



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

E.360.4

(05/2002)

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

Plan de encaminamiento internacional

**Encaminamiento orientado a la calidad de
servicio y métodos de ingeniería de tráfico
conexos – Métodos y requisitos de la gestión de
tablas de encaminamiento**

Recomendación UIT-T E.360.4

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE E

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

EXPLOTACIÓN DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES	
Definiciones	E.100–E.103
Disposiciones de carácter general relativas a las Administraciones	E.104–E.119
Disposiciones de carácter general relativas a los usuarios	E.120–E.139
Explotación de las relaciones telefónicas internacionales	E.140–E.159
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.160–E.169
Plan de encaminamiento internacional	E.170–E.179
Tonos utilizados en los sistemas nacionales de señalización	E.180–E.189
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.190–E.199
Servicio móvil marítimo y servicio móvil terrestre público	E.200–E.229
DISPOSICIONES OPERACIONALES RELATIVAS A LA TASACIÓN Y A LA CONTABILIDAD EN EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL	
Tasación en el servicio internacional	E.230–E.249
Medidas y registro de la duración de las conferencias a efectos de la contabilidad	E.260–E.269
UTILIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL PARA APLICACIONES NO TELEFÓNICAS	
Generalidades	E.300–E.319
Telefotografía	E.320–E.329
DISPOSICIONES DE LA RDSI RELATIVAS A LOS USUARIOS	
PLAN DE ENCAMINAMIENTO INTERNACIONAL	E.350–E.399
GESTIÓN DE RED	
Estadísticas relativas al servicio internacional	E.400–E.409
Gestión de la red internacional	E.410–E.419
Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional	E.420–E.489
INGENIERÍA DE TRÁFICO	
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.649
Ingeniería de tráfico para redes con protocolo Internet	E.650–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.360.4

Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos – Métodos y requisitos de la gestión de tablas de encaminamiento

Resumen

Las Recomendaciones de la serie E.360.x describen, analizan y aconsejan métodos que controlan una respuesta de la red a las demandas de tráfico y a otros estímulos, tales como fallos de enlaces o fallos de nodos. Las funciones examinadas y las recomendaciones hechas en relación con la ingeniería de tráfico (TE) son coherentes con la definición que figura en el documento básico del Grupo de Trabajo de ingeniería de tráfico (TEWG) del Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet (IETF):

La ingeniería de tráfico de Internet se ocupa de la optimización del funcionamiento de redes operacionales. Abarca la medición, modelado, caracterización y control del tráfico Internet, y la aplicación de técnicas para lograr objetivos específicos de calidad de funcionamiento, incluidos el movimiento fiable y expedito del tráfico a través de la red, la utilización eficaz de los recursos de red y la planificación de la capacidad de la red.

Los métodos tratados en las Recomendaciones de la serie E.360.x incluyen el encaminamiento de la llamada y de la conexión, la gestión de recursos orientada a la calidad de servicio, la gestión de las tablas de encaminamiento, el encaminamiento de transporte dinámico, la gestión de capacidad y los requisitos operacionales. Algunos de los métodos propuestos en dicha serie se tratan también en las Recomendaciones UIT-T E.170 a E.179 y E.350 a E.359 sobre encaminamiento, E.410 a E.419 sobre gestión de redes y E.490 a E.780 sobre otros aspectos de la ingeniería de tráfico, o están estrechamente relacionados con los métodos propuestos en dichas Recomendaciones.

Los métodos recomendados se han de aplicar a las redes basadas en el protocolo Internet (IP), en el modo de transferencia asíncrono (ATM) y en la multiplexación por división en el tiempo (TDM), así como al interfuncionamiento entre estas tecnologías de red. Esencialmente todos los métodos recomendados se aplican ya de manera generalizada a escala mundial en redes operacionales, en particular en las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) que emplean la tecnología basada en TDM. No obstante, estos métodos han demostrado ser extensibles a tecnologías basadas en paquetes, es decir, a tecnologías IP y ATM, y es importante que las redes que evolucionan hacia el empleo de estas tecnologías de paquetes tengan un conocimiento sólido de los métodos que se han de aplicar. Por consiguiente, el propósito es que los métodos indicados en las Recomendaciones de esta serie sirvan de base para los métodos específicos requeridos y, según sea necesario, para el desarrollo de protocolos en las redes IP, ATM y TDM para implementar estos métodos.

Los métodos expuestos en la presente Recomendación comprenden la gestión del tráfico mediante el control de funciones de encaminamiento, que incluyen la gestión de recursos orientada a la calidad de servicio. Se presentan los resultados de los modelos de análisis que ilustran los compromisos entre diversos métodos. De acuerdo con los resultados de estos estudios y la práctica y experiencia probadas, se recomiendan los métodos que se han de considerar en la evolución de las redes hacia las tecnologías IP, ATM y/o TDM.

Orígenes

La Recomendación UIT-T E.360.4, preparada por la Comisión de Estudio 2 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 16 de mayo de 2002.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2003

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	2
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	2
5 Gestión de tablas de encaminamiento para redes basadas en IP	2
6 Gestión de tablas de encaminamiento para redes basadas en ATM	7
7 Gestión de tabla de encaminamiento para redes basadas en TDM.....	10
8 Requisitos de señalización y de intercambio de información.....	11
8.1 Parámetros de intercambio de información sobre encaminamiento de la llamada (traducción de número a dirección de encaminamiento).....	14
8.2 Parámetros de intercambio de información sobre encaminamiento de la conexión	15
8.3 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de recursos orientada a QoS	16
8.4 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de tablas de encaminamiento.....	16
8.5 Armonización de normas de intercambio de información	18
8.6 Interfaz de programación de aplicación (API, <i>application programming interface</i>) de encaminamiento abierto	18
9 Ejemplos de encaminamiento entre redes.....	18
9.1 La interred E utiliza un método de selección de trayecto mixto	19
9.2 La interred E utiliza un método de selección de un trayecto.....	21
10 Conclusiones/recomendaciones.....	21
Anexo A – Modelado de métodos de ingeniería de tráfico.....	22

Introducción

La gestión de tablas de encaminamiento comprende típicamente la generación automática de tablas de encaminamiento basadas en la topología de red y otra información, tal como estado. La información para la gestión de tablas de encaminamiento, tales como actualización de topología, información de estado o recomendaciones de encaminamiento, se utiliza para aplicar las reglas de diseño de las tablas de encaminamiento con el fin de determinar opciones de trayecto en la tabla de encaminamiento. Esta información es intercambiada entre dos nodos, por ejemplo, entre el nodo de origen (ON, *originating node*) y el nodo de destino (DN, *destination node*), o entre un nodo y un elemento de red, por ejemplo, un procesador de corredor de achura de banda (BBP, *bandwidth-broker processor*). Esta información se utiliza para generar la tabla de encaminamiento y después la tabla sirve para determinar las opciones de trayectos que permiten seleccionar un trayecto.

Esta función de generación automática es habilitada por el intercambio automático de información de enlace, nodo y dirección alcanzable entre los nodos de red. Para obtener la actualización y sincronización automáticas de la base de datos de topología, que es esencial para la gestión de tablas de encaminamiento, las redes basadas en IP y en ATM interpretan ya los mecanismos del protocolo HELLO para identificar enlaces en la red. Para la sincronización de bases de datos de topología, se utiliza la advertencia de estado del enlace (LSA, *link state advertisement*) en las redes basadas en IP y el intercambio de elementos de estado de topología de la interfaz red-red privada (PTSE, *PNNI topology-state-element*) en las redes basadas en ATM, con el fin de proveer automáticamente los nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología. La utilización de un grupo de pares/sistema autónomo para actualizar la topología resulta en un encaminamiento más eficaz y en una administración más fácil, y se logra mejor minimizando el uso de flujos de información de estados de topología (LSA y PTSE) para la información dinámica de estados de topología. En 8.4 se requiere desarrollar un elemento de estado de topología (TSE, *topology state element*) dentro de las redes basadas en TDM. Cuando éste es el caso, los parámetros HELLO y LSA/TSE/PTSE se convertirán en el método normalizado de actualización de topología para interfuncionamiento a través de redes basadas en IP, ATM y TDM.

Se necesitan métodos de actualización de estado en la gestión de tablas de encaminamiento dentro y entre tipos de redes. En las redes basadas en TDM, se utilizan actualizaciones de estado de enlace y/o nodo [E.350], [E.351]. En las redes basadas en IP y en ATM, las actualizaciones de estados son proporcionadas por un mecanismo de flujo de información de estado del enlace. En 8.4 se requiere que se desarrolle un elemento de estado de encaminamiento (RSE, *routing status element*) en las redes basadas en TDM, que será compatible con el elemento de estado de topología PNNI (PTSE) en redes basadas en ATM y con el elemento LSA en redes basadas en IP. Cuando éste es el caso, los parámetros RSE/PTSE/LSA se convertirán en el método normalizado de actualización de estados para interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

En la gestión de tablas de encaminamiento se necesitan también métodos de indagación de estado dentro y entre los tipos de redes. Estos métodos permiten determinar eficazmente la información de estado, en comparación con los mecanismos de flujo de información de estado. Estos métodos de indagación de estado se proporcionan en redes basadas en TDM [E.350], [E.351]. En 8.4 se requiere que se desarrolle un elemento de indagación de encaminamiento (RQE, *routing query element*) dentro de redes basadas en ATM y en IP. Cuando éste es el caso, los parámetros RQE se convertirán en el método normalizado de indagación de estado para interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

Se proponen métodos de encaminamiento recomendados para su utilización en la gestión de tablas de encaminamiento dentro y entre tipos de redes. Por ejemplo, estos métodos proporcionan una base de datos, tal como un BBP, para informar los trayectos recomendados a nodos de red sobre la base de la información de estado disponible en la base de datos. Estos métodos de encaminamiento recomendados se proporcionan en redes basadas en TDM [E.350], [E.351]. En 8.4 se requiere que se desarrolle un elemento de recomendación de encaminamiento (RRE, *routing recommendation element*) en las redes basadas en ATM y en IP. Cuando éste es el caso, los parámetros RRE se convertirán en el método normalizado de indagación de estado para el interfuncionamiento entre redes basadas en TDM, ATM e IP.

Recomendación UIT-T E.360.4

Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos – Métodos y requisitos de la gestión de tablas de encaminamiento

1 Alcance

Las Recomendaciones de la serie E.360.x describen, analizan y aconsejan métodos que controlan una respuesta de la red a las demandas de tráfico y a otros estímulos, tales como fallos de enlaces o fallos de nodos. Las funciones examinadas y las recomendaciones hechas en relación con la ingeniería de tráfico (TE, *traffic engineering*) son coherentes con la definición que figura en el documento básico del Grupo de Trabajo de ingeniería de tráfico (TEWG, *traffic engineering working group*) del Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet (IETF, *Internet engineering task force*):

La ingeniería de tráfico de Internet se ocupa de la optimización del funcionamiento de redes operacionales. Abarca la medición, modelado, caracterización y control del tráfico Internet, y la aplicación de técnicas para lograr objetivos específicos de calidad de funcionamiento, incluidos el movimiento fiable y expedito del tráfico a través de la red, la utilización eficaz de los recursos de red y la planificación de la capacidad de la red.

Los métodos tratados en las Recomendaciones de la serie E.360.x incluyen el encaminamiento de la llamada y de la conexión, la gestión de recursos orientada a la calidad de servicio, la gestión de las tablas de encaminamiento, el encaminamiento de transporte dinámico, la gestión de capacidad y los requisitos operacionales. Algunos de los métodos propuestos en dicha serie se tratan también en las Recomendaciones UIT-T E.170 a E.179 y E.350 a E.353 sobre encaminamiento, E.410 a E.419 sobre gestión de redes y E.490 a E.780 sobre otros aspectos de la ingeniería de tráfico, o están estrechamente relacionados con los métodos propuestos en dichas Recomendaciones.

