

UIT-T G.7715.2/Y.1706.2

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(02/2007)

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

Datos sobre capa de transporte – Aspectos genéricos –
Aspectos del control de las redes de transporte

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

Aspectos del protocolo Internet – Operaciones,
administración y mantenimiento

**Arquitectura y requisitos de encaminamiento de
la red óptica con conmutación automática para
la consulta distante de trayecto**

Recomendación UIT-T G.7715.2/Y.1706.2

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

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

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

Recomendación UIT-T G.7715.2/Y.1706.2

Arquitectura y requisitos de encaminamiento de la red óptica con conmutación automática para la consulta distante de trayecto

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.7715.2/Y.1706.2 se describe la arquitectura y los requisitos de encaminamiento de la red óptica con conmutación automática (ASON) para la consulta distante de trayecto.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.7715.2/Y.1706.2 fue aprobada el 6 de febrero de 2007 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

ASON, consulta distante de trayecto, controlador de conexión, controlador de encaminamiento, encaminamiento jerárquico, plano de control, respondedor de la consulta de trayecto, solicitante de la consulta de trayecto.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2008

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	2
3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones	2
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5 Convenios	3
6 Arquitectura general	3
6.1 Consulta de trayecto que utilizan las federaciones de RC.....	3
6.2 Interfaz de consulta de trayecto	5
6.3 Cálculo de trayectos por un solo o varios RC	7
6.4 Relación jerárquica entre los RC comunicantes	8
6.5 Detección de un respondedor de consulta de trayecto.....	8
6.6 Capacidad del respondedor de la consulta de trayecto.....	9
6.7 Solicitud de trayecto y mensajes de respuesta.....	9
6.8 Controladores de encaminamiento y adyacencia	9
6.9 Canales de comunicación para mensajes de consulta de trayecto.....	10
7 Requisitos	10
7.1 Requisitos de arquitectura	10
7.2 Requisitos relativos a la detección	11
7.3 Requisitos acerca del protocolo.....	11
Apéndice I – Ejemplos de consulta distante de trayecto.....	12
I.1 Consulta distante de trayecto en modo consecutivo.....	12
I.2 Consulta distante de trayecto en modo simultáneo	14
I.3 Consulta distante de trayecto en modo jerárquico.....	16
I.4 Encaminamiento jerárquico de origen a través de la interfaz de consulta de trayecto	18

Recomendación UIT-T G.7715.2/Y.1706.2

Arquitectura y requisitos de encaminamiento de la red óptica con conmutación automática para la consulta distante de trayecto

1 Alcance

En la presente Recomendación se especifican los requisitos y la arquitectura de las funciones que realizan los controladores de encaminamiento (RC, *routing controllers*) durante la operación de consulta distante del trayecto. El objetivo de la consulta distante de trayecto es calcular uno o varios trayectos de encaminamiento para una conexión conmutada (SC, *switched connection*) o una conexión lógica permanente (SPC, *soft permanent connection*) en el contexto de la red óptica con conmutación automática (ASON, *automatically switched optical network*).

Durante la operación de consulta distante de trayecto, el RC (solicitante de la consulta) envía un mensaje RI_QUERY a otro RC (respondedor de la consulta de trayecto) que no está relacionado con el mismo conjunto de recursos de capa y, si se encuentra un trayecto de encaminamiento (o varios) después de realizar los cálculos, el respondedor de la consulta de trayecto contestará al solicitante de la consulta de trayecto con un mensaje RI_UPDATE. Un grupo de RC puede colaborar de esta manera para calcular el trayecto de encaminamiento para una SC o SPC.

Los controladores de encaminamiento se comunican mediante la interfaz de consulta de trayecto definida en [UIT-T G.8080] durante la operación de consulta de trayecto distante. Obsérvese que la interfaz de consulta distante se utiliza en dos casos diferentes. En primer lugar, cuando un controlador de conexión (CC, *connection controller*) consulta a su controlador de encaminamiento acerca de un trayecto de encaminamiento y, en segundo lugar, cuando el controlador de encaminamiento (RC-X) solicita un trayecto de encaminamiento a otro controlador de encaminamiento (RC-Y), ya sea porque el primero (RC-X) necesita responder a un controlador de conexión (CC-X) o a un controlador de encaminamiento distante (RC-A) acerca de una consulta de trayecto. La presente Recomendación versa sobre este segundo caso, es decir, la comunicación entre dos RC para el cálculo del trayecto.

Los mensajes que intercambian dos controladores de encaminamiento durante la operación de consulta de trayecto distante corresponden a la categoría de mensajes de encaminamiento definida en [UIT-T G.7715] y se transportan a través de la red de comunicación de datos (RCD). La presente Recomendación adopta un enfoque neutral en lo que respecta al protocolo, es decir, no se especifica ningún protocolo en concreto para la comunicación entre los controladores de encaminamiento durante la operación de consulta distante de trayecto.

El algoritmo de encaminamiento que utiliza el respondedor de la consulta distante durante el cálculo del trayecto queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

2 Referencias

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

[UIT-T G.7712] Recomendación UIT-T G.7712/Y.1703 (2003), *Arquitectura y especificación de la red de comunicación de datos*.

- [UIT-T G.7713] Recomendación UIT-T G.7713/Y.1704 (2006), *Gestión distribuida de llamada y conexiones*.
- [UIT-T G.7713.1] Recomendación UIT-T G.7713.1/Y.1704.1 (2003), *Gestión distribuida de llamadas y conexiones basada en la interfaz red privada-red*.
- [UIT-T G.7713.2] Recomendación UIT-T G.7713.2/Y.1704.2 (2003), *Gestión distribuida de llamadas y conexiones: Mecanismo de señalización que utiliza ingeniería de tráfico del protocolo de reserva de recursos con conmutación generalizada por etiquetas multiprotocolo*.
- [UIT-T G.7713.3] Recomendación UIT-T G.7713.3/Y.1704.3 (2003), *Gestión distribuida de llamadas y conexiones: Mecanismos de señalización que utilizan el protocolo de distribución por etiquetas de encaminamiento con restricciones con conmutación generalizada por etiquetas multiprotocolo*.
- [UIT-T G.7715] Recomendación UIT-T G.7715/Y.1706 (2002), *Arquitectura y requisitos para el encaminamiento en la red óptica con conmutación automática*, más enmienda 1 (2007).
- [UIT-T G.7715.1] Recomendación UIT-T G.7715.1/Y.1706.1 (2004), *Arquitectura de encaminamiento de red óptica con conmutación automática y requisitos para los protocolos de estado de enlace*.
- [UIT-T G.8080] Recomendación UIT-T G.8080/Y.1304 (2006), *Arquitectura de la red óptica con conmutación automática*.
- [UIT-T G.8081] Recomendación UIT-T G.8081/Y.1353 (2004), *Términos y definiciones aplicables a las redes ópticas con conmutación automática*.

3 Términos y definiciones

3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en otras Recomendaciones.

- 3.1.1 red de comunicación de datos (DCN):** [UIT-T G.7712]
- 3.1.2 controlador de conexión (CC):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.3 federación:** [UIT-T G.8080]
- 3.1.4 controlador de protocolo (PC):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.5 zona de encaminamiento (RA):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.6 controlador de encaminamiento (RC):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.7 base de datos de información sobre encaminamiento (RDB):** [UIT-T G.8081]
- 3.1.8 conexión lógica permanente (SPC):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.9 conexión conmutada (SC):** [UIT-T G.8080]
- 3.1.10 adyacencia de encaminamiento (RAdj):** [UIT-T G.7715]

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.2.1 consulta distante de trayecto:** Operación en la que un controlador de encaminamiento se comunica con otro controlador de encaminamiento que no tiene el mismo conjunto de recursos de capa, con el fin de calcular de consuno un trayecto de encaminamiento.

3.2.2 solicitante de la consulta distante: Controlador de conexión o de encaminamiento que envía un mensaje al controlador de encaminamiento para solicitarle uno o varios trayectos que cumplen un conjunto de condiciones en cuanto al encaminamiento.

3.2.3 solicitante de la consulta distante: Controlador de encaminamiento que calcula el trayecto al recibir un mensaje de consulta de trayecto remitido por un controlador de encaminamiento o de conexión, y envía un mensaje de respuesta tras realizar el cálculo.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

ASON	Red óptica con conmutación automática (<i>automatically switched optical network</i>)
CC	Controlador de conexión (<i>connection controller</i>)
E-NNI	Interfaz externa red-red (<i>external network-network interface</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NNI	Interfaz red-red (<i>network-to-network interface</i>)
RC	Controlador de encaminamiento (<i>routing controller</i>)
RCD	Red de comunicación de datos (<i>data communication network</i>)
SC	Conexión conmutada (<i>switched connection</i>)
SPC	Conexión lógica permanente (<i>switched permanent connection</i>)

5 Convenios

Ninguno.

6 Arquitectura general

La operación de consulta distante de trayecto forma parte del paradigma de encaminamiento de la ASON, definido en [UIT-T G.8080], según el cual cuando un controlador de encaminamiento no dispone de información suficiente acerca del encaminamiento en la RDB local para calcular el trayecto de encaminamiento al recibir una petición de conexión, se comunica con otro controlador de encaminamiento distante para solicitarle asistencia.

6.1 Consulta de trayecto que utilizan las federaciones de RC

Según se describe en [UIT-T G.8080], los controladores de encaminamiento pueden consistir en un conjunto de entidades que constituyen una federación cooperativa, esto es, federaciones de RC. Existen dos variantes en relación con la utilización de las federaciones de RC:

- 1) Las federaciones de RC y los RC de una misma federación pueden intercambiar información sobre la topología de encaminamiento. Esta variante se describe en [UIT-T G.7715] y [UIT-T G.7715.1].
- 2) Las federaciones de RC y los RC de una misma federación pueden intercambiar mensajes de consulta de trayecto. Esta variante se describe en la presente Recomendación.

Estas dos variantes corresponden a dos funciones distintas que realizan los controladores de encaminamiento.

