

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Serie Q
Suplemento 67
(04/2015)

SERIE Q: CONMUTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN,
Y MEDICIONES Y PRUEBAS ASOCIADAS

**Marco de señalización para las redes definidas
por software**

Recomendaciones UIT-T de la serie Q – Suplemento 67

UIT-T



RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Q
CONMUTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN, Y MEDICIONES Y PRUEBAS ASOCIADAS

SEÑALIZACIÓN EN EL SERVICIO MANUAL INTERNACIONAL	Q.1–Q.3
EXPLOTACIÓN INTERNACIONAL SEMIAUTOMÁTICA Y AUTOMÁTICA	Q.4–Q.59
FUNCIONES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN PARA SERVICIOS DE LA RDSI	Q.60–Q.99
CLÁUSULAS APLICABLES A TODOS LOS SISTEMAS NORMALIZADOS DEL UIT-T	Q.100–Q.119
ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN N.º 4, 5, 6, R1 Y R2	Q.120–Q.499
CENTRALES DIGITALES	Q.500–Q.599
INTERFUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN	Q.600–Q.699
ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7	Q.700–Q.799
INTERFAZ Q3	Q.800–Q.849
SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DIGITAL DE ABONADO N.º 1	Q.850–Q.999
RED MÓVIL TERRESTRE PÚBLICA	Q.1000–Q.1099
INTERFUNCIONAMIENTO CON SISTEMAS MÓVILES POR SATÉLITE	Q.1100–Q.1199
RED INTELIGENTE	Q.1200–Q.1699
REQUISITOS Y PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN PARA IMT-2000	Q.1700–Q.1799
ESPECIFICACIONES DE LA SEÑALIZACIÓN RELACIONADA CON EL CONTROL DE LLAMADA INDEPENDIENTE DEL PORTADOR	Q.1900–Q.1999
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (RDSI-BA)	Q.2000–Q.2999
REQUISITOS Y PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN PARA LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN (NGN)	Q.3000–Q.3999

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

Suplemento 67 a las Recomendaciones UIT-T de la serie Q

Marco de señalización para las redes definidas por software

Resumen

En el Suplemento 67 a las Recomendaciones del UIT-T de la serie Q se describe el marco de señalización para las redes definidas por software (SDN) mediante la especificación de la arquitectura y los requisitos de señalización de las SDN, así como las interfaces y los procedimientos de protocolo de señalización. Este Suplemento resultará además útil a la hora de elaborar protocolos de señalización capaces de soportar flujos de tráfico.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T Q Suppl. 67	2015-04-29	11	11.1002/1000/12503

Palabras clave

Modelo de señalización, redes definidas por software, SDN.

* 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 publicación, 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 publicación es voluntaria. Ahora bien, la publicación 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 publicación 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 publicaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de la existencia de propiedad intelectual, protegida por patente o derecho de autor, que puede ser necesaria para implementar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los implementadores que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar las correspondientes bases de datos del UIT T disponibles en el sitio web del UIT T en <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2022

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 Definiciones.....	1
3.1 Términos definidos en otros documentos.....	1
3.2 Términos definidos en este Suplemento.....	1
4 Abreviaturas y acrónimos	2
5 Convenios	3
6 Requisitos de señalización y casos particulares.....	3
6.1 Redes con SDN.....	3
6.2 Redes de superposición con SDN.....	3
6.3 Requisitos del controlador SDN y casos particulares.....	4
6.4 Redes móviles definidas por software	6
7 Modelo de señalización	7
8 Descripción de interfaces en el modelo de señalización	8
8.1 Sa	8
8.2 Sn.....	8
8.3 Sew	8
8.4 Ss	9
8.5 Sma.....	9
8.6 Smo.....	9
8.7 Smc.....	9
8.8 Smn.....	9
9 Procedimientos del protocolo de señalización.....	10
9.1 Procedimiento para la migración en caliente de VM	10
Apéndice I – Casos y requisitos correspondientes de Ss para el transpaso fluido.....	12
I.1 Servicio independiente de los medios (MIS) IEEE 802.21	12
I.2 Procedimientos del protocolo de señalización	13
Apéndice II Metodología de elaboración del presente Suplemento	15
Bibliografía	16

Suplemento 67 a las Recomendaciones UIT-T de la serie Q

Marco de señalización para las redes definidas por software

1 Alcance

En este Suplemento se describe el marco de señalización para las redes definidas por software (SDN) mediante la especificación de la arquitectura y los requisitos de señalización de las SDN, así como las interfaces y los procedimientos de protocolo de señalización. Estos requisitos y los elementos de información de señalización identificados permitirán elaborar protocolos de señalización capaces de soportar flujos de tráfico.

2 Referencias

- [UIT-T M.3400] Recomendación UIT-T M.3400 (2000), *Funciones de gestión de la RGT*.
- [UIT-T Y.3300] Recomendación UIT-T Y.3300 (2014), *Marco para las redes definidas por software*.
- [UIT-T Y.3500] Recomendación UIT-T Y.3500 (2014), *Tecnología de la información – Computación en la nube – Visión general y vocabulario*.
- [UIT-T Y.3501] Recomendación UIT-T Y.3501 (2013), *Computación en nube – Marco y requisitos de alto nivel*.
- [UIT-T Y.3512] Recomendación UIT-T Y.3512 (2014), *Computación en la nube – Requisitos funcionales de la red como servicio*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En este Suplemento se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

3.1.1 comunicación como servicio (CaaS) [UIT-T Y.3500]: categoría de servicio en la nube que consiste en ofrecer al cliente del servicio en la nube una capacidad de comunicación y colaboración en tiempo real.

NOTA – La CaaS puede ofrecer los tipos de capacidad de plataforma y de aplicación.

3.1.2 red como servicio (NaaS) [UIT-T Y.3500]: categoría de servicio en la nube que consiste en ofrecer al cliente de servicios en la nube conectividad de transporte y sus correspondientes capacidades de red.

NOTA – La NaaS puede ofrecer cualquiera de los tres tipos de capacidades en la nube.

3.1.3 cadena de servicio [UIT-T Y.3512]: conjunto ordenado de funciones utilizadas para aplicar políticas de tratamiento diferenciado del tráfico a un flujo de tráfico.