Los métodos recomendados se han de aplicar a las redes basadas en el protocolo Internet (IP, *Internet protocol*), en el modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*) y en la multiplexación por división en el tiempo (TDM, *time division multiplex*), así como al interfuncionamiento entre estas tecnologías de red. Esencialmente todos los métodos recomendados se aplican ya de manera generalizada a escala mundial en redes operacionales, en particular en las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) que emplean la tecnología basada en TDM. No obstante, estos métodos han demostrado ser extensibles a tecnologías basadas en paquetes, es decir, a tecnologías IP y ATM, y es importante que las redes que evolucionan hacia el empleo de estas tecnologías de paquetes tengan un conocimiento sólido de los métodos que se han de aplicar. Por consiguiente, el propósito es que los métodos indicados en las Recomendaciones de esta serie sirvan de base para los métodos específicos requeridos y, según sea necesario, para el desarrollo de protocolos en las redes IP, ATM y TDM para aplicar estos métodos.

Por tanto, los métodos que figuran en esta serie de Recomendaciones incluyen:

- la gestión de tráfico mediante funciones de control de encaminamiento, que incluyen encaminamiento de la llamada (traducción de número/nombre a dirección de encaminamiento), encaminamiento de la conexión, gestión de recursos orientada a la calidad de servicio, gestión de las tablas de encaminamiento y encaminamiento dinámico de transporte;
- gestión de capacidad, mediante control de diseño de red, incluido el diseño de encaminamiento;
- requisitos operacionales para la gestión del tráfico y de la capacidad, que comprenden la previsión, la supervisión del funcionamiento y el ajuste de la red a corto plazo.

Se presentan los resultados de los modelos de análisis que ilustran los compromisos entre diversos métodos. De acuerdo con los resultados de estos estudios y la práctica y experiencia probadas, se recomiendan los métodos que se han de considerar en la evolución de las redes hacia las tecnologías IP, ATM y/o TDM.

2 Referencias

Véase la cláusula 2/E.360.1.

3 Definiciones

Véase la cláusula 3/E.360.1.

4 Abreviaturas

Véase la cláusula 4/E.360.1.

5 Gestión de tablas de encaminamiento para redes basadas en IP

Las redes basadas en IP generalmente utilizan el protocolo OSPF para el encaminamiento intradominio [RFC2328], [S95] y el protocolo BGP para el encaminamiento entre dominios [RL00], [S95]. OSPF y BGP han sido diseñados para encaminar paquetes de datagramas que transportan tráfico Internet multimedios. Dentro de OSPF, cada nodo IP aplica un mecanismo de intercambio de topología de actualización de estado de enlaces para construir sus propias tablas de encaminamiento por el trayecto más corto. Mediante estas tablas, los nodos IP comparan la dirección IP de destino con la concordancia más larga en la tabla y determinan así el trayecto más corto al destino para cada paquete IP. En el funcionamiento actual de OSPF, este trayecto más corto permanece fijo a menos que se añada o suprima un enlace (por ejemplo, por fallos), y/o un nodo IP entre o abandone la red. No obstante, el protocolo tiene en cuenta posiblemente la aplicación de mecanismos dinámicos de encaminamiento más perfeccionados. Actualmente se está desarrollando el protocolo MPLS como un medio para que las redes IP puedan proporcionar servicios con conexión y encaminamiento orientado a QoS, como sucede con la tecnología de conmutación de capa 2 ATM [RVC99], y se están desarrollando servicios diferenciados (DiffServ) [RFC2475], [ST98] para proporcionar el control de puesta en cola de espera en redes basadas en IP. Los protocolos MPLS y DiffServ proporcionan capacidades esenciales para la gestión de recursos orientada a QoS, como se examina en la Rec. UIT-T E.360.3.

Estos protocolos basados en IP proporcionan:

- a) intercambio de información de estado de nodos y de enlaces;
- b) actualización y sincronización automáticas de bases de datos de topología; y
- c) selección de ruta fija y/o dinámica basada en la información de topología y de estado.

Para la sincronización de la base de datos de topología, cada nodo en una red OSPF/BGP basada en IP intercambia paquetes HELLO con sus vecinos inmediatos y determina así su información de estado local. Esta información de estado incluye la identidad y miembros de grupo de los vecinos inmediatos del nodo, y el estado de sus enlaces a los vecinos. Cada nodo recopila su información de estado en LSA, que son enviados fiablemente a través del sistema autónomo (AS, *autonomous system*), o grupo de nodos que intercambia información de encaminamiento y utilizan un protocolo de encaminamiento común, que es análogo al grupo de pares PNNI utilizado en las redes basadas en ATM. Las LSA se utilizan para enviar información de nodos, información de estado de enlaces e información de alcanzabilidad. Como en el caso de PNNI, una parte de la información de estado de topología es estática y otra parte es dinámica. Para poder disponer de grupos AS más grandes, una red puede utilizar OSPF de manera de minimizar el volumen de flujos de información de estado de

topología dinámica, tal como anchura de banda de enlace disponible, fijando los umbrales a valores que inhiben actualizaciones frecuentes.

Las peticiones de encaminamiento de conexión/atribución de anchura de banda basados en IP y el soporte del encaminamiento orientado a QoS están en proceso de normalización principalmente dentro de las actividades relativas a MPLS y DiffServ [RFC2475], [ST98] en el IETF. Los IGP tales como OSPF son aún aplicables para determinar el encaminamiento en una arquitectura MPLS, pero constituyen sólo una de las muchas capacidades propuestas para aplicar la ingeniería de tráfico (TE) con MPLS. La Rec. UIT-T E.360.1 [ACEWX00] incluye muchos mecanismos de TE, a saber, distribuido, centralizado, fuera de línea, en línea, dependiente del tiempo, dependiente del estado, dependiente del evento, algunos los cuales, aunque no todos, contendrían protocolos de pasarela interior, como OSPF.

Como se describe en la Rec. UIT-T E.360.1, se necesitan varias mejoras para los IGP de estado de enlace tradicionales, tales como OSPF e IS-IS, para que puedan distribuir la información de estado adicional requerida para el encaminamiento basado en restricciones. Esencialmente, estas mejoras requieren la difusión de información adicional en las advertencias de estado de enlace. Concretamente, además de la información normal de estado de enlace, se requiere un IGP mejorado para difundir la información de estado de topología necesaria para el encaminamiento basado en restricciones. Parte de la información adicional de estado de topología incluye atributos de enlace, tales como anchura de banda que puede ser reservada y atributo de clase de recurso de enlace (una propiedad del enlace especificada administrativamente). La realización de MPLS para aplicaciones de ingeniería de tráfico ha comenzado en algunas redes de proveedores de servicio. Un escenario operacional es aplicar MPLS junto con un IGP (IS-IS-TE o OSPF-TE) que soporte extensiones de ingeniería de tráfico, junto con encaminamiento basado en restricciones para cálculos de ruta explícitos, y un protocolo de señalización (por ejemplo, RSVP-TE o CRLDP) para la ejemplificación de trayectos conmutados por etiquetas (LSP).

En los contextos contemporáneos de ingeniería de tráfico MPLS, los administradores de red especifican y configuran atributos de enlace, tales como atributos de anchura de banda máxima que puede ser reservada y atributos de clase de recurso para enlace (interfaces) dentro del dominio MPLS. Un protocolo de estado de enlace que soporta extensiones de TE (IS-IS-TE o OSPF-TE) se utiliza para difundir información sobre topología de red y atributos de enlace a todos los encaminadores en la zona de encaminamiento. Los administradores de red especifican también todos los LSP que han de originar en cada encaminador. Para cada LSP, el administrador de red especifica el nodo de destino y los atributos del LSP que indican los requisitos que han de ser satisfechos durante el proceso de selección de trayecto. Cada encaminador utiliza un proceso de encaminamiento local basado en restricciones para calcular trayectos explícitos para todos los LSP que origina. A continuación, se utiliza un protocolo de señalización para crear los LSP. Mediante la atribución de valores apropiados de anchura de banda a los enlaces y LSP, es posible evitar o mitigar en general la congestión causada por la distribución desigual del tráfico. Para efectuar el encaminamiento basado en restricciones clase por clase para los LSP, los IGP tradicionales (por ejemplo, IS-IS y OSPF) deben proporcionar extensiones para difundir información de recursos clase por clase.

Se han hecho propuestas también para utilizar modelos de política más centralizados destinados a soportar la implementación de TE [WHJ00], [IYBKQ00]. Como se describe en la Rec. UIT-T E.360.1, las consideraciones relativas a TE fuera de línea (y en línea) serían de utilidad limitada si la red no pudiera ser controlada efectivamente para aplicar los resultados de las decisiones de TE y lograr los objetivos deseados de calidad de funcionamiento de red. El aumento de capacidad es una solución poco refinada para los aspectos de ingeniería de tráfico, aunque es simple y puede ser provechosa si la anchura de banda es abundante o barata o si la carga de trabajo de la red lo exige. Sin embargo, la anchura de banda no es siempre abundante y barata, y es posible que la carga de trabajo no requiera siempre capacidad adicional. Los ajustes de las ponderaciones administrativas y otros parámetros asociados con los protocolos de encaminamiento proporcionan un control más

refinado, pero es difícil utilizarlos y son impreciso debido a las interacciones de encaminamiento que se producen a través de la red. En ciertos contextos de red, más flexibles, puede ser apropiado y útil aplicar métodos más refinados que proporcionan un control más preciso de la correspondencia del tráfico con las rutas y de la selección y colocación de rutas. Los mecanismos de control pueden ser manuales (por ejemplo, configuración administrativa), parcialmente automatizados (por ejemplo, guiones) o totalmente automatizados (por ejemplo, sistemas de gestión basados en política). Los mecanismos automatizados se necesitan particularmente en redes grandes. El interfuncionamiento de equipos de múltiples fabricantes puede ser facilitado por la elaboración y aplicación de sistemas de gestión normalizados (por ejemplo, bases de datos de información de gestión (MIB normalizadas) y bases de datos de política (PIB) para soportar las funciones de control requeridas con el fin de tratar los objetivos de ingeniería de tráfico, tales como distribución de la carga y/o protección/restablecimiento.

El MPLS depende de los mecanismos de capa 3 para determinar las rutas LSP, y también de la manera en que las rutas son utilizadas. Es decir, el MPLS no tiene encaminamiento incorporado (está "entre capa 3 y capa 2"). A diferencia de los protocolos de capa 3, el MPLS carece de componentes de direccionamiento y encaminamiento, por lo que tiene que depender de IP, OSPF/BGP, etc. El MPLS no es un protocolo de capa 2 porque no tiene un formato para transmisión de datos, que es un requisito de un protocolo de capa 2. La manera de utilizar extensiones de OSPF/IS-IS, y cómo utilizar capacidades basadas en política, etc., para determinar el encaminamiento MPLS, es un asunto que dependerá de la implementación del fabricante. Lo que está apareciendo es un conjunto de capacidades diferentes para aplicar MPLS/TE de muchas maneras, y los proveedores de servicio pueden establecer requisitos de un "método TE genérico" normalizado, algo así como un CAC genérico en el contexto ATM que se examina a continuación. Estos requisitos de normalización se utilizarían para orientar las implementaciones de los fabricantes en el sentido de los requisitos de los operadores de red y la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes.