Durante la operación de consulta distante de trayecto, las federaciones de RC actúan de modos distintos, en particular:

- 1) cálculo distante del trayecto de manera consecutiva;
- 2) cálculo distante del trayecto de manera jerárquica;
- 3) una combinación de los dos anteriores.

En la figura 1 se ilustra el caso consecutivo, donde las líneas discontinuas representan las fronteras de las federaciones de RC. Cada RC se encarga de calcular una parte del trayecto de encaminamiento de extremo a extremo, normalmente dentro de su propia zona de encaminamiento; para la parte del trayecto de encaminamiento que queda fuera de su zona, el RC decidirá primero el siguiente RC en la cadena que pertenece a otra zona de encaminamiento. Se parte del supuesto que el RC dispone de la información necesaria para determinar el siguiente RC adecuado o, de lo contrario, tendrá que comunicarse (consecutiva o simultáneamente) con todos los RC adyacentes que pertenecen a otra zona de encaminamiento hasta averiguar el adecuado. El RC se comunica con el RC de otra zona de encaminamiento para solicitarle su asistencia en el cálculo del resto del trayecto de encaminamiento. El trayecto íntegro de encaminamiento para una conexión de extremo a extremo se calcula con la colaboración de varios RC de manera consecutiva.

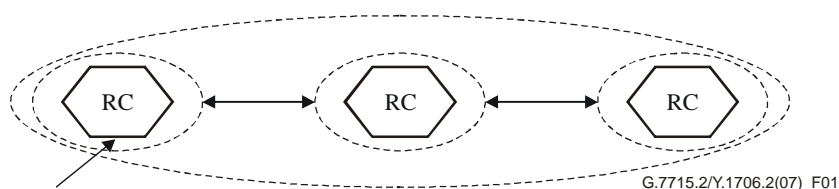


Figura 1 – Cálculo distante del trayecto de manera consecutiva

El caso jerárquico se ilustra en la figura 2, donde las líneas discontinuas representan las fronteras de la federación de RC. Cada RC vástago calcula los trayectos que pertenecen a su zona de encaminamiento. En el caso de trayectos que atraviesan las fronteras de las zonas de encaminamiento, los RC vástagos recurren a la función de consulta distante de trayecto para comunicarse con uno o varios de sus RC progenitores de nivel inmediatamente superior de la jerarquía de encaminamiento de la ASON. En este caso, el RC vástago y el RC progenitor desempeñan las funciones de solicitante de consulta distante y respondedor de consulta distante, respectivamente. Por otra parte, el RC progenitor puede comunicarse también con otros RC vástagos que pertenecen a otras zonas de encaminamiento vástagos del nivel jerárquico inmediatamente superior, en cuyo caso actúan como solicitante de consulta distante y respondedor de consulta distante, respectivamente. Obsérvese que esta interacción entre los RC vástagos y RC progenitores puede realizarse de manera recursiva lo que permite calcular el trayecto de encaminamiento a través de múltiples zonas de encaminamiento.

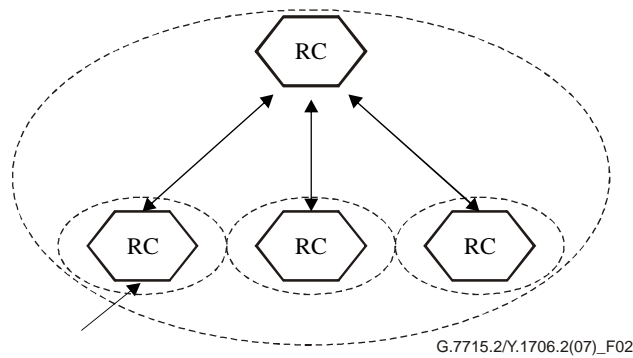


Figura 2 – Cálculo distante del trayecto de manera jerárquica

En la figura 3 se muestra el caso combinado, donde las líneas discontinuas representan las fronteras de la federación de RC. Cada RC calcula los trayectos de encaminamiento dentro de su propia zona de encaminamiento. En el caso de los trayectos que atraviesan fronteras de encaminamiento, el cálculo se realiza recurriendo al modo consecutivo o al jerárquico. En las federaciones de RC F1 y F3 se emplea el cálculo jerárquico, mientras que en la federación de RC F2 se recurre al modo consecutivo. En la federación de RC F4, donde la zona de encaminamiento se encuentra en un nivel de jerarquía superior, los RC realizan el cálculo distante del trayecto de manera consecutiva.

Las federaciones de RC recurren a un modo u otro para realizar el cálculo distante del trayecto dependiendo de las circunstancias, en particular la distribución de la información sobre el encaminamiento, la topología de la red, las restricciones de encaminamiento aplicables a una determinada petición de conexión, las prescripciones relativas a la optimización del trayecto, las políticas administrativas, etc., cuya descripción detallada queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

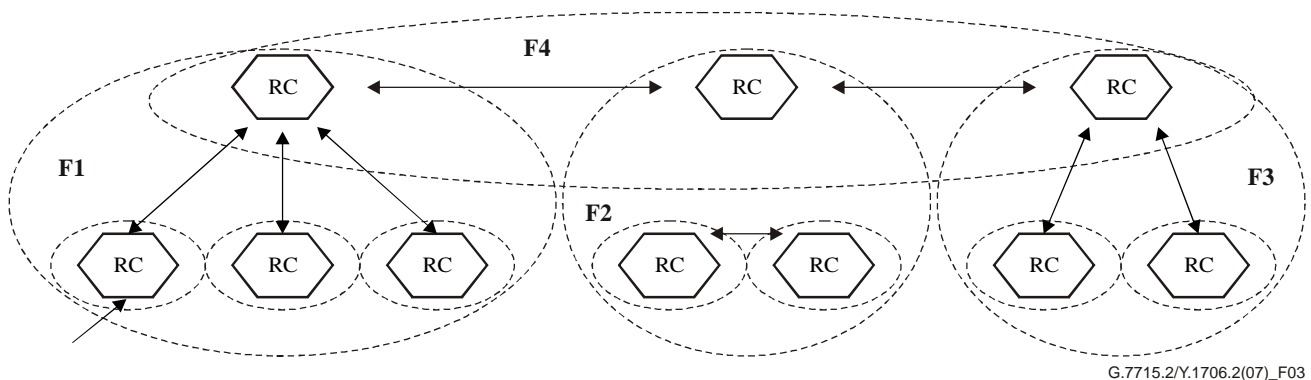


Figura 3 – Caso combinado de federaciones de RC en modo consecutivo y jerárquico

6.2 Interfaz de consulta de trayecto

En [UIT-T G.8080] se define una interfaz de consulta de trayecto que está unida a un controlador de encaminamiento (RC), que puede utilizarse en los dos casos siguientes:

- consultas de trayecto desde el controlador de conexión (CC);
- consultas de trayecto desde otro RC.

En el primer caso, el controlador de conexión (CC) utiliza la interfaz de consulta del trayecto del RC para preguntar un trayecto a un RC al recibir una petición de conexión y el RC, tras recibir la petición, calcula el trayecto basándose en su correspondiente base de datos de información sobre

encaminamiento (RDB, *routing information database*). Si el RC encuentra un trayecto, responderá al CC y éste procederá a establecer la conexión por el trayecto facilitado. Si el CC y el RC no se encuentran en la misma zona, la interfaz de consulta distante CC-RC se convierte en la interfaz expuesta y, de conformidad con [UIT-T G.8080], se precisa un controlador de protocolo (PC, *protocol controller*) en ambos lados para que el CC y el RC puedan comunicarse, como puede verse en la figura 4 entre el CC y el RC1.

En el segundo caso, cuando un RC (RC1) no consigue encontrar un trayecto para un determinado destino a partir de su correspondiente RDB (RDB1), puede recurrir a la interfaz de consulta de trayecto para comunicarse con otro RC (RC2) que puede ayudar al RC1 a calcular un trayecto a partir de su correspondiente RDB (RDB2) para ese destino dado. El RC2 devolverá su parte del trayecto al RC1, quien a su vez devolverá el trayecto entero al CC. En este segundo caso, la interfaz de consulta de trayecto entre el RC1 y el RC2 podría ser de nuevo una interfaz expuesta y los PC permiten la comunicación entre los RC. Este caso se ilustra también en la figura 4 entre RC1 y RC2. La comunicación RC-RC para el cálculo de trayectos es el tema principal de la presente Recomendación.

