



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

E.735

(05/97)

SERIE E: EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED,
SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN DEL
SERVICIO Y FACTORES HUMANOS

Calidad de servicio, gestión de la red e ingeniería de
tráfico – Ingeniería de tráfico – Ingeniería de tráfico de
RDSI

**Marco para el control del tráfico y el
dimensionamiento en la RDSI-BA**

Recomendación UIT-T E.735

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES DE LA SERIE E DEL UIT-T

EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED, SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO Y FACTORES HUMANOS

<i>EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN, ENCAMINAMIENTO Y SERVICIO MÓVIL</i>	
EXPLOTACIÓN DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES	E.100–E.229
DISPOSICIONES OPERACIONALES RELATIVAS A LA TASACIÓN Y A LA CONTABILIDAD EN EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL	E.230–E.299
UTILIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL PARA APLICACIONES NO TELEFÓNICAS	E.300–E.329
DISPOSICIONES DE LA RDSI RELATIVAS A LOS USUARIOS	E.330–E.399
<i>CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED E INGENIERÍA DE TRÁFICO</i>	
GESTIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL	E.400–E.489
INGENIERÍA DE TRÁFICO	E.490–E.799
Medidas y registro del tráfico	E.490–E.505
Previsiones del tráfico	E.506–E.509
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual	E.510–E.519
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática	E.520–E.539
Grado de servicio	E.540–E.599
Definiciones	E.600–E.699
Ingeniería de tráfico de RDSI	E.700–E.749
Ingeniería de tráfico de redes móviles	E.750–E.799
CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN: CONCEPTOS, MODELOS, OBJETIVOS, PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO	
Términos y definiciones relativos a la calidad de los servicios de telecomunicación	E.800–E.809
Modelos para los servicios de telecomunicación	E.810–E.844
Objetivos para la calidad de servicio y conceptos conexos de los servicios de telecomunicaciones	E.845–E.859
Utilización de los objetivos de calidad de servicio para la planificación de redes de telecomunicaciones.	E.860–E.879
Recopilación y evaluación de datos reales sobre la calidad de funcionamiento de equipos, redes y servicios	E.880–E.899

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

RECOMENDACIÓN UIT-T E.735

MARCO PARA EL CONTROL DEL TRÁFICO Y EL DIMENSIONAMIENTO EN LA RDSI-BA

Resumen

Esta Recomendación proporciona un marco para el control del tráfico y el dimensionamiento en la RDSI-BA. La Recomendación da una sinopsis de las tareas de ingeniería de tráfico necesarias para configurar la red, describe los aspectos de red pertinente para la ingeniería de tráfico, define los recursos de red a considerar y explica la relación entre los controles de tráfico a nivel de célula (descritos en la Recomendación E.736) y los controles de tráfico a nivel de llamada y el dimensionamiento (descritos en la Recomendación E.737). Por último, esta Recomendación expone directrices sobre estrategias para la configuración de las VPC.

Orígenes

La Recomendación UIT-T E.735 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 2 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 26 de mayo de 1997.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT.

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido/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 1997

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

	<i>Página</i>
1 Alcance de esta Recomendación	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	1
4 Abreviaturas	2
5 Introducción.....	3
6 Consideraciones generales sobre las redes RDSI-BA	3
6.1 Capas y niveles en la red.....	3
6.2 Tipos de conexión	5
6.3 Nodos	6
6.4 Tipos de redes	8
6.5 Capacidades de transferencia ATM	10
6.6 Requisitos de QOS	10
6.7 Objetivos de GOS	10
6.8 Controles de tráfico	11
7 Recursos en la capa ATM: definiciones e implicaciones	12
7.1 Enlace ATM.....	12
7.2 La VPC como conexión y como recurso.....	14
7.3 Caracterización de las VPC de red a red	15
7.4 Conjunto de enlaces ATM y conjunto de VPC	18
8 Relación entre el control de tráfico a nivel de célula y el dimensionamiento.....	19
8.1 Planteamiento iterativo.....	19
8.2 Velocidad de células equivalente	20
9 Estrategias para la configuración de la red	21
9.1 Aplicaciones de las VPC.....	21
9.2 Inconvenientes de la utilización de las VPC	22
9.3 Requisitos y directrices	23
10 Historial	25

MARCO PARA EL CONTROL DEL TRÁFICO Y EL DIMENSIONAMIENTO EN LA RDSI-BA

(Ginebra, 1997)

1 Alcance de esta Recomendación

Esta Recomendación establece el marco para el control del tráfico y el dimensionamiento en la RDSI-BA. Estos métodos son necesarios para atribuir y controlar recursos en la RDSI-BA a fin de transportar el tráfico ofrecido (modelado en las Recomendaciones de la serie E.710) pero cumpliendo los objetivos de grado de servicio (GOS) (por definir en las Recomendaciones de la serie E.720). Esta Recomendación introduce el asunto, describe los aspectos de red que son pertinentes para la ingeniería de tráfico, expone la relación entre los controles de tráfico a nivel de célula (descritos en la Recomendación E.736) y los controles de tráfico a nivel de célula y el dimensionamiento (descritos en la Recomendación E.737), y expone directrices sobre las estrategias para las configuraciones de red utilizando el concepto de VP. En la presente edición sólo se considera el plano de usuario.

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.

- Recomendación UIT-T E.716 (1996), *Modelado de la demanda de usuario en la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- Recomendación UIT-T E.736 (1997), *Métodos para el control de tráfico a nivel de célula en la red digital de servicios integrados de banda ancha*.
- Recomendación UIT-T E.737 (1997), *Métodos de dimensionamiento en la red digital de servicios integrados de banda ancha*.
- Recomendación UIT-T I.311 (1996), *Aspectos generales de red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- Recomendación UIT-T I.356 (1996), *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*.
- Recomendación UIT-T I.371 (1996), *Control de tráfico y control de congestión en la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.

3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 nodo modo de transferencia asíncrono: Término genérico utilizado para designar un transconector ATM o un conmutador ATM. El término nodo de VP (o de VC o VP-VC) designa un transconector de VP (o de VC o de VP-VC) o un conmutador de VP (o de VC o VP-VC).

3.2 enlace modo de transferencia asíncrono: Trayecto de transmisión con su memoria tampón asociada en el nodo sentido ascendente.

3.3 conjunto de enlaces modo de transferencia asíncrono: Conjunto de todos los enlaces ATM del mismo sentido de transmisión que interconectan dos nodos ATM sin ningún nodo ATM intermedio.

3.4 conjunto de conexiones de trayectos virtuales: Conjunto de todas las VPC del mismo sentido de transmisión que interconectan dos nodos de VC sin ningún nodo VC intermedio.

3.5 conexión de trayectos virtuales de velocidad binaria determinística: VPC caracterizada por una velocidad de células de cresta y una tolerancia a la variación del retardo de células (CDVT).

3.6 conexión de trayectos virtuales de velocidad constante no controlada: VPC de red a red o de red a usuario caracterizada por una velocidad y una CDV despreciable con relación a un proceso de llegada de referencia.

3.7 conexión de trayectos virtuales de velocidad variable: VPC de red a red o de red a usuario caracterizada por variables de tráfico de células elegidas para permitir la multiplexación estadística de las VCC en la VPC, con otras conexiones en los enlaces ATM atravesados por la VPC. Esta Recomendación define sólo un tipo de VPC de velocidad variable, y se caracteriza por su ECR en cada uno de los enlaces ATM.

3.8 velocidad de células equivalente: Velocidad de células atribuida a una conexión de manera que se satisfagan los objetivos de GOS a nivel de célula en un enlace ATM o en una VPC de red mientras la suma de las velocidades de células equivalentes no sea superior a la velocidad del enlace ATM o de la VPC.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ABR	Velocidad binaria disponible (<i>available bit rate</i>)
ABT	Transferencia de bloques ATM (<i>ATM block transfer</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CAC	Control de admisión de conexión (<i>connection admission control</i>)
CDV	Variación del retardo de células (<i>cell delay variation</i>)
CDVT	Tolerancia a la CDV (<i>CDV tolerance</i>)
CLP	Prioridad de pérdida de células (<i>cell loss priority</i>)
CLR	Tasa de pérdida de células (<i>cell loss ratio</i>)
CPE	Equipo de las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CTD	Retardo de transferencia de células (<i>cell transfer delay</i>)
DBR	Velocidad binaria determinística (<i>deterministic bit rate</i>)
DCC	Transconector digital (<i>digital cross-connect</i>)
ECBP	Probabilidad de bloqueo de conexión de extremo a extremo (<i>end-to-end connection blocking probability</i>)
ECR	Velocidad de células equivalente (<i>equivalent cell rate</i>)
GCRA	Algoritmo genérico de velocidad de células (<i>generic cell rate algorithm</i>)
GOS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
IBT	Tolerancia intrínseca a las ráfagas (<i>intrinsic burst tolerance</i>)
NPC	Control de parámetros de red (<i>network parameter control</i>)
OAM	Operación y mantenimiento (<i>operation and maintenance</i>)
PCR	Velocidad de células de cresta (<i>peak cell rate</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
QOS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
SBR	Velocidad binaria estadística (<i>statistical bit rate</i>)
SCR	Velocidad de células sostenible (<i>sustainable cell rate</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
STD	Descriptor del tráfico de origen (<i>source traffic descriptor</i>)
TP	Trayecto de transmisión (<i>transmission path</i>)

UNI	Interfaz usuario-red (<i>user-network interface</i>)
UPC	Control de parámetros de utilización (<i>usage parameter control</i>)
VC	Canal virtual (<i>virtual channel</i>)
VCC	Conexión de VC (<i>VC connection</i>)
VCI	Identificador de VC (<i>VC identifier</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)
VPC	Conexión de VP (<i>VP connection</i>)
VPI	Identificador de VP (<i>VP identifier</i>)

5 Introducción

Resolver el problema de la asignación y control de los recursos supone dar respuesta a varias cuestiones relativas a la implementación de la red, las cuales afectan a decisiones que han de tomarse en diferentes etapas y que serán tratadas en diferentes Recomendaciones de la RDSI-BA de las series E.730 y E.740. Pueden enumerarse como sigue:

- En primer lugar, debe definirse una **topología de la red**. Depende en gran medida de la política del operador y cae fuera del alcance de las Recomendaciones de las series E.730 y E.740.
- Para un tráfico dado y una topología de la red dada, el operador puede desear definir trayectos virtuales de red a red a fin de transportar conexiones de VC de usuario a usuario con ganancias apreciables en términos de costes de control, más fáciles reconfiguraciones de la red y posible segregación de subredes. Las directrices para esta **configuración de los VP** se indican en esta Recomendación. Esta cuestión proporciona información para el dimensionamiento de los VP.
- El **dimensionamiento de la red** exige el dimensionamiento de los elementos de la red física, particularmente de los conjuntos de enlaces ATM (incluida la anchura de banda y el dimensionamiento de la memoria tampón), y será considerado en la Recomendación E.737.
- El **dimensionamiento de los VP** está relacionado con el dimensionamiento de los trayectos virtuales de red a red definidos por el operador y es también considerado en la Recomendación E.737. Su objetivo es determinar el número de trayectos virtuales de red a red en la configuración de los VP y asignarles parámetros de capacidad.
- Deben especificarse **controles de tráfico a nivel de llamada** a fin de garantizar los objetivos de GOS a nivel de llamada requeridos, lo cual exige definir el encaminamiento, los mecanismos de protección del servicio y la gestión de la red. La Recomendación E.737 trata los aspectos de estos controles más relacionados con el dimensionamiento, a saber, los mecanismos de protección del servicio y algunos aspectos del encaminamiento. Los controles de gestión de la red caen fuera del alcance de las Recomendaciones de las series E.730 y E.740.
- Deben especificarse **controles de tráfico a nivel de célula** a fin de que la red proporcione los objetivos de GOS a nivel de célula requeridos y reduzca al mínimo los recursos necesarios al efecto. La definición de estos controles de tráfico proporciona información útil para el dimensionamiento de los VP y el dimensionamiento de la red, ya que da información sobre la cantidad de recursos que necesita una conexión para satisfacer los objetivos de GOS a nivel de célula. Este problema se trata en la Recomendación E.736.

6 Consideraciones generales sobre las redes RDSI-BA

En las RDSI-BA algunas funcionalidades, entidades y principios arquitecturales son distintivos de estas redes, y deben tenerse en cuenta en la ingeniería. Estos temas se examinan en esta cláusula desde el punto de vista de sus relaciones con la ingeniería de tráfico.

6.1 Capas y niveles en la red

Como se indica en la Recomendación I.311, la red de transporte en modo de transferencia asíncrono (ATM) se estructura en dos capas, que son la capa física y la capa ATM. En ingeniería de tráfico, revisten importancia el nivel superior de la capa física, el nivel de trayecto de transmisión (TP) y los dos niveles de la capa ATM, el nivel de trayecto virtual (VP) y el nivel de canal virtual (VC) (véase la figura 6-1).