Se esbozan las siguientes hipótesis sobre los resultados de estas tendencias de normalización de encaminamiento basado en IP:

- a) Encaminamiento de llamada para soportar funciones de establecimiento de la conexión por cada conexión para determinar la dirección de encaminamiento basada en una traducción de nombre/número, y el uso de un protocolo tal como H.323 [H.323] o el protocolo de iniciación de sesión (SIP, *session initiation protocol*) [RFC2543]. Se supone que el protocolo de encaminamiento de llamada interfunciona con la parte usuario de la RDSI de banda ancha (PU-RDSI) [Q.2761] y los protocolos de control de llamada independiente del portador (BICC, *bearer-independent call control*) [Q.1901] para acomodar el establecimiento y liberación de peticiones de conexión.
- b) Se supone que el encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda para soportar la selección de trayecto portador emplee métodos de selección de trayecto OSPF/BGP en combinación con MPLS. MPLS emplea un protocolo de distribución por etiquetas de encaminamiento con constricciones (CRLDP, *constraint-based routing label distribution protocol*) [J00], [CDFFSV99] o un protocolo de reserva de recursos (RSVP, *resource reservation protocol*) [RFC2205] para establecer trayectos conmutados por etiquetas de encaminamiento con constricciones (CRLSP, *constraint-based routing label switched paths*). La atribución de anchura de banda a los CRLSP es administrada en apoyo de la gestión de recursos orientada a QoS, como se examina en la Rec. UIT-T E.360.3.
- c) El mensaje de petición de etiqueta MPLS (equivalente al mensaje de establecimiento) transporta el parámetro de ruta explícita que especifica los nodos intermedios (VN, *via nodes*) y el nodo de destino (DN) en el CRLSP seleccionado y el parámetro profundidad de búsqueda (DoS, *depth-of-search*) que especifica el umbral de selección de anchura de banda permitido en un enlace.

- d) Se supone que el mensaje de notificación MPLS (equivalente a la liberación) transporta el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible que especifica el retorno de control de la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo de origen (ON), para posible ulterior encaminamiento alternativo con miras a establecer otros CRLSP.
- e) El encaminamiento de control de llamada es coordinado con la petición de conexión/atribución de anchura de banda para el establecimiento de trayecto portador.
- f) La información de alcanzabilidad es intercambiada entre todos los nodos. Para proporcionar una nueva dirección IP, se provee el nodo que da servicio a ese IP. La información de alcanzabilidad es transmitida a todos los nodos en la red utilizando el mecanismo de flujo de información de estado OSPF LSA.
- g) El ON efectúa la traducción de nombre/número de destino, el procesamiento de servicio, y todos los pasos necesarios con miras a determinar la tabla de encaminamiento para la petición de conexión/atribución de anchura de banda a través de la red IP. El ON efectúa una admisión de petición de conexión/atribución de anchura de banda si hay anchura de banda disponible y coloca la petición de conexión/atribución de anchura de banda en un CRLSP seleccionado.

Las redes basadas en IP emplean un método de direccionamiento IP para identificar los puntos extremos de nodo [S94]. Se necesita un mecanismo para traducir las AESA E.164 a direcciones IP de una manera eficaz. Se está trabajando [F00], [B91] en la interconexión entre el direccionamiento IP y la numeración/direccionamiento E.164, en la cual se requiere una base de datos de traducción, basada en la tecnología de sistema de nombre de dominio (DNS, *domain name system*), para convertir direcciones E.164 a direcciones IP. Con esta capacidad, los nodos IP podrán traducir las AESA E.164 directamente y proporcionar así el interfuncionamiento con redes basadas en TDM y ATM, que utilizan numeración y direccionamiento E.164. Si éste es el caso, las AESA E.164 podrían ser un método de direccionamiento normalizado para el interfuncionamiento a través de redes basadas en IP, ATM y TDM.

Como se indica anteriormente, se supone que la selección de trayecto en una red basada en IP emplee OSPF/BGP en combinación con el protocolo MPLS que funciona eficazmente en combinación con el establecimiento de control de llamada de conexiones individuales. En el encaminamiento de capa 3 basado en OSPF, como se ilustra en la figura 1, el ON N1 determina una lista de trayectos más cortos utilizando, por ejemplo, el algoritmo de Dijkstra.

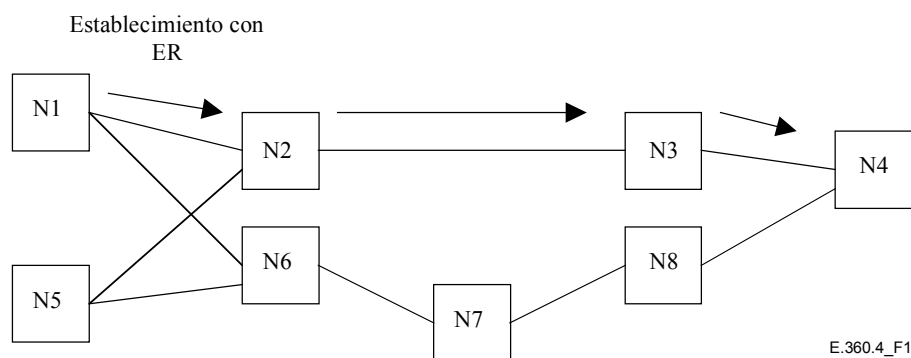


Figura 1/E.360.4 – Ejemplo de encaminamiento IP/MPLS

Esta lista de trayectos podrá ser determinada en base a las ponderaciones administrativas de cada enlace, que son comunicadas a todos los nodos dentro del grupo AS. Estas ponderaciones administrativas pueden ser fijadas, por ejemplo, a $1 + \epsilon \times \text{distancia}$, donde ϵ es un factor que da un peso relativamente menor a la distancia en comparación con el cómputo de tramos. El ON selecciona un trayecto de la lista en base, por ejemplo, a la selección de trayecto FR, TDR,

SDR, o EDR, como se describe en la Rec. UIT-T E.360.2. Así, para establecer un CRLSP por el primer trayecto, el ON N1 envía un mensaje de petición de etiqueta MPLS al VN N2, que a su vez retransmite el mensaje de petición de etiqueta MPLS al VN N3, y finalmente al DN N4. Los VN N2 y N3 y el DN N4 son transferidos en el parámetro ruta explícita (ER, *explicit route*) contenido en el mensaje de petición de etiqueta MPLS. Cada nodo del trayecto lee la información ER, y transfiere el mensaje de petición de etiqueta MPLS al siguiente nodo enumerado en el parámetro ER. Si el trayecto de primera elección está bloqueado en cualquiera de los enlaces del trayecto, se devuelve un mensaje de notificación MPLS con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON, que puede entonces intentar el trayecto siguiente. Si se utiliza FR, este trayecto es el trayecto siguiente en la lista de trayectos más cortos, por ejemplo, el trayecto N1-N6-N7-N8-N4. Si se utiliza TDR, el siguiente trayecto es el siguiente en la tabla de encaminamiento para el periodo de tiempo vigente. Si se utiliza SDR, OSPF aplica un método distribuido de difusión de información de estado de enlace, que es activado periódicamente y/o por el rebasamiento de valores de umbral de estado de carga. Como se describe al principio de esta cláusula, este método de distribución de información de estado de enlace puede requerir muchos recursos y por tanto puede no ser tan eficaz como los métodos de selección de trayecto más sencillos, tales como EDR. Si se utiliza EDR, el siguiente trayecto es el último trayecto satisfactorio, y si ese trayecto no es satisfactorio, se busca otro trayecto alternativo de acuerdo con el método de selección de trayecto EDR.

La información de control de atribución de anchura de banda se utiliza para tomar y modificar atribución de anchura de banda en los LSP, para liberar anchura de banda en los LSP y para adelantar las opciones LSP en la tabla de encaminamiento. Los mensajes existentes de petición (establecimiento) y notificación (liberación) de etiqueta CRLSP existentes, descritos en [J00], pueden ser utilizados con parámetros adicionales para controlar la modificación de anchura de banda de CRLSP, la DoS en un enlace, o el reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible del CRLSP en un ON para ulterior encaminamiento alternativo con miras a buscar anchura de banda adicional en CRLSP alternativos. La selección real de un CRLSP es determinada por la tabla de encaminamiento, y la información de control de CRLSP se utiliza para establecer la elección de trayecto. El intercambio de información hacia adelante se utiliza en el establecimiento y modificación de anchura de banda del CRLSP, e incluye los siguientes parámetros:

- 1) PETICIÓN DE ETIQUETA-ER: El parámetro de ruta explícita (ER) en MPLS especifica cada VN y el DN en el CRLSP y cada VN lo utiliza para determinar el siguiente nodo en el trayecto.
- 2) PETICIÓN DE ETIQUETA-DoS: El parámetro profundidad de búsqueda (DoS) es utilizado por cada VN para comparar el estado de carga en cada enlace de CRLSP con el umbral DoS permitido con el fin de determinar si se admite o bloquea la petición de establecimiento o de modificación de MPLS por ese enlace.
- 3) PETICIÓN DE ETIQUETA-MODIFICACIÓN: El parámetro MODIFICACIÓN es utilizado por cada VN/DN para actualizar los parámetros de tráfico (por ejemplo, velocidad de datos comprometida) por un CRLSP existente para determinar si se admite o bloquea la petición de modificación de MPLS en cada enlace del CRLSP.

El parámetro prioridad de establecimiento sirve como un parámetro DoS en el mensaje PETICIÓN DE ETIQUETA MPLS para controlar la atribución de anchura de banda, las prioridades de puesta en cola de espera y la modificación de anchura de banda en un CRLSP existente [AAFJLLS00].

El intercambio de información hacia atrás se utiliza para liberar una petición de conexión/atribución de anchura de banda en un enlace, tal como de un DN a un VN o de un VN a un ON, e incluye, por ejemplo, el siguiente parámetro:

- 4) NOTIFICACIÓN-BNA: El parámetro anchura de banda no disponible en el mensaje de notificación (liberación) enviado del VN al ON o del DN al ON tiene en cuenta el posible encaminamiento alternativo en el ON para buscar CRLSP alternativos para anchura de banda adicional.

Se ha previsto ya un parámetro anchura de banda no disponible para el mensaje MPLS NOTIFICACIÓN, para que el ON pueda buscar anchura de banda adicional en otros CRLSP.

Con el fin de lograr la actualización y sincronización automáticas de la base de datos de topología, que es esencial para el diseño de tablas de encaminamiento, las redes basadas en IP ya interpretan los mecanismos de protocolo HELLO para identificar enlaces en la red. Para la sincronización de bases de datos de topología, se utiliza el intercambio de OSPF LSA para la provisión automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología. Esta información es intercambiada entre un nodo y otro, y en el caso de OSPF, se utiliza un mecanismo de flujo de información de LSA.

- 5) HELLO: Proporciona la identificación de enlaces entre nodos en la red.
- 6) LSA: Proporciona la actualización automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología.

En resumen, las redes basadas en IP ya incorporan señalización normalizada para las funciones de gestión de tablas de encaminamiento, que incluyen las capacidades ER, HELLO y LSA. Otros requisitos necesarios para soportar la gestión de recursos orientada a QoS son el parámetro DoS y el parámetro MODIFICACIÓN en el mensaje PETICIÓN DE ETIQUETA MPLS, el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible en el mensaje de notificación MPLS, propuesto en [FIA99], [AALJ99], y el soporte de intercambio de información de diseño de tablas de encaminamiento INDAGACIÓN, ESTADO y RECOMENDACIÓN, como se requiere en 8.4. El control de llamada con los protocolos H.323 [H.323] y SIP [RFC2543] tienen que ser coordinados con el control de petición de conexión/atribución de anchura de banda de MPLS CRLSP.

6 Gestión de tablas de encaminamiento para redes basadas en ATM

PNNI es una estrategia normalizada de señalización y encaminamiento dinámico para redes ATM adoptada por el Foro ATM [ATM960055]. PNNI proporciona interfuncionamiento entre equipos de fabricantes diferentes y la aplicación del factor de escala a redes muy grandes. La aplicación del factor de escala es proporcionado por una estructura jerárquica de grupo de pares que permite ocultar o revelar de una manera flexible los detalles de topología de un grupo de pares en los diversos niveles dentro de la estructura jerárquica. Los directores de grupo de pares representan los nodos dentro de un grupo de pares para fines de intercambios de protocolo de encaminamiento en el siguiente nivel más alto. Los nodos frontera tratan interacciones entre niveles en el establecimiento de la llamada. El encaminamiento PNNI comprende dos componentes:

- a) un protocolo de distribución de topología; y
- b) los procedimientos de selección de trayecto y de reencaminamiento automático hacia atrás.

El protocolo de distribución de topología difunde el flujo de información dentro de un grupo de pares. El director del grupo de pares resume la información dentro del grupo de pares y difunde la información de topología resumida al siguiente nivel más alto en la jerarquía, incluida la información de dirección alcanzable global. Cuando el director de grupo de pares recibe la información en el siguiente nivel más alto, la difunde al nivel más bajo en la jerarquía, según proceda. De esta manera, todos los nodos conocen la alcanzabilidad y topología de toda la red.

La selección de trayecto PNNI se basa en el origen, en el cual el ON determina el trayecto de alto nivel a través de la red. El ON efectúa la traducción de número, el cribado, el procesamiento de servicio, y todos los pasos necesarios para determinar la tabla de encaminamiento de la petición de

conexión/atribución de anchura de banda a través de la red ATM. El nodo coloca el trayecto seleccionado en la lista de tránsito designada (DTL, *designated transit list*) y transfiere la DTL al siguiente nodo en el mensaje ESTABLECIMIENTO. El siguiente nodo no tiene que efectuar traducción de número de la parte llamada sino que sólo sigue el trayecto especificado en la DTL. Cuando una petición de conexión/atribución de anchura de banda es bloqueada debido a congestión de red, se envía reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible PNNI al primer nodo ATM del grupo par. El primer nodo ATM puede utilizar entonces el encaminamiento alternativo PNNI después de la capacidad reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible para seleccionar otro trayecto para la petición de conexión/atribución de anchura de banda. Si la red es simple, es decir, todos los nodos tienen el mismo nivel de grupo de pares, el ON controla el trayecto de borde a borde. Si la red tiene más de un nivel de jerarquía, a medida que la llamada avanza de un grupo de pares a otro, el nodo frontera en el nuevo grupo de pares selecciona un trayecto a través de ese grupo de pares hasta el siguiente grupo de pares hacia el destino, según lo determinado por el ON. Eso se repite a través de los niveles de la jerarquía. Si en algún punto la llamada es bloqueada, por ejemplo, cuando la anchura de banda del trayecto seleccionado no está disponible, la llamada es reencaminada hacia atrás al nodo frontera o al ON para ese nivel de la jerarquía y se selecciona un trayecto alternativo. El algoritmo de selección de trayecto no está estipulado en la especificación de PNNI, y cada implementación de ON puede efectuar unilateralmente su propia decisión de selección de trayecto. Como la selección de trayecto se efectúa en un ON, cada ON decide la selección de trayecto utilizando su base de datos de topología local y algoritmo específico, lo que significa que pueden interfuncionar diferentes algoritmos de selección de trayecto de diferentes fabricantes.

En el ejemplo de encaminamiento ilustrado en la figura 1, utilizado ahora para ilustrar PNNI, el ON N1 determina una lista de trayectos más cortos aplicando, por ejemplo, el algoritmo de Dijkstra. Esta lista de trayectos podrá ser determinada en base a las ponderaciones administrativas de cada enlace que son comunicadas a todos los nodos dentro del grupo de pares a través del mecanismo de difusión de flujo de información de PTSE. Estas ponderaciones administrativas pueden ser fijadas, por ejemplo, a $1 + \epsilon \times \text{distancia}$, donde ϵ es un factor que da una ponderación relativamente menor a la distancia en comparación con el cómputo de tramos. El ON selecciona después un trayecto de la lista basado en cualquiera de los métodos descritos en la Rec. UIT-T E.360.2, es decir, FR, TDR, SDR y EDR. Por ejemplo, al utilizar el trayecto de primera elección, el ON N1 envía un mensaje de establecimiento PNNI al VN N2, que a su vez lo retransmite al VN N3, y finalmente al DN N4. Los VN N2 y N3 y el DN N4 son transferidos en el parámetro DTL contenido en el mensaje de establecimiento PNNI. Cada nodo del trayecto lee la información DTL y transfiere el mensaje de establecimiento PNNI al siguiente nodo enumerado en el DTL.

Si el primer trayecto está bloqueado en cualquiera de los enlaces del trayecto, o desborda o está retardado excesivamente en cualquiera de las colas de espera del trayecto, se devuelve un mensaje reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON, que puede entonces intentar el siguiente trayecto. Si se utiliza FR, este trayecto es el siguiente en la lista de trayectos más cortos, por ejemplo, el trayecto N1-N6-N7-N8-N4. Si se utiliza TDR, el siguiente trayecto es el siguiente en la tabla de encaminamiento para el periodo de tiempo vigente. Si se utiliza SDR, PNNI aplica un método distribuido de difusión de flujo de información de estado de enlace, que es activado periódicamente y/o por el rebasamiento de valores de umbral de estado de carga. Como se describe al principio de esta cláusula, este método de distribución de información de estado de enlace puede requerir muchos recursos y de hecho puede no ser más eficaz que los métodos de selección de trayecto más sencillos, tales como EDR. Si se utiliza EDR, el siguiente trayecto es el último trayecto satisfactorio, y si este trayecto no es satisfactorio, se busca otro trayecto alternativo de acuerdo con el método de selección de trayecto EDR.

Se utiliza la información de control de conexión/atribución de anchura de banda en el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda para tomar anchura de banda en enlaces, liberar anchura de banda en enlaces y adelantar opciones de trayecto en la tabla de

encaminamiento. Es posible utilizar los mensajes de establecimiento y liberación de conexión/atribución de anchura de banda existentes [ATM960055] con parámetros adicionales para controlar la modificación de anchura de banda de SVP, la DoS en un enlace o la anchura de banda no disponible de SVP a un ON para ulterior encaminamiento alternativo. La selección real de un trayecto es determinada por la tabla de encaminamiento y la información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para establecer la elección de trayecto. El intercambio de información hacia adelante se emplea en el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda e incluye, por ejemplo, los siguientes parámetros:

- 1) ESTABLECIMIENTO-DTL/ER: El parámetro lista de tránsito designada/ruta explícita (DTL/ER) en PNNI especifica cada VN y el DN en el trayecto, y es utilizado por cada VN para determinar el siguiente nodo del trayecto.
- 2) ESTABLECIMIENTO-DoS: El parámetro DoS es utilizado por cada VN para comparar el estado de carga del enlace con la DoS autorizada con miras a determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda de SVC es admitida o bloqueada en ese enlace.
- 3) PETICIÓN DE MODIFICACIÓN-DoS: El parámetro DoS es utilizado por cada VN para comparar el estado de carga del enlace con la DoS permitida con miras a determinar si la petición de modificación de SVP es admitida o bloqueada en ese enlace.

Se requiere que el parámetro DoS sea transportado en los mensajes PETICIÓN DE MODIFICACIÓN DE SVP y ESTABLECIMIENTO DE SVC, para controlar la atribución de anchura de banda y las prioridades de puesta en cola de espera.

El intercambio de información hacia atrás sirve para liberar una petición de conexión/atribución de anchura de banda en un enlace, tal como desde un DN a un VN o desde un VN a un ON, e incluye los siguientes parámetros:

- 4) LIBERACIÓN-CB: El parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible en el mensaje de liberación es enviado del VN al ON o del DN al ON, y permite el posible ulterior encaminamiento en el ON.
- 5) RECHAZO DE MODIFICACIÓN-BNA: El parámetro anchura de banda no disponible en el mensaje rechazo de modificación es enviado del VN al ON o del DN al ON, y permite el posible ulterior encaminamiento alternativo en el ON para buscar anchura de banda adicional en SVP alternativos.

El reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible de SVC está ya definido para la señalización basada en PNNI. Se propone un parámetro anchura de banda no disponible en el mensaje RECHAZO DE MODIFICACIÓN DE SVP para que el ON busque anchura de banda adicional en otros SVP.

Para lograr la actualización y sincronización automáticas de la base de datos de topología, que es esencial para el diseño de las tablas de encaminamiento, las redes basadas en ATM interpretan ya los mecanismos del protocolo HELLO para identificar enlaces en la red. Para la sincronización de bases de datos de topología, se utiliza el intercambio de PTSE para la provisión automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología. Esta información es intercambiada entre dos nodos, y en el caso de PNNI se utiliza un mecanismo de difusión de flujo de información PTSE.

- 6) HELLO: Proporciona la identificación de enlaces entre nodos en la red.
- 7) PTSE: Proporciona la actualización automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología.

En resumen, las redes basadas en ATM incorporan ya señalización y mensajería normalizadas directamente aplicables al encaminamiento, lo que incluye las capacidades DTL, reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible, HELLO y PTSE. Se está avanzando en el trabajo relativo a las capacidades de protocolo ATM [ATM000102], [AM99] para soportar la

gestión de recursos orientada a QoS, que comprende el parámetro DoS en los mensajes ESTABLECIMIENTO DE SVC y PETICIÓN DE MODIFICACIÓN DE SVP, el parámetro anchura de banda no disponible en el mensaje RECHAZO DE MODIFICACIÓN DE SVP y el intercambio de información de diseños de tablas de encaminamiento INDAGACIÓN, ESTADO y RECOMENDACIÓN, como se indica en 8.4.

7 Gestión de tabla de encaminamiento para redes basadas en TDM

Las redes vocales/RDSI basadas en TDM han evolucionado hacia varios métodos de encaminamiento dinámico, que son ampliamente utilizados e incluyen TDR, SDR e implementaciones EDR [A98]. TDR comprende encaminamiento dinámico no jerárquico (DNHR, *dynamic non-hierarchical routing*), utilizado en la red FTS-2000 del Gobierno de Estados Unidos de América. SDR comprende encaminamiento dinámicamente controlado (DCR, *dynamically controlled routing*), utilizado en las redes Stentor Canada, Bell Canada, MCI y Sprint, y el encaminamiento de red en tiempo real (RTNR, *real-time network routing*), utilizado en la red AT&T. EDR es el encaminamiento alternativo dinámico (DAR, *dynamic alternate routing*) utilizado en la red British Telecom y STT es utilizado en la red AT&T.

Los protocolos de encaminamiento de llamada en redes basadas en TDM se describen en [Q.1901] para BICC y en [Q.2761] para el protocolo de señalización PU-RDSI de banda ancha. A continuación se resume el intercambio de información requerido entre elementos de red para implementar los métodos de selección de trayecto basado en TDM, que incluyen la información de control de conexión requerida para el establecimiento de la conexión, la información de diseño de tablas de encaminamiento requerida para la generación de tablas de encaminamiento y la información de actualización de topología requerida para la actualización y sincronización automáticas de bases de datos de topología.

La información de gestión de tablas de encaminamiento se utiliza para aplicar las reglas de diseño de tablas de encaminamiento con miras a determinar opciones de trayecto en la tabla de encaminamiento. Esta información es intercambiada entre dos nodos, por ejemplo, entre el ON y el DN, o entre un nodo y un elemento de red, como un BBP. Esta información se usa para generar la tabla de encaminamiento, que a su vez se utiliza después para determinar las opciones de trayecto empleadas en la selección de un trayecto. Para esta función se consideran los siguientes mensajes:

- 1) INDAGACIÓN: Proporciona una petición de estado de ON a DN, o de ON a enlace y/o nodo BBP.
- 2) ESTADO: Proporciona información de estado de ON/VN/DN a BBP o de DN a enlace y/o nodo ON.
- 3) RECOMENDACIÓN: Proporciona una recomendación de encaminamiento de BBP a ON/VN/DN.

Estos mensajes de intercambio de información son utilizados ya en implementaciones basadas en TDM no normalizadas, y tienen que ser ampliados a entornos de red basadas en TDM normalizados.