3.1.4 red definida por software (SDN) [UIT-T Y.3300]: conjunto de técnicas que permiten programar, orquestar, controlar y gestionar directamente recursos de red, facilitando así la concepción, suministro y explotación de servicios de red de forma dinámica y evolutiva.

3.2 Términos definidos en este Suplemento

En este Suplemento se definen los siguientes términos:

3.2.1 dispositivo intermediario: dispositivo de red de cómputo que almacena en caché, transforma, inspecciona, filtra o manipula de alguna manera el tráfico con fines distintos al reenvío de paquetes.

3.2.2 orquestación: funcionalidad que se encarga de la gestión y coordinación automáticas de recursos y servicios de red.

3.2.3 dispositivo blanco: dispositivo polivalente de procesamiento de datos que desempeña funciones de dispositivo intermedio reconfigurables y personalizables (por ejemplo, traducción de direcciones de red (NAT), caché, inspección detallada de paquetes (DPI), sistemas de detección de intrusión (IDS), etc.) para fines distintos del reenvío de paquetes. Puede implementarse de manera virtual.

4 Abreviaturas y acrónimos

En este Suplemento se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

ACL	Lista de control de acceso (<i>access control list</i>)
API	Interfaz de programación de aplicaciones (<i>application programming interface</i>)
AS	Sistema autónomo (<i>autonomous system</i>)
BGP	Protocolo de pasarela limítrofe (<i>border gateway protocol</i>)
CaaS	Comunicación como servicio (<i>communication as a service</i>)
CE	Entidad de control (<i>control entity</i>)
DPI	Inspección detallada de paquetes (<i>deep packet inspection</i>)
FCAPS	Fallo, configuración, contabilidad, calidad de funcionamiento y seguridad (<i>fault, configuration, accounting, performance and security</i>)
FE	Entidad funcional (<i>functional entity</i>)
IDS	Sistema de detección de intrusión (<i>intrusion detection systems</i>)
IoT	Internet de las cosas (<i>Internet of things</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
LBS	Servicio basado en la ubicación (<i>location-based service</i>)
M2M	Máquina a máquina (<i>machine to machine</i>)
MIS	Servicio independiente del medio (<i>media independent service</i>)
MN	Nodo móvil (<i>mobile node</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
NaaS	Red como servicio (<i>network as a service</i>)
NAT	Traducción de direcciones de red (<i>network address translation</i>)
NE	Entidad de red (<i>network entity</i>)
NFV	Virtualización de las funciones de red (<i>network function virtualization</i>)
ONF	Open Networking Foundation
QoS	Calidad del servicio (<i>quality of service</i>)
RAN	Red de acceso radioeléctrico (<i>radio access network</i>)
SDN	Red definida por software (<i>software-defined networking</i>)
SLA	Acuerdo de nivel de servicio (<i>service level agreement</i>)
VLAN	Red de área local virtual (<i>virtual local area network</i>)
VM	Máquina virtual (<i>virtual machine</i>)

VPN Red privada virtual (*virtual private network*)

5 Convenios

En este Suplemento:

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

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 "puede opcionalmente" 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 Requisitos de señalización y casos particulares

6.1 Redes con SDN

En el caso de redes con SDN, el controlador SDN centralizado crea un trayecto de tráfico de un extremo al otro de la red utilizando determinados protocolos a través de la interfaz descendente, como OpenFlow [b-ONF], que programa este tráfico en cada nodo del trayecto, incluidos los conmutadores/encaminadores limítrofes, de agregación y básicos. El primer paquete del nuevo tráfico se envía a un controlador centralizado de SDN que aplica la política, calcula el trayecto y utiliza la interfaz descendente para dirigir el tráfico a cada nodo del trayecto.

Como este planteamiento presenta varios problemas, se recomienda resolver las siguientes dificultades:

- se genera una explosión de estados de reenvío en los conmutadores/encaminadores físicos;
- el controlador SDN debe comunicar con cada uno de los conmutadores/encaminadores situados en el trayecto cada vez que se necesita programar nuevo tráfico;
- este modelo aumenta ineludiblemente la latencia.

6.2 Redes de superposición con SDN

En el caso de redes superpuestas con SDN, el controlador SDN centralizado utiliza túneles superpuestos para virtualizar la red. Estos túneles generalmente terminan en conmutadores/encaminadores virtuales, aunque estos también pueden ser físicos. En este caso se reduce el tamaño de los estados de reenvío en los nodos subyacentes físicos y quizás no haya que tocar los conmutadores físicos cuando se añade un cliente (*tenant*) o máquina virtual (VM). Y lo que es más importante, el controlador SDN proporciona una ruta de migración transparente para introducir la SDN en las redes de producción existentes.

Para crear túneles superpuestos se puede recurrir a uno de los múltiples protocolos de plano de datos existentes. Tomando OpenFlow como ejemplo, sólo puede desplegarse en la periferia de la red y no hay que intervenir en los conmutadores/encaminadores físicos de agregación y básicos. En ese caso, OF-Config [b-ONF] se utiliza para crear túneles superpuestos y OpenFlow se utiliza para programar el tráfico en los túneles.

Sin embargo, en este caso, es muy difícil garantizar la calidad de servicio (QoS) por cliente o por VM, ya que cada paquete se encapsula en un túnel. Se recomienda dar soporte a colas de granularidad fina para aislar las fracciones y garantizar una QoS por cliente, respectivamente.

6.3 Requisitos del controlador SDN y casos particulares

6.3.1 Red híbrida

Este modelo de despliegue permite la coexistencia de entornos tradicionales de encaminadores/conmutadores de fabricantes cerrados y dispositivos compatibles con OpenFlow. Este enfoque híbrido se refiere a la interconexión de los planos de control y de datos en los elementos de red tradicionales y en los nuevos, lo que podría considerarse como una migración gradual de la red existente. La Figura 6-1 ilustra el modelo de red híbrida. El controlador tradicional mencionado en esta figura no se limita al servidor y puede ampliarse a otros tipos de dispositivos. El reflector de trayectos, por ejemplo, que constituye la forma más utilizada de distribuir los trayectos del protocolo de pasarela limítrofe (BGP) entre encaminadores del mismo sistema autónomo (AS), puede considerarse un controlador tradicional. Es necesario proporcionar el componente específico del tipo pasarela entre los controladores tradicionales existentes y los controladores OpenFlow en el nuevo plano de control.

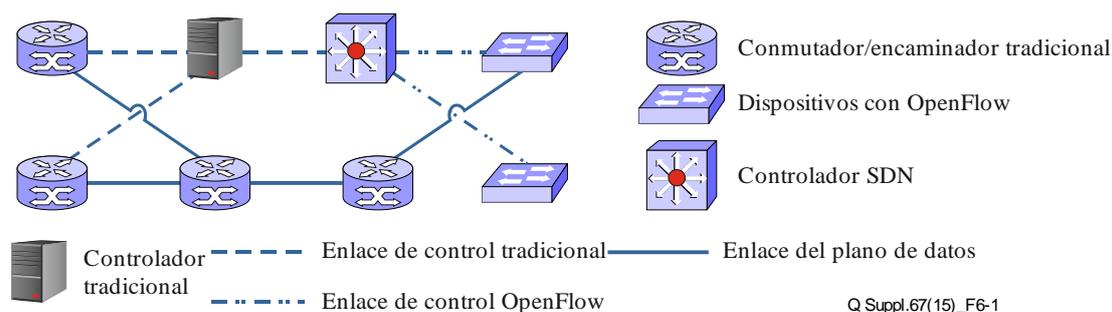


Figura 6-1 – Modelo de red híbrida

6.3.2 Interacciones entre dominios SDN diferentes

Con el aumento de los despliegues en las redes con calidad de operador, es imposible que un solo controlador de SDN contenga todos los estados operativos del sistema completo. Por consiguiente, la cuestión de la interoperabilidad de los controladores de SDN (también conocida como interfaz este-oeste) adquiere una importancia crucial. Es necesario establecer nodos controladores que se comuniquen dentro del mismo dominio administrativo (intradominio), o entre dominios administrativos (interdominio) en un entorno multiproveedor. La señalización de la interfaz este-oeste debe garantizar la sincronización de los estados entre los nodos controladores federados. Si existe una incoherencia transitoria, será necesario decidir en el plano local qué estado de instancia de control se ha de utilizar.

Habida cuenta de las distintas ventajas que presenta la escalabilidad, la alta disponibilidad y el bajo coste, debe abordarse la necesidad de realizar migración fluida partiendo de la red existente. Es necesario reducir la complejidad de la red, simplificar el funcionamiento, evitar la pérdida de la calidad de funcionamiento e integrar los sistemas SDN en la infraestructura y la lógica de servicio existentes en la red de grado de operador, como BGP, conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) y red privada virtual (VPN). Resulta, por tanto, realista adoptar protocolos consolidados para la interfaz este-oeste que se han desplegado en la red de producción durante muchos años.

Basándose en el análisis y los requisitos anteriores, el BGP normalizado puede ser opcionalmente la interfaz este-oeste a la hora de establecer la federación para los controladores SDN.

6.3.3 Función de orquestación basada en los servicios en la nube

Con el desarrollo de servicios en la nube, se requiere mayor capacidad de orquestación y gestión de redes. La red como servicio (NaaS), definido en [UIT-T Y.3500], es un ejemplo de categoría de servicios en la nube en el que la capacidad proporcionada al cliente del servicio en la nube (CSC) es la conectividad del transporte y las funciones de red correspondientes. Los requisitos generales de

NaaS descritos en [UIT-T Y.3501] comprenden la configuración de la red a la carta, la conectividad segura, la conectividad con QoS garantizada y la compatibilidad con redes heterogéneas. La tecnología SDN es una de las más importantes para la prestación de NaaS.

En el marco del modelo de señalización de la SDN, la NaaS puede considerarse como una aplicación con SDN que se presta a través de una plataforma de gestión en la nube, que además necesita comunicarse con la función de orquestación de la SDN. Se requiere proporcionar la interfaz entre la plataforma de gestión en la nube y la función de orquestación de la SDN para integrar estrechamente la computación y el suministro de red.

Tomando como ejemplo un caso concreto, en el contexto multicliente, las instancias de la máquina virtual (VM) del mismo cliente siempre se despliegan en los diferentes nodos de cómputo y se interconectan mediante la red específica del cliente, es decir, la red de área local virtual (VLAN). Cuando se produce la migración en caliente de la VM a través de diferentes nodos de cómputo, incluso en el caso de un centro de datos distribuido geográficamente, es necesario que las políticas de red adjuntas a la VM migrada sean conscientes de dicha migración y se vuelvan a desplegar automáticamente en el nuevo puerto de la VM.

6.3.4 Función de orquestación para la gestión de dispositivos intermedios

A medida que prolifera el despliegue de dispositivos intermedios (por ejemplo, cachés, cortafuegos, NAT, etc.) en las redes fijas y móviles, surgen diversos retos, así como críticas, debido a la deficiente interacción con los sistemas de control de las capas superiores (es decir, orquestación y controlador SDN). Véase la Figura 6-2.

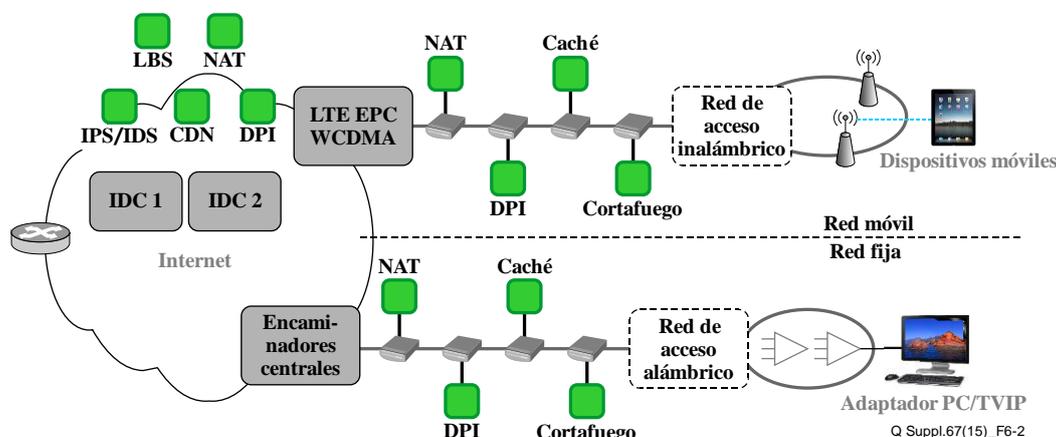


Figura 6-2 – Dispositivos intermedios en las redes fijas y móviles

A fin de proporcionar el encaminamiento de servicios, el establecimiento de conexión y la supervisión de averías, es necesario que el entorno SDN permita la gestión unificada de dispositivos intermedios para controlar e interconectar eficazmente los componentes de conmutación de la red y el dispositivo intermedio.

Se requiere que:

- permita la supervisión de dispositivos intermedios para verificar su disponibilidad, el estado de los recursos, etc.;
- obtenga información topológica de todos los dispositivos intermedios conectados;
- permita el control de dispositivos intermedios para crear servicios mediante dichos dispositivos intermedios.

6.3.5 Función de orquestación para la gestión de dispositivos blancos

La virtualización de las funciones de red (NFV) [b-ETSI NFV] es un concepto de naturaleza similar a la SDN en el sentido de que ambos pretenden transformar la gestión de red desde la capa física a la capa lógica. Además, la NFV es una tecnología que recurre a diversas tecnologías de virtualización para gestión funciones de red mediante software en lugar de basarse en hardware específico para gestionar esas funciones.

La Figura 6-3 muestra un caso posible con despliegue de dispositivo blanco en las redes fijas y móviles.

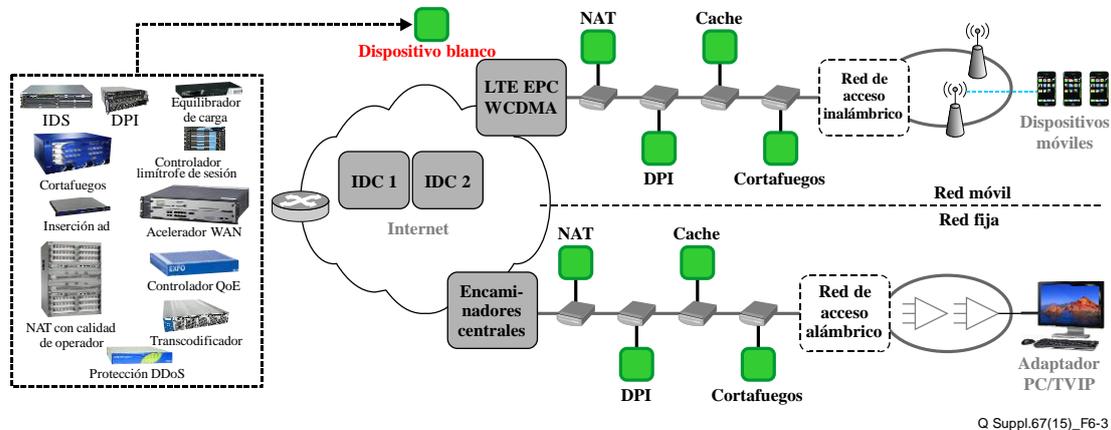


Figura 6-3 – Dispositivos blancos en las redes fijas y móviles

A fin de proporcionar la instalación, reconfiguración y personalización en el entorno SDN, es necesario permitir la gestión unificada de dispositivos blancos para el control e interconexión eficiente entre componentes SDN y dispositivos blancos.

Asimismo, se recomienda proporcionar:

- función de supervisión de dispositivos blancos para verificar su disponibilidad, el estado de los recursos (por ejemplo, CPU, memoria, almacenamiento, etc.), capacidad, etc.;
- información funcional como la descripción del servicio, el tipo de servicio, el fabricante, las versiones del software, etc.;
- topología e información sobre la conectividad de dispositivos intermedios, como direcciones del protocolo Internet (IP), el dominio de red, el puerto, la interfaz, la ubicación, etc.

6.4 Redes móviles definidas por software

La red móvil definida por software (SDMN) es una forma de diseñar las redes móviles inalámbricas en la que el controlador SDN centralizado permite gestionar la movilidad de la red central, el trayecto del tráfico y los recursos de las redes de acceso radioeléctrico (RAN) mediante interfaces de programación de aplicaciones (API) en los sentidos ascendente y descendente. Se trata de la futura integración de redes móviles inalámbricas de varias RAN conectadas a través de un controlador SDN. La SDMN presenta una arquitectura SDN para redes móviles integradas por un controlador, conmutadores básicos de acceso y un núcleo, así como dispositivos intermedios que soportan políticas detalladas. Todas las características específicas del protocolo se implementan en software, lo que maximiza la utilización de hardware y software genéricos y básicos tanto en la red central como en la RAN. Para controlar las diversas redes inalámbricas se podría recurrir a un protocolo similar a OpenFlow, ya que cumple los requisitos de las tecnologías de acceso radioeléctrico LTE y WiFi con APIs específicas para el sentido descendente y ascendente.

En las SDMN, el controlador lógico centralizado facilita la aplicación de técnicas cooperativas para gestionar la movilidad en las redes centrales. El controlador centralizado concentrará la inteligencia

de la red para reducir los costes operativos y lograr la automatización. Además, las funciones de red como la movilidad, el equilibrio de carga y los cortafuegos se desplegarán como aplicaciones de software.

El controlador lógico centralizado también permite tomar decisiones relativas a la asignación de recursos radioeléctricos con visibilidad global en muchas estaciones base, lo que es mucho más óptimo que la gestión de recursos radioeléctricos (RRM) distribuida y el traspaso fluido que se utilizan actualmente. Al centralizar la inteligencia de la red, las decisiones RRM pueden ajustarse en función del perfil dinámico de asignación de potencia y subportadora de cada estación base para lograr el traspaso fluido.

El controlador de red y los protocolos ascendentes y descendentes que se utilizarán en la SDMN deben ser diseñados y ampliados meticulosamente, y se deben identificar e implementar nuevas aplicaciones de red.

7 Modelo de señalización

La Figura 7-1 muestra el modelo de señalización armonizado con la arquitectura de SDN de alto nivel especificada en [UIT-T Y.3300].

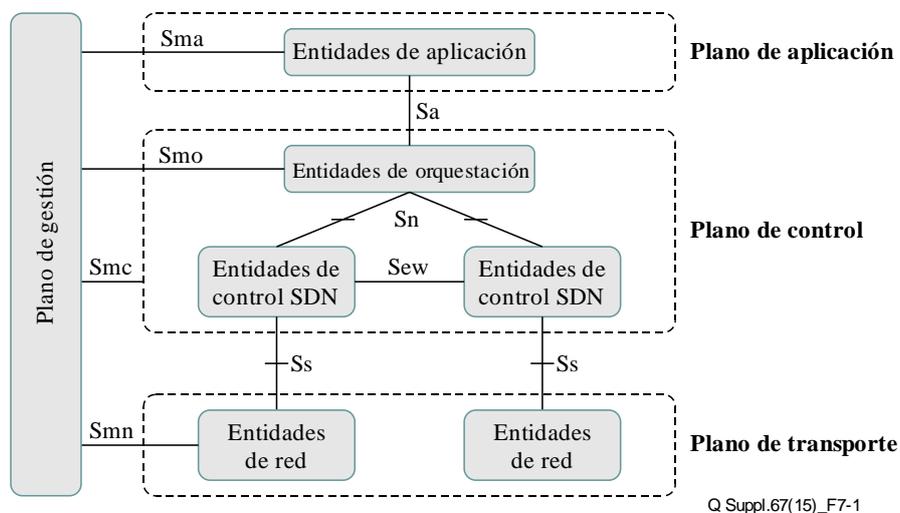


Figura 7-1 – Modelo de señalización del marco de la SDN

La Figura 7-1 ilustra el modelo de señalización básico del marco SDN que consiste en tres planos horizontales y uno vertical, a saber: plano de aplicación, plano de control, plano de transporte y plano de gestión.

En el plano de aplicación, las entidades de aplicación, es decir, las aplicaciones con SDN, comunican sus necesidades/políticas/requisitos/consejos de red a las entidades encargadas de la orquestación en el plano de control.

Las entidades de orquestación en el plano de control proporcionan API abiertas del servicio de red y control del servicio, por ejemplo, prestación del servicio, composición/encapsulado/exposición del servicio y negociación entre las diferentes entidades de control de la SDN. También proporcionan funciones de gestión de dispositivos intermedios como verificación de su disponibilidad, supervisión del estado de los recursos y suministro de información sobre conexión (por ejemplo, dirección IP, puerto, etc.).

Las entidades de control SDN (CE) en el plano de control realizan el control lógico centralizado de entidades de red (NE), de modo que la intención comunicada con las entidades de orquestación se traduce en instrucciones detalladas que se envían los trayectos de datos SDN subyacentes de nivel

inferior, y ofrecen una abstracción de los trayectos de datos SDN para proporcionar una visión lógica de la red. También se realizarán interacciones entre las entidades de control de la SDN si se encuentran en diferentes dominios administrativos.

En el plano de transporte, las entidades de red realizan capacidades de reenvío y procesamiento.

El plano de gestión proporciona funcionalidades para la gestión de averías tradicional, gestión de la configuración, gestión de la contabilidad, gestión de la calidad de funcionamiento y gestión de la seguridad (FCAPS), como se describe en [UIT-T M.3400]. El plano de gestión interactúa con todos los planos horizontales.

8 Descripción de interfaces en el modelo de señalización

8.1 Sa

La interfaz Sa permite la interacción de entidades de aplicación, por ejemplo, servicios de red conscientes de SDN, aplicaciones u otros usuarios de la SDN, con las entidades de orquestación. Se puede ejecutar el HTTP (como la API de web RESTful) u otros protocolos sobre esta interfaz. Las entidades de aplicación y de orquestación pueden intercambiar a través de esta interfaz los requisitos explícitos de las aplicaciones y el estado, estadísticas y eventos de la red.

8.2 Sn

La interfaz Sn permite la interacción entre entidades de orquestación y entidades de control SDN, y la generación de visiones detalladas o abstractas de las redes para permitir a las entidades de orquestación configurar/gestionar/controlar las entidades de control de la SDN mediante la interacción con la visión. Esta interfaz traduce los requisitos de las aplicaciones e impone comportamiento de entidades de orquestación. Entre las funciones de esta interfaz se cuentan:

- **Detección de la topología:**
La interfaz Sn intercambia una visión abstracta de la topología de red y las instrucciones de control de aplicaciones. Está relacionada con la topología de la red y la detección del estado de los dominios de control para la visión abstracta de los recursos de red (por ejemplo, topología abstracta, estado de la red, utilización) y sus correspondientes requisitos de señalización.
- **Configuración del servicio:**
Las entidades de orquestación coordinan múltiples entidades controladoras SDN para facilitar estos servicios. Los servicios pueden configurarse de manera automática o manual.
- **Resiliencia y fiabilidad:**
La interfaz Sn proporcionará transferencia fiable de mensajes de señalización relacionados con las funcionalidades para dar soporte a la supervisión de averías y la gestión de la resiliencia a través de múltiples dominios.

8.3 Sew

La interfaz Sew permite a las entidades de control SDN interactuar, ya sea con el mismo dominio administrativo (intradominio), o entre distintos dominios administrativos (interdominio). Se recomienda que dé soporte a los siguiente:

- **Modo nube, así como servicios de red y de comunicaciones, por ejemplo, NaaS y comunicación como servicio (CaaS), definida en [UIT-T Y.3500].** Estos servicios pueden configurarse de manera automática o manual. Las entidades de control SDN deben dar soporte al establecimiento, liberación, consulta y restauración de servicios a través de la interfaz Sew.

- Elemento de cómputo del trayecto (PCE), a fin de diseñar trayectos que cumplan el ancho de banda, la latencia y otros requisitos relacionados con la QoS de los servicios, y realizar componentes de cómputo especiales y cooperación entre diferentes controladores de dominios SDN por la interfaz Sew. La cómputo de trayectos interdominio óptimos puede lograrse recurriendo a los servicios de uno o varios PCE.
- Escalabilidad, es decir, la capacidad de las entidades de control SDN de admitir cada vez más solicitudes y distintos servicios con la infraestructura SDN existente.
- Resiliencia y fiabilidad, es decir, la capacidad de las entidades de control de continuar las operaciones cuando se produce un fallo y la capacidad de las entidades de control de recuperar su estado de funcionamiento tras producirse un fallo.

La interfaz Sew intradominio suele ser de un mismo fabricante contenida en la red monooperador. Como se trata de un solo fabricante, esta interfaz puede contener elementos patentados específicos de dicho fabricante.

La interfaz Sew es una interfaz interdominio entre los controladores de las redes SDN que atraviesan los límites del dominio. Estos límites del dominio los definen los operadores y pueden incluir límites administrativos dentro de la red del operador, límites entre diferentes fabricantes dentro de la red del operador o límites entre operadores. La información intercambiada a través de la interfaz Sew interdominio suele ser más restrictiva que la intercambiada a través de la interfaz Sew intradominio. La interfaz Sew intradominio puede incorporar elementos patentados, mientras que la interfaz Sew interdominio está normalizada para permitir la compatibilidad entre múltiples fabricantes.

8.4 Ss

La interfaz Ss permite la interacción entre entidades de red y las entidades de control SDN. En esta interfaz se puede ejecutar el protocolo OpenFlow y el protocolo OF-Config. Esta interfaz realiza el control de bajo nivel de los dispositivos de red subyacentes.

8.5 Sma

La interfaz Sma permite la interacción entre el plano de gestión y las entidades de aplicación. Mediante esta interfaz, se puede supervisar la calidad de funcionamiento de las aplicaciones y garantizar el acuerdo de nivel de servicio (SLA). A través de esta interfaz, el plano de gestión realiza además la configuración inicial.

8.6 Smo

La interfaz Smo permite la interacción entre el plano de gestión y las entidades de orquestación. A través de esta interfaz, se puede facilitar la configuración de políticas y la actualización del software de las entidades de orquestación.

8.7 Smc

La interfaz Smc permite la interacción entre el plano de gestión y las entidades de control SDN. A través de esta interfaz, se puede realizar la configuración de políticas y la actualización del software de las entidades de control. Asimismo, a través de esta interfaz se puede recabar información sobre el estado de la red a fin de adaptar constantemente las políticas.

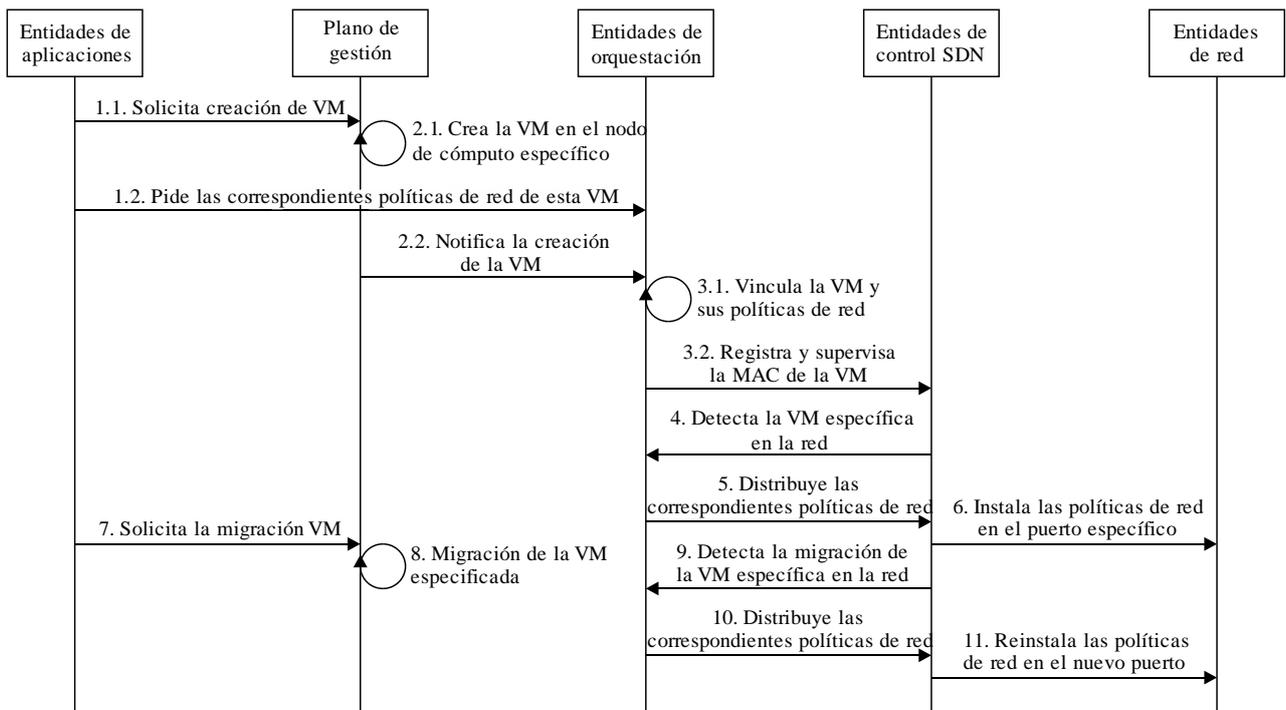
8.8 Smn

La interfaz Smn permite la interacción entre el plano de gestión y las entidades de red. A través de esta interfaz, se puede realizar la configuración inicial del dispositivo y actualizar el software de las entidades de red. Asimismo, a través de esta interfaz se puede supervisar la calidad de funcionamiento de la red y verificar el aislamiento de fallos y la eficiencia energética.

9 Procedimientos del protocolo de señalización

9.1 Procedimiento para la migración en caliente de VM

Como se describe en la cláusula 6.3.3, la migración en caliente de VM a través de distintos nodos de cómputo, incluso en un centro de datos distribuido geográficamente, exige políticas de red (como lista de control de acceso (ACL), QoS, etc.) adjunta a la VM migrada que sean conscientes de la migración propiamente dicha y se vuelvan a desplegar automáticamente en el nuevo puerto de la VM. En este contexto, el plano de gestión actúa como plataforma de gestión de la computación en la nube, que se encarga de la configuración, el control, el despliegue y la gestión de recursos de cómputo y almacenamiento, e interactúa con entidades de orquestación para intercambiar la notificación de la migración VM. Las entidades de orquestación adoptan el papel de conocimiento de la migración VM e inicia las políticas de red de actualización en las entidades SDN. En la Figura 9-1 se ilustran los flujos de información:



Q Suppl.67(15)_F9-1

Figura 9-1 – Procedimientos de migración en caliente de VM

1. Las entidades de aplicación solicitan la creación de una VM y las correspondientes políticas de red al plano de gestión y a las entidades de orquestación, por medio de las interfaces Sma y Sa, respectivamente, de conformidad con lo solicitado por el cliente.
2. El plano de gestión, actuando como plataforma de gestión de la computación en la nube, envía la instrucción al nodo de cómputo específico e informa de la creación de la VM a las entidades de orquestación a través de la interfaz Smo.

