM. El método presentado constituye un marco unificado para describir la calidad de funcionamiento de los procesos que dependen de la AAL tipo 1 (AAL-1) [2], AAL tipo 2 (AAL-2) [3], AAL tipo 3/4 (AAL-3/4) [4], AAL tipo 5 (AAL-5) [5], o de otros posibles tipos de AAL. La Recomendación define los puntos de medición y los eventos de referencia para todos los tipos de AAL, que utiliza para definir los resultados de transferencia de PDU y los parámetros de calidad de funcionamiento AAL para la AAL tipo 5 (los resultados de la transferencia de PDU y los parámetros de calidad de funcionamiento AAL para otros tipos de AAL se dejan para estudio ulterior).

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.

- [1] UIT-T I.363 (1993), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [2] UIT-T I.363.1 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 1.*
- [3] UIT-T I.363.2 (2000), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono tipo 2.*
- [4] UIT-T I.363.3 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 3/4.*
- [5] UIT-T I.363.5 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 5.*
- [6] UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [7] UIT-T I.371 (2000), *Control de tráfico y control de congestión en la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [8] UIT-T I.350 (1993), *Aspectos generales de calidad de servicio y calidad de funcionamiento en las redes digitales incluidas las redes digitales de servicios integrados.*

- [9] UIT-T I.353 (1996), *Eventos de referencia para definir los parámetros de calidad de funcionamiento de la red digital de servicios integrados (RDSI) y de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- [10] UIT-T G.823 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*.
- [11] UIT-T G.824 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s*.

3 Abreviaturas y siglas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AAL	Capa de adaptación ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CBR	Velocidad binaria constante (<i>constant bit rate</i>)
CDV	Variación del retardo de célula (<i>cell delay variation</i>)
CER	Tasa de errores de célula (<i>cell error ratio</i>)
CLR	Tasa de pérdida de células (<i>cell loss ratio</i>)
CMR	Velocidad de inserción incorrecta de células (<i>cell misinsertion rate</i>)
CPCS	Subcapa de convergencia de partes comunes (<i>common part convergence sublayer</i>)
CPS	Subcapa de partes comunes (<i>common part sublayer</i>)
CS	Subcapa de convergencia (<i>convergence sublayer</i>)
MP	Punto de medición (<i>measurement point</i>)
PCI	Información de control de protocolo (<i>protocol control information</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PRE	Evento de referencia de PDU (<i>PDU reference event</i>)
SAP	Punto de acceso al servicio (<i>service access point</i>)
SAR	Subcapa de segmentación y reensamblado (<i>segmentation and reassembly sublayer</i>)
SDU	Unidad de datos de servicio (<i>service data unit</i>)
SECBR	Tasa de bloques de células con muchos errores (<i>severely errored cell block ratio</i>)
SRE	Evento de referencia de SDU (<i>SDU reference event</i>)
SSCS	Subcapa de convergencia específica del servicio (<i>service specific convergence sublayer</i>)
VBR	Velocidad binaria variable (<i>variable bit rate</i>)
VC	Canal virtual (<i>virtual channel</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)

4 Introducción

Esta Recomendación especifica un método para la descripción de la calidad de funcionamiento de los procesos AAL [1]. Está motivada en la necesidad, basada en experiencias en condiciones reales, de examinar más detenidamente los aspectos de la calidad de funcionamiento de determinadas aplicaciones de tecnología de redes ATM. Se necesita un medio para describir, de forma normalizada, los aspectos de calidad de funcionamiento de determinados procesos en la capa de adaptación ATM. El método proporciona un marco unificado para describir la calidad de funcionamiento de un proceso que depende de la AAL tipo 1 (AAL-1) [2], AAL tipo 2 (AAL-2) [3], AAL tipo 3/4 (AAL-3/4) [4], AAL tipo 5 (AAL-5) [5], o de otros posibles tipos de AAL.

La descripción de la calidad de funcionamiento ofrecida por los diferentes tipos de AAL es importante para caracterizar y medir la calidad de funcionamiento de determinadas aplicaciones o servicios de telecomunicaciones soportados en su totalidad o en parte por la tecnología de telecomunicaciones basada en ATM. Como esas aplicaciones pueden ser de naturaleza muy distinta, se necesita por lo general, un análisis concreto de la calidad de funcionamiento para cada una de ellas. Aunque se dispone de medios normalizados para describir la calidad de funcionamiento en la capa ATM [6], un análisis de la calidad de funcionamiento para una aplicación concreta basada en ATM debe recurrir actualmente a métodos especializados para tener en cuenta los aspectos relevantes de la AAL concreta que dicha aplicación utiliza. Esta Recomendación proporciona un marco unificado para la descripción de la calidad de funcionamiento de cualquier aplicación basada en ATM en forma de método que utiliza procedimientos normalizados hasta el punto en el que las acciones de capa AAL han sido completadas.

Ejemplos de aplicaciones de diversa naturaleza soportadas por tipos concretos de AAL son los siguientes. La AAL-1 soporta aplicaciones de velocidad binaria determinística, que por lo general son sensibles a la variación del retardo de célula; la AAL-2 está diseñada para soportar la transmisión con buen aprovechamiento de anchura de banda para aplicaciones a baja velocidad de paquetes de corta longitud, que son aplicaciones sensibles a la distorsión [3], y tiene la posibilidad de soportar importantes nuevos usos tales como transmisión inalámbrica en combinación con ATM. Los procesos AAL-5 son importantes para aplicaciones ATM populares y emergentes, entre las que se hallan servicios de protocolo de control de transmisión/protocolo de Internet (TCP/IP, *transmission control protocol/Internet protocol*) ofrecidos mediante equipo de red ATM y capacidad de transferencia ATM de velocidad binaria disponible (ABR, *available bit rate*) [7].

Esta Recomendación examina primero algunos aspectos de carácter general de descripción de calidad de funcionamiento que se aplican a procesos AAL. El establecimiento de eventos de referencia adecuados para medir la calidad de funcionamiento de un proceso AAL se trata desde el punto de vista del punto de acceso al servicio AAL (SAP, *services access point*) y el de los puntos de medición ya establecidos en las redes de telecomunicaciones. La Recomendación propone por tanto un método para describir la calidad del funcionamiento de los procesos AAL consecuente con la estructura general presentada en UIT-T I.350 [8] y con la utilización de los eventos de referencia especificados en UIT-T I.353 [9].

El resto de la Recomendación se organiza como sigue. La cláusula 5 da una visión general de la descripción de la calidad de funcionamiento para la AAL, y define los puntos de medición, los eventos de referencia PDU, y los eventos de referencia internos adecuados para cada tipo de AAL. Seguidamente, en la cláusula 6 se tratan los distintos resultados de transferencia de AAL PDU. La cláusula 7 describe los parámetros de calidad de funcionamiento para cada tipo de AAL.

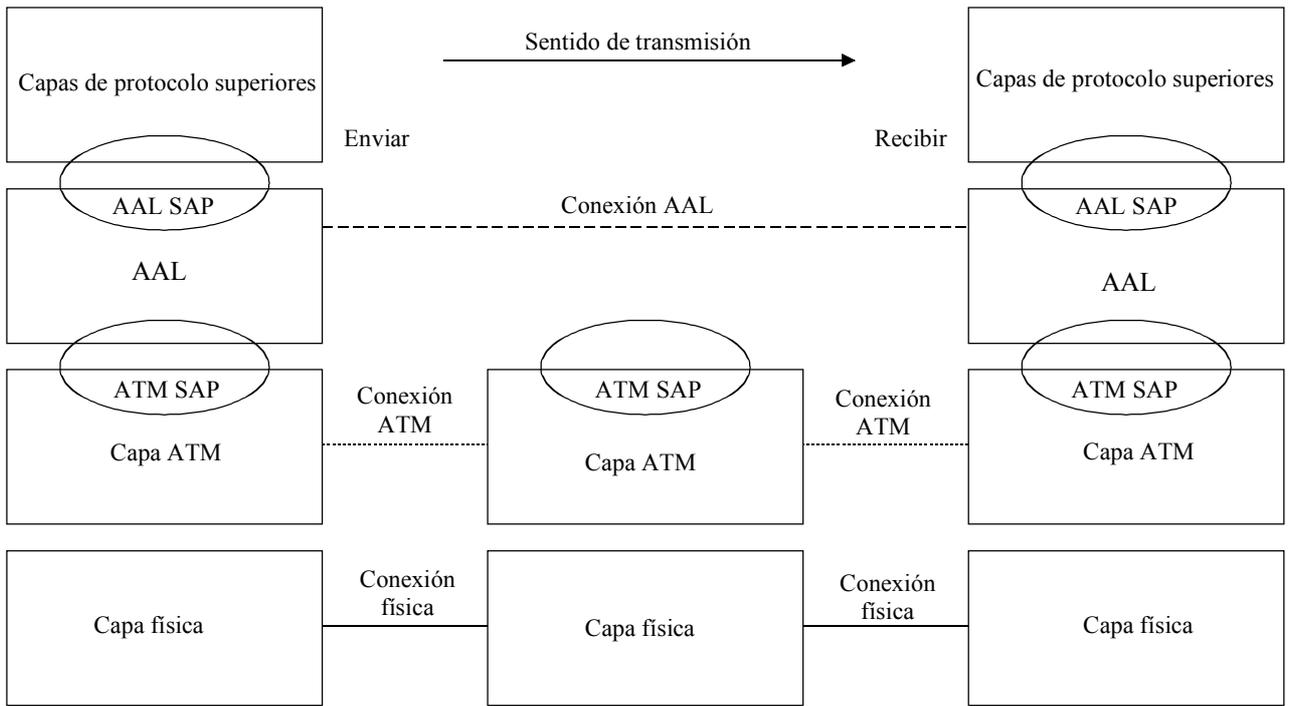
5 Aspectos generales de la descripción de la calidad de funcionamiento para los procesos AAL

Esta cláusula presenta una descripción general de los puntos de medición (MP, *measurement points*), eventos de referencia internos (IRE, *internal reference events*) y eventos de referencia de PDU (PRE, *PDU reference events*) para todos los tipos de AAL. A continuación se dan definiciones específicas de los eventos de referencia internos para cada tipo de AAL.