Para lograr la actualización y sincronización automáticas de la base de datos de topología, que es esencial para el diseño de tablas de encaminamiento, las redes basadas en TDM tienen que interpretar en los nodos pasarela los mecanismos del protocolo HELLO de redes basadas en ATM e IP para identificar enlaces en la red, como se indica anteriormente para las redes basadas en ATM. Para la sincronización de bases de datos de topología se necesita también un mecanismo análogo al intercambio de PTSE, expuesto anteriormente, que proporciona automáticamente nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología.

La información de control de selección de trayecto y de gestión de recursos orientada a QoS se utiliza en el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda para tomar anchura de banda en enlaces, liberar anchura de banda en enlaces y adelantar opciones de trayecto en la tabla

de encaminamiento. Es posible usar los mensajes de establecimiento y liberación de la conexión/atribución de anchura de banda existentes, descritos en las Recomendaciones UIT-T Q.71 y Q.2761, con parámetros adicionales para controlar la selección de trayecto, la DoS en un enlace o el reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible a un ON con miras al encaminamiento alternativo ulterior. La selección real de un trayecto es determinada por la tabla de encaminamiento, y la información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para establecer la opción de trayecto.

El intercambio de información hacia adelante se emplea en el establecimiento de conexión/atribución de anchura de banda e incluye los siguientes parámetros:

- 4) ESTABLECIMIENTO-DTL/ER: El parámetro lista de tránsito designada/ruta explícita (DTL/ER) especifica cada VN y el DN en el trayecto, y es utilizado por cada VN para determinar el siguiente nodo del trayecto.
- 5) ESTABLECIMIENTO-DoS: El parámetro DoS es utilizado por cada VN para comparar el estado de carga del enlace con la DoS autorizada con miras a determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace.

En la PU-RDSI de banda ancha estos parámetros podrán ser transportados en el mensaje de dirección inicial (IAM, *initial address message*).

El intercambio de información hacia atrás se utiliza para liberar una asignación de conexión/anchura de banda en un enlace, tal como de un DN a un VN o de un VN a un ON, e incluye el siguiente parámetro:

- 6) LIBERACIÓN-CB: El parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible en el mensaje de liberación es enviado del VN al ON o del DN al ON y permite el ulterior encaminamiento alternativo en el ON.

En la señalización de la PU-RDSI de banda ancha este parámetro podrá ser transportado en el mensaje LIBERACIÓN.

8 Requisitos de señalización y de intercambio de información

El cuadro 1 resume los métodos de señalización e intercambio de información requeridos soportados en cada tecnología de encaminamiento que tienen que ser soportados a través de los diferentes tipos de redes. El cuadro 1 contiene:

- a) los parámetros de intercambio de información requeridos, mostrados en tipo de letra normal, para soportar los métodos de encaminamiento; y
- b) las normas requeridas, mostradas en tipo de letra negritas, para soportar los parámetros de intercambio de información.

Cuadro 1/E.360.4 – Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento (las normas requeridas aparecen en negritas)

Método de encaminamiento		Tecnología de red (origen de normas)				
		RTPC/basada en TDM (Recomendaciones UIT-T)	Basada en ATM (Normas ATMF)	Basada en IP (Normas IETF)	RTPC/basada en TDM (Normas armonizadas)	RTPC/basada en IP (Normas armonizadas)
Encaminamiento de llamada (Traducción de número/nombre a dirección de encaminamiento)		E.164-ADR, INRA E.164, E.191, E.351, E.353 Cláusula 8.1	E.164-AESA, CIC UNI, PNNI, AINI	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC Cláusula 8.1	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC Cláusula 8.1	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC Cláusula 8.1
Encaminamiento de conexión	Encaminamiento fijo	DTL/ER, CBK/BNA E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.2	DTL, CBK UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	ER, BNA OSPF, BGP, MPLS	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2
	Encaminamiento dependiente del tiempo	DTL/ER, CBK/BNA E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2
	Encaminamiento dependiente del estado	DTL/ER, CBK/BNA E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.2	DTL, CBK UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	ER, BNA OSPF, BGP, MPLS	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2
	Encaminamiento dependiente del evento	DTL/ER, CBK/BNA E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2	DTL/ER, CBK/BNA Cláusula 8.2

Cuadro 1/E.360.4 – Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento (las normas requeridas aparecen en negritas)

Método de encaminamiento		Tecnología de red (origen de normas)				
		RTPC/basada en TDM (Recomendaciones UIT-T)	Basada en ATM (Normas ATMF)	Basada en IP (Normas IETF)	RTPC/basada en TDM (Normas armonizadas)	RTPC/basada en IP (Normas armonizadas)
Gestión de recursos orientada a QoS	Asignación y protección de anchura de banda (BW)	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD E.351 Cláusula 8.3	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD OSPF, BGP, MPLS	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD Cláusula 8.3	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD Cláusula 8.3
	Encaminamiento con prioridad	DoS E.351 Cláusula 8.3	DoS UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	DoS OSPF, BGP, MPLS	DoS Cláusula 8.3	DoS Cláusula 8.3
	Puesta en cola con prioridad	N/A	DIFFSERV UNI, PNNI, AINI, MODIFICAR BW	DIFFSERV DIFFSERV, OSPF, BGP, MPLS	DIFFSERV Cláusula 8.3	DIFFSERV Cláusula 8.3
Gestión de tablas de encaminamiento	Actualización de topología	HELLO, TSE E.351 Cláusula 8.4	HELLO, PTSE UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	HELLO, LSA OSPF, BGP, MPLS	HELLO, TSE Cláusula 8.4	HELLO, TSE Cláusula 8.4
	Actualización de estado	RSE E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.4	PTSE UNI, PNNI, AINI, MODIFICACIÓN BW	LSA OSPF, BGP, MPLS	RSE Cláusula 8.4	RSE Cláusula 8.4
	Indagación de estado	RQE E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.4	RQE Cláusula 8.4	RQE Cláusula 8.4	RQE Cláusula 8.4	RQE Cláusula 8.4
	Encaminamiento recomendado	RRE E.170, E.350, E.351 Cláusula 8.4	RRE Cláusula 8.4	RRE Cláusula 8.4	RRE Cláusula 8.4	RRE Cláusula 8.4

Estos parámetros y métodos de intercambio de información son necesarios dentro de cada tipo de red y para el interfuncionamiento entre tipos de redes diferentes. Por tanto, se requiere que todos los parámetros de intercambio de información identificados en el cuadro 1 sean soportados por las normas identificadas en el cuadro, para cada una de las cinco tecnologías de red. Es decir, se requiere que se elaboren normas para todos los parámetros de intercambio de información no sustentados actualmente, que se indican en el cuadro 1 como referencias a cláusula de la presente Recomendación. Esto asegurará la compatibilidad de intercambio de información en el interfuncionamiento de redes basadas en TDM, ATM e IP como se indica en las tres columnas de tecnología de red a la izquierda. Para soportar este interfuncionamiento de intercambio de información a través de tipos de redes diferentes, se requiere además que el intercambio de información en la interfaz sea compatible a través de los tipos de redes diferentes. La normalización de los métodos de encaminamiento de información y de los parámetros de intercambio de información requeridos soporta también los casos de tecnología de red en las dos columnas a la derecha del cuadro 1, en las cuales las RTPC incorporan tecnología basada en ATM o en IP.

En primer lugar se examinan los métodos de encaminamiento identificados en las filas del cuadro 1 y después la armonización del intercambio de información basada en RTPC/ATM y en RTPC/IP, identificadas en las columnas 4 y 5 del cuadro 1. En 8.1 a 8.4 se describen, respectivamente, el encaminamiento de llamada (traducción de número a dirección de encaminamiento), el encaminamiento de la conexión, la gestión de recursos orientada a QoS y los parámetros de intercambio de información relativa a la gestión de tablas de encaminamiento requeridos en el cuadro 1. En 8.5 se examina la armonización de normas de métodos de encaminamiento para los dos casos de tecnología en las dos columnas a la derecha del cuadro 1, en cuyos casos las RTPC incorporan tecnologías basadas en ATM o en IP.

8.1 Parámetros de intercambio de información sobre encaminamiento de la llamada (traducción de número a dirección de encaminamiento)

Como se indica anteriormente, en la presente Recomendación se supone la separación de la señalización de conexión/control de atribución de anchura de banda para el establecimiento de canal portador. Los protocolos de señalización de control de llamada se describen, por ejemplo, en [Q.2761] para el protocolo de señalización de la PU-RDSI de banda ancha, en [Q.1901] para BICC, en [H.323] para el protocolo H.323, en [RFC2805], [GR99] para el protocolo de control de pasarela de medios (MEGACO) y en [RFC2543] para SIP. Entre los protocolos de control de conexión cabe citar [Q.2761] para la señalización PU-RDSI de banda ancha, [ATM960055] para la señalización PNNI, [ATM960061] para la señalización UNI, [ATM000148], [DN99] para la señalización SVP y [J00], [ABGLSS00] para la señalización MPLS.

Como se indica en la Rec. UIT-T E.360.2, la traducción de número/nombre debe resultar en las direcciones AESA E.164, INRSA, y/o IP. Es necesario proveer el transporte de direcciones AESA E.164, INRA e IP en el IE de establecimiento de la conexión. Además, se requiere transportar un código de identificación de llamada (CIC, *call identification code*) en los IE de establecimiento de conexión, de control de llamada y de control de portador para correlacionar el establecimiento de control de llamada con el establecimiento de control de portador [ATM000146]. El transporte de estos parámetros adicionales en los IE de establecimiento de conexión de la parte usuario de la RDSI de banda ancha (PU-RDSI) del sistema de señalización N.º 7 (SS7, *signalling system No. 7*) se especifica en el protocolo BICC [Q.1901].

Como se muestra en el cuadro 1, se requiere proveer el transporte de direcciones AESA E.164, INRA e IP en el IE de establecimiento de conexión. En particular, se requiere desarrollar elementos de direcciones AESA E.164, INRA e IP dentro de redes basadas en IP y en RTPC/IP. Es necesario elaborar métodos de traducción de número/encaminamiento soportados por estos parámetros para redes basadas en IP y RTPC/IP. Cuando éste es el caso, las direcciones AESA E.164, INRA e IP serán el método de direccionamiento normalizado para interfuncionamiento a través de las redes basadas en TDM, ATM e IP.

8.2 Parámetros de intercambio de información sobre encaminamiento de la conexión

La información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para tomar anchura de banda en enlaces de un trayecto, para liberar anchura de banda en enlaces de un trayecto y para adelantar opciones de trayecto en la tabla de encaminamiento. Es posible usar los IE de establecimiento de conexión/atribución de anchura de banda y de liberación de conexión, descritos en [Q.2761], [ATM960055], [ATM960061], [ATM000148] y [J00] con parámetros adicionales para controlar el encaminamiento por trayectos SVC/SVP/CRLSP, los umbrales de atribución de anchura de banda DoS y el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible, con el fin de permitir el ulterior encaminamiento alternativo. La selección real de un trayecto es determinada por la tabla de encaminamiento y la información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para establecer la elección de trayecto.

Se puede implementar el encaminamiento de origen mediante el uso de métodos de señalización de control de conexión/atribución de anchura de banda que emplean el parámetro DTL o ER en el IE de establecimiento de la conexión (IAM, ESTABLECIMIENTO, PETICIÓN DE MODIFICACIÓN y PETICIÓN DE ETIQUETA) y el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás (CBK, *crankback*)/anchura de banda no disponible (BNA, *bandwidth-not-available*) en el IE de liberación de la conexión (LIBERACIÓN, RECHAZO DE MODIFICACIÓN y NOTIFICACIÓN). El parámetro DTL o ER especifica todos los VN y DN del trayecto, determinados por el ON, y el parámetro reencaminamiento hacia atrás/anchura de banda no disponible permite que un VN devuelva el control de la petición de conexión al ON para ulterior encaminamiento alternativo.

El intercambio de información hacia adelante se utiliza en el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda e incluye los siguientes parámetros:

- 1) Parámetro de establecimiento con lista de tránsito designada/ruta explícita (DTL/ER): El parámetro DTL en PNNI o el parámetro ER en MPLS especifica cada VN y el DN en el trayecto, y cada VN lo utiliza para determinar el siguiente nodo en el trayecto.

El intercambio de información hacia atrás se emplea para liberar una petición de conexión/atribución de anchura de banda en un enlace, tal como de un DN a un VN, o de un VN a un ON y se requieren los siguientes parámetros:

- 2) Liberación con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible (CBK/BNA): El parámetro CBK/BNA en el IE de liberación de conexión es enviado desde el VN al ON o desde el DN al ON, y permite el posible ulterior encaminamiento alternativo en el ON.

Es necesario incluir el parámetro CBK/BNA (según proceda) en el IE LIBERACIÓN para redes basadas en TDM, el IE LIBERACIÓN DE SVC y RECHAZO DE MODIFICACIÓN DE SVP para redes basadas en ATM y el IE NOTIFICACIÓN DE MPLS para redes basadas en IP. Estos parámetros se utilizan para que el ON pueda buscar anchura de banda adicional en otros SVC/SVP/CRLSP.

Como se muestra en el cuadro 1, se requiere desarrollar los elementos DTL/ER y CBK/BNA en redes basadas en TDM, que sean compatibles con el elemento DTL en redes basadas en ATM y el elemento ER en redes basadas en IP. Es necesario elaborar métodos de selección de trayecto [E.350], [E.351] soportados por estos parámetros para redes basadas en TDM. Además, se requiere elaborar métodos de selección de trayectos TDR y EDR soportados por estos parámetros para redes basadas en ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando éste es el caso, los parámetros DTL/ER y CBK/BNA serán el método de selección de trayecto normalizado para interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

8.3 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de recursos orientada a QoS

La información sobre gestión de recursos orientada a QoS se utiliza para proporcionar prioridad a los servicios diferenciados en la toma de anchura de banda por enlaces de un trayecto y también para proporcionar prioridad a los recursos de puesta en cola. Se requieren los siguientes parámetros:

- 3) Establecimiento con parámetros QoS (QoS-PAR, *QoS parameters*): Los parámetros QoS-PAR comprenden umbrales de QoS, tales como retardo de transferencia, variación de retardo y pérdida de paquetes. Cada VN utiliza estos parámetros para comparar la QoS del enlace con el umbral de QoS solicitado para determinar si se admite o se bloquea en ese enlace la petición de conexión/atribución de anchura de banda.
- 4) Establecimiento con parámetros de tráfico (TRAF-PAR, *traffic parameters*): Los parámetros TRAF-PAR comprenden parámetros de tráfico tales como velocidades binarias promedio, máxima y mínima. Cada VN utiliza estos parámetros para comparar las características de tráfico del enlace con los umbrales TRAF-PAR solicitados con el fin de determinar si se admite o bloquea en ese enlace la petición de conexión/atribución de anchura de banda.
- 5) Establecimiento con el parámetro profundidad de búsqueda (DoS): Cada VN utiliza este parámetro para comparar el estado de carga del enlace con la DoS permitida con el fin de determinar si se admite o bloquea por ese enlace la petición de conexión/atribución de anchura de banda.
- 6) Establecimiento con el parámetro modificar (MOD): Cada VN utiliza este parámetro para comparar los parámetros de tráfico modificados en un SVP/CRLSP existente con el fin de determinar si se admite o bloquea por ese enlace la petición de modificación.
- 7) Parámetros servicios diferenciados (DIFFSERV, *differentiated services*): El parámetro DIFFSERV se utiliza en redes basadas en ATM y en IP para soportar la puesta en cola con prioridad. Se utiliza en las colas asociadas con cada enlace para designar la prioridad relativa y la política de gestión para cada cola.

Hay que incluir (según proceda) los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DTL/ER, DoS, MOD y DIFFSERV en el mensaje inicial de dirección (IAM) para redes basadas en TDM, los IE ESTABLECIMIENTO DE SVC/SVP y PETICIÓN DE MODIFICACIÓN DE SVP para redes basadas en ATM, y el IE PETICIÓN DE ETIQUETA MPLS para redes basadas en IP. Estos parámetros se utilizan para controlar el encaminamiento, la atribución de anchura de banda y las prioridades de encaminamiento/puesta en cola.

Como se muestra en el cuadro 1, hay que desarrollar los elementos QoS-PAR y TRAF-PAR en las redes basadas en TDM para soportar la asignación y protección de anchura de banda, que sea compatible con los elementos QoS-PAR y TRAF-PAR en las redes basadas en ATM y en IP. Además, hay que desarrollar el elemento DoS en las redes basadas en TDM, que sea compatible con el elemento DoS en las redes basadas en ATM y en IP. Por último, hay que desarrollar el elemento DIFFSERV en las redes basadas en ATM y en IP para soportar la puesta en cola con prioridad. Asimismo, hay que desarrollar métodos de gestión de recursos orientada a QoS soportado por estos parámetros para las redes basadas en TDM. Cuando éste es el caso, los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV serán los métodos normalizados de gestión de recursos orientada a QoS para el interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

8.4 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de tablas de encaminamiento

La información de gestión sobre tablas de encaminamiento se utiliza para aplicar las reglas de diseño de tablas de encaminamiento con miras a determinar las elecciones de trayecto en la tabla de encaminamiento. Esta información es intercambiada entre dos nodos, por ejemplo, entre el ON y el DN, o entre un nodo y un elemento de red, como un BBP, y se usa para generar la tabla de

encaminamiento que, a su vez, se emplea después para determinar las opciones de trayecto utilizadas en la selección de un trayecto.

Para lograr la actualización y sincronización automáticas de la base de datos de topología, que es esencial para el diseño de tablas de encaminamiento, las redes basadas en ATM y en IP interpretan ya los mecanismos de protocolo HELLO para identificar enlaces en la red. Para la sincronización de bases de datos de topología, se utiliza el intercambio de PTSE en redes basadas en ATM y LSA en redes basadas en IP con el fin de proporcionar automáticamente nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología. Para esta función se requieren los siguientes parámetros:

- 8) Parámetro HELLO: Proporciona la identificación de enlaces entre nodos en la red.
- 9) Parámetro de elemento de estado de topología (TSE): Proporciona la actualización automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología.

Estos parámetros de intercambio de información son aplicados ya en las redes basadas en ATM y en implementaciones de red basada en IP y hay que ampliarlos a los entornos de redes basadas en TDM.

Se necesitan los siguientes parámetros para la función de indagación de estado y recomendación de encaminamiento:

- 10) Parámetro elemento de indagación de encaminamiento (RQE): Proporciona una petición de estado de enlace de ON a DN o de ON a BBP y/o de nodo.
- 11) Parámetro elemento de estado de encaminamiento (RSE): Proporciona información de estado de enlace de nodo a BBP o de DN a ON y/o de nodo.
- 12) Parámetro elemento de recomendación de encaminamiento (RRE): Proporciona una recomendación de encaminamiento de BBP a nodo.

Estos parámetros de intercambio de información están siendo normalizados en las Recomendaciones UIT-T E.350 y E.351 [E.350], [E.351] y hay que ampliarlos a entornos de redes basadas en ATM y en IP.

Como se muestra en el cuadro 1, hay que desarrollar un parámetro TSE en las RTPC basadas en TDM. Es necesario elaborar métodos de encaminamiento de actualización de topología soportados por estos parámetros para redes basadas en RTPC/TDM. Cuando éste es el caso, los parámetros HELLO y TSE/PTSE/LSA serán el método normalización de actualización de topología para el interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 1, hay que desarrollar un parámetro RSE en las redes basadas en TDM, que sea compatible con el parámetro PTSE en las redes basadas en ATM y el parámetro LSA en las redes basadas en IP. Es necesario también elaborar métodos de encaminamiento de actualización de estado [E.350], [E.351] soportados por estos parámetros para redes basadas en TDM. Cuando éste es el caso, los parámetros RSE/PTSE/LSA serán el método normalizado de actualización de estado para el interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 1, hay que desarrollar un parámetro RQE en redes basadas en ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Es necesario elaborar métodos de encaminamiento de indagación de estado soportados por estos parámetros para redes basadas en ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando éste es el caso, los parámetros RQE serán el método normalizado de indagación de estado para el interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 1, hay que desarrollar un parámetro RRE en las redes basadas en ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Es necesario también elaborar métodos de recomendación de encaminamiento soportados por estos parámetros para las redes basadas en ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando éste es el caso, los parámetros RRE serán el método normalizado de indagación de estado para el interfuncionamiento a través de redes basadas en TDM, ATM e IP.

8.5 Armonización de normas de intercambio de información

Es necesario armonizar las normas de intercambio de información para los dos casos de tecnología en las dos columnas a la derecha del cuadro 1, en las cuales las RTPC incorporan tecnología basada en ATM o en IP. Por ejemplo, las normas armonizadas se relacionan con el caso cuando las RTPC, por ejemplo, las redes B y C de la figura 3/E.360.1, incorporan tecnología basada en IP o en ATM. Suponiendo que la red B es una RTPC que incorpora tecnología IP, hay que aplicar métodos de encaminamiento establecidos e intercambio de información compatible, lo cual repercutirá sobre las recomendaciones del UIT-T y de IETF que se aplican a las funciones de encaminamiento e intercambio de información.

Es preciso efectuar contribuciones al IETF y al Foro ATM para tratar:

- a) la funcionalidad necesaria de traducción de número/encaminamiento, que incluye el soporte de los parámetros de dirección de encaminamiento de red internacional y de dirección IP;
- b) la funcionalidad necesaria de intercambio de información sobre gestión de tablas de encaminamiento, que incluye métodos de indagación de estado y de recomendación de encaminamiento;
- c) la funcionalidad necesaria de intercambio de información sobre selección de trayecto, que incluye encaminamiento dependiente del tiempo y encaminamiento dependiente del evento.

8.6 Interfaz de programación de aplicación (API, *application programming interface*) de encaminamiento abierto

Se está trabajando en la elaboración de interfaces de programación de aplicación (API) para permitir el control de elementos de red a través de interfaces abiertas disponibles a aplicaciones individuales. Las API permiten que las aplicaciones accedan y controlen funciones de red, incluida la política de encaminamiento, según sea necesario, de acuerdo con las funciones de aplicaciones específicas. Los parámetros de API bajo el control de la aplicación, tales como los especificados por ejemplo en [PARLAY], son independientes de los protocolos soportados dentro de la red, por lo que pueden proporcionar un lenguaje y un marco comunes a través de distintas tecnologías de red, como TDM, ATM e IP.

Los parámetros de gestión de conectividad de señalización/intercambio de información especificados en esta cláusula que tienen que ser controlados a través de una interfaz de aplicación abarcan QoS-PAR, TRAF-PAR, DTL/ER, DoS, MOD, DIFFSERV, E.164-AESA, INRA, CIC y quizás otros. Los parámetros de señalización/política de encaminamiento de intercambio de información especificados en esta cláusula que tienen que ser controlados a través de una interfaz de aplicación abarcan TSE, RQE, RRE y quizás otros. Estos parámetros tienen que ser especificados dentro de la interfaz API abierta para la funcionalidad de encaminamiento, y de esta manera las aplicaciones podrán acceder y controlar la funcionalidad de encaminamiento dentro de la red con independencia del protocolo o protocolos de encaminamiento utilizados en la red.

9 Ejemplos de encaminamiento entre redes

En esta cláusula se considera una red formada por varias subredes que utilizan diferentes protocolos de encaminamiento. Como se ilustra en la figura 2, se considera una red con cuatro subredes indicadas como A, B, C y D, y cada red utiliza un protocolo de encaminamiento diferente. En este ejemplo, la red A es una red basada en ATM que utiliza selección de trayecto PNNI EDR, la red B es una red basada en TDM que utiliza selección de trayecto SDR periódico centralizado, la red C es una red basada en IP que utiliza selección de trayecto MPLS EDR y la red D es una red basada en TDM que utiliza selección de trayecto TDR. La interred E es definida por los nodos sombreados en la figura 2 y es una red virtual en la que se efectúa realmente el interfuncionamiento entre las redes A, B, C y D.

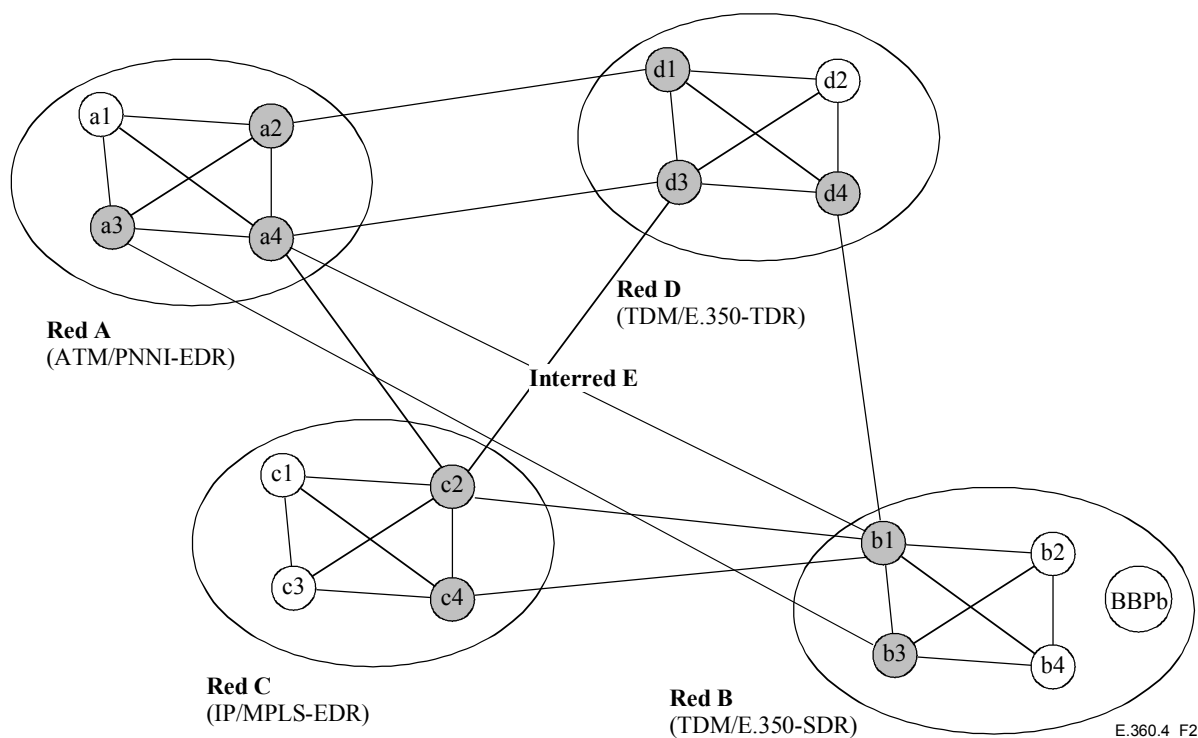


Figura 2/E.360.4 – Ejemplo de un escenario de encaminamiento entre redes

BBPb indica un procesador de corredor de anchura de banda en la red B para un método SDR periódico centralizado. El conjunto de nodos sombreados es la interred E para encaminar peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las redes A, B, C y D.

9.1 La interred E utiliza un método de selección de trayecto mixto

La interred E puede aplicar varios métodos de selección de trayecto para entregar peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las subredes A, B, C y D. Por ejemplo, la interred E puede usar un método de selección de trayecto mixto en el cual cada nodo de la interred E utiliza el método de selección de trayecto aplicado en su propia subred. Considérese una petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo a1 de la red A al nodo b4 de la red B. El nodo a1 pasa primero la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo a3 o al nodo a4 de la red A y al hacerlo así utiliza la selección de trayecto EDR. A ese respecto, el nodo a1 intenta primero encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace directo a1-a4, y suponiendo que la anchura de banda de ese enlace a1-a4 no está disponible, selecciona después el trayecto satisfactorio vigente a1-a3-a4 y encamina la petición al nodo a4 por el nodo a3. Al hacerlo así, el nodo a1 y el nodo a3 ponen el parámetro DTL/ER (que identifica el ON a1, el VN a3 y el DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

El nodo a4 procede al encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b1 en la subred B utilizando la selección de trayecto EDR. A ese respecto, el nodo a4 intenta primero encaminar la petición por el enlace directo a4-b1, y suponiendo que la anchura de banda del enlace a4-b1 no esté disponible, selecciona después el trayecto satisfactorio vigente a4-c2-b1 y encamina la petición al nodo b1 por el nodo c2. Al hacerlo así, el nodo a4 y el nodo c2 ponen el parámetro DTL/ER (que identifica el ON a4, el VN c2 y el DN b1) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Si el nodo c2 encuentra que el enlace c2-b1 no tiene suficiente anchura de banda disponible, devuelve el control de la petición al nodo a4 utilizando el parámetro CBK/BNA en el IE de liberación de conexión. Si el nodo a4 encuentra que el enlace d4-b1 tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo de acuerdo con el parámetro RSE en el IE de respuesta de estado del nodo b1, entonces el nodo a4 podrá intentar el trayecto a4-d3-d4-b1 al nodo b1. En ese caso, el nodo a4 encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo d3 por el enlace a4-d3 y se envía al nodo d3 el parámetro DTL/ER (que identifica al ON a4, al VN d3, al VN d4 y al DN b1) y el parámetro DoS en el IE de establecimiento de conexión. En ese caso, el nodo d3 trata de tomar la anchura de banda en reposo del enlace d3-d4, y suponiendo que hay suficiente anchura de banda en reposo, encamina la petición al nodo d4 con el parámetro DTL/ER (que identifica al ON a4, al VN d3, al VN d4 y al DN b1) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión. El nodo d4 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace d4-b1 al nodo b1, que según ya se ha determinado tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo. Si, por otra parte, no hay suficiente anchura de banda en reposo en d4-b1, el nodo d3 devuelve el control de la llamada al nodo a4 utilizando un parámetro CBK/BNA en el IE de liberación de conexión. En ese momento, el nodo a4 puede intentar otro trayecto multienlaces como a4-a3-b3-b1, utilizando el mismo procedimiento que para el trayecto a4-d3-d4-b1.

El nodo b1 encamina después la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b4 de la red B utilizando la selección de trayecto SDR periódico centralizado. A ese respecto, el nodo b1 intenta primero encaminar la petición por el enlace directo b1-b4, y suponiendo que la anchura de banda del enlace b1-b4 no esté disponible, selecciona un trayecto de dos enlaces b1-b2-b4 que es el trayecto alternativo recomendado en ese momento en el parámetro RRE del BBPb para la red B. BBPb basa sus recomendaciones en información periódica (a saber cada 10 segundos) sobre el estado de los enlaces y del tráfico en los parámetros RSE recibidos de cada nodo de la red B. De acuerdo con la información de estado, BBPb selecciona el trayecto de dos enlaces b1-b2-b4 y envía esta recomendación de trayecto alternativo en el parámetro RRE al nodo b1 periódicamente (cada 10 segundos). El nodo b1 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b4 por el nodo b2. Al hacerlo así, el nodo b1 y el nodo b2 ponen el parámetro DTL/ER (que identifica al ON b1, al VN b2 y al DN b4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Una petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo b4 de la red B al nodo a1 de la red A sería casi igual que la petición de conexión/atribución de anchura de banda del a1 al b4, salvo que todos los pasos indicados anteriormente serían inversos. La diferencia residiría en el encaminamiento de la petición del nodo b1 de la red B al nodo a4 de la red A. En este caso, en la hipótesis de la selección de trayecto mixto en la red E virtual, la petición de conexión/atribución de anchura de banda de b1 a a4 utilizaría la selección de trayecto SDR periódico centralizado, puesto que el nodo b1 está en la red B, que usa dicho encaminamiento. A este respecto, el nodo b1 intenta primero encaminar la petición por el enlace directo b1-a4, y suponiendo que la anchura de banda de ese enlace no esté disponible, selecciona un trayecto de dos enlaces b1-c2-a4 que es el trayecto alternativo recomendado en ese momento en el parámetro RRE del BBPb para la red virtual E. BBPb basa sus recomendaciones en la información periódica (cada 10 segundos) sobre el estado de los enlaces y del tráfico en los parámetros RSE recibidos de cada nodo de la subred virtual E. De acuerdo con la información de estado, el BBPb selecciona el trayecto de dos enlaces b1-c2-a4 y envía esta recomendación en el parámetro RRE al nodo b1 periódicamente (cada 10 segundos). El nodo b1 encamina entonces la petición al nodo a4 por el VN c2. Al hacerlo así, el nodo b1 y el nodo c2 ponen el parámetro DTL/ER (que identifica el ON b1, el VN c2 y el DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Si el nodo c2 encuentra que el enlace c2-a4 no tiene suficiente anchura de banda disponible, devuelve el control de la petición al nodo b1 utilizando el parámetro CBK/BNA en el IE de liberación de conexión. Si el nodo b1 encuentra que el trayecto b1-d4-d3-a4 tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo según los parámetros RSE en los IE de estado al BBPb, el nodo b1 podrá intentar el trayecto b1-d4-d3-a4 al nodo a4. En ese caso, el nodo b1 encamina la petición al nodo d4 por el enlace b1-d4, y se envía al nodo d4 el parámetro DTL/ER (que identifica al ON b1, al VN d4, al VN d3 y al DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de conexión. En ese caso, el nodo d4 intenta tomar la anchura de banda en reposo en el enlace d4-d3, y suponiendo que ésta sea suficiente, encamina la petición al nodo d3 con el parámetro DTL/ER (que identifica al ON b1, al VN d4, al VN d3 y al DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE de establecimiento de la conexión. El nodo d3 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace d3-a4 al nodo a4, que según la información de estado en los parámetros RSE tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo. Si, por otra parte, la anchura de banda en d3-a4 no es suficiente, el nodo d3 devuelve el control de la llamada al nodo b1 utilizando el parámetro CBK/BNA en el IE de liberación de conexión. En ese momento, el nodo b1 intenta otro trayecto multienlaces, a saber b1-b3-a3-a4, empleando el mismo procedimiento que para el trayecto b1-d4-d3-a4.

La asignación de parámetros de calidad de funcionamiento de extremo a extremo a través de redes se examina en la cláusula 9/I.356. Un ejemplo es la asignación del retardo de transferencia máximo a cada componente de red de una conexión de extremo a extremo, tales como los tramos de red nacional, los tramos internacionales, etc.

9.2 La interred E utiliza un método de selección de un trayecto

La interred E puede aplicar también un método de selección de un solo trayecto, para entregar las peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las redes A, B, C y D. Por ejemplo, la interred E puede aplicar un método de selección de trayecto en el cual cada nodo de E utiliza EDR. En este caso, el ejemplo de petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo a1 de la red A al nodo b4 de la red B sería igual que el caso descrito anteriormente. Una petición/atribución de anchura de banda del nodo b4 en la red B al nodo a1 de la red A sería igual que en el caso de la petición del nodo a1 al nodo b4, salvo que todos los pasos serían inversos. En este caso, el encaminamiento de la petición del nodo b1 de la red B al nodo a4 utilizaría también EDR de manera similar al caso de petición de conexión/atribución de anchura de banda de a1 a b4 descrito anteriormente.