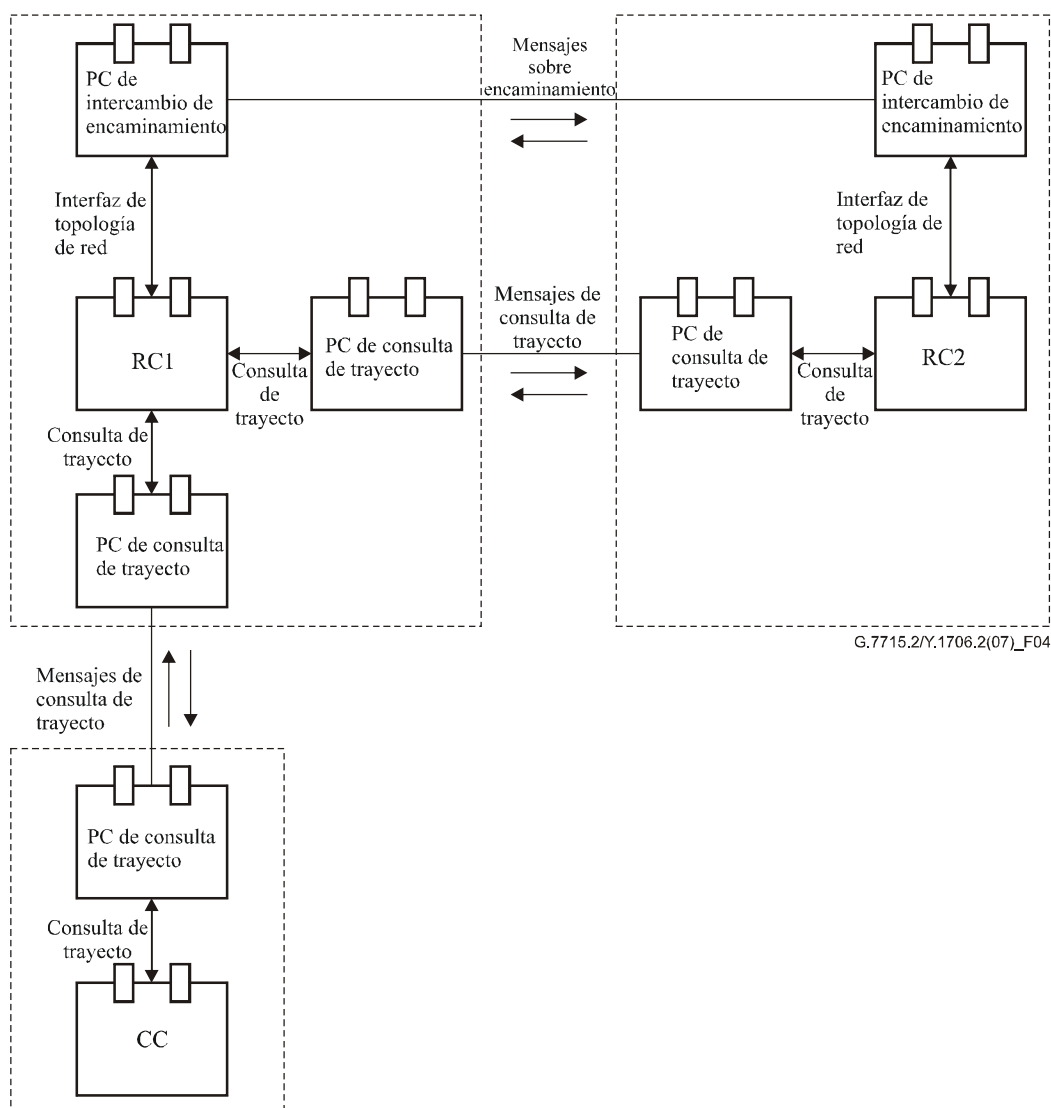


Figura 4 – Interfaces expuestas de consulta de trayecto CC-RC y RC-RC

Obsérvese que en el primer caso el CC no tiene conocimiento de la estructura de la federación de RC y, por tanto, su comportamiento y las primitivas que utiliza son un subconjunto de las de un RC en la interfaz de consulta de trayecto RC-RC.

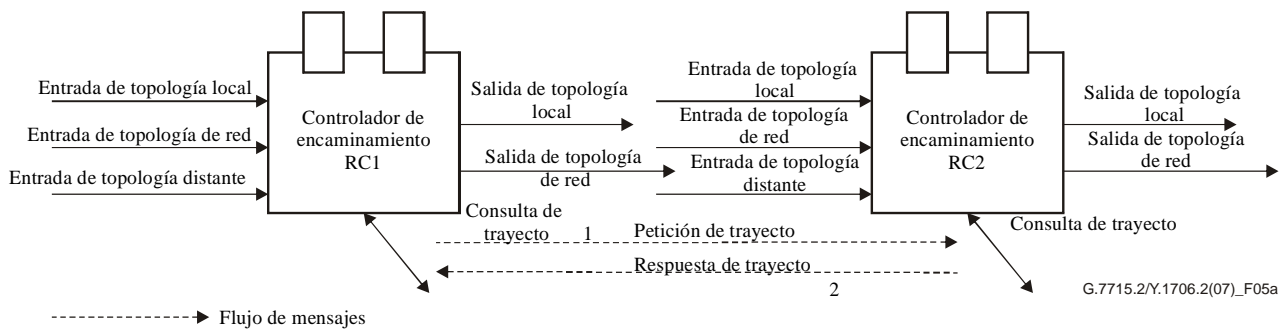
6.3 Cálculo de trayectos por un solo o varios RC

En las conexiones de extremo a extremo, el trayecto de encaminamiento puede calcularlo un solo RC o varios RC de consuno. El primer caso se denomina modelo centralizado de consulta distante de trayecto y el segundo modelo distribuido de consulta distante de trayecto. Obsérvese que el modelo centralizado o distribuido remite a un aspecto diferente en el contexto de consulta distante de trayecto que realiza una federación de RC, además de los modos consecutivo o jerárquico descritos en la cláusula 6.1.

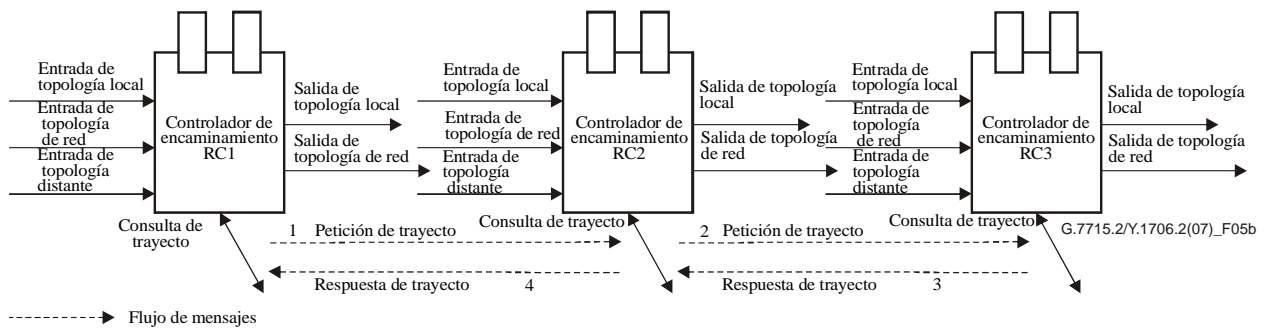
En la figura 5-a, el RC1 envía un mensaje de consulta de trayecto al RC2, quien a su vez devuelve un mensaje de respuesta de trayecto al RC1. El trayecto de encaminamiento para una conexión de extremo a extremo lo calcula, por tanto, un sólo RC (el RC2) y este caso se conoce como consulta distante de trayecto centralizada.

En cambio, si el RC2 dispone de sólo una parte de la información de encaminamiento que cumple las condiciones de encaminamiento estipuladas en la petición de conexión original, el RC2 puede proceder a comunicarse con otro controlador de encaminamiento, por ejemplo RC3, como se muestra en la figura 5-b. Si el RC3 es capaz de encontrar el resto del trayecto restante, envía de vuelta su respuesta al RC2, que éste agrega a su propia información (si la hubiere) para constituir la respuesta final antes de enviar de vuelta esta información al RC1. Es decir, el modelo de consulta de trayecto debe permitir la búsqueda de trayectos para calcular cualquier conexión dada por uno o varios RC, en este último caso, de consuno.

Cuando varios RC colaboran para buscar el trayecto, los mensajes que intercambia cada par de RC son privados y, de hecho, su comunicación es totalmente transparente para el resto de RC que, en su caso, intervienen. En la figura 5-b, el RC de origen (RC1) sólo conoce la existencia del RC2 que recibirá el mensaje de consulta de trayecto para ayudarlo a encontrar el trayecto, y no sabe si el RC2 se comunica con otros RC; cuando el RC3 recibe una mensaje de consulta de trayecto remitido por el RC2, le devuelve el resultado de la búsqueda al RC2 sin saber si la petición original proviene del RC1.



a) Un sólo RC



b) Múltiples RC

Figura 5 – Cálculo de trayectos

6.4 Relación jerárquica entre los RC comunicantes

El encaminamiento ASON obedece a una arquitectura jerárquica, como se describe en [UIT-T G.8080], y, por consiguiente, existe una relación jerárquica entre cada par de controladores de encaminamiento. Por razones de orden práctico, se considera que el controlador de encaminamiento que actúa como respondedor de la consulta de trayecto siempre tiene un nivel jerárquico superior o inferior al del controlador de encaminamiento que actúa como solicitante de la consulta de trayecto. Se consultará a un controlador de encaminamiento de mayor nivel jerárquico probablemente para que efectúe las funciones de respondedor de la consulta de trayecto, porque al estar en un nivel jerárquico superior, tendrá un panorama más amplio de la topología de la red o subred y podrá calcular y facilitar un trayecto de encaminamiento que atraviesa una parte más grande de la red o subred. Se consultará a un controlador de encaminamiento de menor nivel jerárquico probablemente para que efectúe las funciones de respondedor de la consulta de trayecto, porque al estar en un nivel jerárquico inferior, conocerá con mayor detalle la topología de su propia red o subred y podrá calcular y facilitar un trayecto de encaminamiento que sea exactamente igual o muy parecido al trayecto físico en la correspondiente red o subred.

6.5 Detección de un respondedor de consulta de trayecto

Antes de que un solicitante de consulta de trayecto se comunique con un respondedor de consulta de trayecto, debe conocer la ubicación (dirección o nombre) de este último, proceso denominado "detección" del respondedor de la consulta de trayecto.

Si un controlador de encaminamiento (RC) puede calcular el trayecto para otros RC, su ubicación puede configurarse estáticamente en los otros RC o bien éstos pueden obtenerla dinámicamente mediante los mecanismos del protocolo. Pueden existir simultáneamente los dos métodos de detección en la misma red o subred. La detección de uno o varios controladores de encaminamiento en calidad de respondedor de consulta de trayecto forma parte de la inicialización del plano de control.

6.6 Capacidad del respondedor de la consulta de trayecto

El controlador de encaminamiento puede ser capaz de calcular el trayecto para ayudar a otros controladores de encaminamiento, o estar configurado para ello. Cuando puede realizar dicha tarea, existe un conjunto de atributos que están asociados con la capacidad de la función de cálculo de trayecto, que todo posible solicitante de consulta de trayecto podrá probablemente conocer antes de enviar un mensaje de solicitud de consulta de trayecto.

Existen dos tipos de capacidades que pueden relacionarse con cualquier respondedor de consulta de trayecto específico, a saber:

1) *Cálculo del trayecto basado en restricciones*

Normalmente, las restricciones se refieren a atributos de encaminamiento, tales como atributos de los nodos, de los enlaces, etc., como se definen en las [UIT-T G.7715] y [UIT-T G.7715.1].

2) *Cálculo del trayecto basado en políticas*

Ejemplos de políticas que pudieran utilizarse durante el cálculo de trayectos son los siguientes:

- calcular trayectos de carga equilibrada;
- calcular trayectos de encaminamiento a través de E-NNI;
- calcular un trayecto alternativo;
- calcular y devolver confidencialmente un trayecto de encaminamiento a los solicitantes de la consulta de trayecto.

El solicitante de la consulta de trayecto puede conocer la capacidad del respondedor de consulta de trayecto, como parte de la inicialización del plano de control. El solicitante de la consulta del trayecto podrá determinar si debe comunicarse con el respondedor para calcular un determinado trayecto de encaminamiento, habida cuenta de la capacidad del respondedor de la consulta del trayecto y de las restricciones de encaminamiento aplicables.

6.7 Solicitud de trayecto y mensajes de respuesta

Los mensajes de petición y respuesta de trayecto que intercambia el solicitante y el respondedor de la consulta del trayecto forman parte del conjunto de mensajes de información sobre encaminamiento a través de puntos de referencia NNI, como se describe en la representación abstracta definida en la cláusula 8.2 de [UIT-T G.7715].

A tal efecto se utilizan, en particular, los siguientes dos mensajes abstractos:

- **RI_QUERY**: Este mensaje, definido en la cláusula 8.2 de [UIT-T G.7715], se utiliza cuando un solicitante de la consulta de trayecto envía un mensaje de consulta de trayecto a un respondedor de consulta de trayecto.
- **RI_UPDATE**: Este mensaje, definido en la cláusula 8.2 de [UIT-T G.7715], se utiliza cuando un respondedor de consulta de trayecto contesta con un mensaje de respuesta de consulta de trayecto a un respondedor de la consulta de trayecto.

El intercambio de mensajes de consulta de trayecto siempre lo inicia el solicitante de consulta de trayecto. La información contenida en los mensajes de consulta de trayecto depende del protocolo específico que se utilice para tal fin y queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

6.8 Controladores de encaminamiento y adyacencia

Cuando dos controladores de encaminamiento actúan, respectivamente, como solicitante y respondedor de consulta de trayecto, constituyen una adyacencia de encaminamiento, que representa una relación lógica entre dos controladores de encaminamiento. La finalidad de constituir una adyacencia de encaminamiento entre un par de solicitante y respondedor de consulta

de trayecto es garantizar la comunicación fiable y adecuada entre los mismos. Obsérvese que la duración de una adyacencia entre dos controladores de encaminamiento en el contexto de una consulta distante de trayecto puede variar.

La naturaleza de la adyacencia entre dos controladores de encaminamiento en el contexto de la consulta distante de trayecto es la misma que cuando dos controladores de encaminamiento intercambian información sobre la topología de encaminamiento y, a este respecto, los dos controladores pueden intercambiar también mensajes de mantenimiento de la adyacencia de encaminamiento, según se indica en la cláusula 8.1 de [UIT-T G.7715], a los efectos de mantener su adyacencia. Los detalles sobre los mensajes de mantenimiento de encaminamiento entre dos RC adyacentes queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

6.9 Canales de comunicación para mensajes de consulta de trayecto

Los mensajes que intercambian los solicitantes y los respondedores de la consulta de trayecto, incluida la consulta y la respuesta del trayecto propiamente dichas, así como los mensajes de mantenimiento de la adyacencia, se transportan por la red de comunicación de datos (RCD).

7 Requisitos

A continuación se indican los requisitos que se recomiendan para la consulta distante de trayecto, en el contexto de la arquitectura, el protocolo y la detección de la consulta de trayecto.

7.1 Requisitos de arquitectura

Los requisitos de arquitectura para la función de consulta de trayecto distante son los siguientes:

- En el marco de la ASON, el trayecto de encaminamiento para una SC o SPC puede calcularse mediante la función de consulta distante de trayecto, aunque en realidad no es el único método posible. También puede recurrirse a otros métodos, como los descritos en la cláusula 10 de [UIT-T G.7715].
- La función de consulta distante de trayecto puede emplearse para calcular el trayecto dentro de una zona de encaminamiento o a través de una E-NNI dentro del marco de la ASON.
- La función del RC en una operación de consulta distante del trayecto, es decir, de solicitante o respondedor de la consulta de trayecto, depende de la actividad real que desempeñe en un determinado cálculo de trayecto. Cuando el RC se comunica con otro RC para pedirle asistencia en un determinado cálculo de trayecto, actúa como solicitante de la consulta de trayecto; cuando un RC recibe una petición de otro RC para un determinado cálculo de trayecto, actúa como respondedor de la consulta de trayecto. Obsérvese que un mismo RC puede actuar como solicitante y respondedor de consulta de trayecto para un determinado cálculo de trayecto, pero en el contexto de pares distintos.
- Si se llama a la función consulta distante de trayecto, el trayecto de encaminamiento puede calcularlo un solo controlador de encaminamiento o varios de consuno.
- Debe permitirse la inclusión de política durante la operación de consulta distante del trayecto. La política desempeñará funciones tales como la selección del respondedor de la consulta de trayecto, la selección del trayecto de encaminamiento a través de E-NNI, etc. La política se obtiene del plano de gestión.

7.2 Requisitos relativos a la detección

La detección en este contexto consiste en que un controlador de encaminamiento averigüe la posición de otro controlador de encaminamiento (que no está en el mismo NE) que sea capaz de calcular el trayecto para otros. Una vez realizada la detección, el solicitante y el respondedor de la consulta de trayecto pueden intercambiar mensajes de consulta de trayecto. Los requisitos relativos a la detección son los siguientes:

- La detección de cualquier respondedor de consulta de encaminamiento puede realizarse mediante el mecanismo del protocolo o bien configurarse de forma estática.
- El controlador de encaminamiento está autorizado para detectar uno o varios respondedores de consulta de trayecto.
- Tras detectar la ubicación de un respondedor de consulta de trayecto, éste puede tener asociado un conjunto de capacidades que podrían resultar útiles para el controlador de encaminamiento antes de enviarle el mensaje RI_QUERY. Ahora bien, no es obligatorio averiguar estas capacidades en el proceso de detección.

7.3 Requisitos acerca del protocolo

Durante la consulta distante del trayecto, el solicitante y el respondedor de la consulta de trayecto intercambian mensajes de encaminamiento definidos en [UIT-T G.7715], donde se emplea un protocolo de comunicación. Si bien los detalles relativos al protocolo de comunicación quedan fuera del alcance de la presente Recomendación, algunos de los requisitos son los siguientes:

- El protocolo deberá soportar el mantenimiento de la adyacencia de encaminamiento y el intercambio de información de encaminamiento definido en las cláusulas 8.1 y 8.2, respectivamente, de [UIT-T G.7715], en el contexto de consulta distante de trayecto.
- El protocolo deberá ser capaz de transportar mensajes de información sobre el encaminamiento que sean coherentes con el marco de la ASON, en particular la arquitectura de encaminamiento y señalización.
- La información transportada por el protocolo que devuelve el respondedor de la consulta de trayecto puede utilizarla cualquier protocolo de señalización según lo especificado en [UIT-T G.7713.1], [UIT-T G.7713.2], o [UIT-T G.7713.3], de manera imparcial.
- Cuando un respondedor de consulta de trayecto envía un mensaje RI_UPDATE al solicitante de la consulta de trayecto, podrá proteger la privacidad de la red o subred relacionada con el trayecto calculado mediante técnicas tales como la referencia indirecta, la criptación, etc.

Apéndice I

Ejemplos de consulta distante de trayecto

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

La arquitectura de la consulta distante de trayecto ofrece flexibilidad para los operadores de red en la implementación y en la práctica. Es decir, el trayecto de encaminamiento para una conexión de extremo a extremo puede calcularse de manera centralizada o distribuida y, además, mediante la función de consulta distante en modo consecutivo o jerárquico, o una combinación de ambos.

Existen diversos componentes e interfaces relacionados con la arquitectura de la consulta distante de trayecto, tales como la interfaz de consulta de trayecto, el solicitante de la consulta de trayecto, el respondedor de la consulta de trayecto, los controladores de encaminamiento y sus federaciones, los controladores de conexión, etc. Durante la operación de la consulta distante de trayecto, se producen diversas interacciones entre estos componentes de distintas maneras en función de la implementación y de las aplicaciones de red.

En el presente apéndice figuran varios ejemplos de cómo utilizar las funciones de consulta distante de trayecto, en particular las interacciones entre los RC y sus federaciones, entre el CC y el RC, etc., así como diferentes modos de funcionamiento. Estos ejemplos ilustran diversos aspectos de la arquitectura y la flexibilidad de la consulta distante de trayecto en el marco de la ASON. Obsérvese que estos ejemplos no son exhaustivos.

I.1 Consulta distante de trayecto en modo consecutivo

En la figura I.1 se muestra el caso de una conexión de extremo a extremo que atraviesa tres zonas de encaminamiento. Los RC de cada zona de encaminamiento (RA) se encargan de calcular una parte del trayecto de encaminamiento en cada zona, y los RC de distintas RA se comunican entre sí para calcular los segmentos de trayecto que atraviesan las fronteras de las zonas. En este ejemplo se utiliza la consulta distante de trayecto en modo consecutivo.