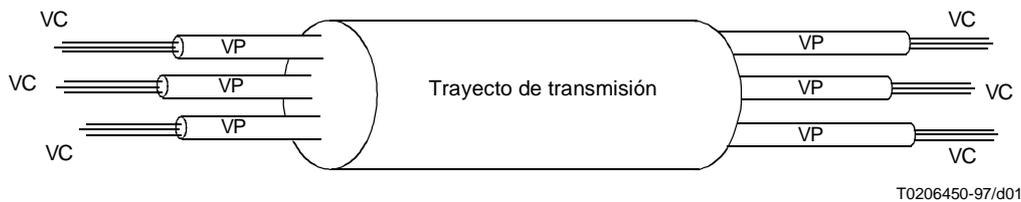
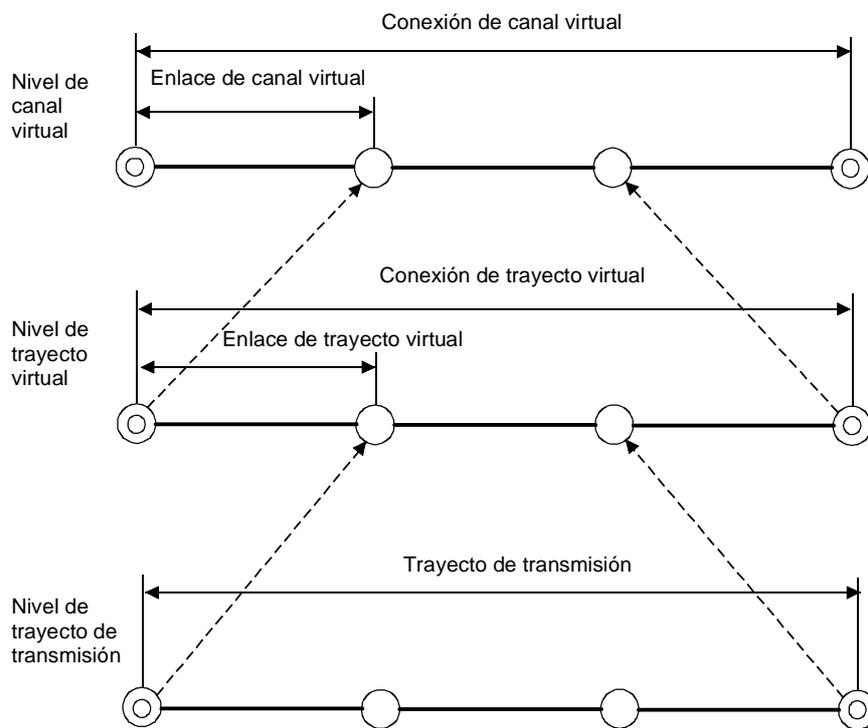


Figura 6-1/E.735 – Nivel VP y nivel VC en la capa ATM

Una conexión de canal virtual (VCC) se forma como una concatenación de enlaces de VC, estableciéndose cada enlace de VC por una conexión de trayecto virtual (VPC). Así, una VCC se establece por una concatenación de VPC. A su vez, una VPC se forma como una concatenación de enlaces de VP, estableciéndose cada enlace de VP por un TP. Así, una VPC se establece por una concatenación de TP (véase la figura 6-2).



- Puntos extremos de conexión de los niveles correspondientes
- Puntos de conexión de los niveles correspondientes

Figura 6-2/E.735 – Relación jerárquica entre niveles

Deben considerarse dos casos particulares importantes:

- **Una VPC establecida entre dos usuarios:** Las VCC establecidas por estas VPC (que son VCC con un solo enlace de VC) no son vistas por red, sino sólo por los usuarios. Así, desde el punto de vista de la red, sólo son relevantes el nivel TP y el nivel VP, pero no el nivel VC.

- **Una VPC con sólo un enlace de VP, establecido por tanto sólo por un TP:** Los enlaces de VC establecidos por este VPC se establecen sólo por un TP. Entonces, desde el punto de vista de la ingeniería de tráfico, sólo ha de considerarse una opción de que los enlaces de VC estén directamente establecidos por el TP. Con esta opción, aunque los tres niveles, TP, VP y VC, existen formalmente (y el texto en toda esta cláusula seguirá este planteamiento formal), el nivel VP no es relevante en ingeniería de tráfico. Las consecuencias de adoptar esta opción o, alternativamente, de considerar relevantes los tres niveles en ingeniería de tráfico se exponen en 7.1 y 7.2.

Un enlace de VP debe estar dentro de un solo TP, y por tanto no puede dividirse en múltiples TP.

Los TP se basan en los actuales sistemas de transmisión, como son los de la PDH y SDH. Los recursos de red asignados a un TP deben determinarse entre un conjunto limitado de posibilidades (por ejemplo, 6,3 Mbit/s, 34 Mbit/s y 45 Mbit/s para la PDH; 156 Mbit/s y 622 Mbit/s para la SDH). Estas limitaciones, combinadas con la restricción de no tener ninguna división de enlaces de VP por más de un TP, han de ser tenidas en cuenta en el dimensionamiento de la red y en la configuración y dimensionamiento de las VPC.

6.2 Tipos de conexión

La Recomendación I.311 define las posibles aplicaciones de las conexiones ATM. Cada una de estas aplicaciones define un tipo de conexión que se caracteriza por la ubicación de los puntos extremos de conexión (usuario o red) y por el nivel jerárquico de la conexión dentro de la capa ATM (VP o VC). De este modo, según la Recomendación I.311, existen VCC y VPC de usuario a usuario, de usuario a red y de red a red.

En las Recomendaciones de la serie E.700, sin embargo, es importante el sentido del flujo de tráfico de células en una conexión que tiene un punto extremo en los locales de un usuario y el otro dentro de la red, ya que se aplican esquemas diferentes de asignación de recursos. De este modo, para los fines de las Recomendaciones de la serie E.700, existen ocho tipos de conexiones diferentes:

- a) VCC de usuario a usuario;
- b) VPC de usuario a usuario;
- c) VCC de red a red;
- d) VPC de red a red;
- e) VCC de usuario a red;
- f) VPC de usuario a red;
- g) VCC de red a usuario;
- h) VPC de red a usuario.

Obsérvese que en la Recomendación I.311, ambas conexiones de usuario a red y de red a usuario se denominan conexiones de usuario a red.

Las VCC de usuario a usuario y las VPC de usuario a usuario se establecen a petición del usuario, para proporcionar una capacidad de transporte de células entre puntos de referencia T_B o S_B .

Las VCC de red a red y las VPC de red a red, por el contrario, se establecen de resultas de una decisión tomada por los operadores de red. La utilización de VPC de red a red permite la operación y el control de un haz de VCC en su conjunto. Las implicaciones de este tipo de conexiones en ingeniería de tráfico son que los recursos pueden ser gestionados y asignados como un conjunto, en lugar de individualmente o por cada conexión de usuario. La determinación de las VPC de red a red a establecer es una parte importante de la configuración de la red. En 9.1 se describen aplicaciones de las VPC de red a red.

La utilización de conexiones de los tipos e), f), g) y h) es más bien específica (actualmente se limita a la UNI, a algunas configuraciones de acceso, y a aplicaciones de OAM y de señalización).

Desde el punto de vista de la ingeniería de tráfico, el panorama de los tipos de conexión puede simplificarse, ya que:

- las consideraciones sobre las VCC se aplican a los cuatro tipos [tipos a), c), e) y g)];
- la mayoría de las consideraciones aplicables a las VPC de usuario a usuario son también aplicables a las VPC de usuario a red;

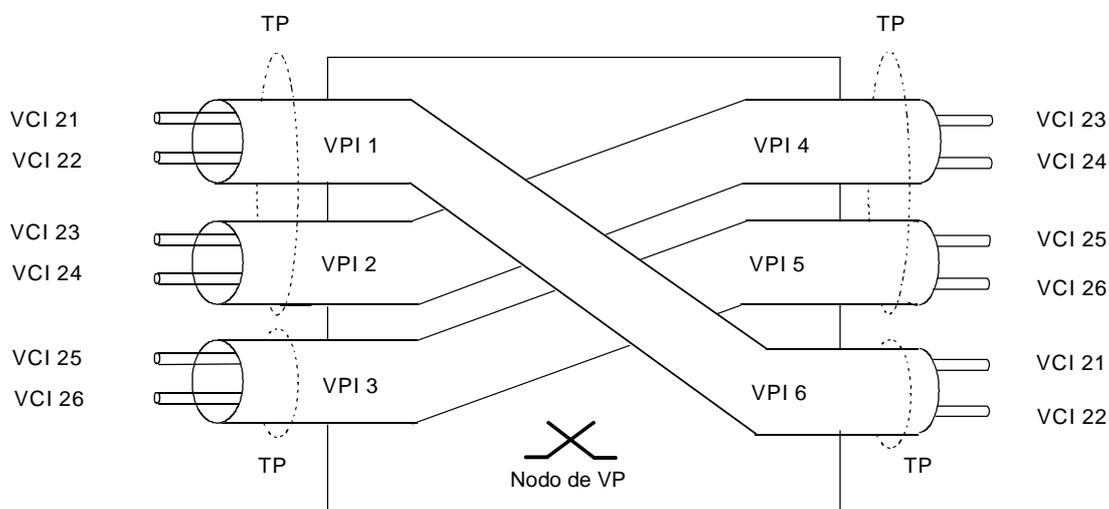
- la mayoría de las consideraciones aplicables a las VPC de red a red son también aplicables a las VPC de red a usuario.

Por tanto, para mejorar la legibilidad de esta Recomendación, el texto sucesivo no contendrá normalmente referencias a las VPC de usuario a red y de red a usuario, ya que, de acuerdo con el punto anterior, las consideraciones aplicables a las mismas pueden deducirse fácilmente.

6.3 Nodos

Hay tres tipos de nodos diferentes¹ en la red ATM:

- **Nodos VP:** Conmutan VPC entre diferentes TP (véase la figura 6-3). Un TP que abandona un nodo de VP² transporta VPC que no empiezan en este nodo. El nodo de VP no puede ver las VCC transportadas por estas VPC. Por tanto, no puede decidir sobre la aceptación de las VCC ni proporcionar diferentes prioridades a las VCC de la misma VPC. Sin embargo, tiene que decidir sobre la aceptación de las VPC y puede proporcionar diferentes prioridades a diferentes VPC.



T0206470-97/d03

Figura 6-3/E.735 – Representación de un nodo de VP

- **Nodos VC:** Conmutan VCC entre diferentes VPC (véase la figura 6-4). Un TP que abandona un nodo de VC transporta VPC que no empiezan en este nodo. El nodo de VC ve las VCC transportadas por estas VPC. Tiene que decidir sobre la aceptación de las VCC y las VPC. Un nodo de VC puede proporcionar diferentes prioridades a VCC de las mismas o de diferentes VPC.
- **Nodos de VP-VC:** Un nodo de VP-VC actúa como un nodo de VP y como un nodo de VC (véase la figura 6-5). Un TP que abandona un nodo de VP-VC puede transportar VPC que empiezan y que no empiezan en este nodo. El nodo de VP-VC ve las VCC transportadas por las VPC que empiezan en el nodo, pero no puede ver las VCC de las VPC que no empiezan en el nodo. Por tanto, el nodo de VP-VC se comporta como un nodo de VC para las VPC que empiezan en el nodo, y como un nodo de VP para las VPC que no empiezan en el nodo.

¹ Un nodo ATM puede ser un conmutador, cuando es dirigido por funciones del plan de control, o un transconector, cuando es dirigido por funciones del plano de gestión. Como en esta Recomendación sólo se considera el plano de usuario, no se hacen normalmente distinciones entre conmutadores y transconectores.

² El término abandonar o llegar a un nodo designa el sentido del flujo de células, y no el sentido de establecimiento de las conexiones. El texto hace hincapié en los TP que abandonan el nodo, ya que éste puede proporcionar control de prioridad y puede decidir sobre la aceptación de conexiones en estos TP, pero no en los TP de llegada; el control de estos últimos se efectúa en sus nodos sentido ascendente.

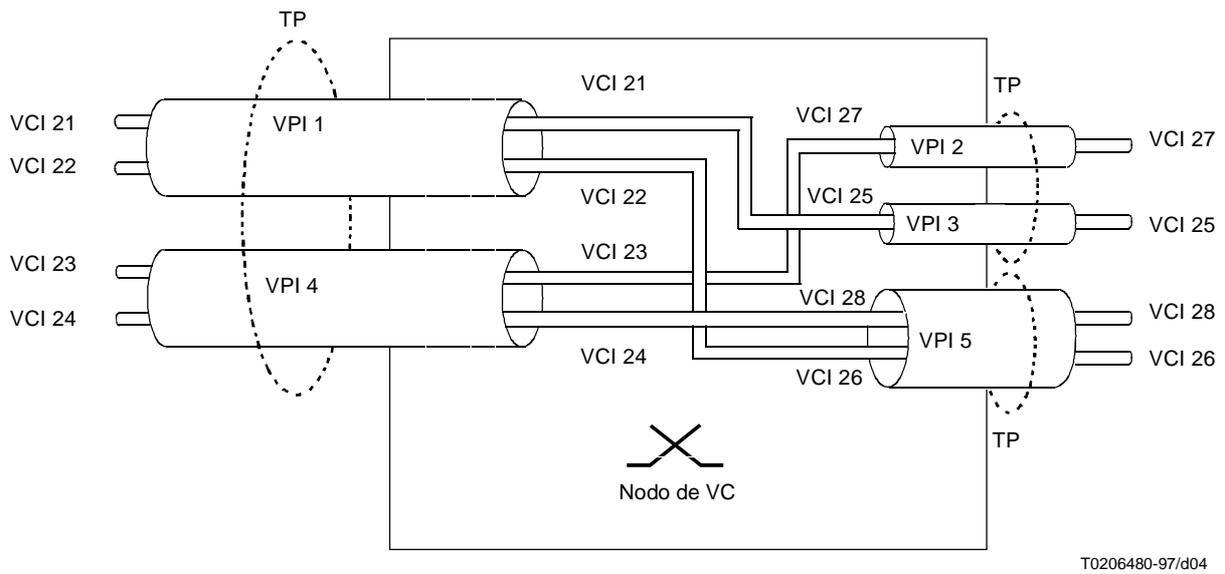


Figura 6-4/E.735 – Representación de un nodo de VC

En lo sucesivo, el término nodo de VC se utilizará normalmente para indicar un nodo de VC o la parte VC de un nodo de VP-VC, y se hará un uso análogo del término nodo de VP.

La figura 6-6 muestra cómo se efectúa la comunicación entre nodos en la red.

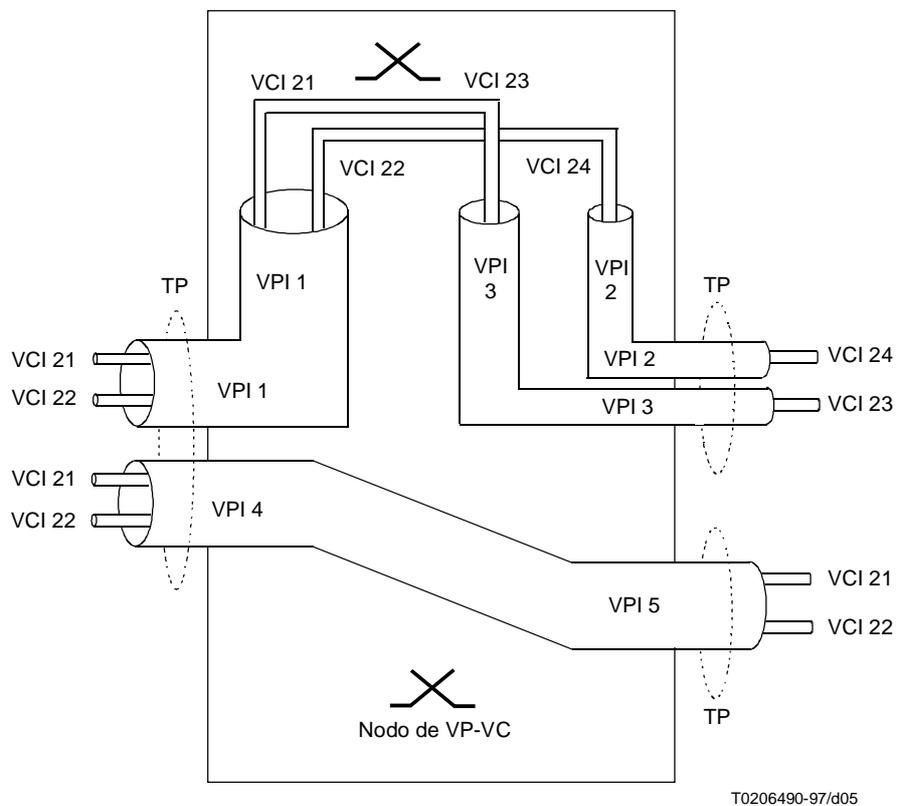


Figura 6-5/E.735 – Representación de un nodo de VP-VC

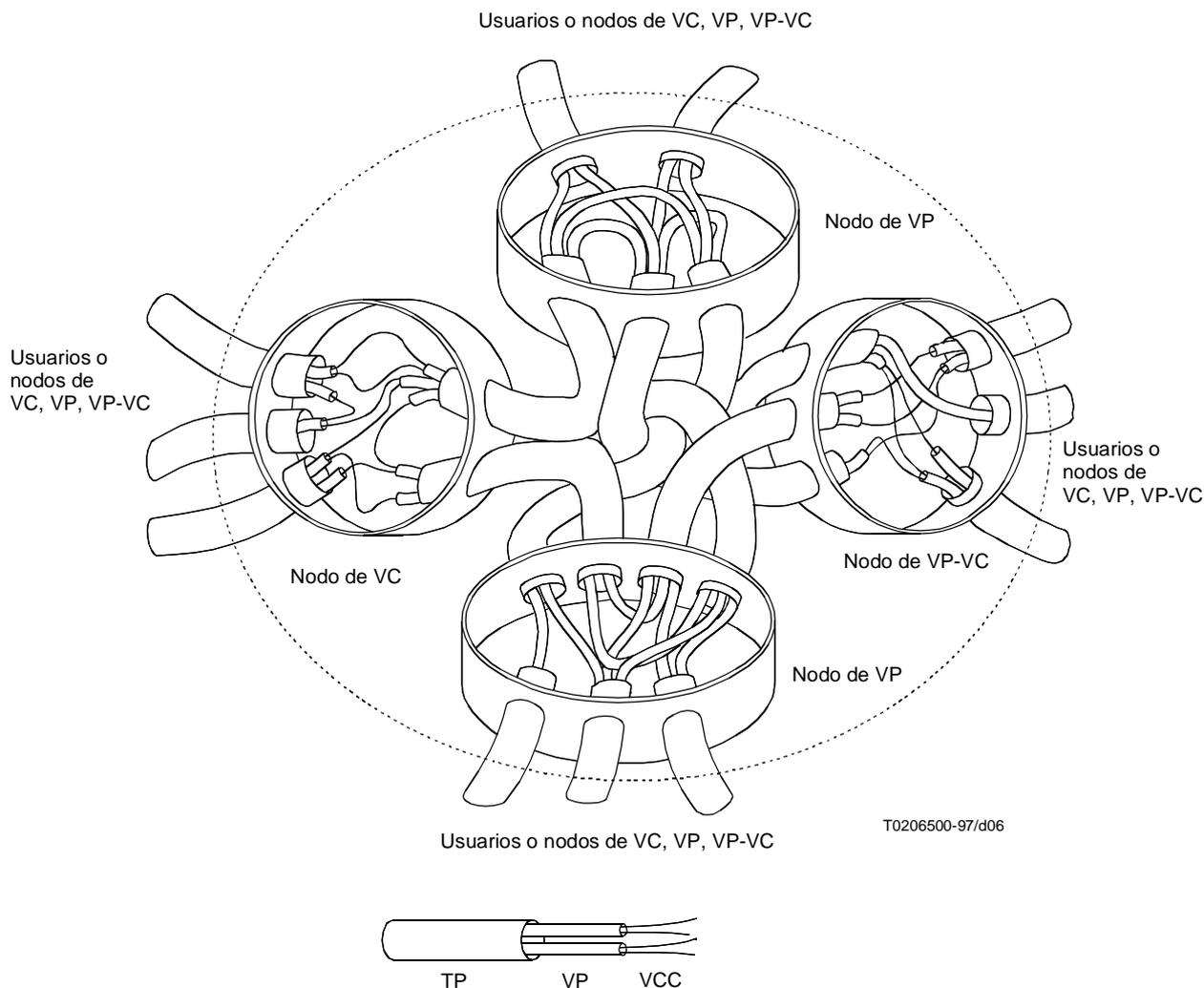


Figura 6-6/E.735 – Ejemplo de comunicación entre nodos

6.4 Tipos de redes

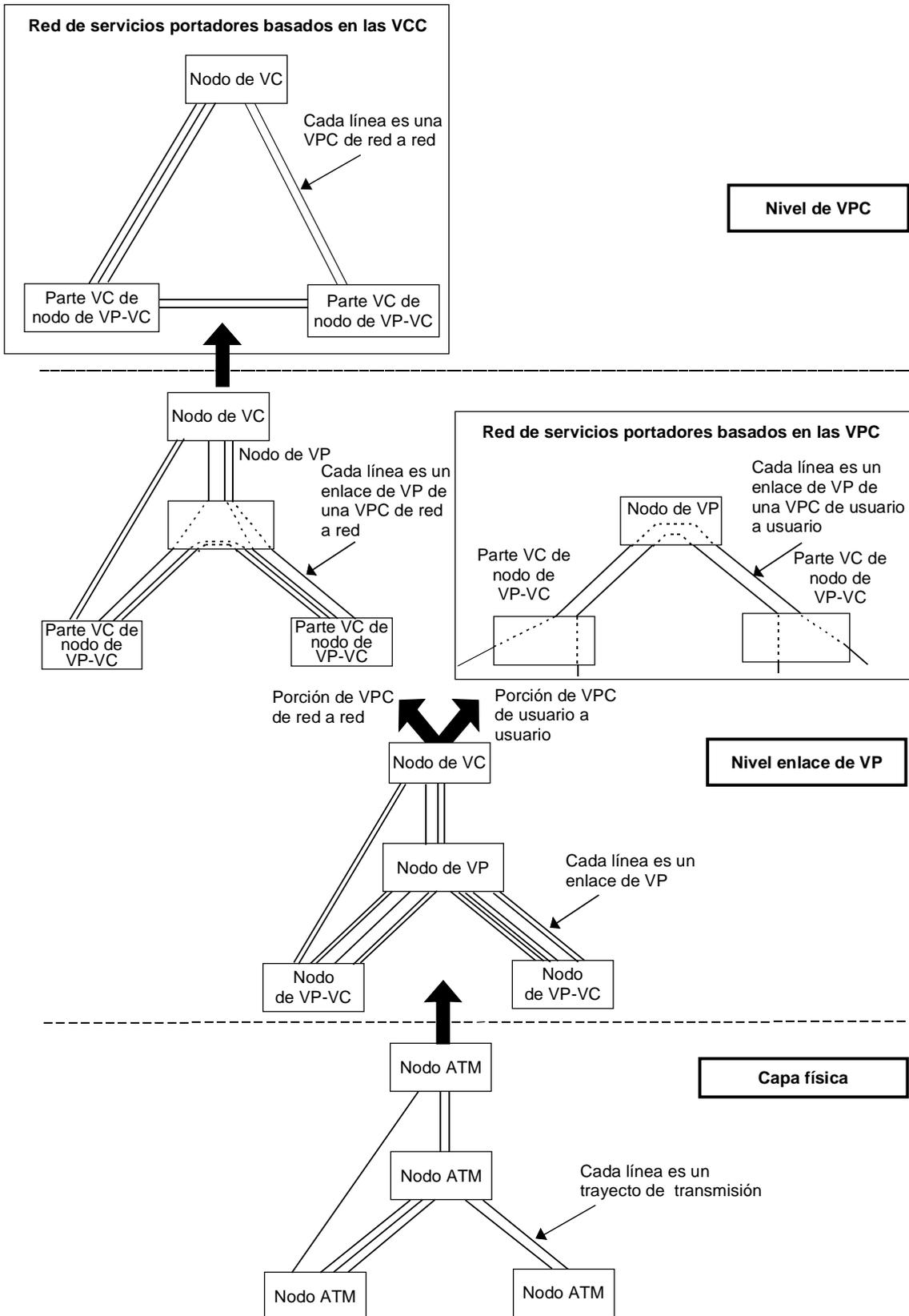
Puede identificarse dos tipos básicos de redes:

- *Redes especializadas*
 - Red de servicios portadores basados en las VPC: Las únicas conexiones de usuario que tiene son VPC de usuario a usuario. Los nodos en esta red son todos nodos de VP. El encaminamiento de las VPC de usuario a usuario en esta red se efectúa seleccionando en cada nodo de VP un TP que lo conecte al nodo de VP siguiente a utilizar en la conexión.
 - Red de servicios portadores basados en las VCC: Las únicas conexiones usuario que tiene son VCC de usuario a usuario. Los nodos en esta red pueden ser nodos de VP, VC y VP-VC, pero sólo los nodos de VC y la parte VC de los nodos de VP-VC se consideran nodos de la red de servicios portadores basados en las VCC, ya que puede considerarse que los nodos de VP en esta red desempeñan un papel de nivel inferior. En esta red está preestablecido que las VPC de red a red interconecten nodos de VC (directamente o a través de nodos de VP), y que las VPC de usuario a red y de red a usuario interconecten usuarios con sus nodos de VC locales. El encaminamiento de una VCC de usuario a usuario se efectúa (véase la Recomendación E.177) seleccionando en cada nodo de VC una VPC que lo conecte al nodo de VC siguiente a utilizar en la conexión.
- *Redes integradas*

Pueden incluir VCC de usuario a usuario y VPC de usuario a usuario. Los nodos pueden ser nodos de VP, nodos de VC o nodos de VP-VC.

Una red con VCC de usuario a usuario y VPC de usuario a usuario puede operarse como una red integrada o como dos redes superpuestas: una red de servicios portadores basados en las VCC y una red de servicios portadores basados en las VPC (véase la figura 6-7).

Pueden también considerarse diferentes redes superpuestas cuando se desee asignar recursos por separado, por ejemplo para segregar porciones de la red que sustenten diferentes capacidades de transferencia.



T0206510-97/d07

Figura 6-7/E.735 – Una red con VPC de usuario a usuario y VCC de usuario a usuario vista como dos redes superpuestas

6.5 Capacidades de transferencia ATM

La Recomendación I.371 define un conjunto limitado de capacidades de transferencia ATM: una capacidad de transferencia ATM está destinada a soportar un modelo de servicio de capa ATM y de QOS asociada mediante un conjunto de parámetros y procedimientos de tráfico de capa ATM. La utilización de capacidades de transferencia tiene al mismo tiempo una perspectiva de usuario, por la cual una capacidad de transferencia es vista como adecuada para un conjunto dado de aplicaciones, y una perspectiva del operador, por la cual una capacidad de transferencia puede proporcionar ganancia mediante multiplexación estadística. Las características de transferencia actualmente especificadas son la velocidad binaria determinística (DBR), la velocidad binaria estadística (SBR), la velocidad binaria disponible (ABR) y la transferencia de bloques ATM (ABT).

Cada conexión ATM tiene una capacidad de transferencia ATM implícita o explícitamente declarada. Sin embargo, debe resaltarse que los parámetros de tráfico y los objetivos de calidad de funcionamiento de la red utilizados por el operador de red para una conexión no tienen que ser coincidentes, sino sólo compatibles con los parámetros de tráfico ATM y los compromisos de QOS de la capacidad de transferencia ATM. Por ejemplo, un operador de red podría asignar los mismos objetivos de calidad de funcionamiento de la red – los derivados de los requisitos de QOS más rigurosos – para todas las conexiones. Este hecho es particularmente relevante para las VPC de red a red. VCC que sustentan diferentes capacidades de transferencia pueden ser transportadas mediante la misma VPC de red a red, y los parámetros de tráfico y los objetivos de calidad de funcionamiento de la red, definidos para la VPC, no tienen que ser coincidentes con los de cualquier capacidad de transferencia.

6.6 Requisitos de QOS

Los requisitos de QOS de los usuarios de la RDSI-BA pueden variar sustancialmente de un usuario a otro. Un operador de red puede conseguir mayor utilización de recursos dando diferente tratamiento a las capacidades de transferencia que tienen diferentes requisitos de QOS.

Deben considerarse dos tipos de requisitos de QOS:

- **Requisitos de QOS a nivel de llamada y de conexión:** Estos requisitos están relacionados con la llamada o con las fases de establecimiento/modificación/liberación de la conexión y están relacionados con retardos y probabilidades de bloqueo de peticiones de establecimiento/modificación/liberación de una llamada o conexión. Los requisitos pertinentes de ingeniería de tráfico en el plano de usuario son los relacionados con las probabilidades de bloqueo, en especial la probabilidad de bloqueo de conexión de extremo a extremo (ECBP). La ECBP se aplica al bloqueo de peticiones de establecimiento de conexión y de peticiones de renegociación de conexión.
- **Requisitos de QOS a nivel de célula:** Estos requisitos están relacionados con la fase de transferencia de información y son por ende aplicables a conexiones ya establecidas a través de la red. Estos requisitos se definen como valores requeridos de los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de célula definidos en la Recomendación I.356. Más específicamente, los parámetros pertinentes en ingeniería de tráfico son la tasa de pérdida de células (CLR), el retardo de transferencia de células (CTD) y la variación del retardo de células (CDV).

Aun cuando los requisitos de QOS de usuario pueden variar a lo largo de un espectro continuo de valores, una red tratará sólo un conjunto restringido de clases de QOS.

A esos dos tipos de requisitos de QOS corresponden dos tipos de clases de QOS:

- **Clases de QOS a nivel de llamada y de conexión:** Cada clase está caracterizada por un valor deseado de la ECBP.
- **Clases de QOS a nivel de célula:** Cada clase está caracterizada por un conjunto de valores objetivos de CLR, CTD y CDV.

6.7 Objetivos de GOS

De los requisitos de QOS se derivan los objetivos de calidad de funcionamiento de la red de extremo a extremo de las conexiones. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la red puede proporcionar diferente tratamiento a las diferentes clases de QOS, pero también puede ocurrir que una red proporcione el mismo tratamiento a todas o varias clases de QOS. En este último caso, debe obtenerse el requisito más riguroso de cada parámetro de QOS para todas las conexiones que reciben el mismo tratamiento.

Una consecuencia importante de estas dos posibilidades es que los objetivos de calidad de funcionamiento de la red de extremo a extremo no sólo se derivan de los requisitos de QOS, sino también de la estrategia del operador de red.

Entre los objetivos de calidad de funcionamiento de la red, las Recomendaciones de la serie E.700 se centrarán en los relacionados con la ingeniería de tráfico, es decir, en los objetivos de grado de servicio (GOS). Al igual que con los requisitos de QOS, pueden distinguirse dos niveles de objetivos de GOS:

- **Objetivos de GOS a nivel de llamada y de conexión:** El parámetro de extremo a extremo pertinente de ingeniería de tráfico en el plano de usuario es, según 6.6, la probabilidad de bloqueo de conexión de extremo a extremo (ECBP).
- **Objetivos de GOS a nivel de célula:** Los objetivos de GOS pertinentes a nivel de célula de extremo a extremo son la máxima espera en cola (definido como un cuantil distante de la distribución de retardos), la espera media en cola (ambos basados en los parámetros de QOS CTD y CDV) y la CLR.

Un desglose de los objetivos de GOS de extremo a extremo, basado en conexiones de referencia conocidas, da los objetivos de GOS de cada etapa de red. Este desglose también depende de la estrategia del operador de red. Por ejemplo, un operador puede decidir que una etapa de red proporciona el mismo tratamiento a dos conexiones con diferentes objetivos de CLR de extremo a extremo. La porción de la CLR de extremo a extremo asignada a esta etapa de la red sería la misma para ambas conexiones, pero el objetivo de CLR de extremo a extremo total puede ser diferente si la CLR asignada a otras etapas de red es diferente para las dos conexiones. La única condición a satisfacer es que la suma de los objetivos de CLR asignados a cada etapa de red para cada conexión no exceda su correspondiente objetivo de extremo a extremo. El desglose puede hacerse como sigue:

- Para los objetivos a nivel de llamada y de conexión, a partir de los valores deseados de ECBP, teniendo en cuenta la estrategia de encaminamiento, pueden prorratearse las probabilidades de bloqueo para cada conjunto de VPC y para cada conjunto de enlaces ATM, como se expone en 7.4. En estudios posteriores se determinará cómo y en qué medida se hará el prorrateo de los valores de ECBP dadas las estrategias de encaminamiento dinámico.
- Para los objetivos a nivel de célula:
 - A partir de los valores deseados de extremo a extremo para las VCC, se prorratean los valores deseados a cada VPC a través de la cual se transporten las VCC. No se han tenido en cuenta las limitaciones mencionadas en 7.1.1 sobre los valores deseados asignados a diferentes VCC transportadas en la misma VPC.
 - A partir de los valores deseados de extremo a extremo para las VPC (en el caso de VPC de red a red, sus valores deseados de extremo a extremo son los valores prorrateados en el desglose de los valores deseados de extremo a extremo de las VCC), se prorratean los valores deseados para cada enlace ATM (véase la definición de enlace ATM en 7.1).

Tiene también que hacerse un prorrateo de los objetivos de GOS internos de los nodos, así como de las funciones UPC, NPC o de conformación atravesadas por las conexiones.

Las probabilidades de bloqueo de conexión deben ser aseguradas mediante el dimensionamiento de la cantidad de recursos que se asignan para cada propósito, así como por los controles de tráfico a nivel de llamada, como son los de encaminamiento y de protección del servicio, que se exponen en la Recomendación E.737; los objetivos de GOS a nivel célula deben ser asegurados mediante los controles de tráfico a nivel de célula descritos en la Recomendación E.736.

6.8 Controles de tráfico

Las funciones de control de tráfico se clasifican en controles de tráfico a nivel de célula y a nivel de llamada, según el tipo de objetivos de GOS que estén destinados a asegurar.

6.8.1 Controles de tráfico a nivel de célula

Los controles de tráfico a nivel de célula aseguran los objetivos de GOS a nivel de célula requeridos (véase 6.7). Por ejemplo, en las capacidades de transferencia DBR y SBR, en las que hay compromisos de QOS a nivel de célula, el control de admisión de conexión (CAC) opera en épocas de peticiones de establecimiento de conexión y limita el número de conexiones establecidas a fin de cumplir estos compromisos. El CAC opera sobre la base de una combinación de los parámetros del descriptor del tráfico de origen (STD) (véase la Recomendación I.371) y las variables de tráfico de células (véase la Recomendación E.716) de las conexiones. Cuando se utilizan parámetros del STD, dado que representan límites determinísticos impuestos al comportamiento de la conexión, se utilizan controles de utilización o de parámetros de red para asegurar que estos límites de tráfico no sean excedidos, evitando así degradaciones del GOS.

Para proporcionar un tratamiento diferente a conexiones con diferentes objetivos de GOS, se utilizan controles de prioridad. Estos controles consisten en disciplinas de servicio en colas de espera que dan acceso a los enlaces de puertos de salida o a recursos internos de los nodos.

Además, pueden también utilizarse controles de gestión adaptativa de recursos (también denominados controles de realimentación) para asegurar una cierta QOS a nivel de célula, pero adaptando la asignación de recursos en tiempo real (durante la vida útil de las conexiones) a las necesidades efectivas de recursos de las conexiones. Así ocurre en las capacidades de transferencia de bloques ATM (ABT) o velocidad binaria disponible (ABR).

El CAC se define en la Recomendación I.371 a nivel de extremo a extremo. Sin embargo, en las Recomendaciones de las series E.730 y E.740 se adoptará un punto de vista local. Los procedimientos de control de admisión de conexión descritos en esta serie tratan el problema de la aceptación o rechazo de una petición de establecimiento de conexión en cada etapa. Existen dos tipos de CAC local, uno para aceptar conexiones en un enlace ATM, y otro para aceptar VCC en una VPC, que se expondrán en 7.1 y 7.2. La aceptación de extremo a extremo de una conexión exige la aprobación del CAC en cada etapa a lo largo de un trayecto de red que una los puntos extremos de la conexión. El encaminamiento se ocupa de la selección de trayectos de red para las peticiones de conexión y cae fuera del alcance del CAC, tal como se entiende en las Recomendaciones de las series E.730 y E.740.

Los controles de tráfico a nivel de célula, definidos en la Recomendación I.371, se consideran desde el punto de vista de la ingeniería de tráfico en la Recomendación E.736.

6.8.2 Controles de tráfico a nivel de llamada

Los controles de tráfico a nivel de llamada cooperan para proporcionar los objetivos de GOS a nivel de llamada requeridos (véase 6.7) de un modo económico.

Por ejemplo, pueden utilizarse métodos de protección del servicio tales como reserva de anchura de banda para mejorar las probabilidades de bloqueo en conexiones con grandes exigencias de ancho de banda, o para mejorar el GOS en caso de sobrecarga local. La utilización de estos métodos de protección del servicio se traduce generalmente en economías de recursos, por lo que está estrechamente vinculada con el dimensionamiento. Su aplicación se describe en la Recomendación E.737.

Los esquemas de encaminamiento pueden también verse como controles de tráfico a nivel de llamada. Como tales, tienen un impacto considerable en los recursos necesarios para obtener un cierto GOS a nivel de llamada. En la Recomendación E.737 se considerarán aquellos aspectos del encaminamiento más directamente relacionados con el dimensionamiento. Debe señalarse, sin embargo, que el problema global de seleccionar e implementar una cierta estrategia de encaminamiento cae fuera del alcance de las Recomendaciones de las series E.730 y E.740.

Otros controles de tráfico a nivel de llamada tales como controles de gestión de la red (espaciamiento de llamadas, etc.) están principalmente destinados a asegurar una calidad de funcionamiento aceptable de la red en caso de sobrecarga o fallos, y no tienen una influencia directa en el dimensionamiento. Este tipo de control cae fuera del alcance de las Recomendaciones de las series E.730 y E.740.

7 Recursos en la capa ATM: definiciones e implicaciones

7.1 Enlace ATM

El recurso básico en la capa ATM es el enlace ATM. Un enlace ATM es un trayecto de transmisión con su correspondiente memoria tampón en el nodo sentido ascendente. Un enlace ATM viene definido por un conjunto de parámetros y atributos que determinan su capacidad. Un requisito clave es que desde el punto de vista de ingeniería de tráfico la capacidad de un enlace ATM puede considerarse bien delimitada, sin ser afectada por el tráfico cursado por otros enlaces, lo cual permite calcular el número de conexiones que pueden transportarse por un determinado enlace ATM sin información alguna sobre el estado del resto de la red. Este planteamiento reduce sustancialmente la complejidad de los controles de tráfico y los métodos de dimensionamiento.

7.1.1 Capacidades de un enlace ATM

Los parámetros y atributos que determinan la capacidad de un enlace ATM son:

- La capacidad de transmisión, o anchura de banda, caracterizada por su velocidad de células. La capacidad de transmisión es unidireccional y "plenamente accesible" en el sentido de que la única restricción de acceso se deriva de la cantidad total de velocidad de células asignada.

- La capacidad de memoria tampón de espera en cola, caracterizada por el número de células que pueden estar esperando su transmisión.
- Los mecanismos de control de prioridad para el retardo de células y la pérdida de células [por ejemplo, primero en entrar, primero en salir (FIFO, *first-in first-out*), cabeza de línea, prioridades de pérdida, espera en cola aceptable ponderada, etc.], así como los valores de los parámetros que definen los mecanismos.

Si el nodo sentido ascendente tiene una salida pura memorizada (toda la espera en cola en el nodo se efectúa en las memorias tampón de los puertos de salida, y cada puerto de salida tiene una memoria tampón), la delimitación de la memoria tampón de cada enlace es inmediata.

Sin embargo, el nodo puede organizarse de otras maneras, por ejemplo, una memoria tampón compartida para varios puertos de salida. En estos casos, a fin de simplificar los problemas del CAC y del dimensionamiento, puede asignarse una memoria tampón lógica a cada enlace ATM. El tamaño de esta memoria tampón lógica debe ser tal que, para las condiciones de tráfico en las que el nodo está destinado a operar, las tasas de pérdida de células (para los diferentes flujos de células que el enlace está destinado a transportar) en el enlace real no son mayores que las correspondientes al enlace con su memoria tampón lógica asignada.

La información del mecanismo de prioridad complementa los parámetros de capacidad de transmisión y de memoria tampón, ya que permite calcular los números de conexiones con diferentes objetivos de GOS a nivel de célula que pueden ser transportados por el enlace ATM. Obsérvese que pueden proporcionarse diferentes prioridades y por ende diferentes objetivos de GOS a nivel de célula en un enlace ATM a diferentes VPC, o a diferentes VCC transportadas por VPC que empiezan en el mismo nodo que el enlace, pero no a VCC individuales transportadas por VPC que no empiezan en el enlace.

La delimitación de las capacidades de enlace ATM permite descomponer en decisiones locales la decisión de extremo a extremo global de aceptación de una conexión. Como se indica en 6.8, el término CAC se utiliza en esta serie para designar la decisión por un enlace ATM o, como se trata a continuación, por una VPC.

7.1.2 Relación entre enlace ATM, VPC y VCC

Cada enlace ATM tiene su propia función CAC, situada lógicamente en el nodo en el que empieza el enlace, para decidir sobre la aceptación de las conexiones y, en caso de aceptación, reservar recursos de enlace para la conexión. El funcionamiento de la red debe diferir para VPC con varios enlaces de VP o con un solo enlace de VP:

- **Para VPC con varios enlaces de VP:** Cuando se pide el establecimiento de la VPC, el CAC de cada uno de los enlaces ATM sucesivos por los cuales ha de establecerse decide sobre la aceptación de la VPC y, en caso de aceptación, reserva recursos de enlace ella; en caso de VPC de red a red o de red a usuario, cuando se establecen VCC por una VPC, el CAC de la VPC, lógicamente situada en el nodo en el que comienza la VPC, es responsable de su aceptación, ya que las VCC utilizarán recursos ya reservados para la VPC; en caso de VPC de usuario a usuario o de usuario a red, la aceptación de las VCC establecidas por una VPC es responsabilidad del usuario.

La VPC multienlace libera los nodos intermedios de operar por las VCC individuales, y permite a estos nodos operar por ellas en su conjunto. La VPC también es un medio de coordinar la reserva previa de recursos para un grupo de VCC con algunas características comunes a través de varias etapas de la red.

- **Para VPC con un solo enlace de VP:** En este caso, la VPC no tiene nodos intermedios, por lo que no existe ni la ventaja de nodos que operan un haz de VCC en su conjunto ni la desventaja de coordinar la reserva previa de recursos en varias etapas de red; la reserva previa de recursos en un enlace ATM para VCC con algunas características comunes puede ser efectuada por la función CAC del enlace ATM sin necesidad de definir una VPC común para esas VCC. Además, la división clara de responsabilidades entre el CAC del enlace ATM y el CAC de la VPC, que se ha descrito más arriba, no es necesaria para VPC con más de un enlace VP, ya que ambas funciones CAC están en el mismo nodo. Son posibles soluciones más flexibles en este caso. Así, la mayoría de los objetivos y también de los requisitos para definir las VPC con varios enlaces de VP no se aplican a VPC con un enlace de VP. No obstante, la VPC también puede utilizarse en este caso para identificar un haz de VCC para el cual se reservan

recursos de enlace por adelantado; sin embargo, otra opción es utilizar la VPC sólo como identificador lógico sin relevancia alguna para la ingeniería de tráfico. Las dos opciones pueden describirse como sigue:

- a) **VCC establecidas por VPC:** Como en el caso anterior, el establecimiento de VPC es previamente solicitado y el CAC del enlace ATM decide sobre su aceptación y reserva recursos para ellas; cuando se pide el establecimiento de VCC por una VPC, su aceptación es responsabilidad del CAC de la VPC.
- b) **VCC directamente establecidas por el enlace ATM:** El CAC del enlace ATM decide directamente sobre la aceptación de las VCC.

Con la opción b), son posibles varias implementaciones para inhibir el cometido de la VPC; la implementación elegida no es significativa para los fines de esta Recomendación, sino sólo el efecto conseguido.

Es posible que las VCC directamente transportadas por el enlace ATM y las VCC transportadas por VPC (que a su vez, son transportadas por el enlace ATM) coexistan en el mismo enlace ATM. El CAC del enlace ATM decide sobre la aceptación de VCC directamente establecidas por el enlace ATM y sobre la aceptación de VPC, mientras que el CAC de cada VPC, lógicamente situado en el nodo en el que empieza la VPC, decide sobre la aceptación de las VPC establecidas por la VPC. Obsérvese que la división de funciones entre el CAC de un enlace ATM y los CAC de las VPC que empiezan en este enlace ATM es sólo una división lógica que no necesariamente corresponde a implementaciones reales, dado que todas estas funciones CAC están en el mismo nodo.

7.2 La VPC como conexión y como recurso

El establecimiento de VPC de red a red, de usuario a red y de red a usuario forma parte de la configuración de red. Como se dijo en 7.1, cuando la VPC tiene varios enlaces de VP y opcionalmente cuando tiene sólo un enlace de VP, los CAC de los enlaces ATM por los que se establece la VPC reservan recursos de enlace para la VPC desde el momento en el que está establecida. En el caso VPC de red a red o de red a usuario, un CAC de la VPC, lógicamente situado en el nodo sentido ascendente de la VPC, es necesario decidir sobre la aceptación de las VCC a través de la VPC. Por tanto, es necesario ver la VPC de dos formas diferentes:

- Desde el punto de vista de los enlaces ATM por los que se establece la VPC, se ve como una conexión a la cual se aplica la política de CAC de los enlaces ATM. La VPC viene definida por varios parámetros y un conjunto de objetivos de GOS a nivel de célula. Estos parámetros son la información útil para el CAC de los enlaces ATM.
- Desde el punto de vista de las VCC, una VPC de red a red o de red a usuario es vista como un recurso cuya política de CAC es aplicada a las VCC. La VPC como recurso viene definida por un conjunto de parámetros de capacidad que están estrechamente relacionados con los parámetros de tráfico de la VPC vista como una conexión. La aceptación o el rechazo de VCC en la VPC es responsabilidad de la red, y la/lo efectúa el CAC de la VPC, que evalúa si las capacidades de la VPC son suficientes para aceptar peticiones de establecimiento de VCC.

Una VPC de usuario a usuario o de usuario a red es vista como una conexión, pero no como un recurso, ya que la decisión sobre la aceptación o el rechazo de las VCC en estas VPC es tomada por el usuario.

Para una VPC de red a red o de red a usuario de un solo enlace de VP hay dos opciones, como se indica en 7.1. Si se elige la opción a), la VPC se comporta como una conexión y como un recurso (lo mismo que las VPC de red a red con varios enlaces de VP). Si se elige la opción b), la VPC no puede ser vista como una conexión o como un recurso, y por tanto no tiene ninguna relevancia para la ingeniería de tráfico. En este caso, la VPC no tiene CAC, pero la política de CAC del enlace ATM se aplica directamente a las VCC.

Los objetivos de GOS a nivel de célula de una VPC se deducen de los objetivos de GOS de las VCC que se pretende establecer en la VPC, como se expone en 6.7. La compatibilidad de los objetivos de GOS de la VPC con los de las VCC que piden ser establecidas por la misma podrían ser verificados, al establecerse la conexión, por el CAC de la VPC.

Pueden darse diferentes tratamientos de prioridad a las distintas VCC de una VPC de red a red en su primer enlace ATM, pero no en los enlaces ATM posteriores³. Por tanto, los objetivos de GOS a nivel de célula de una VPC pueden ser diferentes para las distintas VCC; no obstante, esta diferencia viene limitada por el hecho de que pueden asignarse diferentes objetivos de GOS para las distintas VCC en el primer enlace ATM, pero no en los enlaces ATM posteriores.

7.3 Caracterización de las VPC de red a red

Qué parámetros son pertinentes para caracterizar una VPC de red a red es algo que depende de la aplicación. Estos parámetros de conexión no tienen que coincidir con los parámetros de tráfico de cualquier capacidad de transferencia ATM. Los parámetros pueden ser descriptores del tráfico de origen, definidos en la Recomendación I.371, o variables de tráfico de células, definidas en la Recomendación E.716. La diferencia principal entre los descriptores de tráfico y las variables de tráfico es que, en tanto que los descriptores de tráfico representan un límite determinístico en el comportamiento de la conexión, las variables de tráfico representan un comportamiento probabilístico de la conexión, y pueden proporcionar una caracterización más detenida del tráfico.

7.3.1 Caracterización mediante descriptores de tráfico

El CAC de la VPC debe asegurar que no se excedan los parámetros de tráfico (o sus parámetros de capacidad correspondientes) de la VPC. Si se utilizan descriptores de tráfico para caracterizar la VPC, dado que un descriptor del tráfico representa un límite determinístico, la probabilidad de que se exceda este límite en cualquier instante debe en principio ser nula⁴. Una posible solución podría ser permitir que una fracción de células despreciable en las VCC admitidas violase los descriptores de tráfico de la VPC. En general, esta fracción debe ser despreciable en comparación con los requisitos de CLR de cualquier conexión establecida por cualquiera de los enlaces ATM por los cuales está establecida la VPC considerada.

Esta solución sería ineficaz porque:

- 1) se da un gran valor a la CDVT (y, en caso de SBR DBC también a la IBT) y ello conduce a que la VPC requiera una gran cantidad de recursos en los enlaces ATM; o
- 2) se da un valor pequeño a la CDVT (y a la IBT) y entonces pueden aceptarse pocas VCC en la VPC.

Por tanto, se recomienda sea introducir los descriptores de tráfico por conformación de la VPC, o utilizar variables de tráfico para caracterizar la VPC, ya que no son límites determinísticos (véase 7.3.2).

Además de permitir una VPC más eficiente, la conformación evita la interferencia entre la VPC y el resto de las conexiones en el enlace ATM, permitiendo así que las VPC conformadas se utilicen para algunas aplicaciones especiales (véase 9.3.2). Por otra parte, la conformación exige una mayor complejidad en el nodo en el que empieza la VPC.

De ahora en adelante sólo consideraremos VPC conformadas cuando estén caracterizadas mediante descriptores de tráfico.

7.3.1.1 VPC de DBR

Una VPC de DBR viene caracterizada por la PCR y la CDVT del flujo de células total (flujo de células $CLP = 0 + 1$).

La función de conformación debe estar en el origen de la VPC, y por tanto dentro del nodo en el que empieza. El conformador podría estar integrado en el mecanismo de puesta en cola del primer enlace ATM de la VPC. La figura 7-1 muestra un modelo de cómo podría efectuarse una conformación integrada de una VPC de DBR. Hay una memoria tampón separada para la VPC a conformar. Cada memoria tampón es visitada para tomar una célula de la misma a una cierta velocidad. Si la VPC, vista como una conexión, viene caracterizada por una $PCR = \pi$, la memoria tampón de

³ Pueden darse diferentes tratamientos de pérdida según el bit CLP (si se implementa) en cualquier enlace ATM, pero sin diferenciar (excepto en el primer enlace ATM) las distintas VCC.

⁴ Aun en el caso sencillo de VCC a velocidad binaria determinística y cuando la VPC es caracterizada por una PCR y una tolerancia a la variación del retardo de células, y cuando el CAC limita la suma de las velocidades de cresta de las VCC admitidas para que no sean mayores que la PCR de la VPC, el tráfico realizado podría todavía exceder a veces la tolerancia a la variación del retardo de células de la VPC.

la VPC es visitada a una velocidad π . Esta velocidad π no puede excederse aunque no haya células esperando en las otras memorias tampón. Con toda probabilidad, debido a la velocidad de células particular del enlace ATM y de las VPC por el enlace ATM, habrá una cierta fluctuación de fase en la velocidad de visita de la memoria tampón de la VPC, que conducirá a una cierta CDVT de la VPC, que, con un programador apropiado, puede hacerse muy pequeña.

La memoria tampón asignada a la VPC no necesita ser FIFO, sino que puede ser más bien una estructura de memoria tampón más compleja junto con mecanismos de control de prioridad para el retardo de células y la pérdida de células. Permitiría ofrecer diferentes tratamientos de prioridad a las distintas VCC de la VPC en su primer enlace ATM.

Una VPC de DBR conformada vista como un recurso en el que se transportan VCC se comporta como si fuese un enlace ATM. Tiene el mismo tipo de parámetros de capacidad o de atributos que un enlace ATM: la capacidad de transmisión (igual a la PCR, π de la VPC), la capacidad de la memoria tampón de puesta en cola (la de la memoria tampón de la VPC) y los mecanismos de control de prioridad (los implementados en el conformador). Por consiguiente, el CAC de una VPC de DBR conformada podría utilizar los mismos métodos que el CAC de un enlace ATM.

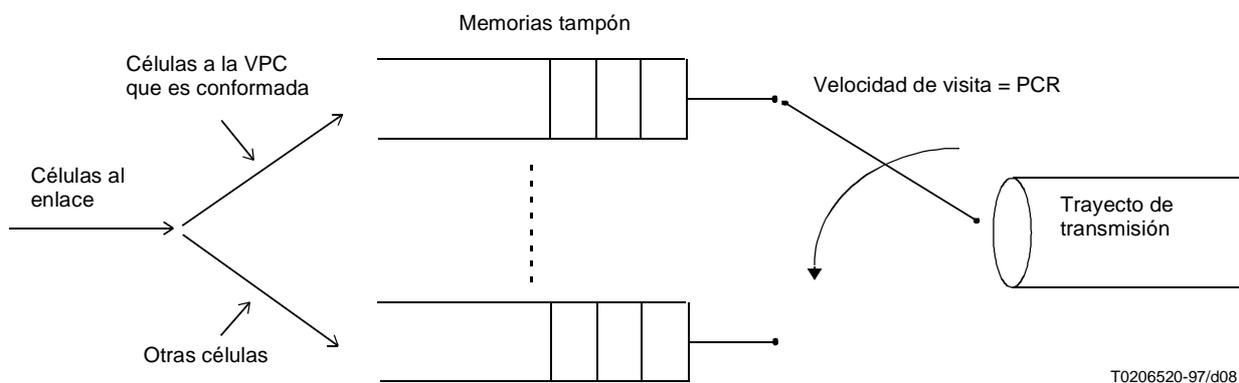


Figura 7-1/E.735 – Modelo de función de conformación integrada en el mecanismo de puesta en cola del enlace ATM

7.3.1.2 VPC de SBR

Las VPC de SBR de red a red o de usuario a usuario quedan en estudio.

7.3.2 Caracterización mediante variables de tráfico

Una VPC de red a red, vista como una conexión, puede caracterizarse mediante un conjunto de variables de tráfico. Ejemplos de variables de tráfico que podrían utilizarse para caracterizar una VPC son la velocidad de células media, variables relacionadas con la distribución de la velocidad instantánea o variables relacionadas con el número de llegadas de células que exceden una velocidad (véase la Recomendación E.716). Una VPC de red a red caracterizada por variables de tráfico no necesita ser conformada.

Pueden darse diferentes tratamientos de prioridad a las distintas VCC de una VPC en su primer enlace ATM. Sin embargo, esta Recomendación considera sólo las VPC descritas por variables de tráfico en las que se da el mismo tratamiento de prioridad a las distintas VCC.

La capacidad de la VPC, vista como un recurso en el que se establecen VCC, viene definida por las mismas variables de tráfico que describen la VPC como una conexión. El CAC de la VPC debe aceptar VCC mientras no se excedan las variables de tráfico declaradas para la VPC.

Se consideran en esta Recomendación dos tipos de VPC de red a red, basados en criterios diferentes para elegir variables de tráfico que los caractericen: VPC de velocidad constante no controlada y VPC de velocidad variable.

El criterio utilizado para caracterizar VPC a velocidad constante no controlada es obtener soluciones simples: los recursos que han de ser asignados a una VPC de velocidad constante no controlada en cada uno de los enlaces ATM por los que se establece son completamente independientes de la capacidad del enlace, lo que simplifica la reconfiguración lógica de la red (véase 9.3.4). Sin embargo, el uso de VPC de velocidad constante no controlada (así como el uso de VPC de DBR) no permite la multiplexación estadística entre VCC transportadas por diferentes VPC de un mismo enlace ATM, lo que puede conducir a soluciones menos eficaces (véase 9.2.1).

Por el contrario, el criterio utilizado para caracterizar las VPC de velocidad variable es conseguir soluciones eficaces: permite la multiplexación estadística entre VCC transportadas por diferentes VPC de un mismo enlace ATM, y puede conducir a una mayor eficacia (véase 9.2.1). Sin embargo, los recursos necesitados por una VPC de velocidad variable en cada uno de los enlaces ATM por los que se establece pueden depender de las capacidades del enlace, lo que complica la reconfiguración lógica de la red (véase 9.3.4).

7.3.2.1 VPC de velocidad constante no controlada

La VPC a velocidad constante no controlada viene caracterizada por una velocidad y una CDV despreciable con respecto a un proceso de llegadas de referencia, por ejemplo, un proceso poissoniano (véase la definición de CDV despreciable en la Recomendación E.736).

Esta caracterización puede utilizarse cuando las VCC transportadas por la VPC vienen caracterizadas por su PCR o por la distribución estacionaria de su velocidad instantánea, y tienen una CDV despreciable con relación al mismo proceso de referencia.

Si se utiliza una VPC de velocidad constante no controlada para transportar VCC caracterizadas por su PCR, su CAC es muy simple: puede aceptar nuevas VCC (con CDV despreciable con respecto al mismo proceso de referencia que en la VPC) mientras la suma de las PCR de las VCC aceptadas no exceda la velocidad declarada para la VPC. Si las VCC vienen caracterizadas por su distribución estadística y se desea multiplexación estadística dentro de la VPC, comprobar si se excede la velocidad de la VPC es más difícil que una simple suma (véase la Recomendación E.736). En este caso, habrá una cierta probabilidad de que se exceda la velocidad declarada para la VPC. El CAC de la VPC debe asegurar que la fracción de células en las VCC admitidas que violan la velocidad declarada para la VPC es despreciable en comparación con los objetivos de CLR para cualquier conexión establecida en cualquiera de los enlaces ATM por los que está establecida la VPC.

7.3.2.2 VPC a velocidad variable

Una VPC a velocidad variable viene caracterizada por variables de tráfico elegidas para permitir la multiplexación estadística de las VCC en la VPC con otras conexiones establecidas por los enlaces ATM atravesados por la VPC.

Una VPC de velocidad variable se puede definir en función del concepto de velocidad de células equivalente (ECR) (véase 8.2). Esto es posible cuando el CAC del enlace ATM se basa también en la ECR. El problema de conseguir este tipo de multiplexación estadística cuando el CAC del enlace ATM no se basa en la ECR queda en estudio.

Como se expuso en 8.2, la ECR es una velocidad de células atribuida a una conexión que hace que se satisfagan los objetivos de GOS a nivel de célula por un enlace ATM o VPC de red mientras la suma de las velocidades de célula equivalentes no sea mayor que la velocidad del enlace ATM o de la VPC.

Una VPC de velocidad variable con un solo enlace de VP viene caracterizada por su ECR por el enlace ATM. La CAC de la VPC a velocidad variable admite VCC mientras la suma de sus ECR (evaluada con relación al enlace ATM concreto) no sea mayor que la ECR de la VPC⁵.

⁵ El CAC de una VPC de DBR o de una VPC de velocidad constante no controlada podría también basarse en el concepto de ECR y admitir VCC mientras la suma de sus ECR no sea mayor que la velocidad de la VPC. Pero una diferencia importante con respecto a la VPC de velocidad variable es que las ECR de las VCC de una VPC de DBR o de una VPC de velocidad constante no controlada son evaluadas con respecto a las capacidades de VPC, mientras que las ECR de las VCC de una VPC de velocidad variable son evaluadas con respecto a las capacidades del enlace.

Una VPC a velocidad variable de un multienlace puede venir caracterizada sea por un valor de ECR (el mismo en todos los enlaces ATM por los que se transporta) o por un valor de ECR diferente en cada uno de los enlaces ATM. Si b_i^j es la ECR de la VCC_i evaluada con respecto al enlace ATM j, y B^j es el valor asignado a la ECR de la VPC en el enlace ATM j, el CAC de la VPC debe asegurar que cada enlace ATM j por el cual se transporta la VPC:

$$\sum_i b_i^j \leq B^j \quad (7-1)$$

A fin de que la decisión del CAC de admisión de VCC por la VPC pueda tomarse en el propio nodo de origen de la VPC, debe darse a este nodo la información pertinente de cada enlace ATM (véase la Recomendación E.736) cuando se establece la VPC.

7.3.3 Cambio de la caracterización en un punto intermedio

Una tercera opción es conformar o efectuar el NPC de una VPC en un punto intermedio, sea entre dos nodos atravesados por la VPC o dentro de un nodo intermedio. Así, en sentido ascendente del conformador o del NPC, la VPC puede venir caracterizada por variables de tráfico y en sentido descendente del conformador o del NPC puede venir caracterizada por descriptores de tráfico. La VPC podría ser una VPC de velocidad constante no controlada o de velocidad variable en sentido ascendente del conformador (o NPC) y VPC de DBR en sentido descendente del conformador (o del NPC).

La relación entre las variables de tráfico que definen la VPC en sentido ascendente del conformador, o el NPC, los descriptores de tráfico de la VPC en sentido descendente del conformador o del NPC y la longitud de la estructura de la memoria tampón del conformador (o el parámetro de tolerancia del GCRA en el NPC) debe ser tal que las pérdidas y retardos introducidos por el conformador o el NPC sean compatibles con la porción de objetivos de GOS a nivel de célula de la VPC asignada a esta función.

Los parámetros de capacidad de la VPC vista como un recurso son los mismos que las variables de tráfico que la caracterizan en sentido ascendente del conformador o del NPC.

Esta tercera opción puede ser de utilidad en aquellas aplicaciones que exijan el uso de una VPC conformada y el nodo en el que la VPC comienza no tiene capacidad para conformarla. Sin embargo, la utilidad de esta opción se limita a aplicaciones que no exigen conformar la VPC en su propio origen.

7.4 Conjunto de enlaces ATM y conjunto de VPC

Las siguientes definiciones de conjunto de enlaces de ATM y de conjunto de VPC son de utilidad en ingeniería de tráfico:

- Un conjunto de enlaces ATM es el conjunto de todos los enlaces ATM en el mismo sentido de transmisión que interconectan dos nodos ATM sin ningún nodo ATM intermedio.

Dos nodos ATM interconectados por enlaces ATM sin ningún nodo ATM intermedio se denominan nodos ATM adyacentes. Se definen dos conjuntos de enlaces ATM entre dos nodos ATM adyacentes, uno en cada sentido de transmisión.

- Un conjunto de VPC es el conjunto de todas las VPC en el mismo sentido de transmisión que interconectan dos nodos de VC sin ningún nodo de VC intermedio.

El término nodo de VC incluye también la parte VC de un nodo de VP-VC. Dos nodos de VC interconectados por VPC sin ningún nodo de VC intermedio se denominan nodos de VC adyacentes. Se definen dos conjuntos de VPC entre dos nodos de VC adyacentes, uno para cada sentido de transmisión.

El concepto de conjunto de enlaces ATM se utiliza en una red de servicios portadores basados en las VPC y el concepto de VPC en una red de servicios portadores basados en las VCC. Ambos conceptos se utilizan en las redes integradas. Los conjuntos de enlaces y los conjuntos de VPC están dimensionados para satisfacer valores deseados de probabilidad de bloqueo de conexión.

Por medio de controles de tráfico a nivel de llamada tales como controles de protección del servicio, que se exponen en la Recomendación E.737, pueden proporcionarse diferentes probabilidades de bloqueo de la conexión en un conjunto de enlaces o en un conjunto de VPC a diferentes clases de conexión.

8 Relación entre el control de tráfico a nivel de célula y el dimensionamiento

La tarea de dimensionamiento en la RDSI-BA se aplica a conjuntos de enlaces ATM y conjuntos de VPC. El dimensionamiento de conjuntos de enlaces ATM especifica el número de enlaces y, para cada enlace, la anchura de banda y las memorias tampón y, en el caso de que se implementen algunos tipos de controles (tales como control de prioridad y reserva de anchura de banda), la determinación de los valores de parámetros o umbrales que definan estos controles. El dimensionamiento de conjuntos de VPC especifica el número de VPC y los valores de los parámetros de capacidad de cada uno. Naturalmente, en las fases iniciales del dimensionamiento de la red (por ejemplo, en la planificación a largo plazo) sólo ha de evaluarse la cantidad de recursos físicos. En fases posteriores, el dimensionamiento tiene que ser más completo.

Hay una estrecha relación entre el dimensionamiento de conjuntos de VPC y el de conjuntos de enlaces: los parámetros de capacidad de las VPC de red a red, obtenidos en el dimensionamiento de conjuntos de VPC, determina los parámetros de tráfico de las mismas cuando se consideran como conexiones que han de establecerse a través de enlaces ATM; los parámetros de tráfico de estas VPC son información útil para el dimensionamiento de conjuntos de enlaces.

8.1 Planteamiento iterativo

Dada una cierta configuración de red, una información útil para el dimensionamiento de conjuntos de VPC o conjuntos de enlaces ATM es la cantidad de recursos necesarios para cualquier conexión (VCC en el caso de conjuntos de VPC, VCC si está directamente establecida por el enlace, o VPC en caso de conjuntos de enlaces ATM) que han de establecerse de manera que se satisfagan sus objetivos de GOS a nivel de célula especificados, lo cual depende evidentemente del comportamiento de los controles de tráfico a nivel de célula encargados de asignar recursos a cada conexión.

Dado que el algoritmo de CAC, al decidir sobre la aceptación de una conexión, tiene en cuenta todos los controles a nivel de célula implementados (UPC/NPC, prioridades, controles de gestión de recursos adaptativos, etc.), este algoritmo compendia todos los controles a nivel de célula desde el punto de vista de los recursos necesitados por una conexión. El CAC, al decidir sobre la aceptación o el rechazo, está asignando implícitamente recursos a cada conexión.

Por tanto, el dimensionamiento ha de tener en cuenta los recursos asignados a cada conexión por el CAC. Sin embargo, en general, el problema es complejo, ya que esta cantidad de recursos no sólo depende de los parámetros de tráfico de la conexión, sino también de los parámetros de tráfico de las otras conexiones establecidas por el enlace ATM (o por la VPC) y de la capacidad del enlace ATM (o desde la VPC). En consecuencia, los recursos necesitados por una conexión dependen de la capacidad del enlace (o de la VPC) en tanto que, a su vez, el número y la capacidad de los enlaces (o de las VPC) deben dimensionarse teniendo en cuenta los recursos necesitados por cada conexión.

Por tanto, el proceso de dimensionar la red es un proceso iterativo en el que, empezando por una cierta configuración, puede evaluarse la cantidad de recursos requeridos por cada conexión, lo que, a su vez, afecta al esquema de configuración de la red.

Estas ideas, que se aplican a las VPC (para las cuales las conexiones son las VCC) y a los enlaces ATM (para los cuales las conexiones son las VCC directamente establecidas por el enlace ATM y las VPC) pueden expresarse de un modo más formal como sigue:

La cantidad de recursos asignados por el CAC a las conexiones depende:

- de los parámetros de tráfico de las conexiones. El conjunto de parámetros de tráfico que caracterizan a una determinada conexión i puede designarse por:

$$\{T_{1i}, T_{2i}, T_{3i}, \dots\}$$

- de los parámetros de capacidad del enlace ATM (o de la VPC). Estos parámetros pueden designarse por:

$$\{C_1, C_2, C_3, \dots\}$$

Dado un enlace ATM (o una VPC) con un cierto conjunto de parámetros de capacidad, es posible definir un conjunto de funciones a partir del cual pueda obtenerse la cantidad de recursos requeridos por un grupo de conexiones. Más

específicamente, puede establecerse un grupo de conexiones por el enlace ATM (o por la VPC) si y sólo si:

$$F_j(T_{11}, T_{21}, T_{31}, \dots, T_{12}, T_{22}, T_{32}, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots) \leq C_j \quad (8-1)$$

donde podría definirse una función F_j para cada parámetro de capacidad del enlace (o de la VPC), C_j . Estas funciones dependen también de los objetivos de GOS a nivel de célula de las conexiones.

La decisión de la aceptación o el rechazo de una nueva conexión (el algoritmo de CAC) puede entonces expresarse en términos de estas funciones. En realidad, basta comprobar si sus valores para un grupo de conexiones, incluidas las ya establecidas y la nueva, siguen sin ser mayores que los parámetros $\{C_j\}$.

Las funciones $\{F_j\}$ son información útil para el dimensionamiento, ya que determinan implícitamente los recursos necesitados por cada conexión. La necesidad de iteración antes mencionada puede verse aquí como una consecuencia del hecho de que estas funciones dependen de las capacidades del enlace ATM (o de la VPC).

Se ha efectuado un gran trabajo de investigación para obtener expresiones simples de las funciones $\{F_j\}$ que permiten un funcionamiento más simple del CAC y fórmulas de dimensionamiento más sencillas. El planteamiento más extendido es el basado en el concepto de velocidad de células equivalente descrito en 8.2.

No obstante, las funciones $\{F_j\}$ utilizadas para el dimensionamiento pueden ser aproximaciones de las funciones $\{F_j\}$ que representan el comportamiento del CAC, al depender los requisitos de precisión de estas aproximaciones de la etapa del proceso de asignación de recursos. En las fases iniciales del dimensionamiento de la red (por ejemplo, en la planificación a largo plazo), cuando el CAC no ha sido decidido y no pueden preverse parámetros de tráfico de confianza, pueden utilizarse para el dimensionamiento funciones más simples que modelen el comportamiento teórico del CAC. En etapas posteriores, como es la de configuración de la red, se requiere más precisión, y las funciones que modelan el CAC con fines de dimensionamiento deben representar con más exactitud el funcionamiento efectivo del CAC.

8.2 Velocidad de células equivalente

El concepto de velocidad de células equivalente permite un funcionamiento del CAC sencillo y fórmulas de dimensionamiento más fáciles. Cada conexión se describe mediante un parámetro B_i , la velocidad de células equivalente, que puede escribirse como:

$$B_i = B(T_{1i}, T_{2i}, T_{3i} \dots, C_1, C_2, C_3, \dots) \quad (8-2)$$

o como:

$$B_i = B(T_{1i}, T_{2i}, T_{3i} \dots, C_1, C_2, C_3, \dots, \alpha) \quad (8-3)$$

donde:

$$\alpha = \alpha(T_{11}, T_{21}, T_{31}, \dots, T_{12}, T_{22}, T_{32}, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots) \quad (8-4)$$

En el primer caso (fórmula 8-2) la velocidad de células equivalente de una conexión depende sólo de los parámetros de tráfico de su propia conexión y de los parámetros de capacidad del enlace ATM (o de la VPC). En el segundo caso (fórmulas 8-3 y 8-4) también depende de los parámetros de tráfico de las otras conexiones, dependencia que se manifiesta mediante el parámetro α .

La capacidad del enlace ATM (o de la VPC) viene descrita por un parámetro, U , su velocidad total de transmisión de células en el caso de un enlace ATM (su PCR, velocidad o velocidad de células equivalente en caso de VPC de DBR, de velocidad constante no controlada o de velocidad variable respectivamente)⁶. El conjunto de condiciones indicadas por la fórmula 8-1 se reduce a una condición simple:

$$\sum_i B_i \leq U \quad (8-5)$$

⁶ Obsérvese que otros parámetros que definen la capacidad del enlace (o de la VPC), como por ejemplo, la longitud de la memoria tampón, también se tienen en cuenta, ya que la velocidad de células equivalente de las conexiones puede depender de ella.

Pueden entonces establecerse un grupo de condiciones por el enlace ATM (o por la VPC) si y sólo si la suma de las velocidades de células equivalentes de las conexiones establecidas no son mayores que la velocidad de transmisión de células total del enlace ATM (o de la PCR, velocidad o velocidad de células equivalente de la VPC).

La Recomendación E.736 contiene métodos para evaluar la velocidad de células equivalente de las conexiones, y la Recomendación E.737 utiliza la velocidad de células equivalente de las conexiones como información útil para el dimensionamiento.

9 Estrategias para la configuración de la red

La existencia del concepto de VP permite gran flexibilidad en la gestión de los recursos de red de la capa ATM. En particular, permite realizar funciones de control de la conexión y de asignación de recursos en grupos combinados de VCC en lugar de en VCC individuales. Las estrategias para la utilización de VPC deben alcanzar compromisos aceptables entre ventajas, inconvenientes y requisitos de la utilización de las VPC. Esta cláusula está destinada a aclarar estas materias a fin de proporcionar orientación a los operadores en la elección de sus estrategias.

9.1 Aplicaciones de las VPC

Las aplicaciones enumeradas a continuación son ejemplos de la posible utilización de VP en la ingeniería de red.

9.1.1 Servicios portadores basados en las VPC

El establecimiento de VPC de usuario a usuario proporciona al usuario una capacidad de transferencia de células de extremo a extremo en la cual no se efectúan funciones relacionadas con la conexión al nivel VC: los CAC, UPC, encaminamiento, gestión adaptativa de recursos, etc., son efectuadas para la VPC en su conjunto. Para VPC de usuario que transportan varias VCC, puede haber considerables economías en los recursos de red dedicados al control de tráfico.

Éste puede utilizarse por ejemplo para la provisión de una facilidad de transporte de información punto a punto semipermanente de ancho de banda fijo (línea arrendada). Asimismo, se construyen algunas redes que sólo tienen transconectores de VP.

9.1.2 Segregación de redes lógicas superpuestas

Los trayectos virtuales pueden verse (7.2) como recursos con cierta capacidad. Por tanto, pueden utilizarse para dividir recursos de red para la instalación de varias redes superpuestas sobre la misma infraestructura física⁷. Esto puede ser conveniente para fines de operación y control. Aunque este tipo de segregación puede conseguirse utilizando recursos físicamente separados (por ejemplo, diferentes enlaces ATM) para cada red, el uso de las VPC es mucho más flexible. Ejemplos de ese tipo de aplicación son el uso de VPC de red a red para:

- segregación de recursos dedicados a conexiones semipermanentes y a conexiones de usuario conmutadas: en una red con servicios portadores basados en las VPC operados por el plano de gestión y servicios portadores basados en las VCC conmutados operados por el plano de control, la segregación de los recursos dedicados en los dos tipos de servicios evita la necesidad de coordinación en tiempo real de los planes de gestión y de control;
- reserva de capacidad para diferentes operadores de red que comparten la misma red física;
- provisión de redes privadas virtuales;
- división de recursos por medio de VPC conformadas para diferentes capacidades de transferencia o para diferentes clases de QOS para que puedan ser controlados y operados independientemente.

⁷ Las VPC de red a red permiten la segregación de una red de servicios portadores basados en las VCC en varias subredes superpuestas, pero no permiten la segregación de una red de servicios portadores basados en las VPC. Una red con servicios portadores basados en las VCC y VPC puede segregarse por medio de VPC de red a red en una subred de servicios portadores basados en las VPC y una o varias subredes de servicios portadores basados en las VCC.

9.1.3 Reducción de los costes de control

El establecimiento de VPC de red a red entre nodos ATM no adyacentes simplifica y acelera los procedimientos de establecimiento, liberación y renegociación de la conexión, ya que el control de la conexión para una VCC ha de efectuarse sólo en los nodos de origen de las VPC que intervienen en la conexión. De este modo, los nodos intermedios (aquellos a través de los que se han establecido VPC) no tienen que realizar funciones de control de conexión algunas cuando se establecen o liberan VCC que permiten tanto nodos intermedios más simples (por ejemplo, transconectores de VP en lugar de conmutadores de VC) como menores tiempos de establecimiento de la conexión. Esta estrategia también puede facilitar la evolución de redes transconectadas a redes verdaderamente conmutadas.

9.1.4 Flexibilidad de la configuración de red lógica

El establecimiento de VPC de red a red proporciona un medio de soportar una arquitectura de red lógica flexible (para servicios portadores basados en la VCC) sobre una estructura física fija. Puede ser una herramienta para utilizar capacidad de red física más eficazmente que la asignación de capacidad fija. La red lógica puede reconfigurarse sin modificar la red física: pueden definirse nuevas VPC o modificarse la anchura de banda de VPC existentes con funciones de gestión para hacer frente a diferentes situaciones.

Hay varios esquemas de reasignación de capacidades de VPC. Un esquema dependiente del tiempo consiste en reasignar capacidad de VPC activadas por un calendario previamente determinado (por ejemplo, hora del día, día de la semana, etc.). Un esquema dependiente de elemento es reasignar las capacidades activadas por ciertos eventos tales como interrupciones de nodos o de enlaces o la aparición de un bloqueo de conexión excesivo en una VPC. Obsérvese, no obstante, que la eficacia de la reasignación de capacidad depende del nivel de las variaciones de tráfico y de la no coincidencia de las horas cargadas en la red. Para la aplicación, debe también prestarse atención a la complejidad de los mecanismos para la reasignación de capacidad.

9.2 Inconvenientes de la utilización de las VPC

Se ha mostrado en 9.1 que hay muchas aplicaciones del uso de VPC en una red ATM. Sin embargo, la definición de VPC de red a red implica la división de los recursos de red y puede producir un problema de deseconomía de escala, a nivel de célula y a nivel de conexión, que tiene el impacto negativo de reducir el tráfico que puede ser transportado por la red. Este impacto tiene mayor peso en las facilidades de transmisión más costosas, como son los enlaces transoceánicos.

9.2.1 Deseconomía de escala a nivel de célula

El uso de VPC de DBR o de velocidad constante no controlada en un enlace implica la división de los recursos del enlace ATM, y decrece por tanto la compartición de los recursos por las conexiones establecidas. Aumenta la velocidad de células equivalente de las conexiones (véase la cláusula 8 y la Recomendación E.736), y disminuye por tanto el número de conexiones que pueden establecerse simultáneamente. Este problema se evita o al menos se reduce considerablemente utilizando VPC de velocidad variable.

9.2.2 Deseconomía de escala a nivel de conexión

La definición de VPC de red a red implica la limitación de la accesibilidad de las VCC a una determinada cantidad de anchura de banda, menor que la anchura de banda del conjunto de enlaces ATM: puede negarse la admisión a una VCC por falta de capacidad de una VPC aun cuando otras VPC que compartan el mismo conjunto de enlaces ATM tengan capacidad de reserva, lo cual produce un aumento de las probabilidades de bloqueo de la conexión (y por tanto una disminución de la capacidad de la red) en comparación con el caso en el que todos los recursos están disponibles para el establecimiento de VCC.

La deseconomía de escala en el nivel de conexión afecta igualmente a las VPC definidas por descriptores de tráfico o por variables de tráfico. El efecto podría aliviarse o, en algunos casos, incluso evitarse con la reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC, es decir, con reasignación dinámica de capacidad a VPC efectuada en los instantes de petición de establecimiento de VCC. Pero esto es muy difícil de llevar a cabo si afecta a los recursos necesitados por la

VPC en varios de los enlaces en los que es transportada, ya que el CAC de los enlaces afectados, que están colocados en diferentes nodos, tendría que intervenir⁸. Así, el reasignamiento llamada por llamada de capacidad de VPC no es realizable a menos que sólo afecte a los recursos necesitados por la VPC en su primer enlace ATM. Esta última condición se aplica a:

- VPC de un enlace de VP⁹;
- VPC multienlace en los siguientes casos particulares:
 - VPC de DBR, en las que se modifica la longitud de la memoria tampón o los mecanismos de control de prioridad del conformador, pero no la velocidad de cresta;
 - VPC definidas por variables de tráfico en las que se modifican variables que describen flujos de células parciales (es decir, flujos de células con cierto tratamiento de prioridad en el primer enlace ATM de la VPC), pero no las variables que describen el flujo de células total.

Aun en estos casos, la reasignación de capacidad llamada por llamada puede ser difícil si las VPC (así como el CAC de los enlaces ATM) son operadas por el plano de gestión y las VCC (así como el CAC de las VPC) por el plano de control, ya que exigiría comunicación en tiempo real entre ambos planos.

9.3 Requisitos y directrices

Teniendo en cuenta la disminución de la capacidad de red arriba expuesta, la estrategia del operador de red debe considerar establecimiento de una VPC de red a red sólo en el caso en el que los beneficios obtenidos (reducción de costes de control, simplicidad en el funcionamiento, etc.) compensen el aumento de los costes de transmisión. Por ejemplo, adviértase que la definición de VPC de red a red es el único medio sencillo de integrar transconectores de VP en una red que proporcione VCC por demanda.

Las diversas opciones sobre el tipo de VPC pueden conducir a diferentes disminuciones de la capacidad de red. Por otra parte, algunas de las aplicaciones descritas en 9.1 imponen requisitos a la opción elegida.

Además de las posibles constricciones impuestas por la aplicación, la elección, si la hubiere, de la VPC depende de un compromiso entre la eficacia y la complejidad. Las directrices que siguen corresponden al punto de vista del aumento de la eficacia:

- las VCC directamente transportadas por el enlace ATM son más eficaces que las VCC transportadas por VPC de un enlace de VP, ya que las VCC directamente transportadas por los enlaces ATM no tienen los inconvenientes descritos en 9.2;
- las VPC a velocidad variable son más eficaces que las VPC de DBR o de velocidad constante no controlada, ya que la deseconomía de escala en el nivel de célula es menor en el primer caso. Una excepción a esta regla podría producirse cuando la VPC transporta VCC de DBR;
- la reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC, hasta el extremo en el que es factible (véase 9.2.2), es más eficaz que las VPC con capacidad fija (o que sólo tienen reasignación de capacidad a largo plazo), ya que la reasignación llamada por llamada palía el problema de la deseconomía de escala en el nivel conexión;
- conformar VPC en un punto intermedio es normalmente más eficaz que efectuar el control de parámetros (NPC) de la VPC: para los mismos valores de las variables de tráfico y de los descriptores de tráfico que describen la VPC sentido ascendente y sentido descendente del conformador (o NPC) respectivamente, la CLR producida por el NPC es mayor que la producida por el conformador. Por otra parte, el conformador introduce retardos y el NPC no lo hace.

Por otra parte, la conformación de VPC de DBR, la gestión de VPC de velocidad variable o la reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC requiere funcionalidad adicional en la red.

⁸ El problema es incluso más complejo si el aumento de capacidad de una VPC se hace a expensas de disminuir la capacidad de otras VPC, ya que tendrían también que hacerse intervenir los CAC de estas otras VPC para comprobar si la reducción de capacidad es compatible con la capacidad necesaria para las VCC ya establecidas.

⁹ Adviértase que definir VPC a velocidad variable de un enlace de VP con reasignación llamada por llamada de capacidad puede ser equivalente a tener las VCC directamente establecidas por el enlace [opción b) descrita en 7.1.2].

Para ver cómo pueden aplicarse estas directrices, las subcláusulas 9.3.1 a 9.3.4 examinan los requisitos de cada una de las aplicaciones enumeradas en 9.1, y 9.3.5 explica cómo tratar con diferentes capacidades de transferencia o clases de QOS cuando el operador desea establecer VPC de red a red.

9.3.1 Servicios portadores basados en las VPC

Esta aplicación sólo exige el uso de VPC de usuario a usuario, que han de describirse mediante descriptores de tráfico, ya que la red ha de poder introducir los parámetros de tráfico declarados. Si no se desea otra aplicación, las VCC no transportadas en VPC de usuario a usuario deben transportarse directamente por los enlaces ATM.

9.3.2 Segregación de redes lógicas superpuestas

Este tipo de aplicaciones se basa en el uso de VPC de red a red, independientemente de su número de enlaces de VP. Requiere que las VCC se transporten por VPC, y no directamente por los enlaces ATM.

Cuando se desean redes superpuestas para conexiones semipermanentes y conmutadas, pueden utilizarse VPC de red a red de DBR, de velocidad constante controlada o de velocidad variable. Por razones de eficacia, será normalmente preferible utilizar VPC de velocidad variable. La reasignación de capacidad llamada por llamada no es apropiada en este caso, ya que implicaría coordinación en tiempo real de los planos de gestión y de control, y evitar esta coordinación es el objetivo principal de esta aplicación.

Si se utilizan redes superpuestas para diferentes operadores, puede ser necesaria una división clara y controlable de la capacidad. En este caso, deben utilizarse VPC de DBR, ya que el atributo de política del conformador así como la propia conformación evitan la interferencia. La reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC podría hacerse por confrontación con los objetivos de esta aplicación.

Debido a la misma razón, si una (VPN) utiliza VPC de red a red o de red a usuario, deben ser VPC de DBR conformadas. Ello evita la necesidad de supervisar las distintas VCC de la VPN e incluso permite al CAC de VPC de red a red o de red a usuario de la VPN estar bajo la responsabilidad del usuario. La reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC es también inapropiada para esta aplicación.

Una opción para tratar diferentes capacidades de transferencia o diferentes clases de QOS es tener, por medio de VPC de red a red, redes lógicas superpuestas que pueden ser, hasta cierto punto, controladas y operadas independientemente. Este objetivo de funcionamiento independiente y por tanto simple se consigue mediante el uso de VPC de DBR conformadas. No se requieren mecanismos de prioridad adicionales en los nodos si las VPC utilizadas para cada clase de QOS se conforman desde su propio comienzo. Además, si se utiliza una VPC de DBR para transportar VCC con servicios ABR o ABT, no se necesitan mecanismos de gestión de recursos adaptativos en los nodos intermedios de la VPC. Esta estrategia es simple (por ejemplo, los recursos necesarios para cada capacidad de transferencia o clase de QOS pueden dimensionarse independientemente), pero no conduce normalmente a las soluciones más eficaces. Pueden obtenerse normalmente soluciones más eficaces transportando las VCC directamente por el enlace ATM y estableciendo mecanismos de prioridad apropiados en los nodos. En esta aplicación, es posible la reasignación de capacidad llamada por llamada, pero esto disminuye el funcionamiento independiente buscado.

En las primeras implementaciones RDSI-BA, puede haber nodos de red sin mecanismos de prioridad para proporcionar diferentes GOS a conexiones de clases de QOS diferente, o sin los mecanismos de gestión adaptativa de recursos requeridos para proporcionar los servicios ABR o ABT. Este problema puede resolverse cruzando estos nodos con VPC de DBR conformadas cuando una VPC determinada sustenta una capacidad de transferencia o clase de QOS. Para esta aplicación, si el nodo de origen de una VPC no es capaz de conformarla, la VPC puede conformarse en un punto intermedio que esté en sentido ascendente a los nodos sin mecanismos de prioridad o de gestión adaptativa de recursos. Puede hacerse, por ejemplo, añadiendo un conformador a la salida de un nodo en el que empieza la VPC.

9.3.3 Reducción de los costes de control

Esta aplicación se basa en el uso de VPC multienlace, que pueden ser VPC de DBR, de velocidad constante no controlada o de velocidad variable. Desde el punto de vista de la eficacia será preferible utilizar VPC de velocidad variable. Las VPC de un enlace de VP no son útiles para esta aplicación; por tanto, se obtiene una mejor eficacia si las VCC no transportadas por VPC multienlace son directamente transportadas por los enlaces ATM. La reasignación llamada por llamada de capacidad de VPC (que sólo afecte a los recursos necesitados por la VPC en su primer enlace ATM) es compatible con esta aplicación.

9.3.4 Flexibilidad de la configuración de red lógica

Esta aplicación tiene los mismos requisitos que la anterior. Sin embargo, aunque pueden efectuarse reconfiguraciones de red lógica con VPC de DBR, de velocidad constante no controlada o de velocidad variable, la tarea de la reconfiguración es más simple si se utilizan VPC de DBR o de velocidad constante no controlada. El operador tiene que decidir para esta aplicación entre la mayor sencillez de las reconfiguraciones proporcionadas por las VPC de DBR o de velocidad constante controlada y la mayor eficacia normalmente proporcionada por las VPC de velocidad variable.

9.3.5 Clases de QOS soporte cuando hay VPC

Las subcláusulas 9.1.2 y 9.3.2 tratan de la utilización de VPC de red a red para dividir los recursos dedicados a diferentes capacidades de transferencia o clases de QOS. El tema aquí tratado es diferente. Consiste en tratar con diferentes capacidades de transferencia o clases de QOS cuando el operador, debido a otras aplicaciones, desea establecer VPC de red a red entre dos nodos: ¿Es más eficaz transportar todas las capacidades de transferencia o clases de QOS en la misma VPC o segregarlas? Han de distinguirse dos casos:

- **VPC de un enlace de VP:** Dado que pueden aplicarse diferentes tratamientos de prioridad a diferentes VCC de la misma VPC, pueden conseguirse soluciones más eficaces transportando todas las VCC en la misma VPC, ya que se reducen así los inconvenientes mencionados en 9.2.
- **VPC de varios enlaces de VP:** En este caso, integrar todas las VCC en la misma VPC evita los inconvenientes de 9.2, pero tiene el problema de que diferentes tratamientos de prioridad a VCC con diferentes objetivos de GOS a nivel de célula sólo pueden proporcionarse en el primer nodo de la VPC. De este modo, los nodos intermedios tienen que proporcionar a la VPC completa los objetivos de calidad de GOS requeridos por las VCC con los requisitos más rigurosos. Segregar las capacidades de transferencia y/o las clases de QOS en diferentes VPC evita el problema, pero tiene los inconvenientes de 9.2. La mejor elección dependerá de la situación. Como tendencia general, la integración de las capacidades de transferencia y/o de las clases de QOS en una VPC puede ser más eficaz si la VPC es de DBR, ya que normalmente no es muy costoso ofrecer objetivos de GOS rigurosos a una VPC con velocidad constante. Por la misma razón, la integración en una VPC de velocidad constante no controlada podría ser eficaz si todas las VCC tienen una CDV moderada, y de este modo la VPC puede definirse con una CDV moderada. Si se utilizan VPC de velocidad variable, la segregación a diferentes VPC podría ser más eficaz. Pero esta tendencia general ha de comprobarse en cada situación considerada.

10 Historial

Esta es la primera edición de la Recomendación E.735.

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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
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 Z	Lenguajes de programación