10 Conclusiones/recomendaciones

Se presentan las siguientes conclusiones/recomendaciones:

- Se recomienda la atribución de anchura de banda VNET por VNET con preferencia a la atribución flujo por flujo debido a las necesidades mucho menores de tara de la gestión de tablas de encaminamiento. La atribución de anchura de banda por VNET equivale esencialmente a la atribución de anchura de banda por flujo en cuanto al funcionamiento eficaz de la red, como se examina en la Rec. UIT-T E.360.3.
- Se recomiendan los métodos TE con EDR que pueden proporcionar una gran reducción de tara de flujo de información de ALB sin pérdida del caudal de red. Aunque los métodos TE con SDR utilizan típicamente flujo de información de ALB para la selección de trayectos de TE, los métodos TE con EDR no requieren este flujo de información de ALB. En cambio, los métodos TE con EDR suelen buscar la capacidad mediante modelos de aprendizaje como en el método STT. El flujo de información de ALB puede requerir muchos recursos, porque necesita anchura de banda de enlace para transportar las LSA, y

capacidad de procesador para procesar las LSA y la tara puede limitar el tamaño de la zona/sistema autónomo.

- Se recomiendan los métodos TE con EDR con los que se obtienen zonas administrativas posiblemente mayores en comparación con los métodos TE basados en SDR debido a las menores necesidades de tara de gestión de tablas de encaminamiento. Esto puede ayudar a lograr topologías simples de una sola zona que, como se examina en la Rec. UIT-T E.360.3, proporciona un mejor funcionamiento de la red y, como se examina en la Rec. UIT-T E.360.6, mayor eficacia de diseño en comparación con las topologías jerárquicas de múltiples zonas.

Anexo A

Modelado de métodos de ingeniería de tráfico

En este anexo se utiliza de nuevo el modelo de red nacional completa utilizado en la Rec. UIT-T E.360.2 para estudiar diversos escenarios y compromisos de TE. El modelo nacional de 135 nodos se ilustra en la figura A.1/E.360.2, el modelo de petición de tráfico multiservicios se resume en el cuadro A.1/E.360.2 y el modelo de costos en el cuadro A.2/E.360.2.

Como se ha observado, la gestión de tablas de encaminamiento conlleva muchas alternativas y compromisos diferentes, tales como:

- control de tablas de encaminamiento centralizado comparado con control distribuido;
- control de tablas de encaminamiento preplanificado comparado con control de tablas de encaminamiento en línea;
- gestión de tráfico flujo por flujo comparado con gestión de tráfico red virtual por red virtual;
- topología lógica de baja densidad comparada con topología lógica en malla;
- selección de trayecto FR comparado con TDR comparado con SDR comparado con EDR;
- selección de trayecto multienlaces comparado con selección de trayecto de dos enlaces;
- selección de trayecto mediante información de estado local comparada con información de estado global;
- alternativas de difusión de estado global que incluyen flujo de información de estado, indagación distribuida de estado y estado centralizado en un procesador de corredor de anchura de banda.

A continuación se evalúan los compromisos desde el punto de vista del número de elementos de información y parámetros intercambiados, por tipo, en distintos escenarios de TE. Este método da alguna indicación de la carga del procesador y del intercambio de información que se requieren para sustentar la gestión de tablas de encaminamiento en distintas alternativas. En particular, se examinan los siguientes casos:

- DC-SDR de dos enlaces;
- STT-EDR de dos enlaces;
- CP-SDR de multienlaces;
- DP-SDR de multienlaces;
- DC-SDR de multienlaces;
- STT-EDR de multienlaces.

Los cuadros A.1 y A.2 resumen los resultados comparativos para estos casos de selección de trayecto SDR y selección de trayecto STT, respectivamente. Se ha utilizado el modelo de red multiservicios de 135 nodos para una simulación con un 30% de sobrecarga general de la red en la hora cargada de la red.

Cuadro A.1/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda por flujo para SDR – Número de parámetros IE intercambiados con 30% de sobrecarga general en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	DC-SDR de 2 enlaces	CP-SDR de multienlaces	DP-SDR de multienlaces	DC-SDR de multienlaces
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	21 511 629	21 511 629	21 511 629	21 511 629
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS- PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	24 009 586	21 511 629	21 511 629	21 511 629
	CBK/BNA	287 288	0	0	0
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		48 600	14 405 040	
	RSE	1 651 497			0
	RQE	1 651 497			0
	RRE		48 600		

Cuadro A.2/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de 30% de sobrecarga general en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de 2 enlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	21 511 629	21 511 629	21 511 629
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR TRAF-PAR, DoS, MOD	32 093 788	21 511 629	3 159 027
	CBK/BNA	2 197 414	0	0
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE			
	RSE			
	RQE			
	RRE			

Los cuadros A.3 y A.4 resumen los resultados comparativos para los casos de selección de trayecto SDR y selección de trayecto STT, respectivamente, en los cuales se ha utilizado el modelo de red multiservicios de 135 nodos para una simulación con una sobrecarga centralizada sextuplicada en el nodo OKBK en la hora cargada de la red.

Cuadro A.3/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda flujo para SDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de sobrecarga centralizada sextuplicada en OKBK en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	DC-SDR de 2 enlaces	CP-SDR de multienlaces	DP-SDR de multienlaces	DC-SDR de multienlaces
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	18 758 992	18 758 992	18 758 992	18 758 992
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR TRAF-PAR DoS, MOD	19 390 137	18 469 477	18 469 477	18 829 782
	CBK/BNA	103 885	30 459	30 459	10 899
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		48 600	14 405 040	
	RSE	1 072 869			1 507 684
	RQE	1 072 869			1 507 684
	RRE		48 600		

Cuadro A.4/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de sobrecarga centralizada sextuplicada en OKBK en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de 2 enlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	18 758 992	18 758 992	18 758 992
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	164 677 262	18 839 216	2 889 488
	CBK/BNA	134 077 188	12 850	14 867
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE			
	RSE			
	RQE			
	RRE			

Los cuadros A.5 y A.6 resumen los resultados comparativos para los casos de selección de trayecto SDR y selección de trayecto STT, respectivamente, en los cuales se ha utilizado el modelo de red multiservicios de 135 nodos para una simulación de un fallo de facilidad en el enlace CHCG-NYCM en la hora carga de la red.

Cuadro A.5/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda por flujo para SDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de fallo del enlace CHCG-NYCM en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	DC-SDR de 2 enlaces	CP-SDR de multienlaces	DP-SDR de multienlaces	DC-SDR de multienlaces
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	16 547 302	16 547 302	16 547 302	16 547 302
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	16 735 827	16 561 929	16 561 929	16 561 929
	CBK/BNA	7894	64 519	64 519	64 519
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		48 600	14 405 040	
	RSE	277 796			1 653 869
	RQE	277 796			1 653 869
	RRE		48 600		

Cuadro A.6/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de fallo del enlace CHCG-NYCM en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios de 135 nodos)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de 2 enlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	16 547 302	16 547 302	16 547 302
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	16 770 061	16 652 418	2 790 003
	CBK/BNA	22 685	64 519	13 957
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE			
	RSE			
	RQE			
	RRE			

Los cuadros A.7 a A.9 resumen los resultados comparativos para el caso de selección de trayecto STT, en el modelo de red jerárquica mostrado en la figura A.5/E.360.2, para los escenarios de 30% de sobrecarga general, sobrecarga centralizada sextuplicada y fallo de enlace, respectivamente. En estas tablas se indican los casos de atribución de anchura de banda por flujo y por red virtual.

Cuadro A.7/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda por red virtual para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de 30% de sobrecarga general en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios jerárquica de 135 nodos de contorno y 21 nodos de ruta principal)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	21 511 629	21 511 629
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	21 511 629	3 161 371
	CBK/BNA	0	0
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		
	RSE		
	RQE		
	RRE		

Cuadro A.8/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda por red virtual para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de sobrecarga centralizada sextuplicada en OKBK en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios jerárquica de 135 nodos de contorno y 21 nodos de ruta principal)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	18 758 992	18 758 992
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	18 758 992	3 037 552
	CBK/BNA	140 098	138 896
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		
	RSE		
	RQE		
	RRE		

Cuadro A.9/E.360.4 – Señalización y parámetros de elementos de información intercambiados para diversos métodos de TE con atribución de anchura de banda por red virtual para STT-EDR – Número de parámetros IE intercambiados en condición de fallo de enlace CHHCG-NTCM en la hora cargada de la red (Modelo de red multiservicios jerárquica de 135 nodos de contorno y 21 nodos de ruta principal)

Función TE	Parámetros de elemento de información (IE)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por flujo)	STT-EDR de multienlaces (Atribución de anchura de banda por red virtual)
Encaminamiento de llamada y de conexión	E.164-AESA, INRA, IP-ADR, CIC	16 547 302	16 547 302
Gestión de recursos orientada a QoS	DTL/ER, QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD	16 712 295	2 809 705
	CBK/BNA	165 603	41 539
Gestión de tablas de encaminamiento	TSE		
	RSE		
	RQE		
	RRE		

Los cuadros A.1 y A.9 muestran las ventajas potenciales de los métodos EDR para reducir la tara de gestión de tablas de encaminamiento. En la Rec. UIT-T E.360.3 se examinan los métodos EDR aplicados a la gestión de recursos orientada a QoS, en los cuales el control de admisión de conexión/atribución de anchura de banda para cada enlace se efectúa en base al estado local del enlace. Es decir, el ON selecciona cualquier trayecto para el cual el primer enlace está permitido de acuerdo con los criterios de gestión de recursos orientada a QoS. Cada VN comprueba el estado local de los enlaces especificados en el parámetro ER con el parámetro DoS. Si un enlace subsiguiente no está permitido, se utiliza una liberación con el parámetro CBK/BNA para retornar al ON que puede seleccionar después un trayecto alternativo. La aplicación de este método de selección de trayecto EDR, que conlleva el uso de la liberación con el mecanismo CBK/BNA para buscar un trayecto disponible, es una alternativa a las posibilidades de selección de trayecto SDR, que puede entrañar difusión de flujo de información de parámetros de estado de enlace que cambian frecuentemente, tal como la velocidad de célula disponible.

En los métodos de encaminamiento dinámico SDR ilustrados en los cuadros anteriores se emplea una estrategia de "encaminamiento por trayecto menos cargado" basada en la velocidad binaria disponible en cada enlace de un trayecto, que es una manera satisfactoria muy conocida de aplicar el encaminamiento dinámico. Estos métodos SDR han sido utilizados en varias aplicaciones de red en gran escala en las cuales se usan métodos eficaces para difundir la información de estado de anchura de banda de enlace disponible, tal como el método de indagación de estado que utiliza los parámetros RQE y RRE. Sin embargo, la información de anchura de banda de enlace disponible se obtiene a expensas de un alto costo de tara cuando se aplican técnicas de difusión de flujo, como las que usan el parámetro TSE para el flujo de información de estado de enlace. Esto es muy evidente en los cuadros A.1 a A.9. Como otra posibilidad, los métodos de encaminamiento EDR ilustrados anteriormente no requieren la difusión dinámica del flujo de información de ALB. Cuando se utiliza selección de trayecto EDR con reencaminamiento automático en vez de selección de trayecto SDR con flujo de información de estado de enlace, la menor frecuencia de dicho flujo de parámetros de

estado de enlace permite mayores tamaños de grupos de pares. Esto se debe a que el flujo de información de estado de enlace puede consumir importantes recursos de procesador y de enlaces, desde el punto de vista del procesamiento de mensajes por los procesadores y de la anchura de banda consumida en los enlaces. El mecanismo de reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible es una alternativa al uso del algoritmo de flujo de información de estado de enlace para que el ON pueda determinar los siguientes enlaces permitidos en el trayecto.

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	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, 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 Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación