

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.283

(11/2006)

SERIE J: REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE
PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS,
Y DE OTRAS SEÑALES MULTIMEDIA

Transmisión digital de señales de televisión

Arquitectura de red IP con diversidad de rutas en la capa de red para la distribución de vídeo adaptable en multidifusión IP

Recomendación UIT-T J.283

Recomendación UIT-T J.283

Arquitectura de red IP con diversidad de rutas en la capa de red para la distribución de vídeo adaptable en multidifusión IP

Resumen

En esta Recomendación se propone una arquitectura de red IP orientada al soporte de diversidad de rutas en la capa de red que será útil para construir una infraestructura de distribución de vídeo adaptable mediante multidifusión IP.

Orígenes

La Recomendación UIT-T J.283 fue aprobada el 29 de noviembre de 2006 por la Comisión de Estudio 9 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

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 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 2007

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
2.1 Referencias normativas	1
2.2 Referencias informativas	1
3 Términos, definiciones y acrónimos.....	1
4 Red multidifusión por IP	2
5 Análisis del fallo entre el encaminador y el enlace	2
6 Requisitos	3
7 Arquitectura de la red IP con diversidad de rutas en la capa de red.....	3

Introducción

La multidifusión por IP constituye una tecnología con un gran potencial para la distribución de vídeo por IP debido al rendimiento de su anchura de banda que da cabida a millones de clientes. La construcción de una red estable de multidifusión por IP representa una cuestión esencial para poder satisfacer el requisito de calidad de servicio de la distribución de vídeo por IP. En esta Recomendación se describe una serie de conceptos arquitecturales necesarios para construir una red de multidifusión por IP con una gran disponibilidad.

Recomendación UIT-T J.283

Arquitectura de red IP con diversidad de rutas en la capa de red para la distribución de vídeo adaptable en multidifusión IP

1 Alcance

Se examinará la arquitectura de red de multidifusión por IP con alta disponibilidad a fin de lograr y mantener una calidad de servicio suficiente para la distribución de vídeo por IP. Esta Recomendación se enfoca a la diversidad de rutas en la capa de red (capa 3) entre los encaminadores de borde del servidor y los encaminadores de borde del cliente. Obsérvese que este tipo de diversidad es independiente de la capacidad de adaptación en la capa 2, es decir, la protección y/o el restablecimiento. Ya que la capacidad de adaptación en la capa 2 no abarca la diversidad de rutas de la capa 3, es decir, no puede manejar un fallo de encaminador. Esta Recomendación se centra en las cuestiones relacionadas con la arquitectura de la capa 3. La coordinación con la capacidad de adaptación en la capa 2 contribuirá a una fiabilidad superior.

2 Referencias

2.1 Referencias normativas

Ninguna.

2.2 Referencias informativas

[RFC 2328] IETF RFC 2328 (1998), *OSPF Version 2*.

[RFC 2362] IETF RFC 2362 (1998), *Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification*.

3 Términos, definiciones y acrónimos

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 multidifusión: Mecanismo de distribución de paquetes de una fuente a muchos clientes interconectados a través de encaminadores IP.

3.2 distribución de vídeo: Servicios de vídeo digital ofrecidos a un número no especificado de clientes.

3.3 modo multidifusión de poca densidad independiente de protocolo (PIM-SM, *protocol independent multicost-sparse mode*): Protocolo de encaminamiento para multidifusión basado en un modelo de unión explícita para grupos de multidifusión que pueden abarcar una zona extensa.

3.4 RP (*rendezvous point*): Punto de encuentro entre las fuentes de multidifusión y los miembros del grupo. Los paquetes transmitidos por las fuentes de multidifusión se distribuyen a través de un encaminador RP al principio de una transmisión multidifusión.

3.5 primer trayecto más corto abierto (OSPF, *open shortest path first*): Protocolo de encaminamiento unidifusión que se emplea en las redes entre dominios de gran tamaño. El OSPF es un protocolo de encaminamiento basado en el estado del enlace que se especifica con arreglo al protocolo de encaminamiento IS-IS de ISO.

3.6 coste: Parámetro configurado por un operador a fin de lograr la eficacia de la utilización de un recurso de la red. En [RFC 2328] se presenta un ejemplo de esta definición.

4 Red multidifusión por IP

En la figura 1 se ilustra un ejemplo de una red multidifusión por IP. Cada uno de los encaminadores IP duplica paquetes que transportan trenes de vídeo y los retransmite a los encaminadores o clientes en sentido descendente a través de los árboles de multidifusión. Un protocolo de encaminamiento por multidifusión como el PIM-SM que funciona en cada encaminador establece un árbol de multidifusión de los encaminadores de borde del cliente a la fuente de multidifusión¹ en una modalidad salto por salto. En el PIM-SM, cada encaminador selecciona un encaminador en sentido ascendente mediante información de encaminamiento unidifusión destinada a la fuente de multidifusión.

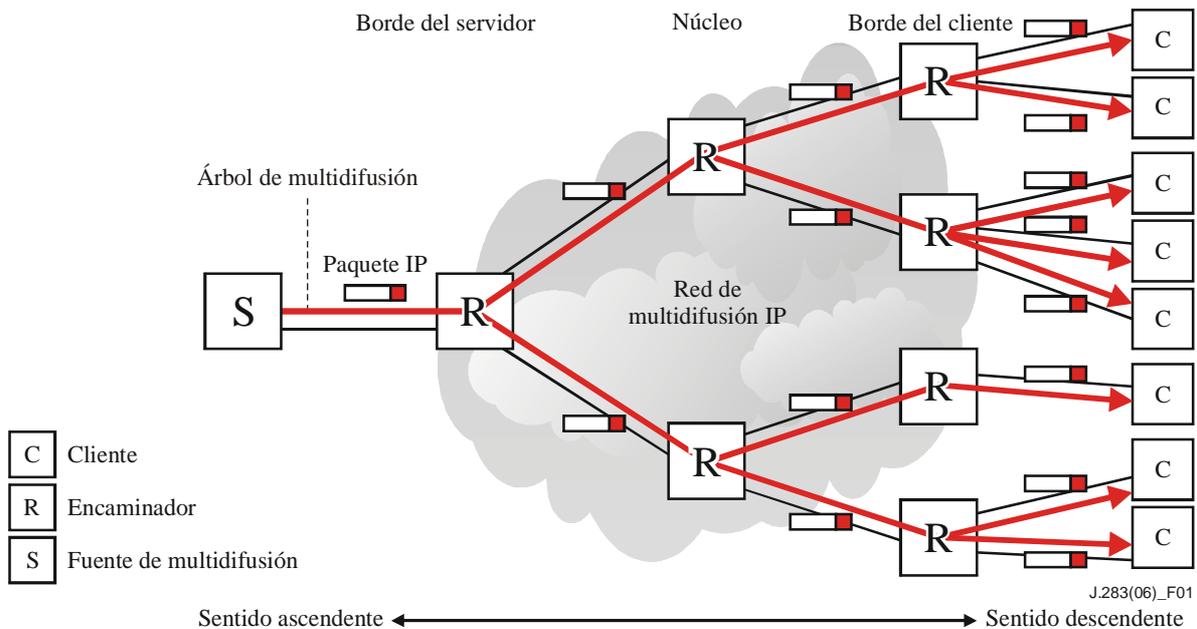


Figura 1/J.283 – Ejemplo de una red de multidifusión por IP

5 Análisis del fallo entre el encaminador y el enlace

Por otro lado, en la figura 1 se indica solo una ruta unidifusión entre los encaminadores en el borde del cliente y la fuente de multidifusión. Cuando falla un encaminador o enlace intermedio como se muestra en la figura 2, los paquetes de multidifusión no llegan al cliente hasta que se resuelve el fallo. En detalle, desde la perspectiva de la capa de red, se llevan a cabo los siguientes procedimientos en los encaminadores por debajo del punto del fallo.

- Un protocolo de encaminamiento unidifusión como el OSPF detecta el fallo y suprime la ruta unidifusión de la fuente de multidifusión.
- El protocolo PIM-SM se da cuenta que no existe una ruta unidifusión a partir de la fuente de multidifusión, y por consecuencia se interrumpen los árboles de multidifusión correspondientes.
- El protocolo OSPF detecta la resolución del fallo y computa de nuevo la ruta unidifusión a partir de la fuente de multidifusión.
- El PIM-SM se da cuenta de que la ruta unidifusión aparece nuevamente y reconstruye los árboles de multidifusión.

¹ En el protocolo PIM-SM la fuente de multidifusión puede ser un encaminador RP (*Rendezvous Point*).

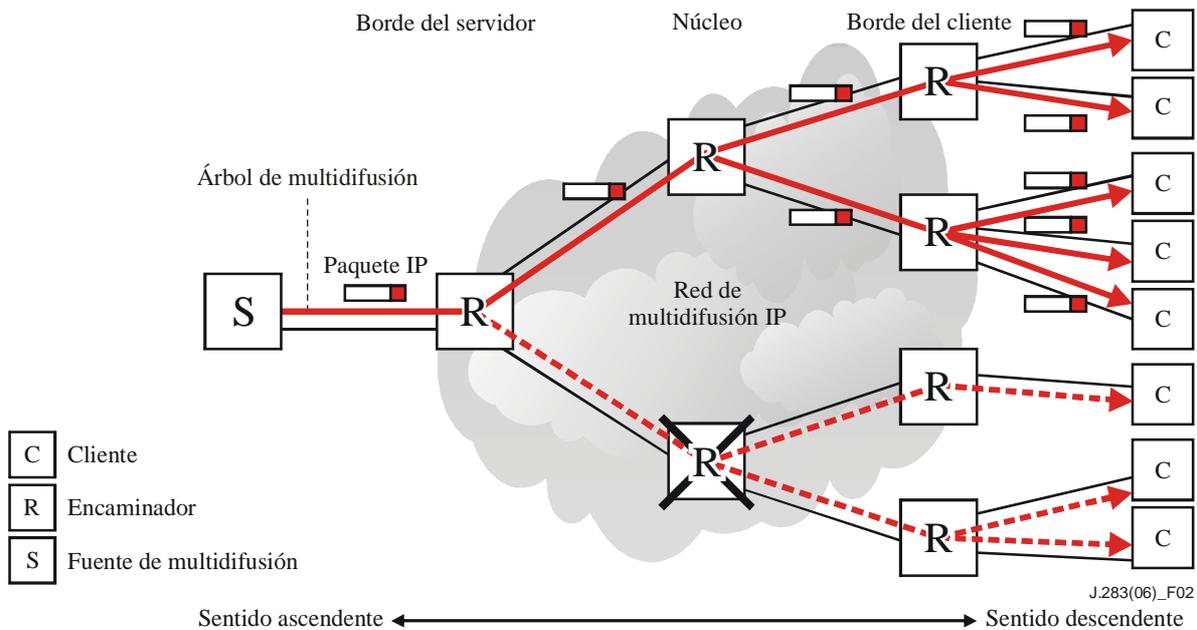


Figura 2/J.283 – Ejemplo de un escenario de fallo de encaminador

6 Requisitos

Para evitar una interrupción prolongada del servicio por el fallo de un encaminador o enlace único en los árboles de multidifusión como se describió en la cláusula 7, en esta cláusula se describen los requisitos y las recomendaciones de la arquitectura de una red IP para la distribución de vídeo adaptable en la multidifusión por IP. El punto más importante es que la diversidad de rutas de los árboles de multidifusión se proporcione de modo dinámico.

- Para evitar una interrupción prolongada del servicio por el fallo de un encaminador o enlace en los árboles de multidifusión, es necesario que la red de multidifusión IP se construya con diversidad de rutas unidifusión de cualquier encaminador de borde del cliente a la fuente de multidifusión. Es decir, se exige disponer automáticamente de una ruta unidifusión alternativa cuando se interrumpe la ruta original.
- Tras el fallo, los árboles de multidifusión deben reconstruirse dinámicamente por la ruta unidifusión alternativa.
- Para lograr una rápida convergencia de la reconstrucción de los árboles de multidifusión, es recomendable que se disponga de al menos dos rutas unidifusión con el mismo coste del encaminador en el borde del cliente a la fuente de multidifusión, de modo que se pueda conservar en todo momento una u otra de las rutas unidifusión.

7 Arquitectura de la red IP con diversidad de rutas en la capa de red

En esta cláusula se categorizan los tres tipos de arquitectura de red IP siguientes que incluyen diversidad de rutas en la capa de red.

- Categoría 1: Un encaminador en el borde del cliente dispone sólo de una buena ruta con destino en la fuente de multidifusión. Existe la posibilidad de otra u otras rutas, pero su coste es mayor al de la mejor ruta.
- Categoría 2: Un ruteador en el borde del cliente tiene al menos dos buenas rutas, es decir, rutas con coste idéntico con destino en la fuente de multidifusión. No obstante, otros encaminadores tales como los encaminadores núcleo o centrales no siempre disponen de rutas con coste idéntico hacia la fuente de multidifusión.

- 3) Categoría 3: Un encaminador, excepto aquéllos en el borde del servidor, tiene al menos dos buenas rutas, es decir rutas con coste idéntico con destino en la fuente de multidifusión.
- 4) Categoría 2+1, 3+1: Además de la categoría 2 ó 3, en cada encaminador existe la posibilidad de disponer de otra ruta o rutas con destino en la fuente de multidifusión, pero su coste es mayor que el de las mejores rutas.

En las figuras 3 a 7 se ilustran ejemplos de arquitectura de red IP. Todas las categorías satisfacen los requisitos a) y b) de la cláusula 6, sin embargo sólo la categoría 1 no cumple con el punto c) de la cláusula 6.

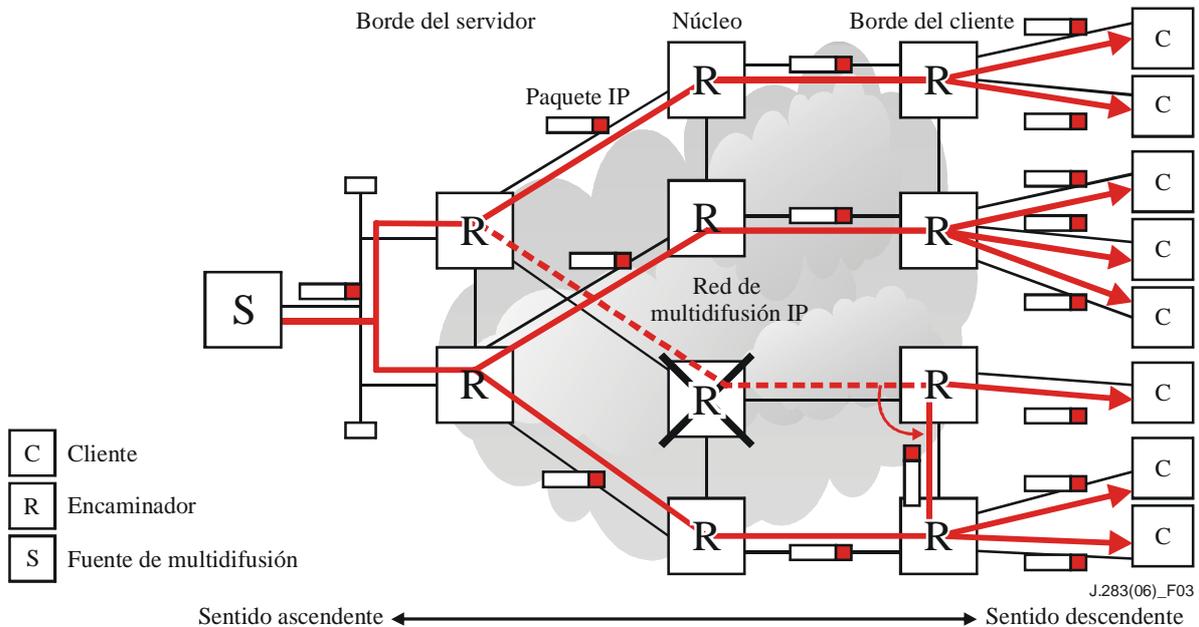


Figura 3/J.283 – Ejemplo de arquitectura de red IP (categoría 1)

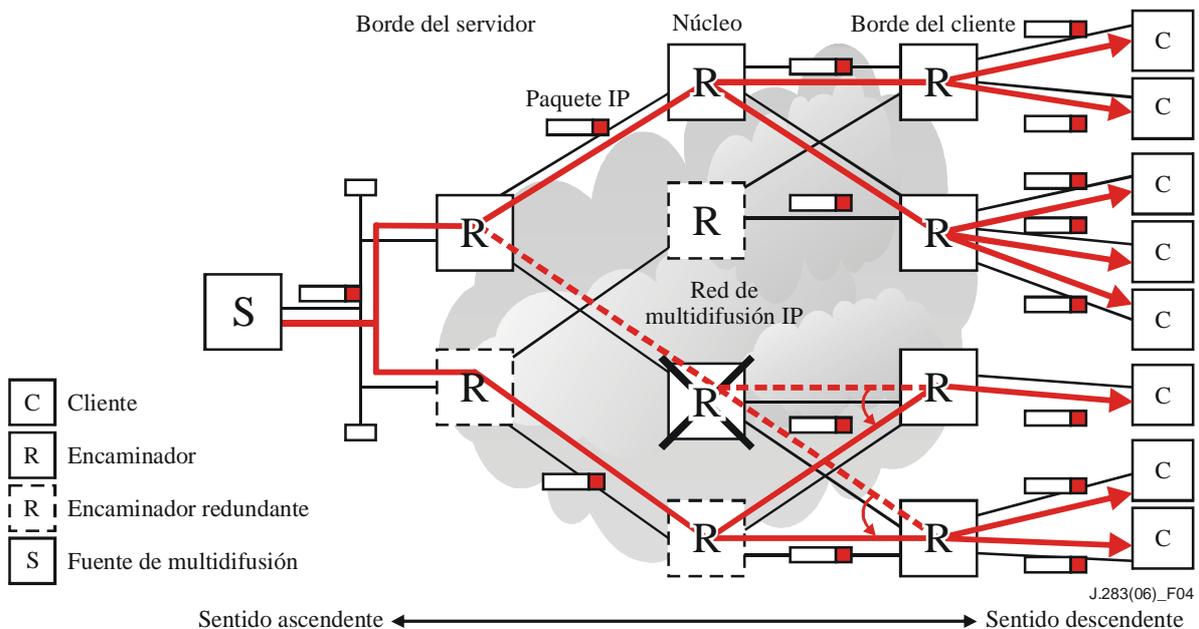


Figura 4/J.283 – Ejemplo de arquitectura de red IP (categoría 2)

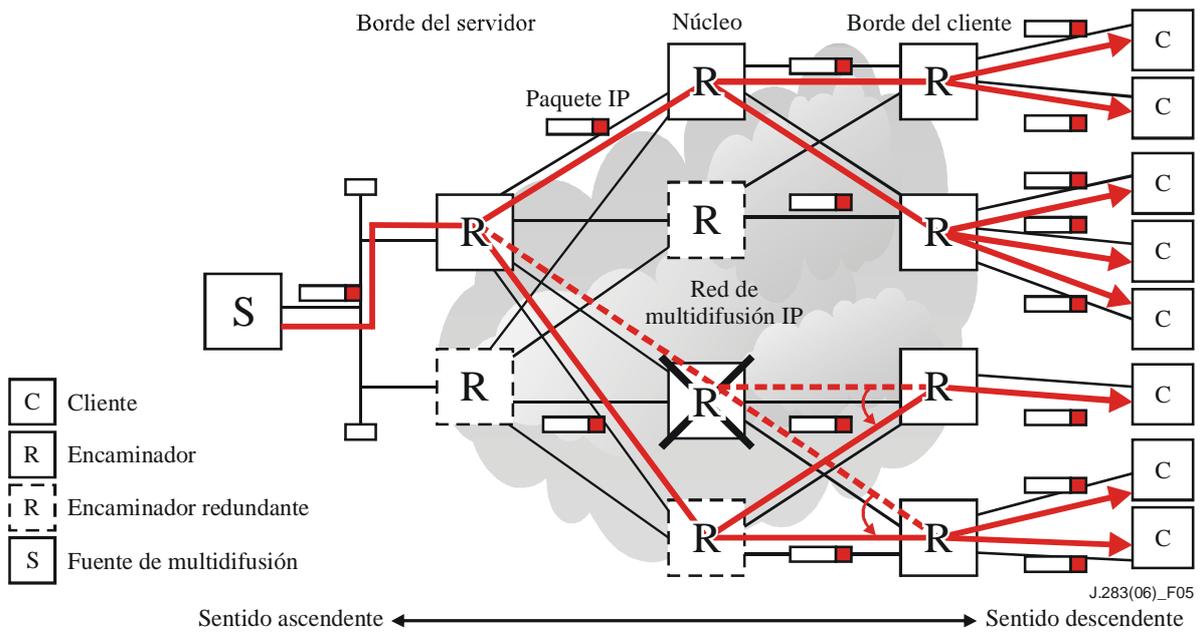


Figura 5/J.283 – Ejemplo de arquitectura de red IP (categoría 3)

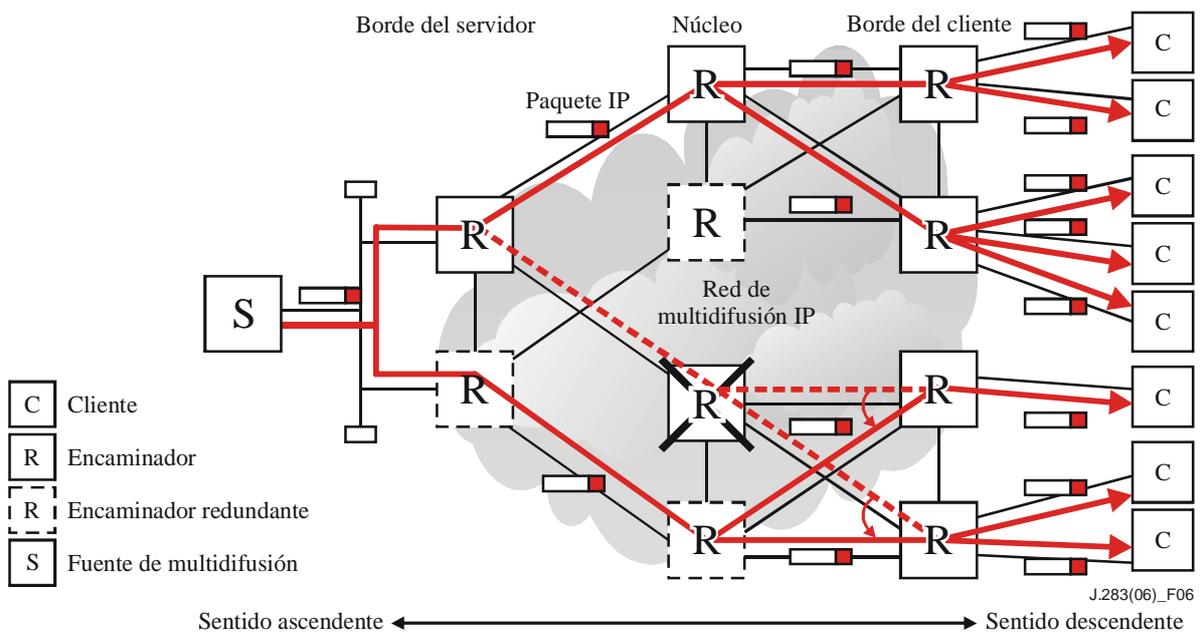


Figura 6/J.283 – Ejemplo de arquitectura de red IP (categoría 2+1)

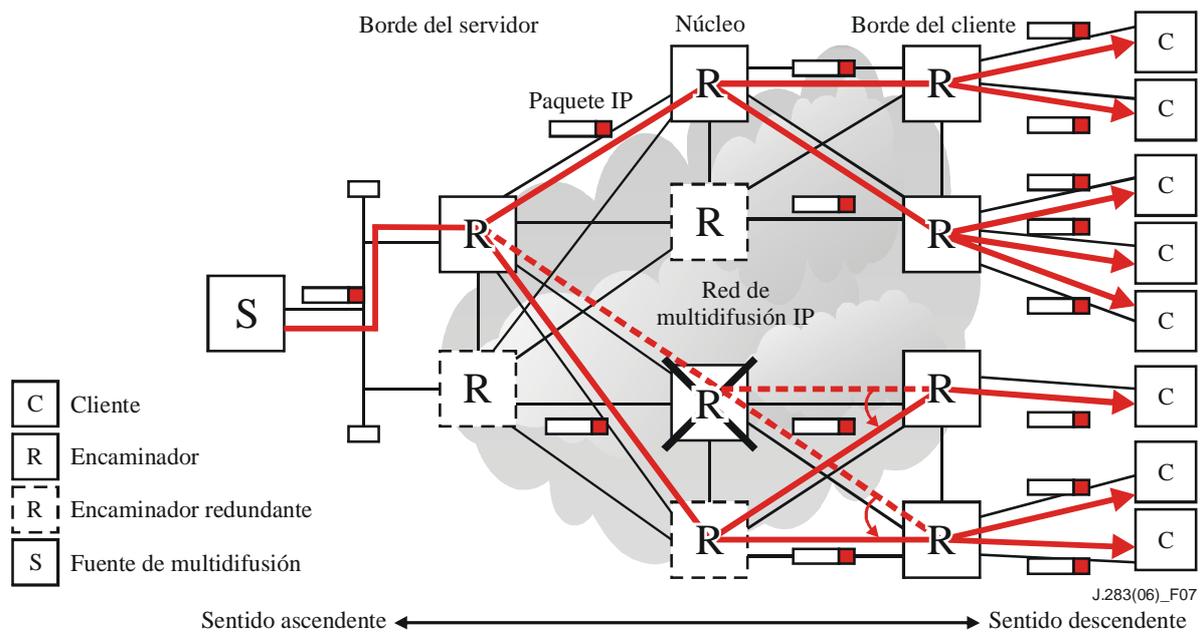


Figura 7/J.283 – Ejemplo de arquitectura de red IP (categoría 3+1)

En todas las categorías se realizan los siguientes procedimientos a fin de reconstruir los árboles de multidifusión cuando se produce un fallo de encaminador/enlace en ellos.

- a) El protocolo OSPF detecta el fallo y suprime la ruta unidifusión correspondiente de la fuente de multidifusión. Una vez corregido el fallo se realiza un nuevo cómputo de la ruta unidifusión.
- b) (Categoría 1) Como resultado se computa de nuevo una ruta alternativa y a continuación aparece en el cuadro de encaminamiento unidifusión por primera vez.
- b') (Categorías 2, 3, 2+1, 3+1) Incluso durante la fase del nuevo cómputo de la ruta, la otra ruta unidifusión de coste idéntico permanece como una ruta alternativa en el cuadro de encaminamiento unidifusión. Por consiguiente, el encaminador puede pasar rápidamente al paso c).
- c) El protocolo PIM-SM reconstruye los árboles de multidifusión con arreglo a la ruta unidifusión alternativa si éstos han sido establecidos sobre la ruta suprimida.

Tras la reparación del fallo se realizan procedimientos similares a los de los pasos c) y d) en la cláusula 5.

Al comparar la categoría 3 con la categoría 2 aumentará la capacidad de adaptación de la red debido a que la categoría 3 proporciona mayor diversidad de rutas en la capa de red. Por ejemplo, aun si los dos encaminadores fallan en diferentes niveles, digamos el encaminador central y el de borde del servidor, la categoría 3 puede continuar la distribución multidifusión mientras que la categoría 2 no puede hacerlo. No obstante, la topología de red es más complicada y puede resultar onerosa con la categoría 3 si se tiene en cuenta la incidencia de dicho escenario de fallo.

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