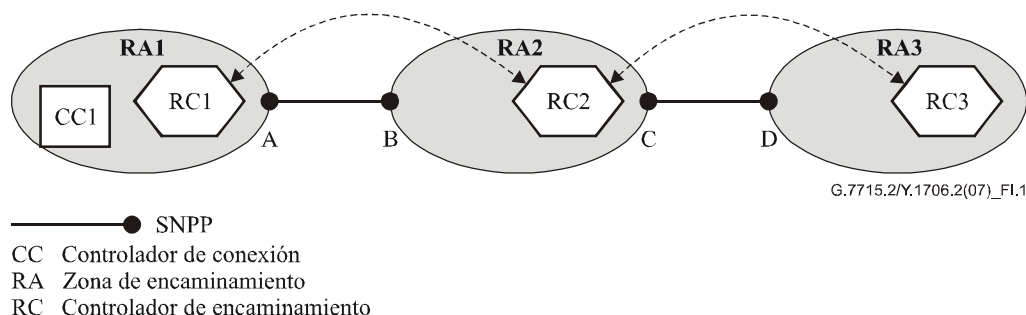


Figura I.1 – Ejemplo de topología para la consulta de trayecto paso a paso

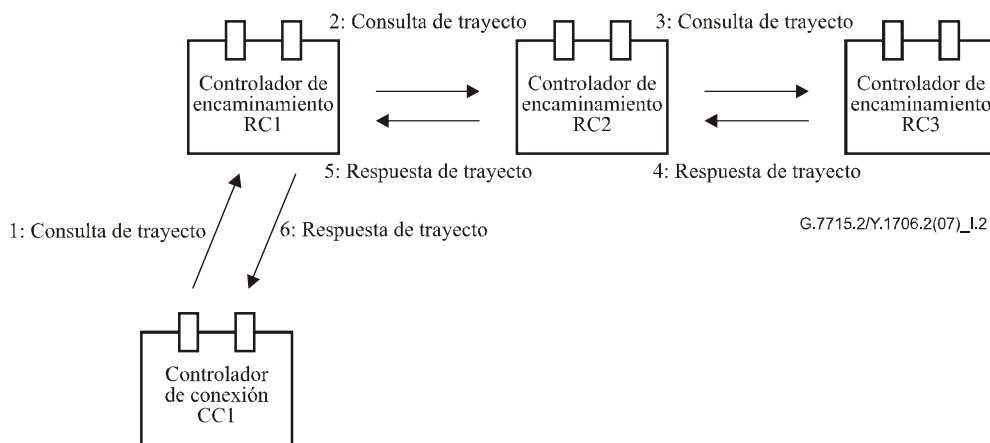


Figura I.2 – Interacciones de los componentes en una consulta de trayecto en modo consecutivo

La interacción de componentes durante la consulta distante de trayecto en modo consecutivo en este ejemplo se muestra en la figura I.2; el procedimiento es el siguiente:

- 1) CC1 envía un mensaje de consulta de trayecto a RC1, en el que puede incluir restricciones.
- 2) RC1 descubre que el SNPP de destino no se encuentra dentro de la zona de encaminamiento bajo su responsabilidad. Envía el mensaje de consulta de trayecto al RC2, solicitándole un trayecto que comience en el SNPP B.
- 3) RC2 descubre que el SNPP de destino no se encuentra dentro de la zona de encaminamiento bajo su responsabilidad. Envía el mensaje de consulta de trayecto al RC3, solicitándole un trayecto que comience en el SNPP D.
- 4) Tras recibir el mensaje de consulta de trayecto, el RC3 descubre que el SNPP se encuentra dentro de su zona de encaminamiento. El RC3 determina el trayecto hacia el SNPP de destino y lo envía como respuesta al RC2. El trayecto comienza en el SNPP D.
- 5) El RC2 sabe que el SNPP D en la RA3 está conectado con el SNPP C en RA2. Por consiguiente, calcula el trayecto hasta el SNPP C y lo agrega al trayecto facilitado por el RC3. Envía como respuesta al RC1 este trayecto compuesto, que comienza en el SNPP B.
- 6) El RC1 sabe que el SNPP B en RA2 está conectado con el SNPP A en RA1. Por lo tanto, calcula el trayecto hasta SNPP A, y lo agrega al facilitado por el RC2 (que incluye también el facilitado por el RC3). Este trayecto de extremo a extremo se envía al CC1, el cual puede iniciar el proceso de establecimiento de conexión.

En la figura I.3 se representa un diagrama secuencial de la consulta distante de trayecto en modo consecutivo:

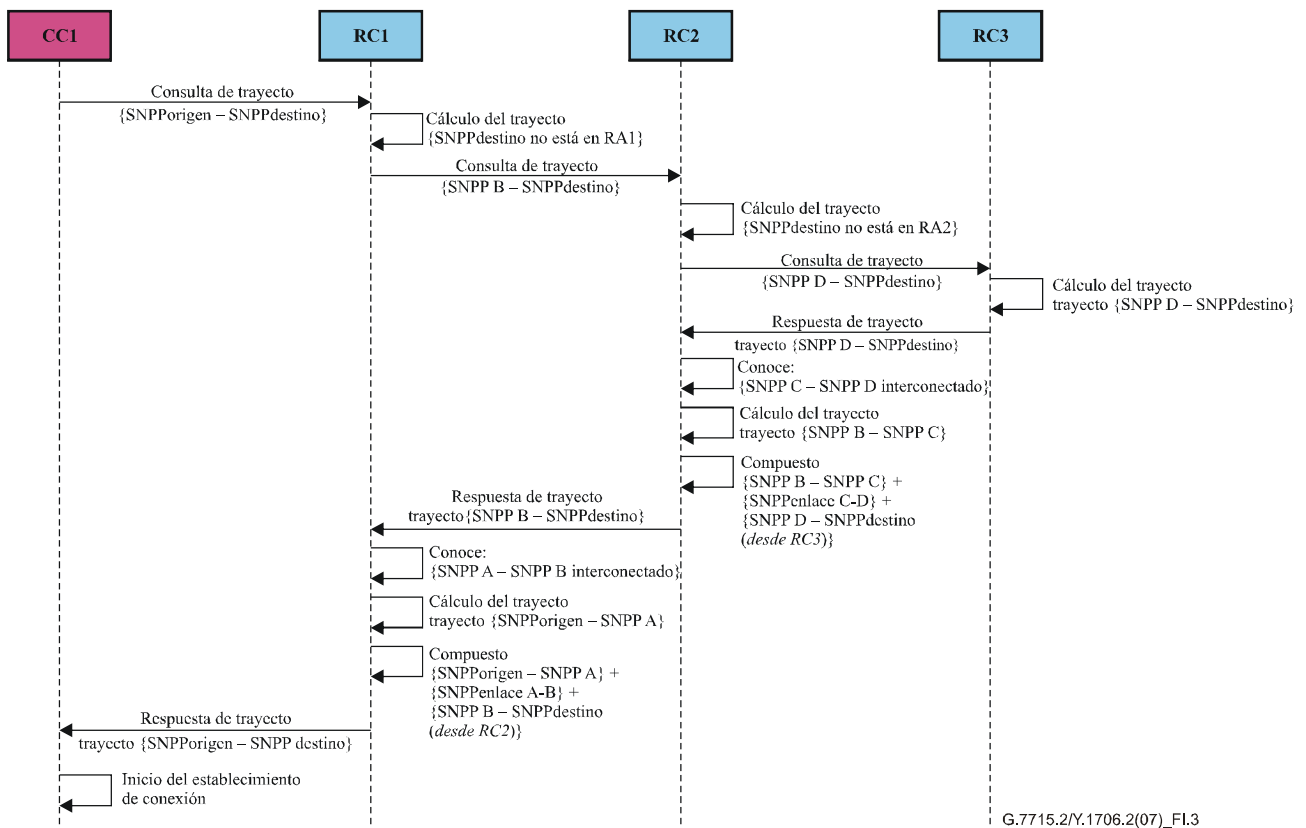


Figura I.3 – Diagrama secuencial de la consulta distante de trayecto en modo consecutivo

I.2 Consulta distante de trayecto en modo simultáneo

En la figura I.4 se muestra el caso en que se solicita una conexión de extremo a extremo y los SNPP de origen y destino están, respectivamente, en RA1 y RA3. Suponiendo que el RC en RA1 no sabe en qué zona de encaminamiento se encuentra el SNPP de destino, se comunicaron los RC de RA2 y RA3 para realizar un cálculo simultáneo del trayecto.

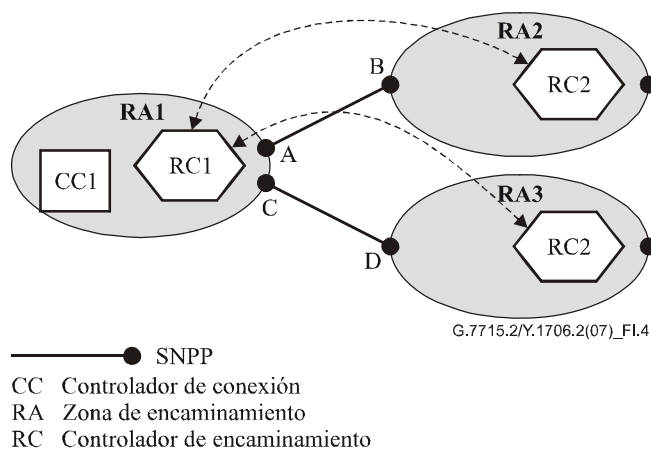


Figura I.4 – Topología de ejemplo de consulta simultánea de trayecto

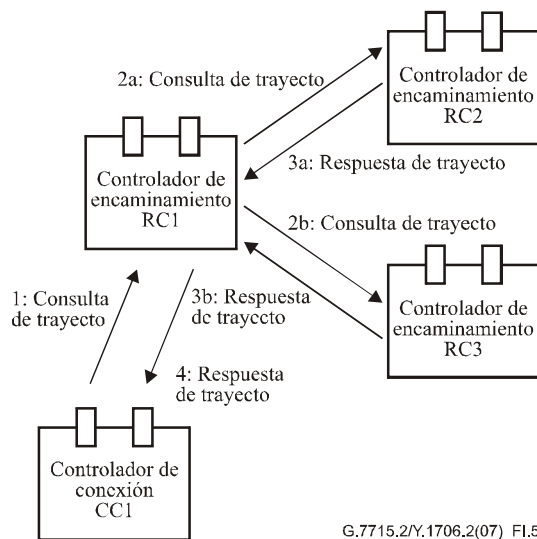


Figura I.5 – Interacción de los componentes en una consulta simultánea de trayecto