Una AAL proporciona la funcionalidad necesaria para que los procesos de capa superiores puedan utilizar más fácilmente las capacidades de transferencia de células en la capa ATM. El tipo concreto de AAL se selecciona en función de las necesidades del proceso de la capa superior asociado a una determinada aplicación. La figura 1 muestra las relaciones entre las capas del protocolo pertinentes y sus puntos de acceso al servicio (SAP) asociados. El modelo que allí se presenta es consecuente con UIT-T I.363 [1] y aplicable a todos los tipos de AAL definidos actualmente.

Para describir la calidad de funcionamiento de un proceso AAL consecuente con la estructura general estipulada en UIT-T I.350, es necesario definir los eventos de referencia de unidad de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) AAL adecuados, y los parámetros de calidad de funcionamiento pertinentes basados en estos eventos de referencia. Los eventos de referencia PDU se definen, de conformidad con UIT-T I.353, en MP observables, es decir, en ubicaciones físicas. Cada PRE se aproxima a un evento de referencia interno (IRE) definido en la pila de protocolos. Los IRE son idealmente los eventos de referencia que se desearía medir para determinar la calidad de funcionamiento AAL. Sin embargo, como los IRE se refieren a interfaces dentro de la pila de protocolos, no son por lo general físicamente accesibles con los equipos de prueba. Cada PRE se define para que se aproxime a un IRE, y es observable con un equipo de prueba adecuado, en un punto de medición, es decir, el PRE se define sobre la base del acceso para pruebas de la capa física.

El IRE de cada AAL se define en términos de una interfaz específica y de la respectiva PDU que atraviesa dicha interfaz. Las interfaces y las PDU pueden ser distintas para cada AAL y aplicación, y se definen con miras a facilitar la especificación de las medidas de calidad de funcionamiento que son importantes en la respectiva aplicación. (En el caso más general, puede definirse un IRE para cada aplicación que utiliza cada AAL.) La figura 2a muestra todas las subcapas e interfaces presentes en cualquiera de las AAL actualmente definidas.



T1317890-01

AAL SAP Punto de acceso al servicio AAL
 ATM SAP Punto de acceso al servicio ATM

Figura 1/I.381 – Modelo de referencia de protocolo AAL

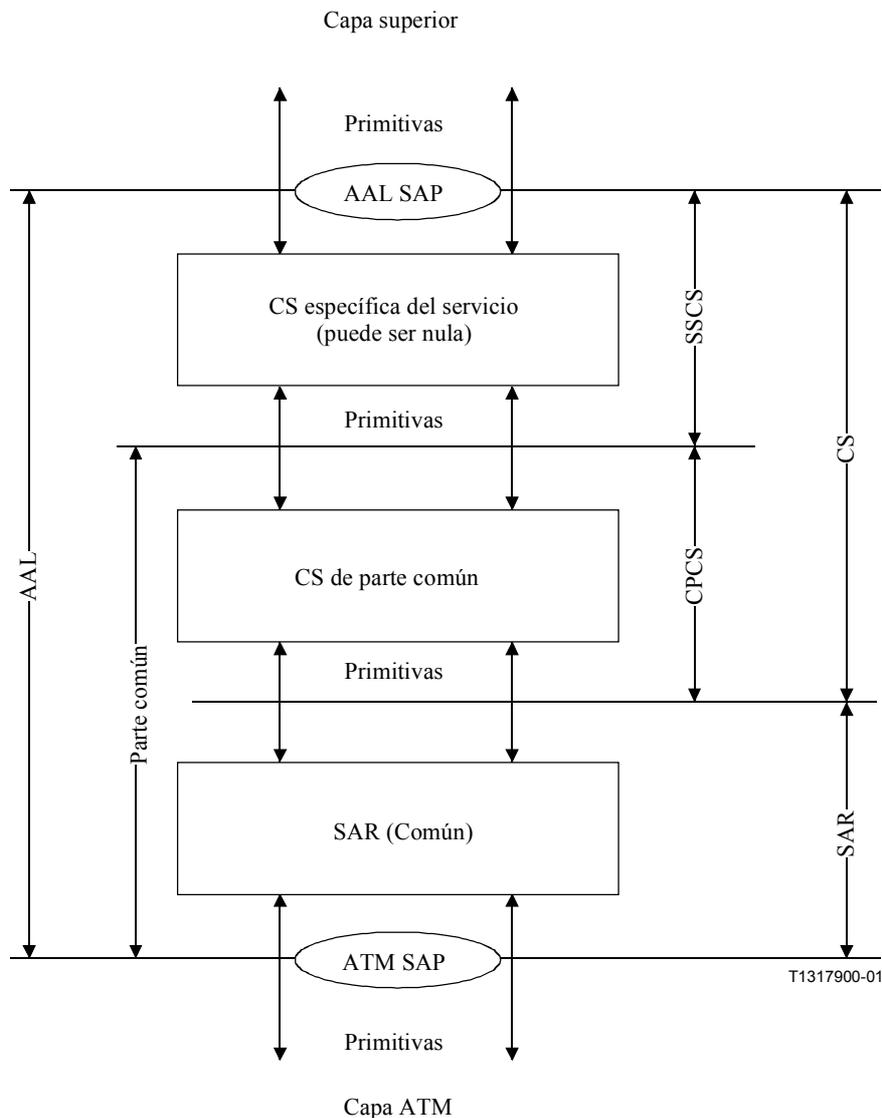


Figura 2a/I.381 – Todas las subcapas e interfaces AAL definidas para cualquiera de las AAL actualmente definidas

Obsérvese que todas estas subcapas e interfaces se han definido para las AAL tipo 3/4 y tipo 5.

*Obsérvese que cada subcapa e interfaz de la figura 2a no está definida para todas las AAL (pero cada subcapa e interfaz en la figura 2a está definida en al menos una AAL). La figura muestra el punto de acceso al servicio AAL (AAL SAP) entre la AAL y la capa superior siguiente, y el punto de acceso al servicio ATM (ATM SAP) entre la AAL y la capa ATM. La AAL se divide en subcapa de convergencia (CS, *convergence sublayer*) y subcapa de segmentación y reensamblado (SAR, *segmentation and reassembly sublayer*). La CS se divide a su vez en la CS de parte común (CPCS, *common part convergence sublayer*) y la CS específica del servicio (SSCS, *service specific convergence sublayer*). La SSACS puede ser nula. Las primitivas se definen entre las diversas subcapas, así como entre la AAL y la capa ATM, y entre la AAL y la capa superior siguiente. El conjunto de la SAR y la CPCS se denomina parte común.*

La figura 2b muestra las subcapas de una AAL tipo 1. En este tipo sólo se definen la CS y la SAR; la CS no se divide en una CPCS y una SSACS.

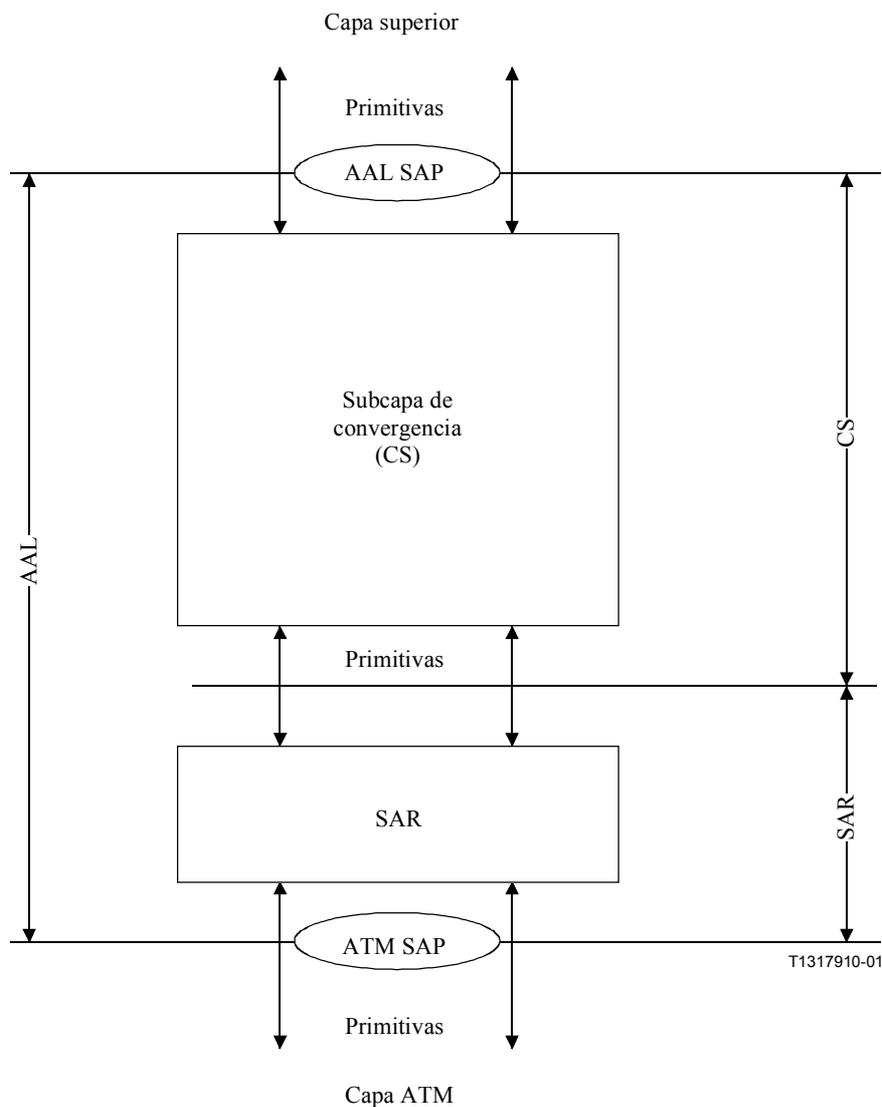


Figura 2b/I.381 – Subcapas e interfaces definidas para la AAL tipo 1

La figura 2c muestra las subcapas que componen una AAL tipo 2. En este tipo, la SAR y la CPCS no se definen por separado; sólo se define una CPS combinada (es decir, la SAR y la CS están unidas en una única subcapa).

En las AAL tipo 3/4 y tipo 5, se definen todas las subcapas indicadas en la figura 2a (y, por tanto, la figura 2a no se repite en estas AAL).

Las PDU y las SDU definidas para las diversas subcapas son, en muchos casos, diferentes para los distintos tipos de AAL. Estas definiciones reflejan las aplicaciones que suele utilizar cada tipo de AAL. La PDU que se transmite desde la AAL a la capa ATM (es decir, la SAR PDU para los tipos 1, 3/4 y 5, y la CPS PDU para la AAL tipo 2) siempre es de 48 octetos (porque la cabida útil de célula ATM es de 48 octetos).

Los IRE, PRE y MP para cada tipo de AAL se utilizan para describir la calidad de funcionamiento de dicha AAL cuando transfiere las PDU a través de una conexión ATM establecida entre las interfaces de la capa de protocolo en las que se definen los IRE respectivos. Consecuentemente con el método de UIT-T I.353, el IRE representa la transferencia de una PDU a través de una interfaz deseada que se define dentro de la pila de protocolos. El PRE representa la transferencia de una PDU a través de un MP físico ubicado en el lado red del IRE y tan próximo a él como sea posible. La figura 3 es similar a la figura 1, con la diferencia de que muestra dos IRE y PRE respectivos.

Los eventos de referencia de PDU, que se ilustran en la figura 4, se definen como sigue:

- 1) Se produce un evento de salida AAL PDU (representado por PRE_1 en las figuras 3 y 4) cuando el primer bit de una AAL PDU atraviesa el punto de medición MP1 cerca del equipo transmisor.
- 2) Se produce un evento de entrada AAL PDU (representado por PRE_2 en las figuras 3 y 4) cuando el último bit de una AAL PDU atraviesa el punto de medición MP2 cerca del equipo receptor.

Cada MP está ubicado cerca del respectivo IRE para permitir la observación de estos eventos de referencia AAL PDU. Como se ilustra en la figura 3, el MP1 está ubicado cerca del equipo transmisor y el MP2 cerca del equipo receptor. El equipo de prueba en MP1 y en MP2 se utilizaría para reconstruir las AAL PDU.

Como cada uno de estos puntos de medición también están ubicados cerca de un punto de acceso al servicio ATM (ATM SAP), los eventos de referencia de transferencia de células CRE_1 y CRE_2 , definidos en UIT-T I.353, también son observables, por lo cual estos puntos de medición pueden también utilizarse para medir parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de células ATM. Esta coincidencia de los MP para la calidad de funcionamiento AAL y la calidad de funcionamiento de transferencia de células ATM, facilita la identificación de las relaciones entre estos dos tipos de parámetros de calidad de funcionamiento. Estas relaciones para los distintos tipos de AAL se tratan más adelante en esta Recomendación.

5.1 Consideraciones generales sobre las definiciones de eventos de referencia internos para todos los tipos de AAL

Los eventos de referencia AAL PDU, PRE_1 y PRE_2 , se definen sobre la base de eventos observables en los puntos de medición físicos MP1 y MP2, respectivamente. Sin embargo, esta construcción permite también interpretarlos desde la perspectiva del proceso de capa superior soportado por la capa AAL. Como se ilustra en la figura 3, un IRE_1 está asociado con el desplazamiento de una PDU desde las capas de protocolo superiores, a la capa AAL, y luego a las capas ATM y física. Análogamente, un IRE_2 se asocia con el desplazamiento de una PDU desde las capas física y ATM, a la capa AAL, y luego a las capas de protocolo superiores.

Este planteamiento de la descripción de la calidad de funcionamiento de los procesos AAL permite, con las constricciones que impone la ubicación de los puntos de medición físicos, su interpretación en términos de transferencia de información de usuario entre dos AAL que se comunican mediante una conexión ATM establecida. Como se ha indicado más arriba, la definición del IRE depende del tipo de AAL y de la aplicación (en las subcláusulas siguientes se definen específicamente los IRE para cada tipo de AAL y de aplicación). Sin embargo, independientemente del tipo de AAL y de aplicación, el contenido de información de un PRE_1 es, por razones prácticas, el mismo que el del correspondiente IRE_1 que lo generó. El instante en que se produce el PRE_1 , T_1 , es posterior al instante en que se produce IRE_1 , con una diferencia de tiempo breve y cuantificable. Esto mismo es también aplicable a PRE_2 , IRE_2 , y T_2 .

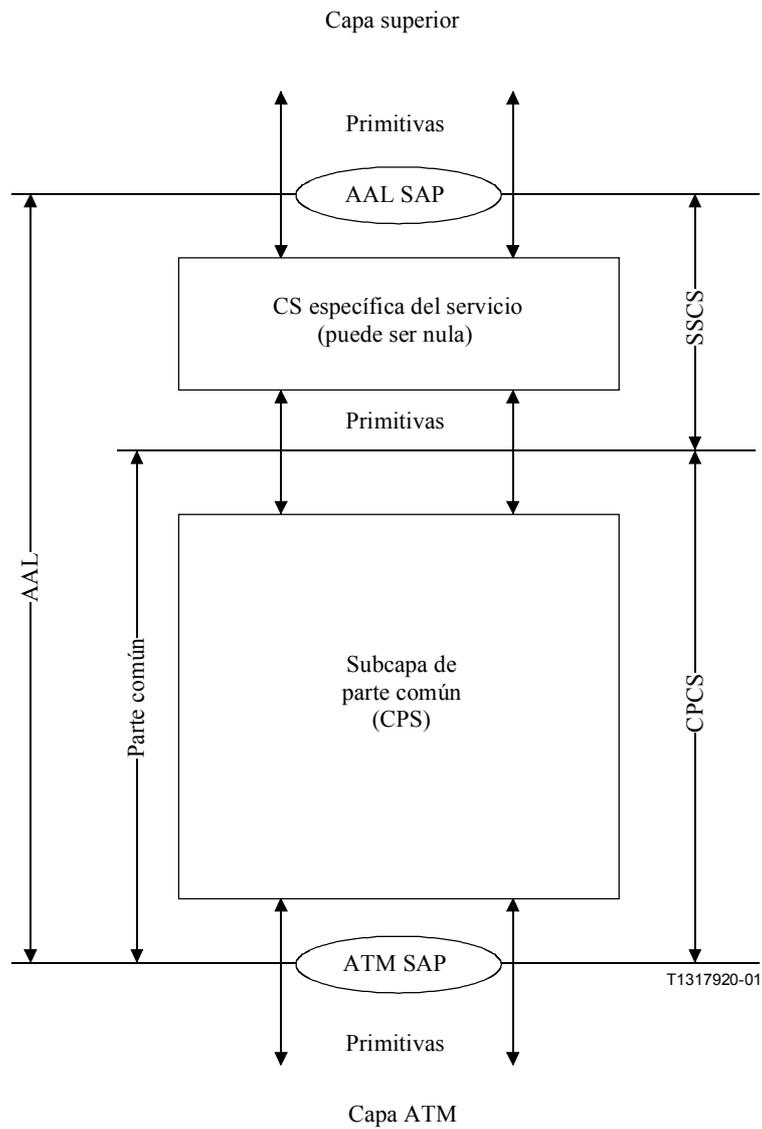
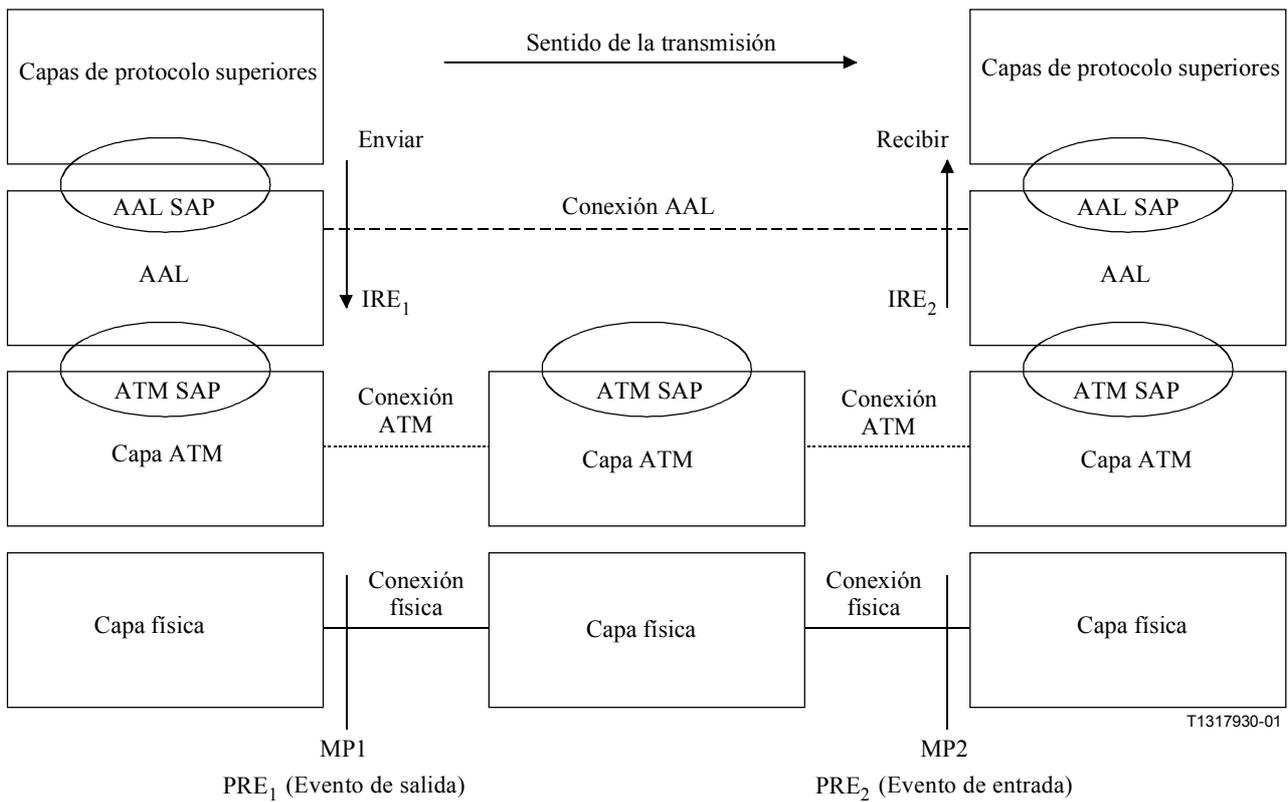
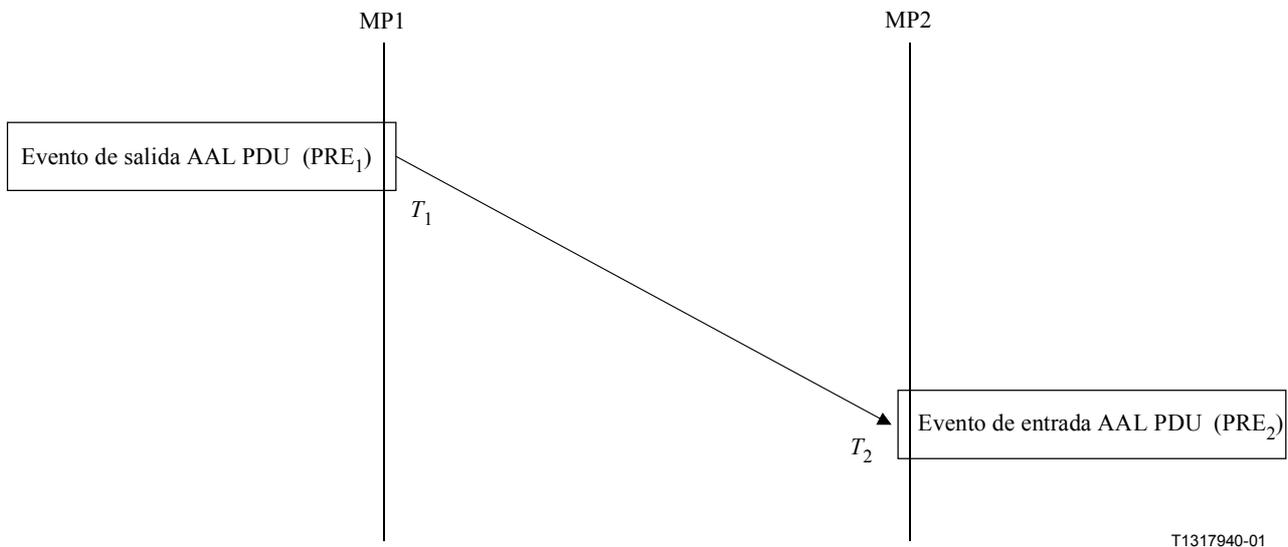


Figura 2c/L.381 – Subcapas e interfaces definidas para la AAL tipo 2



AAL SAP Punto de acceso al servicio AAL
 ATM SAP Punto de acceso al servicio ATM
 MP1 y MP2 Puntos de medición ubicados en redes de telecomunicaciones
 PRE₁ y PRE₂ son sucesos de referencia AAL PDU externos a las pilas de protocolos indicadas,
 y son observables en los puntos de medición indicados

Figura 3/I.381 – Relación entre los eventos de referencia y los puntos de medición (esta figura se aplica a todos los tipos de AAL)



MP Punto de medición
 PRE Evento de referencia AAL PDU
 T_1 y T_2 son, respectivamente, los instantes en los que se produce PRE_1 y PRE_2

Figura 4/I.381 – Eventos de referencia PDU

Como se verá en las subcláusulas siguientes (y se documenta en las referencias [1]-[5]), los tamaños relativos de las SDU y PDU para las diversas subcapas pueden ser bastante diferentes para los diferentes tipos de AAL, lo cual se debe a que las diferentes AAL pueden transportar diferentes tipos de aplicaciones. Además de los diferentes tamaños de las PDU y SDU, la temporización de las PDU en las distintas interfaces puede ser diferente para las diferentes aplicaciones y tipos de AAL. Por ejemplo, si una aplicación espera recibir datos de la AAL a una velocidad constante, la CS tendrá que almacenar los datos que recibe en una memoria tampón y recuperar el reloj adecuado. La temporización de las PDU recibidas por la CS no será la misma que la temporización de las PDU entregadas a la capa superior. Esta consideración es relevante especialmente para la AAL tipo 1, porque las aplicaciones CBR son transportadas principalmente por la AAL-1; sin embargo, esto es cierto en principio para cualquier AAL que transporte aplicaciones CBR. Alternativamente, si se espera que una subcapa entregue PDU a la capa superior a la misma velocidad que las recibe de la capa inferior siguiente, la temporización en las interfaces superior e inferior de la subcapa será probablemente similar (a no ser que se produzca algún retardo al atravesar la subcapa). Por último, la calidad de funcionamiento en las interfaces superior e inferior a una subcapa nula debe ser la misma.

El presente análisis revela que las definiciones de los parámetros de calidad de funcionamiento en la AAL pueden depender de las interfaces a las que se definen relativos los respectivos IRE. La definición de los IRE determina la PDU o la SDU cuya calidad de funcionamiento se mide. Los parámetros de retardo se verán afectados porque la temporización puede ser diferente en las diferentes interfaces. Los IRE se eligen apropiadamente para cada AAL y aplicación, y no necesitan ser los mismos para todas las AAL.

5.2 Eventos de referencia internos para la AAL tipo 1

5.2.1 Aplicaciones de emulación de circuitos no estructuradas

Una aplicación de emulación de circuitos exige transporte de un servicio a velocidad binaria constante (CBR, *constant bit rate*). La subcapa de convergencia (CS) es responsable de reconstruir

(es decir, recuperar) el reloj de servicio CBR. En estas aplicaciones, la CS SDU es de un bit, es decir, los bits se transmiten de uno en uno de la AAL a la capa superior o viceversa.¹ En el transmisor se acumulan 376 bits (47 octetos) en la memoria intermedia CS; estos octetos se transmiten posteriormente a la SAR. La SAR SDU es, por tanto, de 47 octetos; también puede definirse que la CS PDU tiene un tamaño de 47 octetos (sin tara añadida por la CS). La SAR añade un solo octeto de tara (la tara AAL-1) para producir la SAR PDU de 48 octetos.

En el receptor, la CS es responsable de recuperar el reloj de servicio CBR y de entregar los bits a la aplicación de capa superior a la velocidad adecuada. La expresión "entregar los bits a la aplicación de capa superior a la velocidad adecuada" significa que la temporización de los bits entregados a la capa superior debe cumplir los requisitos apropiados de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase. Estos requisitos se indican en UIT-T G.823 [10] para cabidas útiles de CBR PDH de la jerarquía 2048 kbit/s y en UIT-T G.824 [11] para cabidas útiles de CBR PDH de la jerarquía 1544 kbit/s.

Los bits de servicio CBR están listos para su entrega a la capa superior una vez que el último bit de la SAR SDU, o la CS PDU, es entregado a la CS, es decir, se ha almacenado en la memoria tampón del receptor CS *y se ha completado el control de errores y el tratamiento de células perdidas y mal insertadas realizados por la CS*. De este modo, la función de la CS (en el extremo recepción) que realiza la recuperación de reloj recibe los bits como un lote de 376 bits, que se reciben (es decir, están disponibles para su entrega a la capa superior) después de que se haya completado el control de errores y el tratamiento de células perdidas y mal insertadas realizados por la CS. Esta función de recuperación de reloj debe generar un reloj tal que los bits puedan entregarse a la capa superior de una vez y a una velocidad tal que se cumplan los requisitos respectivos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase.

Las funciones de control de errores y de cómputo de secuencia (tratamiento de células perdidas y mal insertadas) de la CS que deben completarse antes de la entrega de los bits recibidos a la capa superior, son una fuente de la variación de retardo de PDU añadida por la AAL tipo 1. La Recomendación UIT-T I.363.1 [2] estipula que el procesamiento del cómputo de secuencia para la detección de células perdidas y mal insertadas, y el subsiguiente tratamiento, se realiza en la CS. En el caso de la emulación de circuitos, las células mal insertadas se descartan y las células perdidas se pueden compensar mediante la inserción de un número adecuado de cabidas útiles de SAR-PDU ficticias (la SAR-PDU es la CS PDU). Las operaciones reales de cómputo de secuencia en el transmisor y el receptor de la AAL tipo 1 se describen en 2.5.2.1.1 y 2.5.2.1.2 de UIT-T I.363.1, respectivamente. En el apéndice III/I.363.1, se dan dos ejemplos informativos de algoritmos para el procesamiento del cómputo de secuencia en el receptor. En el primero de ellos, denominado algoritmo *robusto*, la decisión de aceptar una célula (realmente, la CS PDU, puesto que está ocurriendo en la CS) se toma después de la llegada de la célula siguiente. Esta espera de la célula siguiente hace que el algoritmo robusto sea capaz de distinguir entre células perdidas y mal insertadas. En el segundo algoritmo, denominado algoritmo *rápido*, la decisión de aceptar la célula se toma inmediatamente después que la llegada de ésta. En la figura III.1/I.363.1 se muestra una máquina de estados finitos para los dos algoritmos. Ambos algoritmos introducen una variabilidad de retardo adicional por encima de la debida a la CDV de la red ATM. En el caso del algoritmo rápido, la variabilidad del retardo adicional se debe al hecho de que la CS PDU ficticia que se insertará cuando se pierde una célula no se insertará, por lo general, en el mismo instante en que hubiera llegado si no se hubiera perdido. En el caso del algoritmo robusto, la variabilidad de retardo adicional se debe al hecho de que la aceptación de una CS PDU que no es válida o que está fuera de la secuencia se mantiene hasta que se reciben PDU posteriores (células). Una vez recibidas, se

¹ La Recomendación UIT-T I.363.1 [2] estipula [en 2.5.1.1 a)] que la longitud de la AAL-SDU es un bit cuando se utiliza el método de sello de hora residual síncrona (SRTS, *synchronous residual time stamp*). Esta afirmación se considera cierta aquí para todas las aplicaciones de emulación de circuitos en general, es decir, no se excluye la posibilidad de utilizar el método de recuperación de reloj adaptable.

decide si se acepta la PDU, se descarta, o se inserta una PDU ficticia (obsérvese que, como en el caso del algoritmo rápido, el instante de inserción de una PDU ficticia no coincide generalmente con el instante en que hubiera llegado la célula si no se hubiera perdido).

Obsérvese que los requisitos de fluctuación de fase y de fluctuación lenta de fase de UIT-T G.823 y UIT-T G.824 se aplican a interfaces de red, es decir, son *límites de red*. Cualquier fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase añadida a una señal CBR por un único receptor AAL tipo 1 debe ser suficientemente inferior a estos límites para permitir otras fuentes de fluctuación y fluctuación lenta de fase. Por ejemplo, una señal PDH podría atravesar más de una isla ATM, es decir, podría ser algo más que una operación de correspondencia/no correspondencia. Además, la misma señal PDH podría atravesar una serie de islas SDH y de operaciones múltiplex/demúltiplex PDH. Todas estas operaciones añaden cierta cantidad de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase. Típicamente, los límites de red y los modelos de referencia hipotéticos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase para los distintos servicios CBR se utilizan para obtener los balances de la fluctuación de fase y de fluctuación lenta de fase. Estos balances incluyen todas las fuentes posibles de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase, y se utilizan para establecer los requisitos del equipo.

La Recomendación UIT-T I.363.1 identifica dos métodos principales que pueden utilizarse para la recuperación de reloj CBR:

- Método de sello de hora residual síncrona (SRTS).
- Métodos de reloj adaptable.

El método SRTS utiliza señales de temporización de red sincronizadas que se supone que están disponibles en el transmisor y el receptor de la AAL tipo 1 (es decir, disponibles para las funciones de recuperación de reloj en el transmisor y en el receptor de la CS, respectivamente). En cambio, los métodos de reloj adaptable no dependen de tener señales de temporización de red sincronizadas disponibles; en lugar de eso, estos métodos utilizan las estadísticas de las variaciones en el nivel de ocupación de la memoria tampón del receptor de la CS en la AAL tipo 1 y/o en las estadísticas del tiempo transcurrido entre la llegada de dos CS PDU consecutivas para reconstruir el reloj del servicio CBR. Esencialmente, un algoritmo de reloj adaptable filtra las variaciones del nivel de ocupación de la memoria tampón del receptor en la CS y/o la secuencia de los instantes de llegada de CS PDU. Por tanto, la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase a la salida del algoritmo de reloj adaptable (es decir, el reloj de servicio CBR recuperado) dependen de la secuencia de instantes en los que se han recibido CS PDU consecutivas en la CS y de que se haya completado el tratamiento de la comprobación de errores y del cómputo de secuencia. Cuando se diseña un algoritmo adaptable, debe conocerse la magnitud de la variación de retardo de CS PDU de entrada que debe filtrar para asegurarse de que la salida estará dentro de los límites deseados. A la inversa, para un determinado diseño de algoritmo adaptable, la variación de retardo de entrada dentro de los límites respectivos asegurará que la salida cumple con los requisitos del equipo adecuados (y que por tanto se cumplen los límites de red G.823 o G.824) a condición de que la conexión no exceda el modelo hipotético de referencia. Ésta es la base para elegir el IRE en aplicaciones de emulación de circuitos en la AAL tipo 1 como se ha descrito *supra*, con el punto de medición dentro de la CS justo por encima de la función de control de error de la CS. Obsérvese que no sería adecuado constreñir solamente la CDV observada encima de la capa de ATM, porque cualquier variación de retardo debida a la capa AAL tipo 1 no se tendría en cuenta (es decir, las operaciones de tratamiento de errores y de cómputo de secuencia, que son efectos estocásticos).

Aunque el análisis anterior podría parecer indicar que los IRE y MP de la AAL-1 son principalmente relevantes para los algoritmos de reloj adaptable, también lo son en ciertos casos en el SRTS. Aunque el algoritmo SRTS no depende de la secuencia de instantes de llegada de las CS PDU al receptor, su calidad de funcionamiento depende de que las señales de temporización en el transmisor y el receptor en la AAL-1 cumplan requisitos de sincronización adecuados. Sin embargo, debe también considerarse el caso de que las señales de temporización del transmisor y/o receptor de la AAL tipo 1 pierden la sincronización. Esto podría suceder si, por ejemplo, los relojes en el

transmisor o en el receptor o en ambos pierden la referencia y entran en régimen libre. En este caso, la calidad de funcionamiento del SRTS dependerá de la calidad de funcionamiento en régimen libre del reloj, del periodo de tiempo durante el cual el reloj esté funcionando en régimen libre, y del tamaño de la memoria tampón en el receptor de la CS. Para un tamaño de memoria tampón dado, si el desplazamiento de frecuencia o la velocidad de deriva del reloj funcionando en régimen libre son demasiado grandes o si el reloj se deja demasiado tiempo en régimen libre, la memoria tampón de la CS puede saturarse o subutilizarse, lo que da como resultado una pérdida de trama en la capa del servicio CBR y un segundo con muchos errores (SES, *severely errored second*). Tras la primera pérdida de trama, la velocidad a la que se pierden las siguientes depende, además de los factores mencionados anteriormente, de si se ajusta el nivel de ocupación de la memoria tampón del receptor de la CS y de qué forma se hace. Puede asegurarse una calidad de funcionamiento aceptable con el SRTS cuando los relojes entran en régimen libre utilizando siempre relojes de la suficiente calidad y no se les deja funcionar en régimen libre más de un periodo de tiempo máximo. No obstante, esto no siempre es posible o factible en todas las aplicaciones. Por tanto, en algunos casos puede ser necesario disponer de un modo de reserva que haga uso de un algoritmo de reloj adaptable aunque se utilice principalmente el SRTS. Los IRE y MP de la AAL tipo 1 son necesarios para considerar la calidad de funcionamiento de los algoritmos de reloj adaptable de reserva. Obsérvese que aunque es deseable que los relojes funcionen en régimen libre lo menos frecuentemente posible, en la práctica puede suceder con una frecuencia suficiente para que no pueda ignorarse el efecto de los relojes en régimen libre sobre la característica de fluctuación de fase y de fluctuación lenta de fase.

El análisis anterior revela que, desde el punto de vista del diseño del esquema de recuperación de reloj, lo que es importante es la llegada de la CS PDU a la memoria tampón de la CS. Por tanto, los IRE para aplicaciones de emulación de circuitos en la AAL tipo 1 se definen con respecto a la interfaz entre la SAR y la CS. Se sigue aquí el método utilizado en UIT-T I.353 para definir los MP de capa VP y VC [MP(VP) y MP(VC) respectivamente] para la calidad de transferencia de células ATM. Dicha Recomendación define la ubicación de las interfaces MP(VP) y MP(VC) mediante la especificación de las funciones de protocolo que están por encima y por debajo de cada MP. En este método, los eventos de referencia internos para aplicaciones de emulación de circuitos en la AAL tipo 1 se definen de la forma siguiente:

- 1) Se produce un evento de referencia interno de salida AAL (representado por IRE₁ en la figura 3) cuando el primer bit de una AAL CS PDU atraviesa la interfaz de capa de protocolo entre la AAL CS y la AAL SAR del equipo transmisor.
- 2) Se produce un evento de referencia interno de entrada AAL (representado por IRE₂ en la figura 3) cuando el último bit de una AAL CS PDU atraviesa la interfaz de capa de protocolo entre la AAL CS y la AAL SAR del equipo receptor.

Para los fines de esta definición, la interfaz entre la AAL CS y la AAL SAR está por encima de las funciones SAR especificadas en 2.4.1/I.363.1 [2] y por debajo de las funciones CS especificadas en 2.5.1/I.363.1. Entre las funciones de la SAR están:

- a) añadir un octeto de tara AAL en el extremo transmisor, y suprimir un octeto de tara AAL en el extremo receptor;
- b) procesar la CRC de 3 bits en el campo protección de número de secuencia (SNP, *sequence number protection*) de la tara AAL;
- c) procesar el bit de paridad único del campo SNP de 4 bits de la tara AAL; y
- d) indicar la existencia de una CS por encima de la SAR (mediante el bit CSI de la tara AAL de 1 octeto; obsérvese que la SAR recibe esta indicación de la CS).

Entre las funciones de la CS están:

- a) estructurar en bloque la información de usuario para formar una SAR PDU de 47 octetos (CS SDU);

- b) memorización tampón de la información recibida para tratar la variación del retardo de célula;
- c) tratamiento del retardo de ensamblado de cabida útil de SAR PDU mediante el relleno parcial de la cabida útil de SAR PDU;
- d) el procesamiento del cómputo del número de secuencia, incluida la detección de células perdidas y mal insertadas, y la inserción de bits ficticios de relleno (en el receptor) cuando se detecte una célula perdida;
- e) utilización de la indicación CS proporcionada por la subcapa SAR para soportar funciones CS para algunos usuarios AAL;
- f) recuperación de temporización de reloj fuente en el receptor (por ejemplo, utilizando SRTS, y método adaptativo, etc.);
- g) transferencia de información de estructura entre el origen y el destino;
- h) corrección de errores en recepción; e
- i) generación de informes de calidad de funcionamiento AAL de extremo a extremo.

Obsérvese que no todas las funciones citadas son necesariamente implementadas en cada AAL-1. La Recomendación UIT-T I.363.1 incluye una descripción adicional de estas funciones.

5.2.2 Aplicaciones de emulación de circuitos estructuradas

Queda en estudio.

5.3 Sucesos de referencia internos para la AAL tipo 2

5.3.1 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio es nula

En el caso de una AAL tipo 2 con una subcapa de convergencia específica del servicio nula, la SSCS SDU, la SSCS PDU, y la subcapa de parte común SDU son la misma. La CPS SDU es un número entero de octetos que puede llegar a 45, y a 64 en algunos casos. Para componer un paquete CPS se añade un encabezamiento de paquete de 3 octetos a la CPS SDU. Posteriormente estos paquetes CPS se introducen en la porción de cabida útil de la CPS PDU, que es de 47 octetos. Como los paquetes CPS pueden ser mucho más pequeños que 47 octetos, una CPS PDU puede contener más de un paquete; además, distintas partes de un paquete pueden estar en diferentes CPS PDU. Por último, se añade un octeto de tara CPS para componer la CPS PDU de 48 octetos. Los detalles se describen en [3].

En las aplicaciones AAL tipo 2 la calidad de funcionamiento de interés está en el punto AAL SAP. En el caso de una SSCS nula, la calidad de funcionamiento en este punto es la misma que en la interfaz entre la SSCS y la CPS. La PDU de interés es la SSCS PDU, que corresponde a un paquete CPS.

Como se dijo anteriormente, una CPS PDU (y una célula ATM) puede contener múltiples paquetes CPS (SSCS PDU); además, el primero o el último bit de un paquete puede estar en medio de una célula ATM. Este bit no será directamente accesible en el punto de medición de la capa física. Por tanto, debe definirse el evento de referencia PDU (PRE) (es decir, debe aproximarse al IRE asociado) con respecto al primero o al último bit de la célula ATM que contiene el primero o el último bit del paquete respectivo (SSCS PDU).

5.3.2 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio no es nula

Queda en estudio.

5.4 Eventos de referencia internos para la AAL tipo 3/4

En la AAL tipo 3/4, la SSCS SDU y la CPCS SDU (son la misma si la SSCS es nula) pueden llegar a tener hasta 65 535 octetos. Por tanto, en este tipo de AAL una misma AAL SDU puede ocupar varias células ATM.

5.5 Eventos de referencia internos para la AAL tipo 5

Los eventos de referencia internos para la AAL tipo 5 se definen de la forma siguiente:

- 1) Se produce un evento de referencia interno de salida AAL (representado por IRE_1 en la figura 3) cuando el primer bit de una AAL CS PDU atraviesa la interfaz de capa de protocolo entre la AAL CS y la AAL SAR del equipo transmisor.
- 2) Se produce un evento de referencia interno de entrada AAL (representando por IRE_2 en la figura 3) cuando el último bit de una AAL CS PDU atraviesa la interfaz de capa de protocolo entre la AAL CS y la AAL SAR del equipo receptor.

En la AAL tipo 5, la SSCS SDU y la CPCS SDU (son la misma si la SSCS es nula) pueden llegar a tener hasta 65 535 octetos. Por tanto, en este tipo de AAL una misma AAL SDU puede ocupar varias células ATM.

6 Resultados de transferencia de AAL PDU

La calidad de funcionamiento de la AAL puede describirse con parámetros de calidad de funcionamiento cuyas definiciones se basen en estos eventos de referencia AAL PDU. Siguiendo el método de UIT-T I.356, los resultados de transferencia de AAL PDU adecuados se definen sobre la base de la aparición de eventos de entrada AAL PDU (PRE_2) adecuados en un MP2 cerca del equipo receptor corresponden a eventos de salida AAL PDU (PRE_1) en un MP1 cerca del equipo transmisor. Se dice que dos eventos de referencia AAL PDU son *correspondientes* si han sido creados por la misma PDU.

Al igual que en UIT-T I.356, un *resultado de la transferencia de AAL PDU* puede definirse como la aparición en un MP2 de un PRE_2 correspondiente a la aparición en un MP1 de un PRE_1 , en un intervalo de tiempo determinado T_{AAL} . El resultado de la transferencia de AAL PDU puede clasificarse por ciertos criterios, como por ejemplo, si los bits de información de usuario en el PRE_2 son idénticos a los bits de información en el PRE_1 correspondiente.

6.1 Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 1

6.1.1 Aplicaciones de emulación de circuitos no estructuradas

En las aplicaciones de emulación de circuitos no estructuradas, la CS SDU (y por tanto la AAL-1 SDU) es un bit. Los resultados de transferencia de AAL PDU se definen de manera similar a los de los servicios portadores digitales sin restricciones definidos en 5.10/I.353 [9]; en estos servicios, la unidad pertinente de información de usuario es un bit.

6.1.2 Aplicaciones de emulación de circuitos estructuradas

Queda en estudio.

6.2 Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 2

Queda en estudio.

6.2.1 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica de servicio es nula

Queda en estudio.

6.2.2 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica de servicio no es nula

Queda en estudio.

6.3 Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 3/4

Queda en estudio.

6.4 Resultados de transferencia de PDU para la AAL tipo 5

Los resultados de transferencia de la PDU en la AAL-5 deben definirse de forma simple y apropiada. Se aplican los principios siguientes:

- 1) Los parámetros de calidad de funcionamiento de la AAL-5 deben reflejar el fenómeno al nivel AAL-5, que es independiente de las capas subyacentes como son la capa ATM y la capa física, porque únicamente el fenómeno al nivel AAL-5 tiene influencia sobre los usuarios AAL-5.
- 2) El resultado de transferencia de AAL-5 PDU debe corresponder a cada AAL-5 PDU que atraviesa MP_1 y/o MP_2 , ya que un resultado de transferencia de células corresponde a cada célula que atraviesa MP_1 o MP_2 en UIT-T I.356. Esta correspondencia puede hacer fácil la correcta definición de los resultados.
- 3) El resultado de transferencia de células de la última célula de la AAL-5 PDU, sin embargo, debe tenerse en cuenta porque la pérdida de la última célula provoca los resultados de transferencia de dos AAL-5 PDU degradadas. Si no se tuvo en cuenta la pérdida de la última célula, la siguiente AAL-5 PDU sería exitosa, pero en realidad, la siguiente AAL-5 PDU no puede ser reensamblada correctamente por el receptor. Por ejemplo, la pérdida de la última célula provoca las dos AAL-5 PDU degradadas.

Sobre la base de estos principios, los resultados de transferencia de AAL-5 PDU se definen utilizando los dos eventos de referencia AAL-5 PDU, PRE_1 en MP_1 y PRE_2 en MP_2 , respectivamente. La figura 5 ilustra las posibles definiciones de resultado de transferencia de AAL-5 PDU.

a) Resultado de transferencia de AAL-5 PDU exitosa

Se produce un resultado de transferencia de células exitosa cuando un PRE_2 correspondiente a un PRE_1 se produce en un intervalo de tiempo determinado T_{AAL-5} de PRE_1 , y el contenido binario de la AAL-5 PDU recibida se ajusta exactamente a la correspondiente AAL-5 PDU transmitida.

b) Resultado de AAL-5 PDU degradada

Se produce un resultado de AAL-5 PDU degradable cuando un PRE_2 correspondiente a un PRE_1 se produce en un intervalo de tiempo especificado T_{AAL-5} de PRE_1 , pero

- 1) el contenido binario de la AAL-5 PDU recibida difiere de la correspondiente AAL-5 PDU transmitida; y
- 2) no se ha perdido la última célula de la AAL-5 PDU.

NOTA 1 – El resultado de célula perdida, de célula con errores o de célula mal insertada puede invocar este resultado.

La utilización de un límite, T_{AAL-5} , del máximo tiempo de transferencia de PDU permisible, clasifica las PDU indebidamente retardadas como resultados de transferencia de PDU degradada. La posible ocurrencia de una PDU "perdida" se incluye en la definición anterior como un resultado de

transferencia de PDU degradada. La posible ocurrencia de una PDU "mal insertada" se incluye en la definición anterior como un resultado de la transferencia de PDU degradada.

Se observa que esta definición de resultado de transferencia de PDU degradada no distingue que el que un PRE_2 no coincida bit a bit con la información de usuario del correspondiente PRE_1 debido a que la conexión ATM soporte ha experimentado una célula perdida, una célula con errores o una célula mal insertada. Independientemente de la causa de la degradación subyacente en la capa inferior a la capa ATM soporte, es muy improbable que esta AAL PDU resultante sea utilizable por la mayoría de las aplicaciones de capa superior, y por lo tanto contribuye a la pérdida de información en este proceso AAL.

c) Resultado de AAL-5 PDU de cola perdida

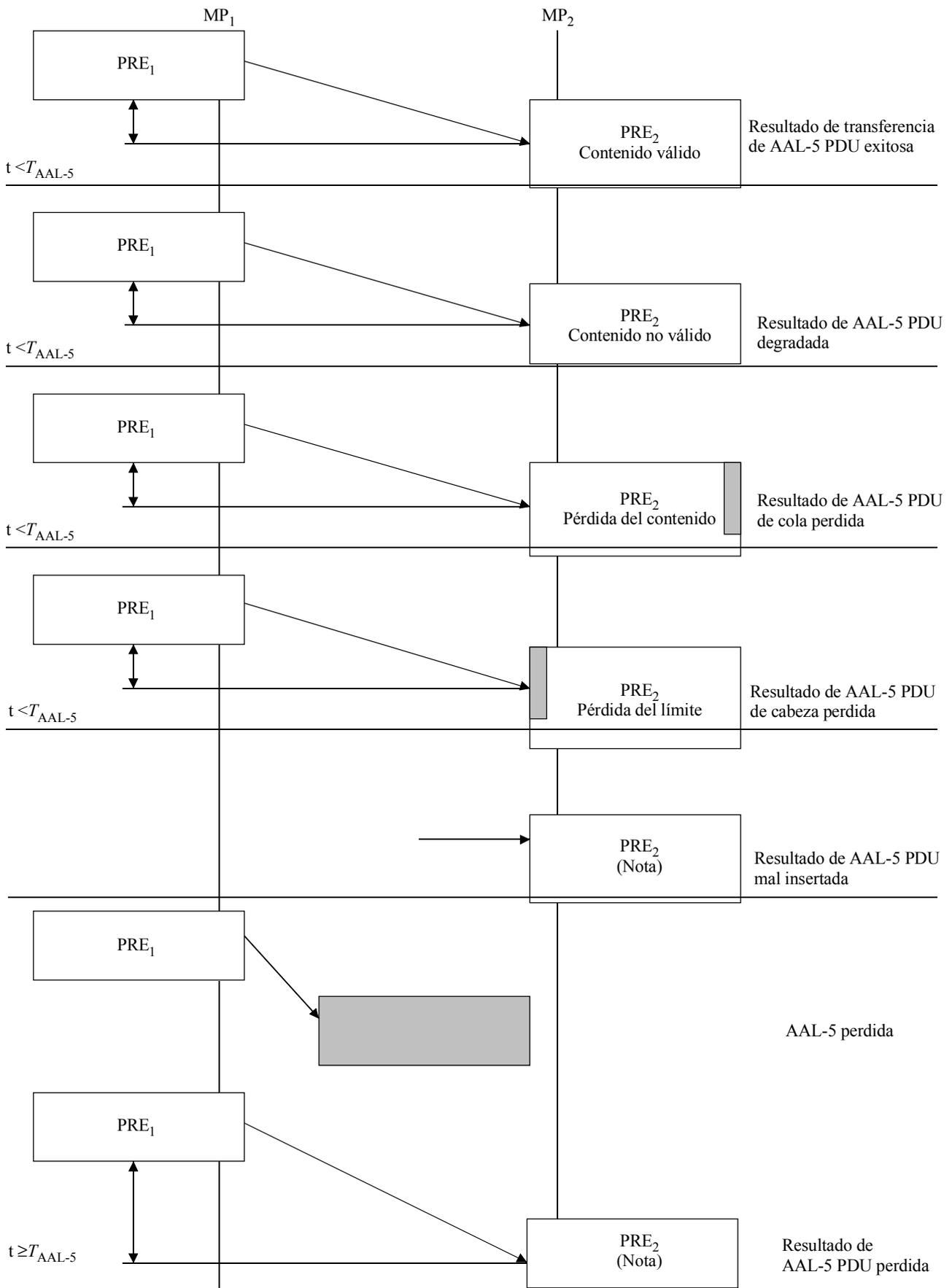
Se produce un resultado de AAL-5 PDU de cola perdida cuando un PRE_2 correspondiente a un PRE_1 se produce en un intervalo de tiempo especificado T_{AAL-5} de PRE_1 , pero se pierde la última célula de la AAL-5 PDU.

NOTA 2 – El resultado de célula perdida en la última célula de la AAL-5 PDU debe invocar este resultado.

NOTA 3 – El resultado de AAL-5 PDU de cabeza perdida es siempre desencadenado por este resultado.

NOTA 4 – El resultado de AAL-5 PDU de cola perdida puede considerarse un subconjunto del resultado de AAL-5 PDU degradada.

NOTA 5 – Está en estudio la necesidad de un resultado de AAL PDU de cola perdida separado.



NOTA – El resultado se produce independientemente de la AAL-5.

Figura 5/I.381 – Resultados de la transferencia de PDU para AAL tipo 5
El sombreado indica la PDU perdida o la célula perdida dentro de una PDU

d) Resultado de AAL-5 PDU de cabeza perdida

Se produce un resultado de AAL-5 PDU de cabeza perdida cuando un PRE₂ correspondiente a un PRE₁ se produce en un intervalo de tiempo especificado T_{AAL-5} de PRE₁, pero la célula recibida inmediatamente antes de la llegada de la AAL-5 PDU no indica la última célula de la correspondiente AAL-5 PDU.

NOTA 6 – El resultado de AAL-5 PDU de cola perdida siempre precede a este resultado.

NOTA 7 – El resultado de AAL-5 PDU de cabeza perdida puede considerarse un subconjunto del resultado de AAL-5 PDU degradada.

NOTA 8 – Está en estudio la necesidad de un resultado de AAL-5 PDU de cabeza perdida separado.

e) Resultado de AAL-5 PDU perdida

Se produce un resultado AAL-5 PDU perdida cuando un PRE₂ no se produce en un intervalo de tiempo T_{AAL-5} del PRE₁ correspondiente.

f) Resultado de AAL-5 PDU mal insertada

Se produce un resultado de AAL-5 PDU mal insertada cuando un PRE₂ se produce sin un PRE₁ correspondiente.

7 Parámetros de calidad de funcionamiento AAL

7.1 Parámetros de calidad funcionamiento para la AAL tipo 1

Queda en estudio.

7.1.1 Aplicaciones de emulación de circuitos

Queda en estudio.

7.2 Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 2

7.2.1 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio es nula

Queda en estudio.

7.2.2 Aplicaciones cuando la subcapa de convergencia específica del servicio no es nula

Queda en estudio.

7.3 Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 3/4

Queda en estudio.

7.4 Parámetros de calidad de funcionamiento para la AAL tipo 5

7.4.1 Parámetro de pérdida de información para la AAL tipo 5

Se define la relación de PDU degradada (IPR) de la forma siguiente:

$$IPR = \frac{N_t(\text{degradada})}{N_t(\text{satisfactorio}) + N_t(\text{degradada})}$$

donde:

$N_t(\text{degradada})$ = Número de resultados de transferencia de PDU degradada

$N_i(\text{satisfactorio}) = \text{Número de resultados de transferencia de PDU exitosa}$

Los resultados de transferencia de PDU exitosa y los resultados de transferencia de PDU deficiente corresponden a una población de interés. Esta población de interés podría contener, por ejemplo, todos los resultados de transferencia de PDU que se producen entre un par concreto de MP durante un intervalo de tiempo estipulado.

Puede ahora desarrollarse una relación entre el parámetro de calidad de funcionamiento IPR y los parámetros de calidad de funcionamiento de transferencia de células ATM. Como consecuencia de su definición dada en la cláusula 6, el resultado de transferencia de PDU degradada se producirá como resultado de cualquiera de los siguientes mecanismos:

- 1) Eventos de degradación en ráfagas a nivel ATM que producen células con muchos errores, perdidas y/o mal insertadas.
- 2) Degradaciones independientes aleatorias (de fondo) a nivel ATM que producen células con errores.
- 3) Degradaciones independientes aleatorias (de fondo) a nivel ATM que producen células perdidas.
- 4) Degradaciones independientes aleatorias (de fondo) a nivel ATM que producen células mal insertadas.
- 5) Degradaciones de procesamiento de red a nivel AAL cuando dicho procesamiento de red existe para una aplicación concreta.

El mecanismo 1 tiene en cuenta el impacto de todas las degradaciones en ráfagas que son visibles a nivel ATM, mientras que los mecanismos 2, 3 y 4 tienen en cuenta los diferentes tipos de degradaciones de fondo que se producen independientemente y son visibles a nivel ATM y que permanecen después de haberse contado y suprimido las degradaciones en ráfagas. El mecanismo 5 tiene en cuenta las degradaciones (de los tipos ráfaga y de fondo) que se producen estrictamente al nivel AAL. La presencia o la ausencia de procesamiento de red a nivel AAL debe determinarse sobre la base de una aplicación específica. Supongamos que estos cinco mecanismos son independientes, y apliquemos el método recientemente citado, la IPR para un proceso AAL tipo 5 específico durante un intervalo de tiempo determinado puede representarse por:

$$IPR = IPR_{\text{SECBR}} + IPR_{\text{CER}} + IPR_{\text{CLR}} + IPR_{\text{CMR}} \quad (7.4-1)$$

donde IPR_{SECBR} es la IPR debida a eventos de degradación en ráfagas al nivel ATM, IPR_{CER} es la IPR debida a células con errores independientes, IPR_{CLR} es la IPR debida a células perdidas independientes, y la IPR_{CMR} es la IPR debida a células mal insertadas independientes. No se ha considerado aquí la componente debida al mecanismo 5. A continuación se tratan en detalle las componentes de IPR individuales debidas a los mecanismos 1-4.

1) Degradaciones de tipo ráfaga al nivel ATM

Consideremos primero la componente IPR debida a degradaciones de tipo ráfaga a nivel ATM. La tasa de bloques de células con muchos errores (SECBR, *severely errored cell block ratio*), definida en UIT-T I.356 y medida en un periodo de tiempo de interés en la conexión ATM que soporta un determinado proceso AAL tipo 5, puede utilizarse para estimar esta componente de IPR. Es necesario relacionar la longitud (en células) de una PDU, designada por P_{cells} , con la longitud de un bloque de células (en células), designada por B_{cells} . Se consideran tres casos:

$$P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$$

$$P_{\text{cells}} \gg B_{\text{cells}}$$

$$P_{\text{cells}} = B_{\text{cells}}$$

Si $P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$, entonces² la fracción de las PDU que son afectadas por estas degradaciones de tipo ráfaga puede aproximarse por la fracción de bloques de células con muchos errores, es decir, la SECBR. Por tanto:

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = \text{SECBR} \quad (7.4-2a)$$

Si $P_{\text{cells}} \gg B_{\text{cells}}$, entonces cualquiera de los bloques de células $P_{\text{cells}}/B_{\text{cells}}$ ³ degradaría, si contiene muchos errores, dicha PDU. La probabilidad de que la PDU no se vea tan degradada viene dada por:

$$(1 - \text{SECBR})^{\frac{P_{\text{cells}}}{B_{\text{cells}}}}$$

La componente de IPR deseada es el complemento lógico de ésta (es decir, la probabilidad de que una PDU de esta longitud no experimente uno o más bloques de células con muchos errores) que viene dada por:

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = 1 - (1 - \text{SECBR})^{\frac{P_{\text{cells}}}{B_{\text{cells}}}} \quad (7.4-2b)$$

Si P_{cells} y B_{cells} son aproximadamente iguales, un único bloque de células con muchos errores afectará normalmente a dos PDU, y por tanto:

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = 2 \text{SECBR} \quad (7.4-2c)$$

Obsérvese que B_{cells} viene dada en UIT-T I.356 como función de la capacidad de la conexión ATM soporte, y por tanto la relación entre $\text{IPR}_{\text{SECBR}}$ y el valor de la SECBR depende de la capacidad de la conexión ATM.

2) Degradaciones aleatorias al nivel ATM que producen células con errores

Consideremos a continuación la componente de IPR debida a células con errores que se producen independientemente. Supongamos que la probabilidad de que se produzcan este tipo de errores viene dada por la tasa de errores de célula (CER, *cell error ratio*), definida en UIT-T I.356. La probabilidad de que una PDU de longitud P_{cells} no contenga una célula con errores viene dada por:

$$(1 - \text{CER})^{P_{\text{cells}}}$$

La componente de IPR deseada viene dada por su complemento lógico, es decir:

$$\text{IPR}_{\text{CER}} = 1 - (1 - \text{CER})^{P_{\text{cells}}} \quad (7.4-3)$$

3) Degradaciones aleatorias al nivel ATM que producen células perdidas

Consideremos la componente de IPR debida a células perdidas que se producen independientemente. Supongamos que la probabilidad de pérdida de una sola célula viene dada por la tasa de pérdida de células (CLR, *cell loss ratio*), definida en UIT-T I.356. La probabilidad de que una PDU de longitud P_{cells} no experimente la pérdida de una célula viene dada por:

$$(1 - \text{CLR})^{P_{\text{cells}}}$$

² Este caso en que $P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$ puede subdividirse todavía más comparando P_{cells} con el umbral $M = B_{\text{cells}}/32$ que se utiliza para determinar si un bloque de células contiene o no muchos errores. Estas consideraciones revelan que la ecuación (7.4-2) se cumple para $P_{\text{cells}} \geq 32$ células, y que para valores más pequeños de P_{cells} puede aplicarse una estimación algo más pequeña de esta componente de IPR.

³ O, más precisamente, $[P_{\text{cells}}/B_{\text{cells}}]$, donde $[x]$ designa el menor número entero que es mayor o igual que x .

La componente de IPR deseada es el complemento lógico de ésta, es decir:

$$IPR_{CLR} = 1 - (1 - CLR)^{P_{\text{cells}}} \quad (7.4-4)$$

4) Degradaciones aleatorias al nivel ATM que producen células mal insertadas

Consideremos la componente de IPR debida a células mal insertadas que se producen independientemente. Si se conocen los valores de la tasa de inserción incorrecta de células (CMR, *cell misinsertion rate*) y la tasa de células de cresta (PCR, *peak cell rate*) de la conexión ATM soporte, la fracción de las células recibidas que se han insertado incorrectamente es CMR/PCR. Si suponemos que esta fracción es la probabilidad de que una célula se inserte incorrectamente, entonces la probabilidad de que una PDU de longitud P_{cells} no contenga ninguna célula mal insertada viene dada por:

$$\left(1 - \frac{\text{CMR}}{\text{PCR}}\right)^{P_{\text{cells}}}$$

La componente de IPR deseada debida a este mecanismo es el complemento lógico de ésta, y por tanto:

$$IPR_{\text{CMR}} = 1 - \left(1 - \frac{\text{CMR}}{\text{PCR}}\right)^{P_{\text{cells}}} \quad (7.4-5)$$

Resumen del análisis de las componentes de IPR

La IPR resultante debida a degradaciones de la calidad de funcionamiento en las capas inferiores puede estimarse sustituyendo en la ecuación (7.4-1) los resultados de las ecuaciones (7.4-2), (7.4-3), (7.4-4) y (7.4-5).

7.4.2 Parámetro de retardo de información para la AAL tipo 5

Los eventos de referencia de AAL PDU, PRE_1 y PRE_2 , y los resultados de la transferencia de PDU exitosa previamente definidos pueden utilizarse para definir un parámetro de calidad de funcionamiento que caracterice el retardo de información de un proceso AAL tipo 5.

El parámetro retardo de AAL PDU (PD , *PDU delay*) se define como la diferencia entre el instante T_2 de un PRE_2 en el MP2 menos el instante T_1 de un PRE_1 correspondiente en el MP1, donde PRE_2 y PRE_1 están relacionados con un resultado de transferencia de PDU exitosa. (Los instantes T_1 y T_2 se ilustran en la figura 4.)

Esta definición excluye los eventos PRE_1 y PRE_2 que están asociados con resultados de transferencia de PDU degradada, porque tales resultados pueden ser menos representativos de los retardos de información de usuario experimentados en explotación normal.

8 Objetivos de calidad de funcionamiento AAL

Queda en estudio.

9 Asignación de los objetivos de la calidad de funcionamiento

Queda en estudio.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación