

# OPCIONES DE INTERCONEXIÓN, REQUERIMIENTOS Y PROCESO DE PRUEBAS EN EL NIVEL DE TRANSPORTE DE LA NGN

Recibido: enero de 2012  
Arbitrado: marzo de 2012

María M. Ibarra; Laura M. Orozco; Óscar J. Calderón C.\*

## Resumen

La interconexión es un aspecto vital para la prestación e interoperabilidad de servicios a través de diversas redes de telecomunicaciones. En el contexto de las Redes de Nueva Generación (NGN Next Generation Networks), este es un aspecto importante a considerar. La separación de la arquitectura NGN en dos niveles, provee funciones destinadas a los servicios y al transporte, haciendo posible que los procesos de interconexión se den en ambos niveles funcionales de forma separada. Este artículo presenta las opciones y requerimientos de interconexión en el nivel de transporte de la NGN, y propone un proceso para la realización de pruebas de interconexión en dicho nivel.

## Palabras clave

Interconexión, NGN, nivel de transporte, pruebas.

## Abstract

Networking is a vital aspect for the provision and interoperability of services through various telecommunications

networks. In the context of Next Generation Networks (NGN Next Generation Networks), this is an important aspect to consider. The separation of the two-level NGN architecture provides functions to services and transport, enabling interconnection processes is given in two separate functional levels. This article presents the options and interconnection requirements in the transport layer of NGN, and proposes a process for interconnect testing at that level.

## Keywords

Interconnection, NGN, transport layer, tests.

## Introducción

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones en el ámbito mundial están migrando rápidamente hacia las Redes de Nueva Generación (NGN: Next Generation Networks), las cuales están concebidas para mejorar la eficiencia operacional, reducir costos, y facilitar la creación y prestación de nuevos servicios sobre múltiples tecnologías de transporte, proporcionando así mismo adecuados niveles de calidad del servicio.

\* Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones – FIET – Universidad del Cauca. Popayán (Cauca) – Colombia.

El concepto de NGN busca materializar y satisfacer la necesidad de convergencia de las redes y los servicios que brindan los operadores de telecomunicaciones actuales, lo cual permite optimizar su operatividad y mejorar su capacidad para transportar tráfico digital de alta velocidad [1].

En general, la NGN puede ser vista como una red multiservicios basada en IP, capaz de manejar voz, vídeo y datos, bajo una arquitectura abierta que separa las funciones de red en: servicios (servicios y aplicaciones) y transporte (conectividad, conmutación y enrutamiento).

La interconexión de la NGN es un aspecto importante para la prestación e interoperabilidad de servicios, dado que los usuarios deben tener la posibilidad de acceder a redes y proveedores de su elección, facilitando que los servicios que desean puedan operar continuamente a través de infraestructuras de múltiples operadores, incluyendo: otras NGN, la red telefónica pública conmutada, Internet, redes privadas empresariales, entre otras [2, 3].

Según la definición de la NGN [4], la independencia entre servicios y transporte resulta en la división de su arquitectura en dos niveles funcionales, lo que permite que existan dos modelos de interconexión de la NGN: interconexión en el nivel de servicios e interconexión en el nivel de transporte. La interconexión en el nivel de transporte abarca funciones relacionadas con la transferencia de información, la negociación de parámetros que afectan el desempeño de la transmisión y soporta las capacidades para facilitar el nomadismo y roaming [5].

Las pruebas de interconexión son importantes para evaluar el comportamiento global de las redes interconectadas, y verificar que los servicios se suministren a los usuarios de manera correcta y confiable. Por lo anterior, surge la necesidad de determinar cuáles son las opciones de interconexión que se tienen en el nivel de transporte de la NGN, los requerimientos de la misma y plantear un proceso que permita evaluar la interconexión en dicho nivel, teniendo en cuenta aspectos relevantes como: QoS, seguridad, estabilidad, señalización, disponibilidad, etc.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: la sección II describe la arquitectura de la NGN,

la sección III describe las funcionalidades del nivel de transporte. La sección IV sintetiza las posibilidades de interconexión de la NGN en el nivel de transporte, propuestas por la ITU y el ETSI. En la sección V se determinan los requerimientos técnicos que se deben considerar para la interconexión. El proceso de pruebas propuesto para la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte, se presenta en la sección VI, y finalmente se dan las conclusiones en la sección VII.

## I. Arquitectura de la NGN

De conformidad con [4], se puede definir la NGN como: una red basada en paquetes que proporciona la infraestructura y protocolos necesarios para la prestación y creación de diferentes servicios de telecomunicaciones (voz, vídeo, datos, etc.), con alto grado de calidad de servicio (QoS: Quality of Service), independientemente de las tecnologías de transporte y acceso que los soportan.

La NGN soporta movilidad generalizada que permite la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios, quienes pueden acceder a redes y a proveedores de servicios de su elección.

La arquitectura de una NGN se compone de dos niveles funcionales:

- **Nivel de servicios:** encargado de brindar capacidades de control y gestión para hacer efectiva la prestación de servicios de telecomunicaciones.
- **Nivel de transporte:** proporciona la conectividad para el transporte de información entre las entidades de la NGN; es el responsable del suministro de calidad de servicio extremo a extremo.

Asimismo, la arquitectura NGN define las interfaces:

- **Interfaz red-usuario (UNI):** permite a los usuarios finales conectarse a la NGN.
- **Interfaz red-red (NNI):** permite la interconexión entre una NGN y otra red de diferente dominio.

- **Interfaz red-aplicación (ANI):** permite la conexión de la NGN a otros proveedores de aplicaciones, proporcionando un canal para la interacción y el intercambio de aplicaciones.

La figura 1 representa la visión de la arquitectura general de la NGN desde la perspectiva ITU [6].

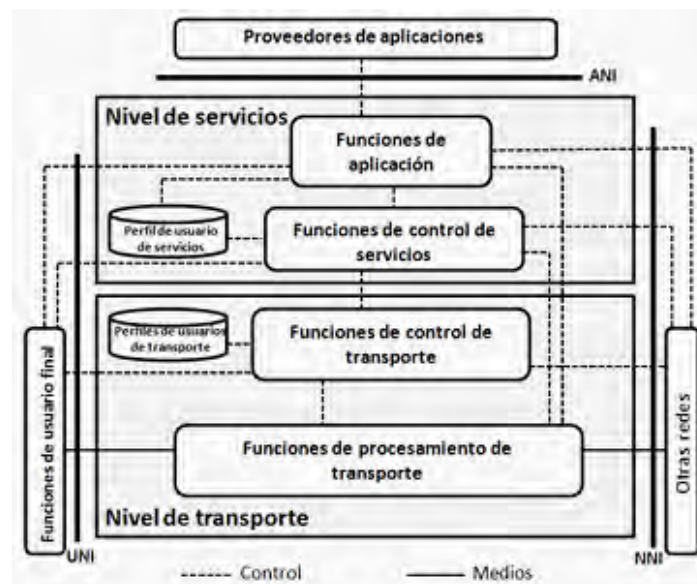


Figura 1. Arquitectura general NGN. Basada en [7].

## II. Nivel de transporte de la NGN

El nivel de transporte de la NGN, realiza funciones de las tres capas más bajas del modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI: Open System Interconnection) [7]. Las funciones asociadas a la capa de red proporcionan conectividad a todos los componentes físicamente separados dentro de la NGN, lo cual incluye conectividad entre usuarios, entre plataformas de servicios, y entre usuarios y plataformas de servicio. Las funciones asociadas a la capa física y de enlace comprenden un conjunto amplio de

tecnologías subyacentes que soportan el protocolo Internet (IP: Internet Protocol).

Según el Release 1 definido por la ITU sobre la NGN [10], el nivel de transporte garantiza que la conectividad proporcionada sea pública, general, ubicua y mundial. La funcionalidad de este nivel se distribuye entre los segmentos de red de acceso y core.

- **Red de acceso:** se compone de un conjunto de tecnologías, que permiten a los usuarios conectarse a la red core para acceder a los servicios [6, 9, 10].
- **Red core:** es el segmento de la red que se encarga de la conmutación de los paquetes que transportan el tráfico de voz, vídeo y datos al interior de la NGN, y permite a los usuarios acceder a cualquier proveedor

de servicios y aplicaciones, o a los usuarios de cualquier otra red de acceso [6, 9].

El nivel de transporte se divide en dos grupos de funciones:

- **Funciones de procesamiento de transporte:** soportan el envío y enrutamiento de paquetes en las redes de acceso y core, y realizan el procesamiento de medios (voz, vídeo, datos).
- **Funciones de control de transporte:** se encargan de configurar, autorizar, autenticar e inicializar las conexiones de usuario final, además realizan el control de admisión y la reservación de recursos en las redes de acceso y core. Estas se dividen en: funciones de control de recursos y admisión (RACF: Resource and Admission Control Functions), y funciones de control de conexión de red (NACF: Network Attachment Control Functions) [6, 9]. La figura 2 muestra la arquitectura del nivel de transporte de la NGN.

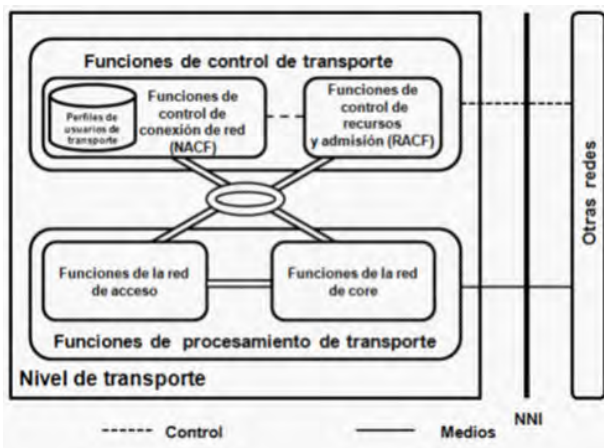


Figura 2. Arquitectura del nivel de transporte de la NGN.

### III. Interconexión en el nivel de transporte de la NGN

La interconexión en el nivel de transporte se basa en la conectividad IP, desconociendo los niveles de interoperabilidad. Se caracteriza por la ausencia de señalización relacionada con el servicio, lo que implica que no existe anuncio ni conocimiento del servicio que se suministra extremo a extremo [5, 11, 12].

La interconexión entre redes NGN en el nivel de transporte, debe proporcionar las condiciones necesarias para facilitar que los servicios cumplan con los parámetros de eficiencia, confiabilidad y seguridad. Esta interconexión permite la transferencia de información de usuario, control y gestión de los recursos de transporte en las fronteras de dos dominios diferentes, por lo que debe garantizar la conectividad entre las redes de acceso y core, y entre distintas redes core [5, 9].

Según la ITU en [13] y el ETSI en [9, 14] la interconexión en el nivel de transporte se considera orientada a la conectividad (Colx: Connectivity-oriented Interconnection), si no se controla desde el nivel de servicios. Dependiendo de la información que se intercambia entre los dominios interconectados, la Colx se clasifica en dos tipos:

- **Colx tipo 1:** involucra el intercambio de información de transporte, el cual comprende únicamente el tráfico de medios del plano de usuario.
- **Colx tipo 2:** incluye el intercambio de dos clases de información: información de transporte e información de señalización relacionada con el transporte, esta última se intercambia entre las funciones de control de transporte de los dominios interconectados, y permite la reservación de recursos a través de otros dominios de red.

Las opciones de interconexión en el nivel de transporte se sintetizan en:

- Interconexión por medio de las funciones de procesamiento de transporte.
- Interconexión entre funciones de control de conexión a la red.

- Interconexión entre funciones de control de recursos y admisión.

### 3.1 Interconexión por medio de las funciones de procesamiento de transporte

Las funciones de procesamiento de transporte permiten la interconexión con redes basadas en IP y redes de conmutación de circuitos, como las redes RTPC/RDSI.

La entidad funcional pasarela de frontera de interconexión (IBG-FE: Interconnection Border Gateway Functional Entity) proporciona una interfaz entre dos dominios de transporte IP, realizando la interconexión entre los segmentos core de dos redes NGN [6, 9].

La interfaz NNI *Iz* permite a la IBG-FE transmitir flujos de medios entre los segmentos core de transporte de las redes NGN [9].

La interconexión con redes de conmutación de circuitos se realiza a través de la entidad funcional de pasarela de señalización (SG-FE: Signalling Gateway Functional Entity), la cual se encarga de la conversión de señalización de transporte entre las redes que emplean SS7 y la NGN; y la entidad funcional de pasarela troncal de medios (TMG-FE: Trunking Media Gateway Functional Entity), que permite el interfuncionamiento entre el transporte basado en paquetes y el transporte de las redes con conmutación de circuitos [15].

La figura 3, muestra las interfaces y pasarelas que intervienen en el proceso de interconexión de las NGN por medio de las funciones de procesamiento de transporte.

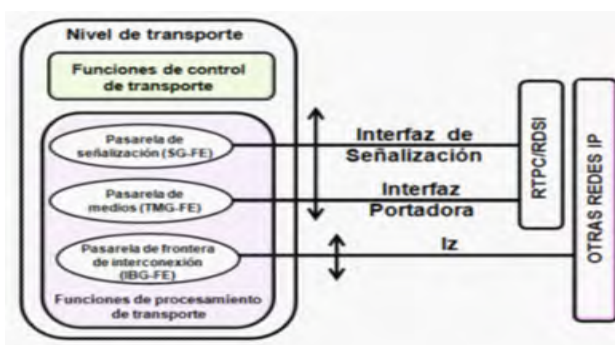


Figura 3. Interconexión por medio de las funciones de procesamiento de transporte. Basada en [9].

### 3.2 Interconexión entre funciones de control de conexión a la red

Las NACF se encargan de manejar a los usuarios conectados a la red de acceso, brindando autenticación, registro e inicialización de funciones con el fin de que puedan disfrutar de los servicios de la NGN [16, 17].

Además, almacenan y mantienen disponible el perfil de usuario de transporte, que contiene: datos de autenticación, indicadores de privacidad, perfil de QoS, y otra información brindada en el registro del usuario.

La interconexión entre funciones NACF soporta capacidades de nomadismo y roaming, donde es requerido el intercambio de información de ubicación, autorización y autenticación, entre la red a la que pertenece el usuario y la red a la que se conecta [3, 16, 17].

La interconexión entre funciones NACF se observa en la figura 4.

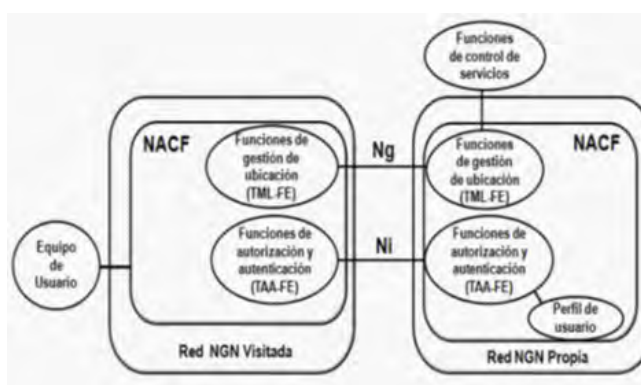


Figura 4. Interconexión entre funciones NACF. Basada [16, 17].

La interfaz  $N_g$  posibilita el intercambio de información entre las entidades funcionales de gestión de ubicación de transporte (TLM-FE: Transport Location Management Functional Entity), únicamente cuando el usuario conectado a una red visitada, desea acceder a los servicios que proporciona la red propia.

La interfaz  $N_i$  permite la autorización y autenticación en el nivel de transporte entre las redes visitada y propia, a través de las entidades funcionales de autenticación y autorización de transporte (TAA-FE: Transport Authentication and Authorization Functional Entity).

Según lo establecido por la ITU y el ETSI, el intercambio de los mensajes de autenticación, autorización y gestión de ubicación, se realiza a través de protocolos de autenticación, autorización y contabilidad (AAA: Authentication, Authorization, Accounting). En [18] se establece Diameter como el protocolo para la interfaz  $N_g$ , sin embargo, la ITU y el ETSI no han definido hasta la fecha un perfil del protocolo específico para esta interfaz.

La interfaz  $N_i$  soporta RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) y Diameter para realizar el intercambio de los mensajes entre entidades funcionales de autenticación y autorización de transporte. El ETSI en [19], define los perfiles para ambos protocolos de esta interfaz.

### 3.3 Interconexión entre funciones de control de recursos y admisión

Las funciones RACF son responsables de la implementación de procedimientos y mecanismos de reservación de recursos de acuerdo con políticas de red, las cuales se basan en los servicios, la información de suscripción de transporte, los acuerdos de nivel de servicio, las reglas definidas por los operadores, y la información sobre el estado y utilización de los recursos de transporte.

La interconexión entre RACF se ha definido para permitir el traspaso de los requerimientos de QoS,

provenientes del nivel de servicios, de un operador interconectante a otro, cuando no existe interconexión en el nivel de servicio, o cuando esta existe pero no incluye las capacidades de señalización de control de recursos de transporte.

La interconexión entre funciones RACF puede involucrar las interfaces  $R_i$  o  $R_s$ .

La interfaz  $R_i$  permite la comunicación directa entre las entidades funcionales de decisión de políticas (PD-FE: Policy Decision Functional Entity) de las RACF de diferentes dominios [20, 21, 22, 23]; mientras que, la  $R_s$  facilita el intercambio de información entre las RACF y las funciones del nivel de servicios [22, 23, 24, 25].

Estas dos interfaces emplean Diameter como protocolo de AAA, para realizar el intercambio de los mensajes de reservación y control de recursos entre dominios. Los mensajes de iniciación, modificación, acción, liberación, abandono y notificación de recursos tienen correspondencia con los comandos Diameter, sin embargo, se han definido AVPs (Attribute Value Pair) adicionales, empleados específicamente para los componentes de información de los mensajes que se transmiten sobre  $R_i$  y  $R_s$  [20, 21, 24, 25]. La figura 5 (ver figura en la página siguiente), muestra la interconexión entre las funciones RACF.

La tabla 1 (ver tabla en la página siguiente) resume las interfaces y los protocolos necesarios para la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte.

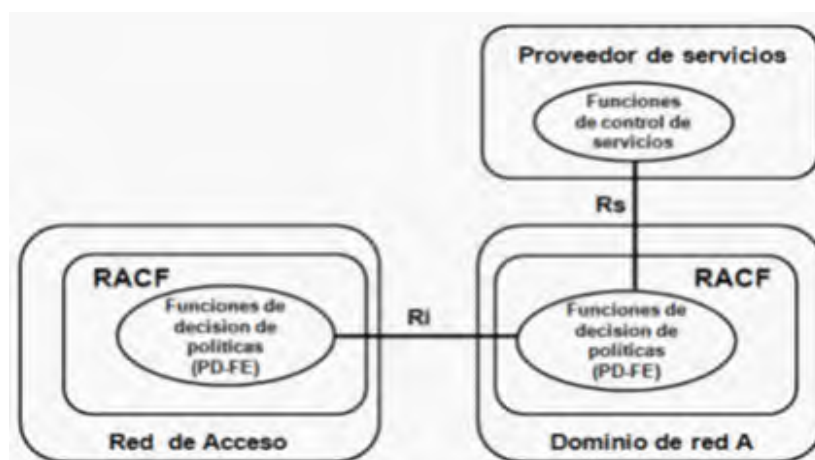


Figura 5. Interconexión entre las funciones RACF. Basada en [26].

Tabla 1. Interfaces y protocolos para la interconexión de la NGN.

		Interconexión con redes CSN		Interconexión con otras NGN		Interconexión con otras redes IP	
		Interfaz	Protocolo	Interfaz	Protocolo	Interfaz	Protocolo
Funciones de procesamiento de transporte	IBG-FE			Iz	IP	Iz	IP
	SG-FE	Interfaz de señalización	ISUP SS7				
	TMG-FE	Interfaz portadora					
Funciones NACF	TAA-FE			Ni	Diameter		
	TLM-FE			Ng	Diameter		
Funciones RACF	PD-FE			Ri, Rs	Diameter		

## IV. Requerimientos técnicos para la interconexión en el nivel de transporte

Los acuerdos de interconexión entre operadores, deben incluir la especificación clara de los elementos a utilizar, y deben considerar las normas establecidas por los entes de regulación y estandarización, tales como la ITU y el ETSI.

Para que la interconexión de la NGN en el nivel de transporte sea posible y eficaz debe considerarse un conjunto de requerimientos, los cuales deben ser acordados por los operadores; entre ellos están:

### 5.1 Señalización de la interconexión

La interconexión de redes NGN en el nivel de transporte requiere señalización de control de transporte para garantizar la transmisión de los requerimientos de QoS y la comunicación que permite la movilidad y el roaming; por lo que es necesario el uso de perfiles de protocolos comunes entre los dominios interconectantes, para soportar servicios tradicionales y nuevos.

## 5.2 Seguridad de la interconexión

La seguridad a través de diferentes dominios de red depende de la implementación de los mecanismos que los operadores deciden emplear para la protección de sus redes. En el contexto de interconexión NGN, se debe prevenir el uso indebido de los recursos e información por parte de otras redes, y además garantizar el cumplimiento de los objetivos de seguridad, tales como: privacidad, autenticación, control de acceso, entre otros.

## 5.3 Enrutamiento

Al igual que la numeración, el enrutamiento es un aspecto crucial para la interconexión, y para permitir las comunicaciones entre todos los usuarios de las redes interconectadas. De acuerdo con [27], el objetivo de planificar el enrutamiento consiste en maximizar el establecimiento de las comunicaciones de manera eficiente, y con una calidad de servicio predefinida.

## 5.4 Calidad de servicio de la interconexión

El control de QoS es necesario en los puntos de interconexión, para garantizar en la NGN un nivel de desempeño comparable con el de las redes tradicionales para cada uno de los servicios ofrecidos. El tráfico proveniente de la interconexión no debe ser discriminado en relación con uno similar en la red del otro operador, teniendo en cuenta parámetros como: clases de QoS, métricas de QoS, acuerdos de QoS, etc.

## V. Aspectos de un proceso de pruebas de interconexión

De acuerdo con [28], las pruebas de interconexión son necesarias para verificar que los sistemas y sus interfaces interfuncionen adecuadamente sin poner en riesgo la integridad de las redes, y deben permitir a los operadores cerciorarse de que sus usuarios reciban los servicios suscritos cuando se conectan con usuarios de otras redes.

El principal propósito de esta sección, consiste en brindar una guía que permita a los operadores evaluar la interconexión en el nivel de transporte de acuerdo con los requerimientos técnicos establecidos.

## 5.1 Proceso de pruebas

Para comprender mejor el proceso de pruebas de interconexión, se propone su organización en cuatro grandes etapas, que van desde la preparación de las pruebas hasta el análisis de resultados.

- **Preparación:** consiste en el establecimiento y definición de las condiciones necesarias para iniciar la realización de pruebas. En esta etapa se deben definir el cronograma de actividades, la asignación de responsabilidades y los equipos que se requieren para la realización de las pruebas.
- **Definición:** en esta se genera un plan de pruebas que depende de las metas operacionales de las partes interconectantes, este plan debe permitir detectar el mayor número de fallas posibles en la interconexión. Para garantizar alta calidad y disponibilidad, en esta etapa se requiere del conocimiento previo de los servicios que se desean soportar sobre la infraestructura de la red, y de las características y capacidades de desempeño.
- **Ejecución:** consiste en la realización de las pruebas definidas. Aquí se comprueba si las redes están integradas apropiadamente para soportar el provisionamiento de servicios.
- **Análisis de resultados:** en este punto se toman los resultados obtenidos en la etapa de ejecución y se comparan con los esperados, que han sido propuestos en la etapa de definición.

Si ha fallado alguna prueba, se presenta la recuperación de fallas, que consiste en un conjunto de pasos que al seguirlos permiten detectar, monitorear y solucionar los problemas que se han presentado.



## 5.2 Categorías propuestas para el esquema de pruebas

De acuerdo con el análisis realizado, se proponen seis categorías de pruebas que permiten evaluar la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte, estas son:

- **Pruebas de funcionalidad:** se realizan para que los operadores tengan certeza de que los dispositivos conectados a sus redes desempeñen su funcionalidad de manera segura y confiable.
- **Pruebas de validación:** sirven para asegurar la integridad de las redes, mediante la comprobación que las interfaces y protocolos cumplan con los estándares internacionales que hayan acordado los operadores.
- **Pruebas de conectividad:** el objetivo principal de estas pruebas consiste en evaluar la conectividad entre los dispositivos interconectados, y entre usuarios finales. Además, evalúan que la configuración de la red y equipos de prueba funcionen correctamente.
- **Pruebas de confiabilidad:** estas evalúan el tiempo de funcionamiento de la interconexión antes de que se produzca algún error, también están relacionadas con la consecución de resultados correctos, con la detección de errores y la recuperación después de fallas.
- **Pruebas de desempeño:** permiten verificar el comportamiento de las redes a través de la medición de los parámetros de calidad de servicio y la evaluación de la disponibilidad de la red.
- **Pruebas de seguridad:** se realizan para garantizar la integridad de las redes y las comunicaciones, mediante la verificación de la seguridad extremo

a extremo, donde cada operador es responsable de la seguridad dentro de su propio dominio.

## 5.3 Fases de pruebas

Para la definición y ejecución de las pruebas de interconexión se proponen tres fases, donde se agrupan las categorías de pruebas anteriormente definidas. De tal forma que se facilita la detección de fallas, su aislamiento y recuperación de manera temprana, para posteriormente garantizar el éxito del proceso de interconexión. Así el cumplimiento completo y satisfactorio de una fase, es prerequisite para dar inicio a la siguiente. Estas fases son:

- Fase de conformidad.
- Fase de compatibilidad.
- Fase de integración.

### 1. Fase de conformidad

Su objetivo es determinar si existe la confianza suficiente en los aspectos técnicos básicos para establecer la interconexión. Las pruebas de conformidad se realizan para verificar que los sistemas (hardware y software) cumplan apropiadamente con las normas nacionales o internacionales, relacionadas con la interconexión entre operadores.

La fase de conformidad abarca pruebas de funcionalidad, que permiten verificar el correcto desempeño de los equipos que implementan las entidades funcionales (FE: Functional Entity) de la arquitectura NGN, y las pruebas de validación que verifican que los protocolos e interfaces cumplan con los requisitos de las recomendaciones ITU o los estándares ETSI.

Dado que la conformidad es un prerequisite esencial para iniciar la interconexión, cada operador es responsable individualmente de este tipo de pruebas, y debe demostrar al otro operador que se han obtenido resultados exitosos. Según [29], las pruebas de conformidad se realizan generalmente en un ambiente de fábrica, por lo que en la mayoría de los casos los resultados de estas pruebas se pueden obtener de los vendedores de equipos.

## 2. Fase de compatibilidad

El objetivo central de la fase de compatibilidad, es comprobar si se ejecutan las funciones específicas de los medios técnicos de la red, y si la implementación de los protocolos es completa y suficiente (pruebas de conectividad, pruebas de desempeño).

Con las pruebas de esta fase, los operadores interconectantes pueden entender los criterios que se necesitan cumplir, para el buen funcionamiento de la interconexión, lo que puede implicar la realización de modificaciones y adiciones en los sistemas.

Con el fin de probar la estabilidad y las características de recuperación (pruebas de confiabilidad), las pruebas de compatibilidad se llevarán a cabo sobre el hardware y software, en condiciones normales y de falla; sabiendo que existe un posible riesgo realizándolas en un ambiente operacional, se recomienda que se ejecuten antes de iniciar el tráfico de servicios, y sobre una red de pruebas establecida conjuntamente.

## 3. Fase de integración

La fase de integración abarca un conjunto de pruebas y procedimientos administrativos, que se realizan para asegurar la interoperabilidad correcta entre los diferentes elementos de la infraestructura de las redes interconectadas (pruebas de conectividad).

El objetivo de esta fase consiste en comprobar que las redes interconectadas de los operadores

sean capaces de soportar los servicios, con los niveles de calidad (pruebas de desempeño), confiabilidad (pruebas de confiabilidad) y seguridad (pruebas de seguridad) que hayan sido convenidos en los acuerdos bilaterales de interconexión; además, se busca identificar errores introducidos por la combinación de los sistemas probados individualmente.

La fase de integración requiere mayor planificación que las fases anteriores, debido a que se centra en la realización de pruebas extremo a extremo, de aceptación y comprobación de los servicios ofrecidos y definidos. Los casos de prueba de esta fase se enfocan en verificar el comportamiento de la red desde el punto de vista del usuario.

Las partes interconectantes tienen la obligación de seleccionar y realizar las pruebas en conjunto, y aplicarlas en las dos direcciones; además necesitan acordar y establecer el nivel de prueba, definiendo las pruebas que se van a ejecutar, teniendo en cuenta cuáles de estas ya han sido realizadas y documentadas. La tabla 2 muestra la relación entre las fases anteriormente definidas y las categorías de pruebas propuestas.

**Tabla 2. Relación entre las fases y categorías de pruebas de interconexión propuestas**

	Pruebas de funcionalidad	Pruebas de conformidad	Pruebas de conectividad	Pruebas de confiabilidad	Pruebas de desempeño	Pruebas de seguridad
Fase 1: Fase de conformidad	✓	✓				
Fase 2: Fase de compatibilidad			✓	✓	✓	
Fase 3: Fase de integración			✓	✓	✓	✓

## 5.4 Condiciones iniciales y finales para la ejecución de las fases de pruebas

Los operadores deben establecer un acuerdo de interconexión donde se especifiquen las condiciones iniciales y finales de cada fase de pruebas, para que las partes tengan conocimiento de los aspectos que deben ser considerados al comienzo y culminación de cada fase. En caso de no establecer estas condiciones, la finalización podría prolongarse y complicarse, afectando la operación de los servicios. A continuación se propone una lista de las condiciones a tener en cuenta en la ejecución de las fases de pruebas.

- **Condiciones iniciales.** Los operadores deben haber realizado un plan de pruebas detallado, donde se encuentren todas las pruebas a realizar, los resultados que se espera obtener para cada prueba y el calendario de las mismas; adicionalmente las referencias de los estándares que ambas partes tienen que cumplir para los dispositivos, interfaces y protocolos.

El plan de pruebas detallado debe estar siempre disponible y se debe ejecutar por ambos operadores. Una vez se haya firmado el acuerdo de pruebas de interconexión, las pruebas de la fase de conformidad deben iniciarse tan pronto como sea posible.

Para continuar con las pruebas de una fase siguiente, se debe haber terminado exhaustiva y satisfactoriamente la fase en desarrollo. Las partes interconectantes deben haber intercambiado información técnica (direccionamiento, numeración, enrutamiento, etc.).

Se debe contar con una lista de las fallas posibles, para someter al sistema a estas condiciones y evaluar su respuesta.

Los equipos y el software empleados en la interconexión deben estar en operación, correctamente configurados e instalados. Los equipos de pruebas deben estar disponibles para realizar la medición de los parámetros de QoS sobre la red.

Los operadores deben conectar los terminales de usuario necesarios para comprobar los servicios acordados.

- **Condiciones finales.** Todos los casos de prueba de la fase se han realizado satisfactoriamente. No se han presentado fallas que impidan la operación de los servicios y/o que pueden afectar gravemente la QoS. Cada operador ha entregado a la otra parte, un informe donde se indica que los resultados de las pruebas individuales de conformidad son satisfactorios.

Se han documentado las soluciones de las fallas encontradas entre los operadores. Existe un plan para solucionar las fallas encontradas en las pruebas realizadas. Se ha creado un informe de aceptación de las pruebas de cada fase por ambas partes.

## Conclusiones

La interconexión de las redes de telecomunicaciones es muy importante para garantizar la continua prestación de servicios, especialmente en un ambiente de convergencia, donde los proveedores, independientemente del tipo del rol que desempeñen (aplicaciones, servicios, acceso, conectividad y core), necesitan interconectarse de alguna manera para satisfacer la necesidad actual de los usuarios, de acceder a todos los servicios ininterrumpidamente y a través de varios tipos de redes.

Con el fin de limitar y evitar el impacto de la interconexión, se necesita la realización de diferentes pruebas que evalúen el comportamiento de las redes interconectantes, y que permitan detectar y prevenir las fallas o problemas que se puedan presentar debido a la integración de las redes.

En este artículo se presentó una propuesta de un proceso de pruebas que puede servir como referencia en la evaluación de la interconexión de la NGN en el nivel

de transporte. Este proceso comprende un conjunto de fases con objetivos y pruebas específicas, que facilitan la planificación sencilla y ordenada de las pruebas de interconexión, donde la finalización completa y satisfactoria de cada fase, es prerequisite para dar inicio a la siguiente.

La interconexión en el nivel de transporte puede lograrse a través de tres grupos funcionales: los de procesamiento de transporte, los de control de conexión a la red y los de control de recursos y admisión. La decisión de usar uno de ellos dependerá de las necesidades y recursos de que dispongan los operadores interconectantes.

Este trabajo hace parte del desarrollo del proyecto: «Definición de criterios técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte», desarrollado al interior del Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca.

## Referencias bibliográficas

- [1] International Telecommunication Union, «Next Generation Networks Global Standards Initiative». Disponible en Web: [www.itu.int/ITU-T/ngn/introduction.html](http://www.itu.int/ITU-T/ngn/introduction.html), [Consulta: 17 de febrero de 2010]
- [2] International Telecommunication Union, «NGN FG Proceedings Part II» *International Telecommunication Union*, ITU-T. NGN FG Proceedings Part II. Global Standards Initiative, 2005. Disponible en Web: [www.itu.int/ITU-T/ngn/files/NGN\\_FG-book\\_II.pdf](http://www.itu.int/ITU-T/ngn/files/NGN_FG-book_II.pdf) [Consulta: Febrero 17, 2010]
- [3] International Telecommunication Union, «Description of capability set 1 of NGN release 1» *International Telecommunication Union*, ITU-T. Recommendation Y.2006, 2008. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y) [Consulta: 24 de abril de 2010].
- [4] International Telecommunication Union, «General overview of NGN» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2001, 2004. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y), [Consulta: 17 de febrero de 2010].
- [5] European Regulators Group, «Consultation Document on Regulatory Principles of IP-IC/NGN Core» *European Regulators Group*, ERG (08) 26rev1. (2008) Disponible en Web: [http://erg.ec.europa.eu/doc/publications/consult\\_ngn\\_2008/erg\\_08\\_26rev1\\_consul\\_ip\\_ngn\\_080604.pdf](http://erg.ec.europa.eu/doc/publications/consult_ngn_2008/erg_08_26rev1_consul_ip_ngn_080604.pdf), [Consulta: 17 de febrero de 2010].
- [6] International Telecommunication Union, «Functional requirements and architecture of the NGN release 1» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2012, 2006. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y), [Consulta: 17 de febrero de 2010].
- [7] International Telecommunication Union, «General principles and general reference model for Next Generation Networks» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2011, 2004. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y), [Consulta: 17 de febrero de 2010].
- [8] International Telecommunication Union, «ITU-T Y.2000 series – Supplement on NGN release 1 scope» *International Telecommunication Union*, ITU-T Series Y Supplement 1, 2006. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y), [Consulta: 17 de febrero 2010].
- [9] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES-282-001, 2009. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org). [Consulta: 18 de febrero de 2010].
- [10] Telecom Engineering Centre, «NGN Architecture» *Telecom Engineering Centre*, Technology White Paper on NGN Architecture, 2007. Disponible en Web: [www.tec.gov.in/technology%20updates/NGN%20Architecture.pdf](http://www.tec.gov.in/technology%20updates/NGN%20Architecture.pdf), [Consulta: 22 de febrero 2010].
- [11] European Regulators Group, «Supplementary Document to the ERG Common Statement on Regulatory Principles of IP-IC / NGN Core - A work program towards a Common Position». Disponible en Web: [www.erg.eu.int/doc/publications/erg\\_08\\_26b\\_final\\_ngn\\_ip\\_ic\\_cs\\_sup\\_doc\\_081016.pdf](http://www.erg.eu.int/doc/publications/erg_08_26b_final_ngn_ip_ic_cs_sup_doc_081016.pdf), [Consulta: 16 de marzo de 2010].
- [12] European Regulators Group, «Final Report on IP interconnection» *European Regulators Group*, ERG (07) 09. 2007. Disponible en Web: [http://erg.ec.europa.eu/doc/publications/erg\\_07\\_09\\_rept\\_on\\_ip\\_interconn.pdf](http://erg.ec.europa.eu/doc/publications/erg_07_09_rept_on_ip_interconn.pdf). [Consulta: 17 de febrero 2010].
- [13] International Telecommunication Union, «NGN release 1 requirements» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2201, 2007. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y) [Consulta: 17 de febrero 2010].
- [14] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Service and Capability Requirements» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TS-181-005, 2009. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 8 de marzo de 2010].
- [15] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking; Trunking Gateway Control Procedures for interworking between NGN and external CS networks [Endorsement of 3GPP TS 29.412 (R8)]» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES-283-012, 2010. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 4 de abril de 2010].
- [16] International Telecommunication Union, «Network attachment control functions in next generation networks» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2014, 2008. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y) [Consulta: 24 de abril de 2010].
- [17] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture; Network Attachment Sub-System (NASS)» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES-282-004, 2008. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 5 de abril de 2010].
- [18] Hyeong Ho Lee. «Signaling architecture and protocols for the Next Generation Network» *Advanced Communication Technology*, 2009. ICACT 2009. 11<sup>th</sup> International Conference on, vol.03, pp.1691-1696, 15-18 de febrero de 2009 Disponible en Web: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4809399&isnumber=4809346>
- [19] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Network Attachment: Roaming in TISPAN NGN Network Accesses; Interface Protocol Definition» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TS-183-020,

2006. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 5 de abril de 2010].
- [20] International Telecommunication Union, «Resource control protocol N.º 7 - Protocol at the interface between inter-domain policy decision physical entities (Ri interface)» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3307.1, 2009. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q) [Consulta: 24 de abril de 2010].
- [21] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Resource and Admission Control: DIAMETER protocol for domains interconnection information exchange between SPDFs Protocol specification» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TS-183-062, 2008. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 7 de mayo de 2010].
- [22] International Telecommunication Union, «Resource and admission control functions in next generation networks» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2111, 2008. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y), [Consulta: 22 de febrero 2010].
- [23] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Resource and Admission Control Sub-System (RACS): Functional Architecture» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES-282-003, 2010. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org). [Consulta: 2 de mayo de 2010].
- [24] International Telecommunication Union, «Resource control protocol N.º 1 - Protocol at the Rs interface between service control entities and the policy decision physical entity» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3301.1, 2007. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q) [Consulta: 24 de abril de 2010].
- [25] European Telecommunications Standards Institute, «Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); «Resource and Admission Control: DIAMETER protocol for session based policy set-up information exchange between the Application Function (AF) and the Service Policy Decision Function (SPDF); Protocol specification» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TS-183-017, 2009. Disponible en Web: [www.etsi.org](http://www.etsi.org), [Consulta: 7 de mayo de 2010].
- [26] International Telecommunication Union, «Signalling architecture for the NGN service control plane» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3030, 2008. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q) [Consulta: 24 de abril de 2010].
- [27] International Telecommunication Union, «Traffic routing» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation E.170, 1992. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=E](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=E). [Consulta: 7 de junio de 2010].
- [28] European Telecommunications Standards Institute, «The European Telecommunications Platform Framework Interconnection Agreement: guidelines for testing» *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI MTS27-TD67, 1998.
- [29] International Telecommunication Union, «Methods of testing and model network architecture for NGN technical means testing as applied to public telecommunication networks» *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3900, 2006. Disponible en Web: [www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q](http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q), [Consulta: 27 de abril de 2010].



UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA  
SEDE BOGOTÁ

## CUPÓN DE SUSCRIPCIÓN

### INGENIUM

Revista de la Facultad de Ingeniería

Fecha: Día   Mes   Año

Suscriptor	
Apellidos	<input type="text"/>
Nombres	<input type="text"/>

Residencia		
Dirección <input type="text"/>		
Ciudad <input type="text"/>	País <input type="text"/>	
Teléfono <input type="text"/>	Fax <input type="text"/>	Celular <input type="text"/>
E-mail <input type="text"/>		

Suscripción anual			
Colombia	\$25.000,00	Exterior	US \$35,00

Número suelto			
Colombia	\$20.000,00	Exterior	US \$15,00

Suma enviada:
<input type="text"/>

Suscripción a partir del número:
<input type="text"/>

- Consigne en la cuenta de ahorros número 605-07721-3 del Banco de Bogotá, a nombre de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá, D. C.
- Envíe copia del recibo de consignación, junto con este cupón, a la *Editorial Bonaventuriana* (Fax: 677 3003).
- Si lo prefiere presente el cupón y el recibo de consignación directamente en la *Editorial Bonaventuriana* (Cra. 8 H 172-20, Bogotá, D. C., Colombia).