La interacción de componentes en este ejemplo se ilustra en la figura I.5; el procedimiento es el siguiente:

- 1) El CC1 envía un mensaje de consulta de trayecto al RC1, en el que puede incluir restricciones.
- 2) El RC1 descubre que el SNPP de destino no se encuentra dentro de la zona de encaminamiento bajo su responsabilidad. Como no sabe si el SNPP de destino está en RA2 o RA3, envía simultáneamente un mensaje de consulta de trayecto independiente a RC2 y RC3, en el que solicita un trayecto que comience en SNPP B y SNPP D, respectivamente. El RC1 tiene que examinar las respuestas de RC2 y RC3 para seleccionar el trayecto de encaminamiento óptimo, si lo hubiere. A continuación se describe un posible caso.
- 3) El RC2 recibe el mensaje de consulta de trayecto y determina que el SNPP de destino no se encuentra dentro de su zona de encaminamiento, ni es accesible, por lo que responde al RC1 que el trayecto no se encuentra.
- 4) El RC1 recibe la respuesta de RC2. No se toman más medidas.
- 5) Tras recibir el mensaje de consulta de trayecto, el RC3 descubre que el SNPP de destino se encuentra dentro de su zona de encaminamiento. El RC3 determina el trayecto hacia el SNPP de destino, y se lo envía como respuesta al RC1. El trayecto comienza en el SNPP D.
- 6) El RC1 sabe que el SNPP D en RA3 está conectado con el SNPP C en RA1. Por consiguiente, calcula un trayecto hacia el SNPP C, y lo agrega al trayecto facilitado por el RC3. Devuelve al CC1 el trayecto de extremo a extremo.
- 7) El CC1 inicia el procedimiento de establecimiento de conexión.

En la figura I.6 se muestra un diagrama secuencial del procedimiento de consulta instantánea de trayecto en modo simultáneo:

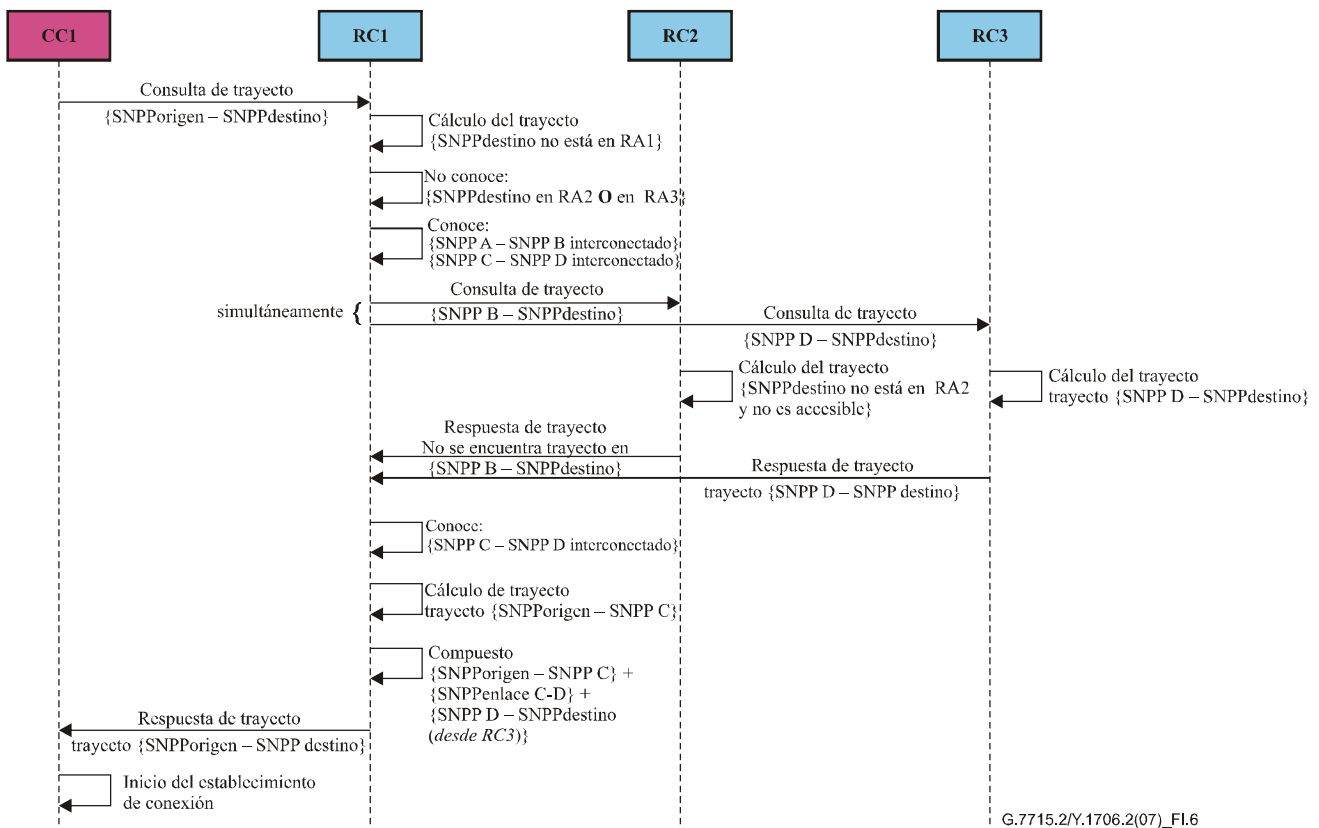


Figura I.6 – Diagrama secuencial de la consulta distante de trayecto en modo simultáneo

I.3 Consulta distante de trayecto en modo jerárquico

En la figura I.7 se muestra el caso en que se solicita una conexión de extremo a extremo y los SNPP de origen y destino están, respectivamente, en RA1 y RA3 y la conexión pasa también a través de RA2. Existe un RA progenitor (RA11) en el nivel jerárquico inmediatamente superior y el RC progenitor en dicho nivel (RC11) realiza la función de consulta distante de trayecto en colaboración con RC1, RC2 y RC3 en las RA vástagos para calcular los trayectos a través de las fronteras de encaminamiento.

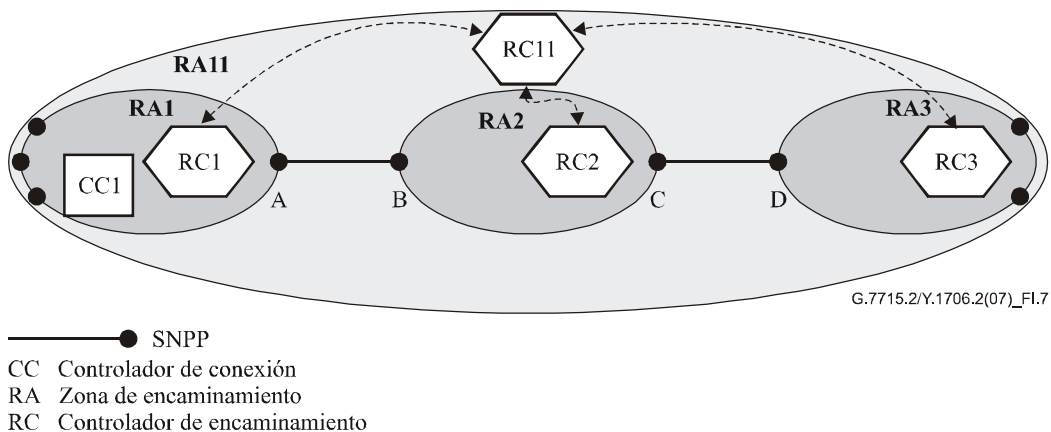


Figura I.7 – Topología de ejemplo de la consulta de trayecto en modo jerárquico

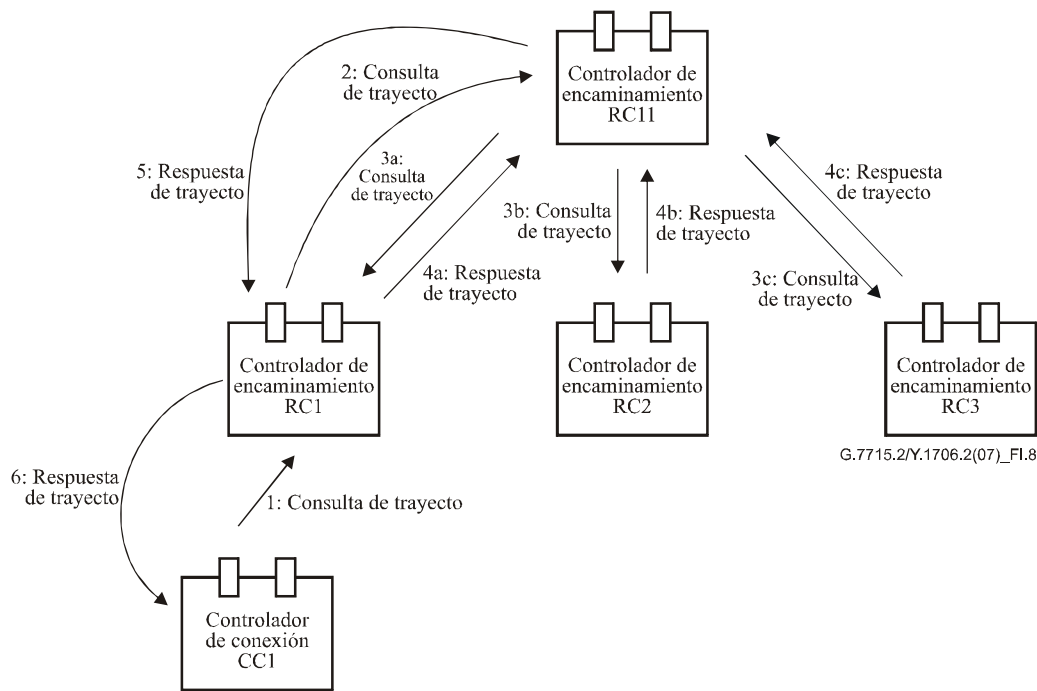


Figura I.8 – Interacciones de componentes de la consulta de trayecto en modo jerárquico

En la figura I.8 se ilustra la interacción de componentes en este ejemplo; el procedimiento es el siguiente:

- 1) El CC1 envía un mensaje de consulta de trayecto al RC1 que pertenece a la misma zona de encaminamiento que el CC1.
- 2) El RC1 no dispone de información suficiente para satisfacer la consulta de trayecto, por lo que envía un mensaje de consulta de trayecto a su controlador de encaminamiento progenitor RC11, que se supone tiene la capacidad de determinar el trayecto solicitado.
- 3) El RC11 busca en la correspondiente base de datos de información sobre encaminamiento y descubre que el SNPP de destino se encuentra en RA3, al cual puede accederse mediante el enlace SNPP A-B que une RA1 y RA2, y luego mediante el enlace SNPP C-D que une RA2 y RA3. El RC11 envía un mensaje de consulta de trayecto para que el RC1 calcule el trayecto desde el origen hasta el SNPP A, el RC2 desde el SNPP B al SNPP C y el RC3 desde el SNPP D al SNPP de destino, respectivamente.
- 4) RC1, RC2 y RC3 devuelven a RC11 los resultados de cada cálculo de trayecto.
- 5) El RC11 recopila todas las respuestas y las ensambla en un trayecto íntegro de extremo a extremo que, por último, envía al RC1 y éste, a su vez, lo transmite al CC1.
- 6) El CC1 recibe el trayecto de extremo a extremo e inicia el proceso de establecimiento de la conexión.

En la figura I.9 se ilustra el diagrama secuencial del procedimiento de consulta distante de trayecto en modo jerárquico:

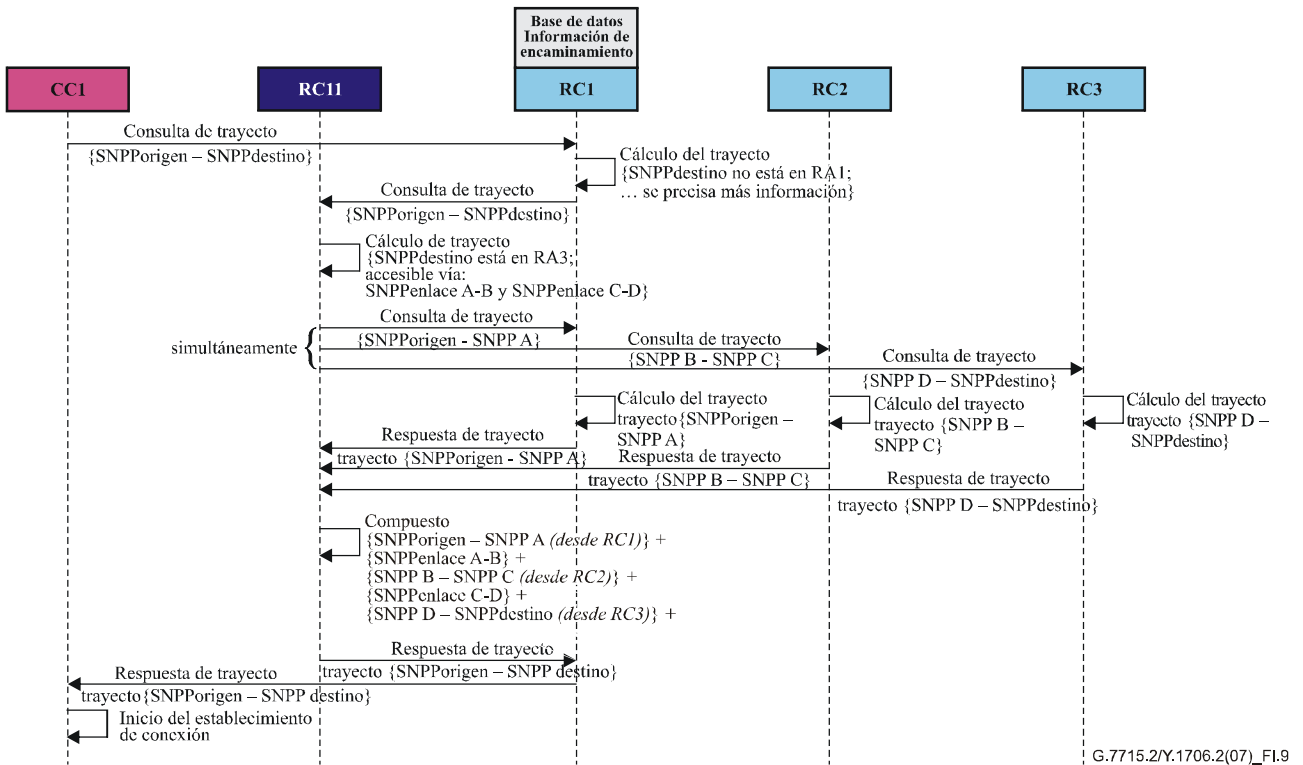


Figura I.9 – Diagrama secuencial de la consulta de trayecto en modo jerárquico

I.4 Encaminamiento jerárquico de origen a través de la interfaz de consulta de trayecto

En el ejemplo de la figura I.10, se solicita una conexión de extremo a extremo, en la que los SNPP de origen y destino están unidos al nodo A en RA1 y al nodo I en RA3, respectivamente, y la conexión también pasa a través de RA2. Existe también una RA progenitor (RA0) en el nivel jerárquico inmediatamente superior, en el que los tres RC progenitores se encuentran en los mismos nodos que sus RC vástagos, a saber, C, D, y H, respectivamente.

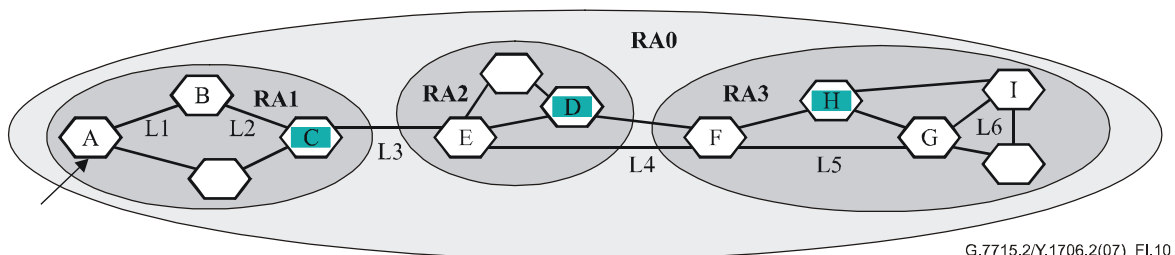
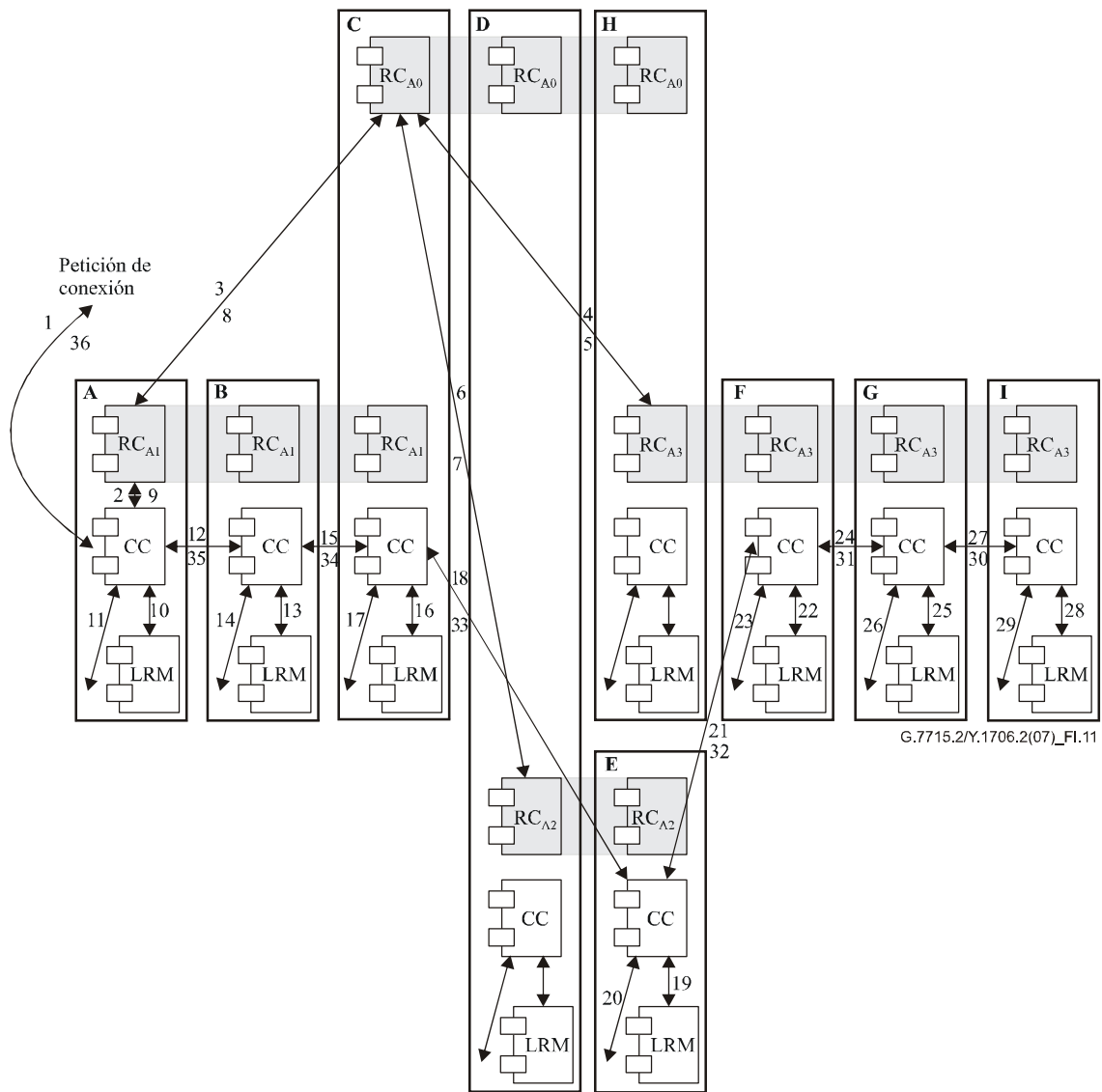


Figura I.10 – Encaminamiento jerárquico de origen mediante la interfaz de consulta de trayecto

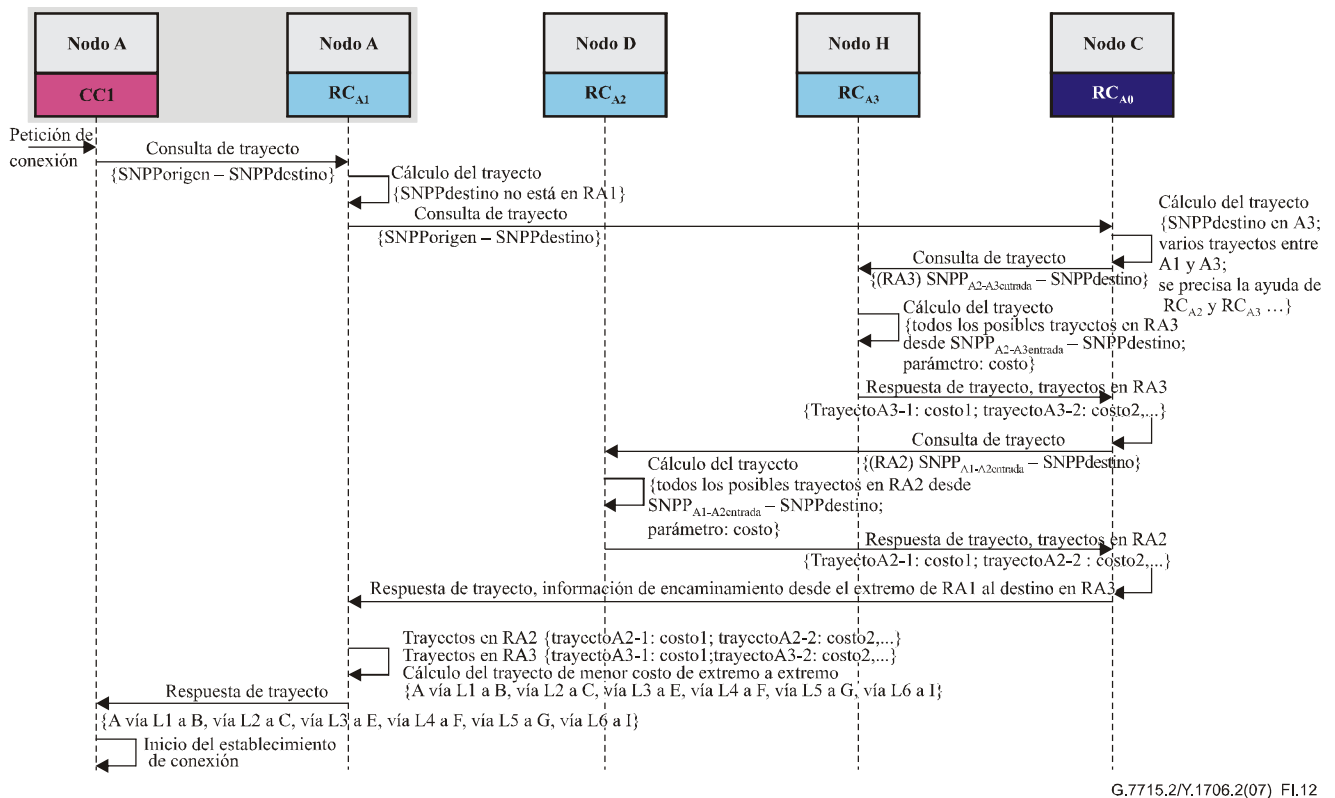


G.7715.2/Y.1706.2(07)_FI.11

Figura I.11 – Interacción de los componentes del encaminamiento de origen en modo jerárquico

La figura I.11 ilustra la secuencia en detalle de las operaciones que intervienen en el establecimiento de una conexión utilizando el encaminamiento de origen con la ayuda de la consulta de trayecto RC-RC. La notación RC_{A1} , RC_{A2} , etc., representa al controlador de encaminamiento en la zona A1, A2, etc. Los componentes de comunicación reales pueden facilitar otros componentes intermediarios, por ejemplo, la comunicación desde el RC_{A0} en el nodo C hasta el RC_{A2} en el nodo D puede entablarse mediante la transferencia del mensaje a través del RC_{A0} en el nodo D.

En la figura I.12 se ilustra el diagrama secuencial del procedimiento de encaminamiento jerárquico de origen:



G.7715.2/Y.1706.2(07)_FI.12

Figura I.12 – Diagrama secuencial del encaminamiento jerárquico de origen

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

- 1) El controlador de conexión (CC_A) recibe una petición de conexión en la interfaz connection_request_in , especificada como un par de nombres (A y Z) en el extremo de la subred.
- 2) Se consulta al controlador de encaminamiento RC_{A1} en el nodo A (mediante el SNP en el extremo Z a través de la interfaz de consulta de trayecto).
- 3) El controlador de encaminamiento RC_{A1} en el nodo A reconoce que la dirección de destino no es visible dentro de la Zona A1 y envía una consulta de trayecto al RC_{A0} en el nodo C para solicitarle asistencia a través de la interfaz de consulta de trayecto. Aunque el RC_{A1} en el nodo C dispone de la misma información de encaminamiento que el RC_{A1} en el nodo A porque ambos pertenecen a la misma zona de encaminamiento, el RC_{A0} en el nodo C tiene visibilidad del destino, lo que le permite calcular el trayecto.
- 4) En el proceso de cálculo del trayecto hacia el destino, el RC_{A0} en el nodo C se percató de que para alcanzar el destino necesita acceder a la zona A3. Ahora bien, dado que existen múltiples trayectos entre la zona A1 y la A3, necesita la ayuda de RC_{A2} y RC_{A3} para determinar el mejor trayecto. Por consiguiente, el RC_{A0} en el nodo C consulta al RC_{A3} en el nodo H a fin de determinar qué enlace entre A2 y A3 debe utilizar.
- 5) El RC_{A3} en el nodo H calcula los posibles trayectos de los enlaces que llegan a la zona A3 desde la A2 hacia el destino que se encuentra en la zona A3. Desde ese punto puede determinar los costos de utilizar cada trayecto y envía esta información de vuelta al RC_{A0} en el nodo C.

- 6) Al igual que el RC_{A3} en el nodo H, el RC_{A0} en el nodo C consulta al RC_{A2} en el nodo D para determinar los trayectos entre los enlaces que salen de la zona A2 y llegan a la zona A3 y los enlaces que llegan a la zona A2 desde la zona A1.
- 7) El RC_{A2} en el nodo D calcula los trayectos posibles que atraviesan la zona A2 y envía de vuelta esta información al RC_{A0} en el nodo C.
- 8) El RC_{A0} en el nodo C proporciona al RC_{A1} en el nodo A la lista de trayectos obtenidos desde el extremo de la zona A1 hasta el destino en la zona A3 e incluye los costos totales de cada trayecto obtenido.
- 9) El RC_{A1} en el nodo A dispone entonces de la información necesaria para calcular el trayecto por la zona A1 utilizando la información sobre costos proporcionada por el RC_{A0} en el nodo C para determinar el trayecto de extremo a extremo de menor costo. En el resto de este ejemplo, supondremos que el trayecto escogido es el que va desde A, pasando por L1 a B, por L2 a C, por L3 a E, por L4 a F, por L5 a G y por L6 a I. A continuación envía un mensaje de respuesta al CC en el nodo A, el cual inicia el proceso para iniciar una petición de conexión de extremo a extremo por dicho trayecto (A, L1, L2, L3, L4, L5, L6, y Z).
- 10) L1 es local en el nodo A, y la conexión de enlace para L1 se obtiene a partir de LRM_A por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 11) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 12) La petición de conexión (L2, L3, L4, L5, L6 y Z) se reenvía luego hacia el siguiente CC en el nodo B (por la interfaz de entrada/salida de coordinación de entidades pares).
- 13) LRM_B controla L2, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 14) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 15) La petición de conexión (L3, L4, L5, L6 y Z) se reenvía luego al siguiente CC en el nodo C (por la interfaz de entrada/salida de coordinación de entidades pares).
- 16) LRM_C controla L3, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 17) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 18) La petición de conexión (L4, L5, L6 y Z) se reenvía luego al siguiente CC en el nodo E (por la interfaz de entrada/salida de coordinación de entidades pares).
- 19) LRM_E controla L4, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 20) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 21) La petición de conexión (L5, L6 y Z) se reenvía luego al siguiente CC en el nodo F (por la interfaz de entrada/salida de coordinación de entidades pares).
- 22) LRM_F controla L5, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 23) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 24) La petición de conexión (L6 y Z) se reenvía luego al siguiente CC en el nodo G (por la interfaz de entrada/salida de coordinación de entidades pares).

- 25) LRM_G controla L6, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 26) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).
- 27) La petición de conexión (Z) se reenvía luego al siguiente CC en el nodo I.
- 28) LRM_I controla el enlace de salida hacia el nodo de destino, por lo que la conexión de enlace se obtiene desde este enlace por la interfaz de petición de conexión de enlace.
- 29) La correspondiente SNC se establece en la central local (el controlador no se muestra en la figura).

El CC en el nodo I envía luego una confirmación hacia el CC en el nodo G, y la confirmación se propaga en cada tramo en sentido inverso, como se indica en los pasos 30 a 35 en la figura I.11, hasta llegar al CC que originó la conexión en el nodo A.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET
Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

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

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

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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