NOTA – La ejecución de instrucciones recibidas del plano de gestión en los nodos de cómputo, como creación de VM, migración de VM, etc., queda fuera del alcance del presente Suplemento.

3. Las entidades de orquestación vinculan la VM y sus políticas de red, toman nota de esta correspondencia y registran esta VM MAC en las entidades de control SDN y supervisan sus cambios de estado.
4. Las entidades de control SDN detectan la VM específica en la red bajo su control e informan a las entidades de orquestación.

5. Las entidades de orquestación verifican la correspondencia VM y de políticas de red y distribuyen las políticas de red vinculadas de la VM específica a las entidades de control SDN.
6. Las entidades de control SDN instalan las políticas de red en el puerto correspondiente de la VM específica.
7. Las entidades de aplicación solicitan la migración de la VM.
8. El plano de gestión envía la instrucción a los nodos de cómputo original y de destino, respectivamente.
9. Las entidades de control SDN detectan la migración de la VM específica en su red contralada e informan a las entidades de orquestación.
10. Las entidades de orquestación verifican la correspondencia VM y de políticas de red y distribuyen las políticas de red vinculadas de la VM específica a las entidades de control SDN.
11. Las entidades de control SDN reinstalan las políticas de red en el correspondiente puerto de la VM específica y eliminan las contenidas en el puerto original.

Apéndice I

Casos y requisitos correspondientes de Ss para el traspaso fluido

Últimamente, cerca del 90% del tráfico de los operadores procede de aplicaciones móviles nativas. Hemos logrado grandes avances en las redes móviles en cuanto al número de dispositivos móviles y servicios ofrecidos. Además, el aumento del número de dispositivos móviles será exponencial con el auge del Internet de las cosas (IoT), incluidos los computadores de llevar puesto (*wearables*) y las comunicaciones máquina a máquina (M2M).

La Open Networking Foundation (ONF) enumeró los retos y ventajas de la SDN para las redes móviles e inalámbricas [b-ONF]. La red móvil definida por software (SDMN) es una forma de diseñar redes móviles inalámbricas en el que el controlador SDN centralizado permite trazar un trayecto de tráfico y gestionar recursos de las redes de acceso móvil utilizando API en el sentido descendente y ascendente. Las redes de acceso móvil utilizan tecnologías de acceso radioeléctrico que ya no son homogéneas ni estáticas.

En las SDMN, la mayoría de las aplicaciones móviles se basan en funciones de interacción específicas de las radiocomunicaciones. La interacción se ocupa de las funciones L1/L2, concretamente de la interacción entre tecnologías RAN heterogéneas. Esta interacción también conlleva nuevos retos en la asignación de recursos radioeléctricos o el traspaso fluido. El paradigma SDN se utiliza para controlar las RAN, ya que el controlador centralizado puede simplificar la gestión de los recursos radioeléctricos y reducir los costes de gestión de la movilidad.

En las SDMN, el controlador centralizado concentra la inteligencia de la red para reducir los costes operativos y proporcionar una movilidad fluida. El controlador con lógica centralizada facilita el control de nivel inferior de las entidades de red (NE) subyacentes. La interfaz Ss permite la interacción entre las NE y las entidades de control SDN. En esta interfaz se puede ejecutar el protocolo OpenFlow y el protocolo OF-config. Las interacciones para dar soporte a la gestión de la movilidad, el traspaso fluido, la asignación de recursos radioeléctricos, el equilibrio de carga y los cortafuegos se despliegan como aplicaciones de software.

En cuanto a la interacción para dar soporte a las aplicaciones móviles, este Suplemento presenta casos particulares de señalización específicos por encima del controlador de red. Estos casos están relacionados con la asignación de recursos radioeléctricos y el traspaso fluido.

I.1 Servicio independiente de los medios (MIS) IEEE 802.21

La SDMN se caracteriza por una clara separación de los planos de control y de datos. La SDMN es la solución más sencilla para la integración de futuras redes móviles inalámbricas en las que varias RAN conectadas a través de pasarelas conservan su independencia. Cabe esperar que el controlador lógico centralizado permita al nodo móvil (MN) supervisar los enlaces, atribuir recursos y gestionar la movilidad de los MN.

El marco de señalización de la norma IEEE 802.21-2008 [b-IEEE 802.21] puede consistir en una plataforma común para la gestión de la movilidad en redes heterogéneas. El marco de señalización admite el traspaso fluido en RAN heterogéneas a través de la interfaz Ss. Algunas primitivas y mensajes ayudan los nodos móviles a supervisar el estado del enlace (por ejemplo, la intensidad de la señal y la velocidad de datos), y algunas primitivas y mensajes ayudan a estos nodos móviles a controlar sus capas de enlace (capa física y capa de enlace de datos) para realizar el traspaso fluido en RAN heterogéneas.

Se puede recurrir a ciertas primitivas y mensajes para transferir información sobre la configuración de la red a efectos del traspaso y la gestión de la movilidad a través de un plano de control debidamente separado en las SDMN, y por consiguiente pueden utilizarse para proporcionar una configuración de red fluida para la atribución de recursos, mientras los MN se desplazan a través de

las RAN. En consecuencia, el marco de señalización que utiliza la interfaz Ss resulta adecuado para atribuir recursos radioeléctricos y gestionar la movilidad en las SDMN que utilizan varias RAN heterogéneas mediante una clara separación del plano de control y del plano de datos.

En las SDMN, el marco de señalización permite utilizar los protocolos de gestión de la movilidad, las interfaces y los servicios para proporcionar una buena calidad de funcionamiento del traspaso fluido sin modificación alguna.

I.2 Procedimientos del protocolo de señalización

En esta cláusula, se analiza el flujo de señalización para dar soporte al traspaso fluido en tecnologías de acceso radioeléctrico heterogéneas. Para ilustrar el flujo de señalización, presentamos los requisitos de alto nivel necesarios para lograr el traspaso fluido.

El traspaso se refiere a la capacidad de transferir una llamada o sesión de datos en curso de un NE a otro NE, sin interrupción alguna, a los servicios en curso. El procedimiento de traspaso para la asignación de recursos radioeléctricos comprende cuatro etapas, como se ilustra en la Figura I.1.

En la primera etapa, se inicia el traspaso, desde que se detecta la corrupción del enlace hasta que se solicita inicializar un nuevo enlace.

En la segunda etapa, se inicia la preparación del traspaso, que consiste en todos los pasos necesarios para la medición del enlace, la recopilación de información sobre las redes adyacentes y el intercambio de información sobre la QoS ofrecida por estas redes.

En la tercera etapa, se adopta la decisión de traspaso, es decir, el procedimiento para decidir si debe conmutarse la conexión a una nueva red con arreglo a los parámetros recabados en la fase de inicio del traspaso. La asignación de recursos radioeléctricos la decide la entidad de red o la entidad de control de la SDN, basándose en el estado del enlace radioeléctrico o en la asignación de recursos radioeléctricos de las RAN adyacentes.

En la última fase, los recursos radioeléctricos (por ejemplo, frecuencia, tiempo, modo de interfaz y potencia) son configurados por la entidad de red o la entidad de control de la SDN. El MN se prepara para conectarse a la RAN con los nuevos recursos radioeléctricos asignados al ejecutar el traspaso. Después, el NE informa de sus recursos radioeléctricos asignados a la entidad de control de la SDN y a las entidades de red adyacentes.

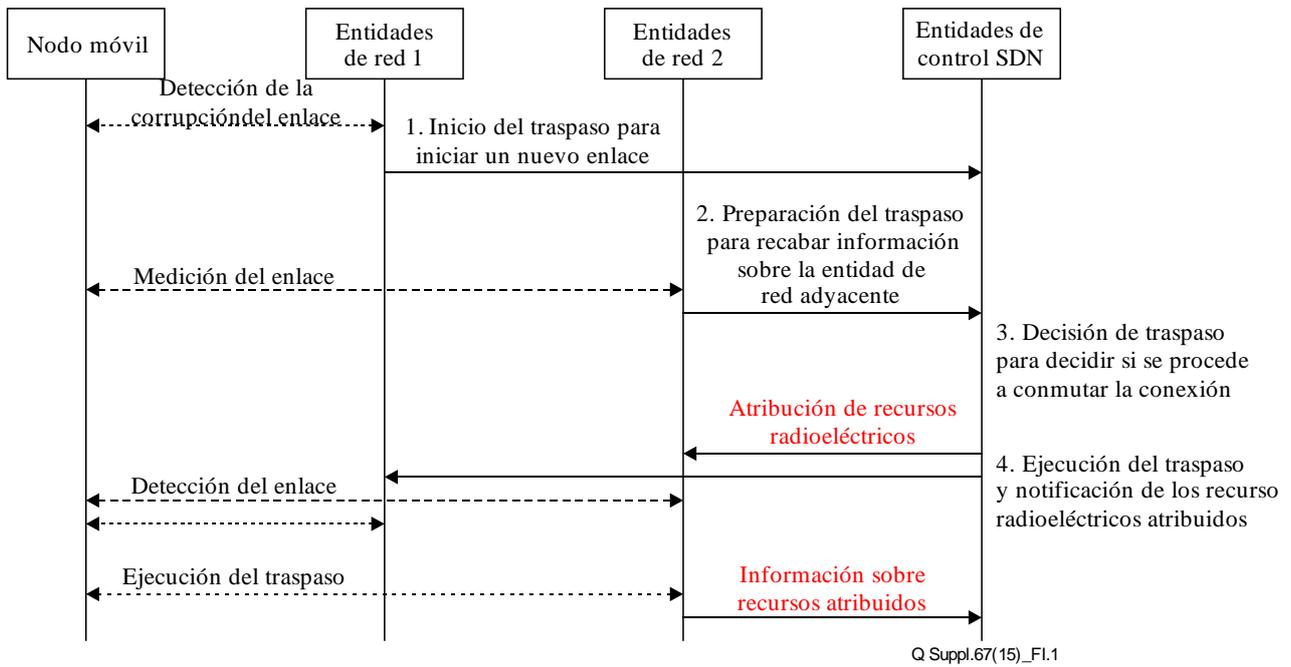


Figura I.1 – Procedimientos de traspaso fluido en las SDMN

Apéndice II

Metodología de elaboración del presente Suplemento

Habida cuenta de la metodología de normalización y la secuencia de estudio convencional, el modelo de señalización que incluye las entidades funcionales (FE) y sus interfaces mutuas debe basarse en los requisitos funcionales que se derivan de los casos de utilización o casos particulares. Por consiguiente, es necesario desarrollar este Suplemento siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1: Casos de señalización y sus correspondientes requisitos funcionales (cláusula 6).

Paso 2: Modelos de señalización con las entidades funcionales y su interacción mutua, que se basan en los requisitos funcionales derivados en el Paso 1 (cláusulas 7 y 8).

Paso 3: Procedimientos de protocolo de señalización para casos particulares de señalización (cláusula 9).

En cuanto nuevo paradigma, la SDN se basa principalmente en la separación entre el control y el reenvío. Consiste en una serie de tecnologías existentes e incipientes y puede utilizarse en muchos casos diferentes, como la computación en la nube, los centros de datos, la red de portadoras IP de los operadores, la red de acceso de banda ancha, la red inalámbrica, la seguridad de la red, etc. Cada caso SDN tiene su solución específica y diferentes requisitos funcionales. Por ende, las entidades funcionales y sus puntos de referencia en el marco de alto nivel de la SDN contarán con descripciones y requisitos específicos en función del caso concreto, respectivamente.

Bibliografía

- [b-ETSI NFV ISG] ETSI NFV ISG, *Network Functions Virtualization*
<http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/NFV>
- [b-IEEE 802.21] IEEE 802.21 (2008), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Independent Handover Services*.
- [b-ONF] Open Networking Foundation, *OpenFlow/Software-Defined Networking (SDN)*
<https://www.opennetworking.org/>

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
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación