

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# Y.2612

(01/2009)

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

Redes de la próxima generación – Redes basadas en  
paquetes

---

**Marco y requisitos genéricos del  
direccionamiento, encaminamiento y reenvío de  
la futura red de portador basada en paquetes**

Recomendación UIT-T Y.2612

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET,  
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES**

<b>INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN</b>	
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
<b>ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET</b>	
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
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999
<b>REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN</b>	
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
Mejoras de las NGN	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
<b>Redes basadas en paquetes</b>	<b>Y.2600–Y.2699</b>
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999
<b>REDES FUTURAS</b>	<b>Y.3000–Y.3499</b>
<b>COMPUTACIÓN EN LA NUBE</b>	<b>Y.3500–Y.3999</b>

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

## Recomendación UIT-T Y.2612

### Marco y requisitos genéricos del direccionamiento, encaminamiento y reenvío de la futura red de portador basada en paquetes

#### Resumen

La Recomendación UIT-T Y.2612 describe la arquitectura técnica genérica, los atributos y los mecanismos de correspondencia, traducción, encaminamiento y reenvío para las redes por paquetes futuras (FPBN) basándose en las Recomendaciones UIT-T Y.2601 e Y.2611. Esta Recomendación puede utilizarse de referencia para el diseño y materialización en el futuro de la red FPBN.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T Y.2612	2009-01-23	13	<a href="http://11.1002/1000/9570">11.1002/1000/9570</a>

---

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 2019

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

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Términos y definiciones .....	2
4 Abreviaturas y acrónimos .....	2
5 Convenciones.....	3
6 Introducción.....	3
7 Direccionamiento.....	3
7.1 Atributos de dirección .....	3
7.2 Estructura de las direcciones .....	4
7.3 Objetos de direccionamiento .....	4
7.4 Métodos de asignación .....	5
8 Correspondencia y traducción .....	5
8.1 Correspondencia .....	5
8.2 Traducción.....	6
9 Encaminamiento .....	6
9.1 Distribución/recopilación de información sobre la topología .....	6
9.2 Cálculo de las rutas.....	7
9.3 Establecimiento/mantenimiento del cuadro de encaminamiento .....	7
9.4 Establecimiento y mantenimiento de la FIB .....	7
10 Reenvío.....	8
10.1 Procedimiento de entrada .....	8
10.2 Consulta de la FIB .....	8
10.3 Conmutación.....	8
10.4 Procedimiento de salida.....	8
Bibliografía .....	9



## Recomendación UIT-T Y.2612

### Marco y requisitos genéricos del direccionamiento, encaminamiento y reenvío de la futura red de portador basada en paquetes

#### 1 Alcance

En la presente Recomendación se describe la arquitectura técnica genérica, los atributos y los mecanismos de direccionamiento, correspondencia, traducción, encaminamiento y reenvío dentro de redes por paquetes futuras (FPBN), a saber:

- Direcciones de estrato de transporte.
- Métodos de asignación de direcciones.
- Correspondencia entre nombres de estrato de servicio y direcciones de estrato de transporte.
- Traducción entre diferentes tecnologías de estrato de transporte y dominios administrativos.
- Mecanismos de encaminamiento y reenvío dentro del estrato de transporte.

La presente Recomendación se limita a describir algunos requisitos técnicos comunes y el marco de estos aspectos antes mencionados. Las tecnologías específicas que pueden utilizarse para aplicar esos aspectos quedan fuera del ámbito de aplicación 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.805] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- [UIT-T Y.2601] Recomendación UIT-T Y.2601 (2006), *Características y requisitos fundamentales de las redes futuras basadas en paquetes*.
- [UIT-T Y.2611] Recomendación UIT-T Y.2611 (2006), *Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes*.
- [IETF RFC 2328] IETF RFC 2328 (1998), *OSPF version 2*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>>
- [IETF RFC 2453] IETF RFC 2453 (1998), *RTP version 2*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2453.txt>>
- [IETF RFC 4271] IETF RFC 4271 (2006), *A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc4271.txt>>
- [IETF RFC 4291] IETF RFC 4291 (2006), *IP version 6 Addressing Architecture*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc4291.txt>>

### 3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en otros documentos:

- 3.1 **dirección:** Véase [UIT-T Y.2601].
- 3.2 **plano de control:** Véase [UIT-T Y.2011].
- 3.3 **plano de datos:** Véase [UIT-T Y.2011].
- 3.4 **identificador:** Véase [UIT-T Y.2601].
- 3.5 **plano de gestión:** Véase [UIT-T Y.2011].
- 3.6 **nombre:** Véase [UIT-T Y.2611].

### 4 Abreviaturas y acrónimos

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

- ACL Lista de control de acceso (*access control list*)
- AP Punto de acceso (*access point*)
- BGP Protocolo de pasarela de frontera (*border gateway protocol*)
- CP Punto de conexión (*connection point*)
- DCE Equipo de terminación de circuito de datos (*data circuit-terminating equipment*)
- DNS Sistema de nombre de dominio (*domain name system*)
- DTE Equipo terminal de datos (*data terminal equipment*)
- FIB Retransmisión de base de información (*forwarding information base*)
- FIFO Primero en entrar, primero en salir (*first in first out*)
- FP Punto de flujo (*flow point*)
- FPBN Futura red de portador basada en paquetes (*future packet-based network*)
- GFP Procedimiento de entramado genérico (*generic framing procedure*)
- ICMP Protocolo de mensajes de control de Internet (*Internet control message protocol*)
- ID Identificador
- IP Protocolo Internet (*Internet protocol*)
- MAC Control de acceso a los medios (*media access control*)
- NAT Traducción de direcciones de red (*network address translation*)
- NGN Red de la próxima generación (*next generation network*)
- OAM Operación, administración y mantenimiento (*operation, administration & maintenance*)
- OSPF Primer trayecto más corto abierto (*open shortest path first*)
- PBN Red basada en paquetes (*packet based network*)
- QoS Calidad de servicio (*quality of service*)
- RIP Protocolo de información de encaminamiento (*routing information protocol*)
- TCP Punto de conexión de terminación (*termination connection point*)
- TFP Punto de flujo de terminación (*termination flow point*)

TTL Tiempo de vida (*time to live*)

URPF Primer trayecto inverso en unidifusión (*unicast reverse path first*)

## 5 Convenciones

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes convenciones:

La expresión "**se requiere**" indica que el requisito es absolutamente obligatorio y debe aplicarse sin excepción si se pretende declarar la conformidad con este documento.

La expresión "**se recomienda**" indica que se trata de un requisito recomendado y que, por ende, no es absolutamente obligatorio. Su cumplimiento no es indispensable para poder declarar la conformidad.

La expresión "**se tiene la opción de**" indica que el requisito se permite, sin que ello signifique que se recomienda. No se pretende implicar que el fabricante deba ofrecer esta opción y que el operador de red/proveedor de servicio tenga la posibilidad de activarla. Significa, más bien, que el fabricante tiene la opción de proporcionar esta función sin que ello afecte a la conformidad con la presente especificación.

## 6 Introducción

Los mecanismos de direccionamiento, encaminamiento y reenvío desempeñan todas ellas funciones clave respectivamente en la FPBN. El mecanismo de direccionamiento determina la ubicación topológica de cada entidad en la FPBN. El mecanismo de encaminamiento distribuye y recopila información relacionada con la topología, calcula las rutas, establece y mantiene el cuadro de encaminamiento, establece y mantiene la retransmisión de base de información (FIB). El mecanismo de reenvío recupera la FIB, y transfiere los paquetes sobre la base de los resultados de la recuperación.

Si bien los mecanismos de direccionamiento, encaminamiento y reenvío son distintos en cada red, tienen un marco y algunos requisitos técnicos comunes.

En la presente Recomendación se resumen el marco y algunos requisitos genéricos según los requisitos básicos ([UIT-T Y.2601]) y de diseño de alto nivel de la FPBN ([UIT-T Y.2611]).

Esta Recomendación puede utilizarse de referencia para el diseño y materialización en el futuro de la red FPBN.

## 7 Direccionamiento

Una dirección es el identificador de ubicación de una entidad concreta (unidifusión), de un grupo de entidades (multidifusión) o de un grupo de entidades (*anycast*) en redes de capas del estrato de transporte. En la FPBN, el mecanismo de direccionamiento es un conjunto de acciones que permite definir la estructura de direcciones, para determinar con precisión las entidades destinatarias, aclarar los métodos de asignación, etc.

### 7.1 Atributos de dirección

Las redes de capas que forman el estrato de transporte son independientes unas de otras; por consiguiente, se recomienda que el direccionamiento de esas redes de capas sea independiente también dentro del estrato de transporte.

Para cumplir los requisitos de la FPBN definidos en [UIT-T Y.2601], las direcciones en la FPBN deben tener varias propiedades deseables en su dominio de direccionamiento. A continuación se indican algunos atributos importantes:

- **Unicidad:** Una dirección debe utilizarse de forma fiable y determinante para una sola entidad única en un dominio administrativo. Sin embargo, una entidad puede tener más de una dirección.
- **Persistencia:** Si la ubicación de una entidad no cambia, la dirección de la entidad no debe cambiar con frecuencia.
- **Estructuración:** La dirección debe ser estructurada, a efectos de agregación. Permite facilitar los procesos de encaminamiento y reenvío.

## 7.2 Estructura de las direcciones

En una red basada en paquetes existen dos tipos de direcciones estructuradas: las planas y las jerárquicas.

- **Direccionamiento plano:** la asignación de direcciones es aleatoria desde los puntos de vista del encaminamiento y del reenvío. Los mecanismos de encaminamiento y reenvío funcionan en todos los bits de la dirección de destino en un encabezamiento de paquete, y no en parte de ellos en el campo de dirección. Las direcciones MAC Ethernet son representativas del direccionamiento plano.
- **Direccionamiento jerárquico:** para los fines de asegurar un encaminamiento y reenvío eficaces, la gestión de las direcciones sigue un proceso de asignación descendente por el que los niveles intermedios pueden subasignar a niveles inferiores partes de direcciones asignadas por un nivel superior. El encaminamiento y el reenvío no funcionan en la dirección completa, solo en partes de bits de una dirección completa. El direccionamiento jerárquico típico es la dirección IP.

En la FPBN, se recomienda elegir el direccionamiento jerárquico; la dirección jerárquica puede dividirse en varias partes, en la que cada parte de la dirección lleva su propia información. Por ejemplo, una parte de la dirección indica el ID de la red, mientras que otra indica el ID del anfitrión.

La dirección jerárquica debe soportar la unidifusión y la multidifusión, y se recomienda que soporte la *anycast*.

## 7.3 Objetos de direccionamiento

En la FPBN, los objetos de direccionamiento pueden ser una entidad específica, un grupo de entidades o un grupo de entidades en redes de capas de estrato de transporte, ya sean DTE o DCE, como los terminal(es) de red, AP (punto de acceso), TCP (punto de conexión de terminación), CP (punto de conexión), FP (punto de flujo), TFP (punto de flujo de terminación) definidos en [UIT-T G.805]. Todos los objetos de direccionamiento deben ser direccionados para soportar comunicaciones unidifusión, multidifusión, y/o *anycast*.

Tal y como se recomienda en [UIT-T Y.2611], la FPBN cuenta con tres planos (plano de datos, plano de gestión y plano de control), cada uno de los cuales se recomienda que tenga su propio espacio de direcciones. Cada espacio de direcciones puede ser independiente de los demás espacios de direcciones, aun cuando utilicen la misma sintaxis o estructura.

Cuando esté implicado más de un plano, se recomienda que cada objeto de direccionamiento tenga una dirección independiente para cada plano.

La dirección del plano de control indica la ubicación del objeto de direccionamiento en el plano de control de la FPBN, que intercambia información de control (por ejemplo, información topológica, política de QoS) entre entidades de red.

La dirección del plano de datos indica la ubicación del objeto de direccionamiento en el plano de datos de la FPBN, que transfiere paquetes de usuario entre terminales de red.

La dirección del plano de gestión indica la ubicación del objeto de direccionamiento gestionado en la FPBN, que intercambia información OAM, y puede utilizarse para que los operadores u otras entidades de transporte ubiquen el objeto de direccionamiento y accedan a él.

#### **7.4 Métodos de asignación**

En la FPBN, se requiere que el método de asignación soporte una de las siguientes opciones: preferencia al proveedor o preferencia geográfica. La preferencia al proveedor y la preferencia geográfica no son mutuamente excluyentes. En determinadas circunstancias, el espacio de direcciones puede ser asignado en primer lugar por una autoridad de asignación de direcciones al proveedor de red y, a continuación, puede asignarse según las ubicaciones regionales del proveedor de red.

La opción de preferencia al proveedor implica que el espacio de direcciones puede ser asignado por una autoridad de asignación de direcciones a los proveedores de red, no a un país o a una región. Cada proveedor de red puede solicitar y obtener una parte del espacio de direcciones que se puede distinguir por los distintos prefijos de dirección. Los proveedores de red pueden decidir de manera independiente cómo asignar las direcciones en su propia red. El método actual de asignación de direcciones IP es un ejemplo típico de preferencia al proveedor.

La preferencia geográfica implica que las direcciones de red pueden asignarse según las ubicaciones nacionales o regionales. Cada país o región tiene su propio espacio de direcciones con distintos prefijos de dirección, y puede asignar direcciones de forma independiente según sus propias reglas.

### **8 Correspondencia y traducción**

Habrán varios mecanismos de direccionamiento independientes en las diferentes capas. Por ejemplo, la dirección IP y la dirección MAC pertenecen a distintas capas en el estrato de transporte. Incluso en la misma red de capas del estrato de transporte, también se pueden utilizar distintos mecanismos de direccionamiento en los diferentes dominios administrativos. Por ejemplo, se pueden utilizar direcciones IPv4 privadas en una red de empresa, y al mismo tiempo direcciones IPv6 o IPv4 públicas en la red de acceso y/o medular.

Los mecanismos de correspondencia son necesarios entre diferentes capas dentro de una FPBN, y los mecanismos de traducción son necesarios en la frontera entre diferentes dominios administrativos en la FPBN. Los mecanismos de correspondencia y de traducción son necesarios dentro del plano de datos, el plano de control y el plano de gestión en la FPBN.

#### **8.1 Correspondencia**

La correspondencia es establecer una conexión lógica entre dos entidades que pertenecen a diferentes capas, por ejemplo, la conexión lógica entre el nombre de dominio y la dirección IP o viceversa, o la conexión lógica entre la dirección IP y la dirección MAC o viceversa.

Se tiene la opción de almacenar los resultados de correspondencia en un cuadro de correspondencia, una base de datos central o una base de datos distribuida. A efectos de mejorar la eficiencia, se recomienda almacenar los resultados de correspondencia en la memoria.

Se requiere soportar al menos uno de los tres tipos de mecanismos de correspondencia siguientes: que el plano de gestión la asigne estáticamente, ser informado con o sin consulta, o que algunos algoritmos lo calcule. Por ejemplo, la correspondencia entre la dirección IPv6 y la dirección MAC puede configurarse estáticamente, solicitarse por ICMPv6 o calcularse por medio de la arquitectura de direccionamiento de la versión 6 del protocolo Internet (IPv6) [IETF RFC 4291]. La correspondencia debe tener una vida útil, que puede ser temporal o permanente.

Algunos resultados de correspondencia están disponibles solo a nivel local, por ejemplo, la información de correspondencia entre las direcciones IPv6 y MAC. Algunos resultados de correspondencia pueden ser accesibles a nivel mundial, por ejemplo, los resultados de correspondencia del registro DNS. En la FPBN, se pueden tomar en consideración ambas condiciones.

Existen cuatro tipos de correspondencia, a saber: del tipo uno a uno, uno a muchos, muchos a uno y muchos a muchos. La FPBN debe soportar al menos los tres primeros tipos.

## **8.2 Traducción**

La traducción es establecer una conexión lógica entre diferentes direcciones cuando la entidad pertenece a espacios de direccionamiento diferentes, por ejemplo, una conexión lógica entre una dirección IPv4 y una dirección IPv6, o entre una dirección IP privadas y una dirección IP mundial.

Se tiene la opción de almacenar los resultados de traducción en un cuadro de traducción, una base de datos central o una base de datos distribuida.

Se requiere soportar al menos uno de los tres mecanismos de traducción siguientes: que el plano de gestión la asigne estáticamente, ser informado con o sin consulta, o que algunos algoritmos lo calcule. La traducción debe tener una vida útil, que puede ser temporal como en el caso de la NAT, y permanente, como la dirección global de un servidor web de intranet.

En la FPBN, la traducción de tipo uno a uno debe realizarse por medio de dispositivos de pasarela.

## **9 Encaminamiento**

El encaminamiento es el proceso de distribuir y recopilar información relacionada con la topología, calcular las rutas, establecer y mantener el cuadro de encaminamiento en la FPBN, y establecer y mantener la FIB sobre la base del cuadro de encaminamiento.

### **9.1 Distribución/recopilación de información sobre la topología**

La distribución/recopilación de información sobre la topología son procedimientos por los que las entidades de encaminamiento propagan/recopilan, previa solicitud o sin ella, información sobre la topología de la red o elementos sobre la ruta en el marco de su dominio de encaminamiento.

En la FPBN, la información sobre la topología de la red puede incluir información sobre la conectividad del enlace, información sobre la situación de la entidad de encaminamiento, información sobre el coste del enlace, los elementos sobre la ruta calculados por el remitente, etc.

Un dominio de encaminamiento es un grupo de entidades que aplican el mismo protocolo de encaminamiento en el mismo dominio administrativo. Dentro de un dominio de encaminamiento, los objetivos con que se distribuye la información sobre la topología de la red pueden ser diferentes en los distintos protocolos de encaminamiento, a saber, la información sobre la topología puede enviarse a los vecinos del mismo enlace en el RIP [IETF RFC 2453], la información sobre la topología puede transmitirse a todas las entidades en la misma zona en el protocolo OSPF [IETF RFC 2328], y la información sobre la topología también puede enviarse a los pares del proceso de encaminamiento en el BGP [IETF RFC 4271]. En la FPBN, se tiene la opción de soportar los modos antes mencionados.

Las entidades de encaminamiento suelen distribuir la información sobre la topología periódicamente. A fin de mejorar la característica de convergencia del encaminamiento, las entidades de encaminamiento pueden enviar información conexa generada por determinados eventos. En algunos casos, las entidades de encaminamiento pueden amortiguar el procedimiento de envío en aras de la estabilidad de la red, o para evitar las variaciones de encaminamiento. En la FPBN, se requiere soportar los modos antes mencionados.

## 9.2 Cálculo de las rutas

El cálculo de las rutas es un procedimiento por el que las entidades de encaminamiento calculan el mejor trayecto (ruta) mediante determinados protocolos de encaminamiento establecidos según la información sobre la topología y los elementos sobre la ruta que reciben.

Teniendo en cuenta los requisitos de la política de encaminamiento y la ingeniería del tráfico, se recomienda combinar este procedimiento con algunas condiciones de restricción de ruta en la FPBN.

En el modo de transmisión con conexión de la FPBN, se requiere establecer el trayecto de extremo a extremo teniendo en cuenta los atributos de QoS, los parámetros de los recursos de red, etc.

En la FPBN, las rutas pueden configurarse estáticamente o calcularse dinámicamente. Existen varios tipos de algoritmos de encaminamiento dinámico disponibles, como el algoritmo de vector distancia, el algoritmo de estado de enlace y el algoritmo de vector trayecto.

## 9.3 Establecimiento/mantenimiento del cuadro de encaminamiento

El cuadro de encaminamiento es un fichero electrónico o un objeto de base de datos que está almacenado en una entidad de encaminamiento o en otro(s) lugar(es) concretos en la FPBN.

El establecimiento/mantenimiento del cuadro de encaminamiento es un procedimiento por el que las entidades de encaminamiento crean un cuadro de encaminamiento e insertan/suprimen/modifican en él los elementos sobre la ruta según los resultados del cálculo de encaminamiento o la demanda del plano de gestión.

En la FPBN, se recomienda que el cuadro de encaminamiento conste de los cuatro campos de información siguientes:

- Dirección de origen en el modo de transmisión sin conexión o etiqueta de entrada en el modo de transmisión con conexión.
- Dirección de destino en el modo de transmisión sin conexión o etiqueta de salida en el modo de transmisión con conexión.
- Interfaz de entrada.
- Interfaz de salida.

Los cuadros de encaminamiento pueden incluir otros campos de información, como la máscara de red, la dirección del próximo tramo, la precedencia de la ruta, la métrica de la ruta, etc.

En el modo de transmisión con conexión, la etiqueta de entrada y la etiqueta de salida se utilizan para el reenvío de paquetes. Sin embargo, en el modo de transmisión sin conexión, se requieren la dirección de origen y la dirección de destino para el reenvío de paquetes.

Para mejorar la estabilidad, la fiabilidad y la seguridad, se requiere que el plano de control y el plano de datos se construyan por separado en las entidades de encaminamiento.

## 9.4 Establecimiento y mantenimiento de la FIB

La FIB se establece y mantiene sobre la base del cuadro de encaminamiento. La FIB suele ser un subconjunto del cuadro de encaminamiento, aunque puede ser el conjunto completo del mismo. Por ejemplo, puede haber varias rutas hacia el mismo destino en el cuadro de encaminamiento, pero solo se requiere instalar en la FIB la ruta preferible.

En la FPBN, los elementos de la FIB deben incluir la información necesaria para la transferencia de paquetes.

En el modo de transmisión sin conexión, la FIB debe incluir al menos la dirección de la red de destino (prefijo), las interfaces de salida y/o los siguientes tramos.

En el modo de transmisión con conexión, la FIB debe incluir al menos la etiqueta de entrada, la interfaz de entrada, las etiquetas de salida y las interfaces de salida.

NOTA – En el caso de la unidifusión, la interfaz de salida suele incluir una sola interfaz; en el caso de la multidifusión, la interfaz de salida suele incluir múltiples interfaces.

Se tiene la opción de añadir más información en la FIB de aplicarse políticas de control de reenvío. Por ejemplo, en el modo de transmisión sin conexión, si se habilita el URPF (primer trayecto inverso en unidifusión), se recomienda añadir la interfaz de entrada en la FIB.

## **10 Reenvío**

El reenvío es el proceso por el cual se transfieren paquetes de una interfaz de entrada a interfaces de salida sobre la base de la FIB.

### **10.1 Procedimiento de entrada**

El procedimiento de entrada abarca la comprobación de la integridad, la gestión de la cola de espera de entrada, el control de congestión, entre otras cosas.

En la FPBN, se recomienda que la entidad de red primeramente almacene los paquetes entrantes en una memoria intermedia y después proceda a la comprobación de la integridad. Seguidamente, la entidad de red reenvía los paquetes válidos a sus puertos de destino y descarta los que no son válidos.

### **10.2 Consulta de la FIB**

Consultando la FIB, la entidad de red de la FPBN puede determinar a qué interfaces de salida se conmutará un paquete.

En el modo de transmisión con conexión, se recomienda insertar las palabras clave "interfaz de entrada" y "etiqueta".

En el modo de transmisión sin conexión, se recomienda insertar las palabras clave "dirección de destino en el encabezamiento de paquete".

Se tiene la opción de insertar otros campos de información en las palabras clave, si es necesario.

### **10.3 Conmutación**

Según el resultado de la consulta, la entidad en la FPBN puede conmutar el paquete de la interfaz de entrada a las interfaces de salida.

En el caso de la unidifusión, se requiere copiar el paquete en una determinada interfaz de salida. En el caso de la multidifusión, el paquete debe copiarse en múltiples interfaces de salida.

### **10.4 Procedimiento de salida**

En la FPBN, se recomienda que el procedimiento de salida soporte el entramado, la gestión de la cola de espera de salida y la conformación.

## Bibliografía

- [b-UIT-T G.809] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- [b-UIT-T X.200] Recomendación UIT-T X.200 (1994) | ISO/CEI 7498-1:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: El modelo básico*.
- [b-UIT-T Y.2011] Recomendación UIT-T Y.2011 (2004), *Principios generales y modelo de referencia general de las redes de la próxima generación*.
- [b-UIT-T Y.2111] Recomendación UIT-T Y.2111 (2006), *Funciones del control de recursos y de admisión en redes de la próxima generación*.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
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	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás 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 la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
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
<b>Serie Y</b>	<b>Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes</b>
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación