

**PROPUESTA DE ESQUEMA DE PRUEBAS PARA LA INTERCONEXIÓN DE REDES
NGN EN EL NIVEL DE SERVICIO**



**JESÚS DAVID MENESES SÁNCHEZ
ANDRÉS FELIPE CHICAÍZA GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SERVICIOS EN
REDES DE NUEVA GENERACIÓN
POPAYÁN, OCTUBRE 2010**

**PROPUESTA DE ESQUEMA DE PRUEBAS PARA LA INTERCONEXIÓN DE REDES
NGN EN EL NIVEL DE SERVICIO**



**JESÚS DAVID MENESES SÁNCHEZ
ANDRÉS FELIPE CHICAÍZA GÓMEZ**

Documento final de trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

**Directora:
Ing. Mary Cristina Carrascal Reyes**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SERVICIOS EN
REDES DE NUEVA GENERACIÓN
POPAYÁN, OCTUBRE 2010**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. GENERALIDADES Y CONCEPTOS RELACIONADOS CON LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN | 4 |
| 1.1 Definición de las redes de próxima generación..... | 4 |
| 1.2 Alcance y objetivos de NGN | 5 |
| 1.3 Características fundamentales de NGN..... | 5 |
| 1.3.1 Transferencia basada en paquetes..... | 5 |
| 1.3.2 Separación entre la prestación del servicio y el transporte | 6 |
| 1.3.3 Banda ancha con QoS extremo a extremo | 6 |
| 1.3.4 Interfuncionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas. | 6 |
| 1.3.5 Movilidad generalizada | 7 |
| 1.3.6 Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios | 7 |
| 1.3.7 Convergencia de servicios..... | 7 |
| 1.3.8 Arquitectura de seguridad..... | 7 |
| 1.3.9 Pasarelas de medios | 7 |
| 1.3.10 Independencia entre el plano de servicios y transporte | 7 |
| 1.3.11 Múltiples tecnologías de última milla..... | 8 |
| 1.3.12 Contabilidad y tasación..... | 8 |
| 1.4 Capacidades de la NGN | 8 |
| 1.5 Arquitectura general y división funcional básica de la NGN | 8 |
| 1.5.1 Separación entre los estratos de servicios y transporte | 9 |
| CAPÍTULO 2. INTERCONEXIÓN DE REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN A NIVEL DE SERVICIOS | 11 |
| 2.1 Estrato de servicios de la NGN | 11 |
| 2.2 Planos de usuario, gestión y control a nivel de servicios..... | 11 |
| 2.2.1 Plano de gestión de la NGN a nivel de servicios..... | 11 |
| 2.2.2 Plano de control de la NGN a nivel de servicios | 12 |
| 2.2.3 Plano de usuario de la NGN a nivel de servicios..... | 12 |
| 2.3 Modelo funcional general..... | 13 |
| 2.4 Arquitectura de nivel de servicio NGN y funciones del estrato de servicios..... | 14 |

| | | |
|---|---|----|
| 2.4.1 | Funciones de control de servicio..... | 15 |
| 2.4.2 | Funciones de soporte de aplicación y las de soporte de servicio | 15 |
| 2.5 | Interfaces de interconexión | 15 |
| 2.6 | Análisis de interconexión e interfuncionamiento de redes NGN | 16 |
| 2.7 | Descripción de las entidades funcionales involucradas en la interconexión NNI en el nivel de servicio | 16 |
| 2.7.1 | Entidades funcionales de control de transporte | 17 |
| 2.7.2 | Entidades funcionales de control de servicio | 18 |
| 2.8 | Protocolos y puntos de referencia para la interconexión NGN a nivel de servicios | 20 |
| 2.8.1 | Protocolos de interconexión..... | 20 |
| 2.8.2 | Puntos de referencia..... | 21 |
| 2.9 | Descripción de las funciones a evaluar en la interconexión NGN a nivel de servicio..... | 22 |
| 2.9.1 | Funciones de control de servicio (SCF) | 23 |
| 2.9.2 | Funciones de entrega de contenido (CDF) | 24 |
| 2.10 | Aspectos técnicos a evaluar en la interconexión NGN a nivel de servicio | 24 |
| CAPÍTULO 3. ESQUEMA GENERAL DE PRUEBAS DE INTERCONEXIÓN A NIVEL DE SERVICIO PARA LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN | | |
| 3.1 | Marco de trabajo para esquema de pruebas..... | 27 |
| 3.1.1 | Visión..... | 28 |
| 3.1.2 | Arquitectura | 28 |
| 3.1.3 | Metodología..... | 29 |
| 3.1.4 | Objetivos del esquema de pruebas..... | 30 |
| 3.2 | Proceso de pruebas de interconexión a nivel de servicio..... | 31 |
| 3.3 | Lista de pruebas de interconexión | 33 |
| 3.3.1 | Esquema de pruebas básicas locales de interconexión a nivel de servicio con otras redes NGN y redes multimedia IP | 34 |
| 3.3.2 | Esquema de pruebas extremo a extremo de interconexión a nivel de servicio entre redes NGN..... | 41 |
| 3.3.3 | Esquema de pruebas básicas locales de interconexión a nivel de servicio con RTPC/RDSI..... | 43 |
| 3.3.4 | Esquema de pruebas extremo a extremo de interconexión a nivel de servicio para redes RTPC..... | 51 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE INTERCONEXIÓN Y APLICACIÓN DEL ESQUEMA GENERAL DE PRUEBAS A NIVEL DE SERVICIO EN DIFERENTES ESCENARIOS NGN | 55 |
| 4.1 Descripción de los diferentes modelos de interconexión | 55 |
| 4.1.1 Modelo de interconexión TISPAN | 55 |
| 4.1.2 Modelo de interconexión 3GPP release 8 | 60 |
| 4.1.3 Modelo de interconexión definido en GSMA | 61 |
| 4.2 Análisis y mapeo de las entidades funcionales NGN – IMS | 61 |
| 4.2.1 Generalidades | 61 |
| 4.2.2 Comparación de las entidades funcionales | 61 |
| 4.2.3 Esquema de pruebas locales de interconexión a nivel de servicio con otras redes NGN y redes multimedia IP | 65 |
| 4.2.4 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio | 66 |
| 4.3 Análisis y mapeo de las entidades funcionales NGN – PES | 74 |
| 4.3.1 Generalidades | 74 |
| 4.3.2 Comparación de las entidades funcionales | 74 |
| 4.3.3 Esquema de pruebas locales de interconexión a nivel de servicio de una NGN-PES | 78 |
| 4.3.4 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio | 78 |
| CAPÍTULO 5. CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA INTERCONEXIÓN DE REDES NGN EN EL NIVEL DE SERVICIOS | 86 |
| 5.1 Reconocimiento del entorno | 86 |
| 5.2 Fiabilidad | 87 |
| 5.3 Privacidad | 88 |
| 5.4 Eficiencia | 88 |
| 5.5 Flexibilidad | 89 |
| CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 90 |
| BIBLIOGRAFÍA | 93 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Separación entre servicios y transporte en la NGN. Basada en [6]..... | 9 |
| Figura 2. Modelo de referencia básico de la NGN. Basada en [6]..... | 12 |
| Figura 3. Modelo funcional general. Basada en [6]..... | 13 |
| Figura 4. Visión general de la arquitectura NGN. Basada en [13]..... | 14 |
| Figura 5. Interconexión entre EFs y entre redes. Basada en [40] | 23 |
| Figura 6. Esquema del plan de pruebas..... | 30 |
| Figura 7. Diagrama de flujo de las fases a seguir..... | 32 |
| Figura 8. Arquitectura de interconexión orientada a servicios. Basada en [81]..... | 56 |
| Figura 9. Interconexión Solx directa. Basada en [81]..... | 57 |
| Figura 10. Interconexión Solx indirecta. Basada en [81]..... | 57 |
| Figura 11. Interconexión indirecta con nivel de servicio de intermediario. Basada en [81]. | 58 |
| Figura 12. Interconexión indirecta con intermediario en el nivel de transporte. Basada en [81]..... | 58 |
| Figura 13. Modelo de referencia de interfaces de interconexión. Basada en [81]..... | 59 |
| Figura 14. Modelo genérico de interconexión. Basada en [81]..... | 60 |
| Figura 15. Arquitectura IP multimedia CN Subsystem. Basada en [84]..... | 62 |
| Figura 16. Arquitectura funcional de emulación RTPC/RDSI basada en el CS. Basada en [108]..... | 75 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Puntos de referencia y protocolos de entidades funcionales. Basada en [43]... | 22 |
| Tabla 2. Fases del proceso de pruebas de interconexión. Basada en [79] | 32 |
| Tabla 3. Listado de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio entre NGN-NGN/ otras redes multimedia IP..... | 34 |
| Tabla 4. Prueba de señalización entre redes..... | 35 |
| Tabla 5. Prueba para verificar interfuncionamiento con otra red..... | 36 |
| Tabla 6. Prueba para comprobar la asignación de recursos en la red..... | 37 |
| Tabla 7. Prueba para verificar el ocultamiento de topología..... | 38 |
| Tabla 8. Prueba para verificación de registro de usuario..... | 39 |
| Tabla 9. Prueba para verificar transcodificación de información..... | 40 |
| Tabla 10. Prueba para comprobar el control de sesión en el nivel de aplicación..... | 41 |
| Tabla 11. Pruebas básicas de verificación extremo a extremo..... | 42 |
| Tabla 12. Prueba de verificación del trayecto completo de comunicación NGN-NGN... | 43 |
| Tabla 13. Listado de pruebas para la interconexión a nivel de servicio entre NGN - RTPC/ RDSI..... | 44 |
| Tabla 14. Prueba para comprobar el control de interfuncionamiento entre NGN - RTPC/ RDSI..... | 45 |
| Tabla 15. Prueba para verificación de capacidades y preferencias solicitadas..... | 46 |
| Tabla 16. Prueba para comprobar el ocultamiento de topología de la red..... | 47 |
| Tabla 17. Prueba para comprobar la conversión de protocolos..... | 48 |
| Tabla 18. Prueba para verificar el re-encaminamiento de llamada..... | 49 |
| Tabla 19. Prueba de desenganche RTPC..... | 50 |
| Tabla 20. Prueba de verificación de solicitud para interconexión con RTPC..... | 50 |
| Tabla 21. Prueba de verificación de terminación de llamada..... | 51 |
| Tabla 22. Pruebas básicas de verificación extremo a extremo..... | 52 |
| Tabla 23. Prueba de verificación de registro de usuario..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabla 24. Prueba de verificación del trayecto completo de comunicación RTPC-NGN... | 54 |
| Tabla 25. Correspondencia entre entidades funcionales IMS y entidades funcionales NGN | 65 |
| Tabla 26. Listado de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio entre NGN-NGN /otras redes multimedia IP..... | 66 |
| Tabla 27. Prueba de señalización entre redes..... | 67 |
| Tabla 28. Prueba para verificar interfuncionamiento con otra red..... | 68 |
| Tabla 29. Prueba para comprobar la asignación de recursos en la red..... | 69 |
| Tabla 30. Prueba para verificar el ocultamiento de topología..... | 70 |
| Tabla 31. Prueba para verificación de registro de usuario..... | 71 |
| Tabla 32. Prueba para verificar transcodificación de información mediante MRFC..... | 72 |
| Tabla 33. Prueba para verificar transcodificación de información mediante TrGw..... | 72 |
| Tabla 34. Prueba para comprobar el control de sesión en el nivel de aplicación..... | 73 |
| Tabla 35. Correspondencia entre entidades funcionales de servidor de llamada y entidades funcionales NGN..... | 77 |
| Tabla 36. Listado de pruebas para la interconexión a nivel de servicio entre NGN - RTPC/ RDSI..... | 78 |
| Tabla 37. Prueba para comprobar el control de interfuncionamiento entre NGN – RTPC / RDSI..... | 79 |
| Tabla 38. Prueba para verificación de capacidades y preferencias solicitadas..... | 80 |
| Tabla 39. Prueba para comprobar el ocultamiento de topología de la red..... | 80 |
| Tabla 40. Prueba para comprobar la conversión de protocolos..... | 81 |
| Tabla 41. Prueba para verificar el re-encaminamiento de llamada..... | 82 |
| Tabla 42. Prueba de desenganche RTPC..... | 83 |
| Tabla 43. Prueba de verificación de solicitud para interconexión con RTPC..... | 84 |
| Tabla 44. Prueba de verificación de terminación de llamada..... | 85 |
| Tabla 45. Criterios y aspectos técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de servicios..... | 90 |

ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|--|
| 3GPP | 3rd Generation Partnership Project |
| AAA | Autorización, autenticación y contabilidad (Authentication, Authorization, Accounting) |
| ABC-FE | Entidad funcional de control de pasarela de acceso (Access Border Control Functional Entity) |
| ABG-FE | Entidad funcional de pasarela de frontera de acceso (Access Border Gateway Functional Entity) |
| BGC-FE | Entidad funcional de control de pasarela de desenganche (Breakout Gateway Control Functional Entity) |
| Colx | Interconexión orientada a la conectividad (Connectivity - oriented Interconnection) |
| CRC | Comisión de regulación de comunicaciones |
| ETSI | Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (European Telecommunication Standards Institute) |
| EF | Entidad Funcional (Functional Entity) |
| GSC-FE | Entidad funcional de control de servicios generales (General Services Control Functional Entity) |
| GSMA | Asociación de Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications Association) |
| IBC-FE | Entidad funcional de control de pasarela de frontera de interconexión (Interconnection Border Gateway Control Functional Entity) |
| IBG-FE | Entidad funcional pasarela de frontera de interconexión (Interconnection Border Gateway Functional Entity) |
| I-CSC-FE | Interrogating Call Session Control Functional Entity |
| IETF | Internet Engineering Task Force |
| IMS | Servicios multimedia IP (IP Multimedia Subsystem) |
| IP | Protocolo de Internet (Internet Protocol) |
| IPX | IP Packet eXchange |
| ISDN | Integrated Services Digital Network |

| | |
|-----------------|--|
| ITU | Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunication Union) |
| MGC-FE | Entidad funcional de control de pasarela de medios (Media Gateway Control Functional Entity) |
| NAPT | Traducción de dirección de red y puerto (Network Address Port Translation) |
| NGN | Redes de próxima generación (Next Generation Network) |
| NICC | Comité consultivo para la interoperabilidad de red (Network Interoperability Consultative Committee) |
| NNI | Interfaz red - red (Network – Network Interface) |
| NSIW-FE | Entidad funcional de interfuncionamiento de señalización de red (Network Signaling Interworking Functional Entity) |
| P-CSC-FE | Proxy Call Session Control Functional Entity |
| PD-FE | Entidad funcional de decisión de políticas (Policy Decision Functional Entity) |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| QoS | Calidad de servicio (Quality of Service) |
| RACF | Funciones de control de recursos de admisión (Resource and Admission Control Functions) |
| RDSI | Red Digital de Servicios Integrados |
| RTP | Protocolo de transporte de tiempo real (Real Time Transport Protocol) |
| RTPC | Red Telefónica Pública Conmutada |
| SCF | Funciones de control de servicio (Service Control Function) |
| S-CSC-FE | Serving Call Session Control Functional Entity |
| SG-FE | Entidad funcional pasarela de señalización (Signaling Gateway Functional Entity) |
| SIP | Protocolo de inicio de sesión (Session Initial Protocol) |
| SLA | Acuerdo de nivel de servicio (Service Level Agreement) |
| Solx | Interconexión orientada al servicio (Service - Oriented Interconnection) |
| SS7 | Sistema de señalización número 7 (Signaling System No. 7) |

| | |
|---------------|---|
| TMG-FE | Entidad funcional pasarela troncal de medios (Trunking Media Gateway Functional Entity) |
| TRC-FE | Entidad funcional de control de recursos de transporte (Transport Resource Control Functional Entity) |
| UNI | Interfaz red-usuario (User Network Interface) |
| VLAN | Red de área local virtual (Virtual Local Area Network) |
| WTO | Organización mundial del comercio (World Trade Organization) |

INTRODUCCIÓN

El hombre en el transcurso de su evolución, se ha dado cuenta de la necesidad de comunicarse con los demás para poder intercambiar información. Por eso ha ido creando según los momentos históricos, y sus necesidades, redes de comunicaciones, que le han permitido soportar las nuevas concepciones y requerimientos, obteniendo un mayor rendimiento, mejorando la productividad de los servicios gestionados a través de las redes. Dentro de las redes establecidas en diferentes momentos de la historia, se encuentran las redes de telecomunicaciones, las cuales se han ido creando con el fin de permitir un acceso universal a la información, reduciendo distancias, permitiendo la interconexión global, desarrollando cada día mayores velocidades en el proceso de comunicación con diferentes mecanismos y dispositivos que facilitan la interconexión y establecimiento de plataformas y servicios.

La primera red de telecomunicaciones que permitía el envío de mensajes a distancia mediante un proceso de codificación básico, convirtiéndose prácticamente en la primera red de comunicación de carácter eléctrico, fue la red telegráfica. Aunque muy útil en su época pero no lo suficientemente eficiente, para la comunicación, y las necesidades de la población mundial, fue el inicio de investigaciones y desarrollos en comunicaciones para el intercambio de información de una manera rápida y efectiva mediante medios eléctricos y mecánicos. Impulsando el desarrollo de varias formas y esquemas de redes de comunicaciones.

Las redes de comunicaciones permitieron dar una visión diferente a las personas, ampliando su forma de pensar y ver las cosas, permitiéndoles visualizar nuevas y mejores formas de comunicación, para prestar los servicios requeridos por las personas (voz, video, datos, etc.), de esta manera se fue desarrollando y moldeando el concepto de una única red de telecomunicaciones, que permitiera la interconexión, implementación, soporte de nuevos, mejores y múltiples servicios y aplicaciones, capaz de soportar cualquier tipo de dispositivos, brindando un alto grado de calidad de servicio (QoS: Quality of Service), seguridad, ancho de banda a los usuarios, de acuerdo a sus necesidades.

Esta única red ha generado una visión a nivel global acerca de la fusión entre las redes de telecomunicaciones creando el concepto de Redes de Nueva/Próxima Generación (NGN: Next Generation Network), la cual suministra todo tipo de servicios, independiente de la infraestructura de transporte, es decir, del tipo de tecnología y protocolos presentes en un trayecto extremo a extremo, brindando comunicación con múltiples aplicaciones y plataformas, permitiendo a los usuarios la ubicuidad de servicios [1, 2].

En el contexto NGN como en el de cualquier tipo de red, la interconexión es indispensable para la prestación de servicios. Para realizar la interconexión y funcionamiento de las NGN, se ha estudiado a nivel mundial, posibilidades de interconexión, pero sin definir aún unos aspectos técnicos explícitos y esquemas de pruebas técnicas que permitan la interconexión entre operadores.

Organismos de regulación como el 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project), GSMA (Global System for Mobile communications Association), TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) y la ITU (International Telecommunication Union), entre otros, han realizado

investigaciones generales acerca de las redes NGN y su interconexión, pero sin establecer aún, unos aspecto técnicos concretos y pruebas técnicas, que permitan a los operadores lograr una interconexión plena, verificando y garantizando una prestación óptima de servicios a los usuarios con características específicas requeridas [1, 2].

Los operadores se enfrentan a muchos problemas debido al gran número de servicios que se ofrecen y a la diversidad de los medios de transmisión y control de los mismos, la ampliación de las redes convergentes y la aparición de redes totalmente IP (*Internet Protocol*), todo esto debido a que no existe claridad acerca de cómo se debe realizar la interconexión desde la perspectiva técnica en las NGN. Este hecho representa para los organismos reguladores y los formuladores de políticas, importantes retos y desafíos técnicos, económicos, al momento de elaborar un marco reglamentario flexible y claro que facilite la interconexión e implementación de estas redes [3, 4].

Dado que no existe aún un esquema de pruebas técnicas que facilite la interconexión de las NGN a nivel de servicio entre operadores, es decir que no se ha realizado un análisis a fondo, de todos los elementos de red, protocolos, interfaces y entidades funcionales que intervienen en el proceso de interconexión entre redes, para establecer las normas de interconexión que deben seguir los operadores de red. Se ve la necesidad de investigar y desarrollar un esquema de pruebas de interconexión que facilite el interfuncionamiento entre NGNs, que sirve como motivación para el desarrollo de este proyecto “Propuesta de esquema de pruebas para la interconexión de redes NGN en el nivel de servicio”, para que en las NGN como cualquier otro tipo de red, se definan los aspectos técnicos necesarios para la interconexión, funcionalidades involucradas en la comunicación o envío de información y demás funciones que deben cumplir, para brindar el interfuncionamiento total de las redes, y así, los operadores tengan un marco de referencia al realizar la migración de sus redes [3, 4].

Este proyecto propone un esquema de pruebas para facilitar a los operadores la interconexión entre redes, facilitando el proceso de migración hacia las NGN. Este esquema, contiene una serie de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio, que deben seguir los operadores de red, para que al momento de realizar la interconexión, se pueda verificar el interfuncionamiento de sus redes y permitan la prestación de servicios a los usuarios.

El esquema de pruebas desarrollado en este proyecto consta de una representación a nivel general del proceso que se debe seguir para realizar la interconexión entre operadores a nivel de servicio, es decir, aplica unas etapas con un orden lógico para efectuar el proceso de interconexión entre dos redes. Además, especifica una serie de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio, que le permite a los operadores verificar que se cumplan las funciones requeridas para la interoperabilidad, comprobando el funcionamiento global y parcial de las redes, así mismo, este esquema de pruebas se aplica a dos tipos de escenarios diferentes, verificando su aplicabilidad a diversos modelos de interconexión en el contexto NGN.

Esta monografía describe inicialmente conceptos y aspectos generales relacionados con las redes de próxima generación, su definición y objetivos, además de un análisis de la división funcional básica de las NGN, conceptos necesarios para abordar el tema de la interconexión a nivel de servicios, analizando los planos definidos en este nivel, de acuerdo al modelo funcional general.

Se realiza un análisis de las funciones de servicio, el principio de interfuncionamiento entre los estratos NGN, y los diferentes planos involucrados, todo esto para escoger unos escenarios de interconexión en los que se pueda aplicar el esquema de pruebas básico y las pruebas de interconexión, se identifique los aspectos técnicos necesarios para la interconexión entre redes a nivel de servicio y asegurar una prestación del servicio con un alto grado de QoS, seguridad, fidelidad de la información, entre otros. Este documento está integrado por 5 capítulos estructurados de la siguiente manera:

Capítulo 1. Generalidades y conceptos relacionados con las NGN. Se define los conceptos más importantes en las NGN, su evolución, de acuerdo a los objetivos y alcances planteados, además se analiza las capacidades de las NGN, que permiten la creación, introducción y gestión de todo tipo de servicios posibles.

Capítulo 2. Interconexión a nivel de servicio de las NGN. Se analiza a profundidad el estrato de servicio y los principales planos involucrados en el contexto de la gestión y control de las NGN, también se describe el modelo funcional general, donde se identifican las relaciones entre los recursos y las funciones a nivel de servicio, y entre los recursos y las funciones a nivel de transporte, finalmente se explica y sintetiza el principio de interfuncionamiento NGN, para verificar y garantizar la comunicación extremo a extremo. Así mismo se describen las entidades funcionales involucradas en la interconexión NNI a nivel de servicio.

Capítulo 3. Se presenta un marco de trabajo para el esquema de pruebas donde se detalla el aporte del proyecto y la base teórica utilizada para su desarrollo, también se plantea una arquitectura general básica, para el desarrollo del esquema de pruebas y finalmente se plantea un esquema de pruebas básico de interconexión, donde se describe detalladamente el tipo de prueba, el propósito, las entidades funcionales, el procedimiento y los aspectos técnicos evaluados en cada una de las pruebas.

Capítulo 4. Se realiza una descripción de los escenarios de interconexión de las NGN, y se realiza una adaptación del esquema de pruebas desarrollado en el capítulo 3, a dos escenarios diferentes, de los propuestos por los organismos de regulación, para verificar la aplicabilidad del esquema de pruebas propuesto a los diferentes escenarios de interconexión.

Capítulo 5. Se presenta una lista de criterios técnicos de interconexión que deben tener en cuenta los operadores al momento de realizar la interconexión entre NGN a nivel de servicios, de acuerdo al análisis del esquema de pruebas de interconexión y los aspectos técnicos evaluados.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones. En este capítulo se exponen las conclusiones generadas a partir del planteamiento del esquema general de pruebas y su aplicación a diferentes escenarios, además, se formulan una serie de recomendaciones para el desarrollo de futuros trabajos e investigaciones en este campo.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES Y CONCEPTOS RELACIONADOS CON LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Para realizar el análisis de las NGN y especialmente en el tema de interconexión a nivel de servicio, es necesario conocer primero su definición y tener claro el concepto y el contexto sobre el cual se realizó el proyecto, incluyendo los alcances objetivos y características de estas redes, así mismo, para enfocarse en el nivel de servicio, se debe identificar la separación en estratos que permite mayor flexibilidad y dinamismo de la NGN al momento de realizar la migración, interconexión e interfuncionamiento de redes. De esta manera, en este capítulo se definen conceptos básicos e importantes para el posterior análisis de la interconexión de las NGN a nivel de servicio.

1.1 Definición de las redes de próxima generación

El concepto de Redes de Próxima Generación (NGN: *Next Generation Network*) se ha introducido para dar cabida a las nuevas realidades de la industria de las telecomunicaciones, caracterizadas por factores como: competencia entre operadores a causa de la desregulación en curso de los mercados, demanda creciente de nuevos servicios multimedia, movilidad generalizada, convergencia de redes y servicios, etc.

El concepto de redes de nueva generación se forja como una implementación de la Infraestructura Global de la Información (GII: *Global Information Infrastructure*); la cual facilita la elaboración, implementación e interfuncionamiento de servicios y aplicaciones de información existentes y futuros [5].

La GII proporciona interfuncionamiento con una multiplicidad de aplicaciones y plataformas diferentes, ofrece una gran variedad de servicios, con seguridad, protección de la privacidad y QoS, todo esto, con niveles de costos aceptables, basándose en mecanismos interactivos de difusión y otros mecanismos de entrega multimedios, para que los usuarios puedan compartir, utilizar y gestionar la información, en cualquier momento y en cualquier lugar. Por consiguiente, un trayecto de extremo a extremo puede atravesar diferentes tipos de tecnología y aun así comunicarse correctamente [5, 6].

“La evolución del sector de las telecomunicaciones, hacia las redes convergentes o Redes de Nueva Generación, está ligada a la evolución del estado hacia la Sociedad de la Información, en la medida en que estas redes constituyen la principal infraestructura para el transporte de la información y para la conectividad de las personas” [7]. Es decir que en el ambiente de las redes actuales, donde la convergencia juega un papel importante al definir el camino a seguir para las redes y los servicios, se desarrolla el concepto de NGN, que según el grupo 13 del sector de normalización de la ITU en [5], la define como: “red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicaciones y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha, propiciando QoS y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin restricción a redes y proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permite la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios”.

1.2 Alcance y objetivos de NGN

La *NGN* permite los requisitos de entorno planteados por los organismos de regulación en las recomendaciones dentro de las cuales se plantean las reglas básicas, el entorno y factores conexos que se han de tener en cuenta, para la normalización de la GII y se identifican las funcionalidades necesarias para sustentar el crecimiento y mejora de la misma [8-12]. Todas las características analizadas en las recomendaciones planteadas por estos organismos, sirven como base para describir los objetivos, características y alcances de las NGN; dentro de las cuales se soporta emulación y simulación de la Red Telefónica Pública Conmutada/Red Digital de Servicios Integrados (RTPC/RDSI), interconexión con diferentes tipos de redes (redes multimedia IP, redes heredadas), además del cambio de paradigma de integración de sus redes y servicios, ya que hace uso de un modelo de integración horizontal, en el cual se soportan todo tipo de servicio por una única infraestructura de red, proporcionando una plataforma ampliable para los diferentes servicios y aplicaciones [13, 14, 15].

Las *NGN* realizan la transferencia de paquetes o información, utilizando diferentes tecnologías de acceso dentro de una conexión extremo a extremo que permite a los usuarios un acceso sin restricciones a diferentes proveedores de aplicaciones. Así mismo, ofrecen acceso abierto a las redes, donde la interconexión es indispensable al momento de asegurar la prestación y universalidad de los diferentes tipos de servicios que prestan los operadores, brindando un alto grado de QoS, con la ubicuidad que brindan estas redes [6, 14, 16]. De esta manera y debido a los cambios en las infraestructuras de prestación de servicio que permiten el acceso a cualquier servicio independiente de la tecnología de acceso utilizada, se permite una competencia justa para los operadores, que sirve como base para la inversión privada en infraestructura y el desarrollo de nuevos servicios, favoreciendo la igualdad de oportunidades de los ciudadanos, mejorando así, la calidad de vida de todos los usuarios, garantizando diversidad de contenido, incluida la diversidad cultural y lingüística, fomentando la cooperación mundial, con particular atención a los países en vía de desarrollo [15-17].

1.3 Características fundamentales de NGN

Las NGN poseen unas características que aseguran el cumplimiento de sus objetivos, dentro de las cuales se destacan:

1.3.1 Transferencia basada en paquetes

Las NGN utilizan el protocolo IP para comunicarse, a fin de permitir una conectividad, haciendo uso de IPv4 o IPv6, según se requiera; dicho protocolo puede transportarse utilizando varias tecnologías subyacentes, tanto en el acceso, como en el núcleo del estrato de transporte (por ejemplo, xDSL (Líneas de Suscripción Digital), ATM (Modo de Transferencia Asíncrona), MPLS (Conmutación Multi-protocolo Mediante Etiquetas), retransmisión de tramas).

1.3.2 Separación entre la prestación del servicio y el transporte

La NGN a diferencia de otras redes presenta integración horizontal de sus redes y servicio, es decir, soporta todos los servicios y aplicaciones sobre una única infraestructura de red:

- Las NGN soportan servicios de telecomunicaciones independientemente de la tecnología de acceso de red.
- Toda función de transporte de acceso NGN proporciona conectividad IP.
- Las NGN permiten a los usuarios realizar reconfiguración de servicios.

1.3.3 Banda ancha con QoS extremo a extremo

La NGN presta las capacidades de banda ancha con QoS extremo a extremo a través de diferentes redes, con diversas tecnologías, debido a que aceptan varios niveles de QoS, negociables entre el usuario y el proveedor, controlando los mecanismos de QoS de transporte y nivel de acceso de capa inferior mediante los conjuntos de aspecto técnicos del protocolo de capa superior [18].

Las NGN para cumplir con un alto grado de calidad de servicio extremo a extremo, debe cumplir con ciertos requisitos como:

- Admitir diferentes tecnologías y modelos comerciales.
- Permitir el control de recursos y admisión.
- Permitir el control relativo y el control absoluto de la QoS.
- Admitir requisitos de QoS orientados a la aplicación.

1.3.4 Interfuncionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas

La NGN provee la capacidad de interconexión directa con redes basadas en circuitos; para la interconexión extremo a extremo entre una NGN y otra red, se debe cumplir con ciertas capacidades como:

- Encaminamiento.
- Interfuncionamiento de numeración, denominación, señalización y direccionamiento.
- Intercambio de información de contabilidad y tasación.
- Interfuncionamiento de seguridad.

- Interfuncionamiento de QoS.
- Intercambio de información de perfil de usuario y de terminal, entre otros.

1.3.5 Movilidad generalizada

La NGN permite el uso de diferentes tecnologías de acceso en diferentes lugares a los usuarios o equipos terminales en movimiento, permitiendo su desplazamiento entre puntos de acceso cableados y puntos de acceso inalámbricos de diversas tecnologías, además de gestionar sus aplicaciones o servicios, sin la interrupción de la aplicación o del servicio en uso [6, 13, 17].

1.3.6 Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios

La NGN permite a los usuarios la utilización de proveedores y contenidos que deseen, en el momento y lugar que así lo requieran, para brindar un servicio más amplio, sin limitarse a un proveedor predeterminado, o a un tipo de contenido ofrecido.

1.3.7 Convergencia de servicios

La NGN ofrece convergencia de servicios entre fijo y móvil, que proporciona una gran variedad de servicios, incluidos voz, vídeo, audio, entre otros, mediante servicios basados en sesión e interactivos, sin importar el tipo de acceso.

1.3.8 Arquitectura de seguridad

La NGN proporciona una perspectiva amplia, vertical y de extremo a extremo, que garantizan fiabilidad, ocultamiento de información y topología de red para sesiones que atraviesan dominios diferentes, así mismo, detecta y corrige vulnerabilidades de seguridad.

1.3.9 Pasarelas de medios

La NGN utiliza pasarelas de medios para el interfuncionamiento entre dos *NGN* de diferentes operadores y entre *NGN* y redes existentes, tales como RTPC/RDSI y GSM (Sistema Global para las comunicaciones Móviles) [13,17].

1.3.10 Independencia entre el plano de servicios y transporte

Independencia de las funciones relativas al servicio con respecto a las tecnologías de transporte subyacentes, que permite a los usuarios disfrutar de múltiples servicios independientemente de la red de transporte utilizada, introduciendo el concepto de integración horizontal, entre las diferentes redes de transporte y las plataformas de servicios [13, 17].

1.3.11 Múltiples tecnologías de última milla

La NGN soporta múltiples tecnologías de última milla para proporcionar una interacción completa entre los usuarios que requieren movilidad generalizada, y al mismo tiempo lograr una convergencia, tanto de redes existentes, como redes futuras.

1.3.12 Contabilidad y tasación

Se soportan con el fin de proveer al operador de red, información relativa a la utilización de los recursos existentes en la red, facilitando la recolección de información para su posterior procesamiento.

1.4 Capacidades de la NGN

La NGN proporciona capacidades que permiten la creación aprovisionamiento y gestión de servicios, que utilizan diversos tipos de medios (audio, visual o audiovisual), demandan diferentes anchos de banda y utilizan varios tipos de esquemas de codificación. Se enfoca en la personalización del servicio por parte de los proveedores de servicios, ofreciendo a sus clientes la posibilidad de personalización [5-7].

Una de las principales características de la NGN es la separación de los estratos de servicios y de transporte, que permiten ser analizados de manera aislada y evolucionar independientemente. Por tanto, en las arquitecturas de esta red hay una separación clara entre las funciones destinadas a los servicios y las funciones destinadas al transporte, lo cual facilita el desarrollo de este proyecto que se enfoca en el estrato de servicio.

En la NGN las entidades funcionales que controlan la política, sesiones, medios, recursos, prestación de servicios, seguridad, etc., pueden distribuirse a lo largo de la infraestructura de red, comunicándose a través de interfaces abiertas, haciendo importante la identificación de puntos de referencia, y la normalización de protocolos que permitan el intercambio de información entre entidades funcionales comunicantes.

La NGN proporciona los mecanismos de seguridad para proteger el intercambio de información sensible a lo largo de su infraestructura, y protegerse contra el uso fraudulento de los servicios ofrecidos por los proveedores de servicios, protegiendo su propia infraestructura contra ataques externos [6, 7, 15].

1.5 Arquitectura general y división funcional básica de la NGN

La arquitectura general de la NGN es planteada por los organismos de regulación ITU y ETSI en [5, 6, 19], donde se describe que la NGN está formada por dos estratos funcionales o en otras palabras, tiene una arquitectura horizontal; donde las funciones de estas capas están determinadas por las funciones generales de las unidades que forman la arquitectura de las NGN, es decir, que cada estrato por el que está formado esta red evoluciona impeditamente, facilitando una rápida evolución y prestación de servicios.

1.5.1 Separación entre los estratos de servicios y transporte

El modelo de NGN permite una mayor flexibilidad y dinamismo, al separar las funciones relacionadas con la creación y provisión de servicios de las funciones de transporte subyacente. La separación de los estratos de servicio y transporte, se representa mediante dos bloques de funcionalidad distintos como se observa a continuación.

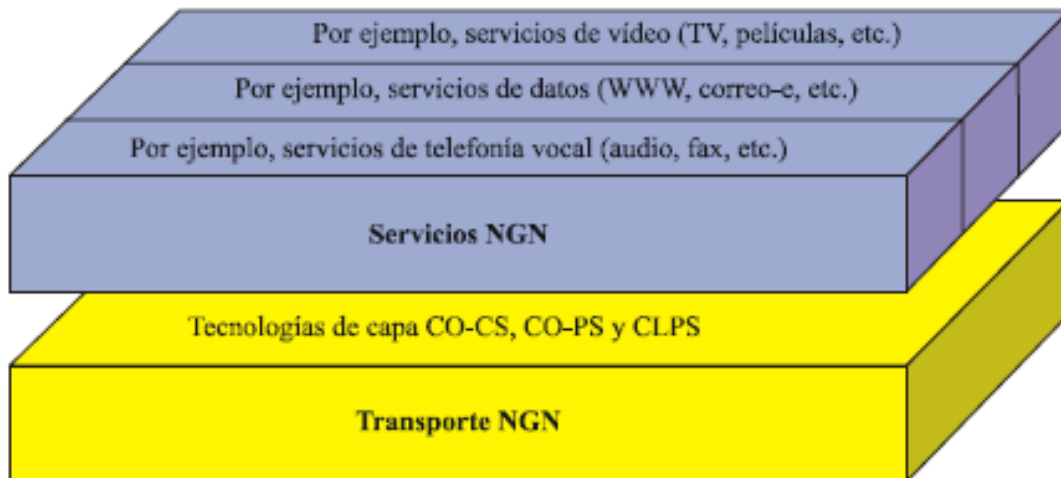


Figura 1. Separación entre servicios y transporte en la NGN. Basada en [6].

En la figura 1 se representa la separación en estratos de la NGN y la relación horizontal de esta descomposición. Donde hay varios puntos por destacar [6]:

- **Estrato de transporte:** Puede estar formado por un conjunto complejo de capas o niveles de redes, que constituyen las capas 1 a 3 acorde al modelo de referencia OSI (*Open System Interconnection*) [6].

La figura 1 muestra varios tipos de tecnologías usadas en esta capa, como son: Conmutación de Circuitos Orientada a la Conexión (CO-CS, *Connection-Oriented Circuit-Switched*), Conmutación de Paquetes Orientada a la Conexión (CO-PS, *Connection-Oriented Packet-Switched*) y Conmutación de Paquetes Sin Conexión (CL-PS, *Connectionless Packet-Switched*) [20-22], las cuales son soportadas por la NGN para la prestación y soporte de las funciones del estrato de servicio.

En el estrato de transporte hay un conjunto de funciones de transporte responsables de la transferencia de información entre dos puntos distantes, el control de acceso a los recursos y la transmisión de información por estas redes (voz, señalización y gestión).

- **Estrato de servicio:** Se encuentra subdividido en tres planos (control, gestión y usuario), que contiene un conjunto de funciones de aplicación relacionadas con el servicio solicitado, es decir el control que tiene el usuario de los servicios de las NGN como: voz, video, datos o una combinación de estos (servicios multimedia, como video llamada, juegos, entre otros) [6].

El estrato de servicio está formado por un conjunto complejo de plataformas de servicios, que proporcionan los servicios solicitados por los usuarios. Estas plataformas pueden estar físicamente distribuidas [15].

Finalmente, cada estrato tiene su conjunto de cometidos, ejecutores y dominios administrativos. Además los perfiles de usuario en ambos estratos, de servicio y de transporte, se encuentran en bases de datos funcionales diferentes. Por otra parte, cada estrato evoluciona independientemente, generando un mayor dinamismo y avance en cada uno, sin estar ligado a la tecnología subyacente o capa superior de la NGN [9].

CAPÍTULO 2. INTERCONEXIÓN DE REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN A NIVEL DE SERVICIOS

Como se analizó en el capítulo 1 la definición, objetivos, características y la separación entre los estratos de transporte y servicio en la NGN, son conceptos básicos necesarios para posteriormente enfocar el estudio en el estrato de servicio de estas redes y seguir con el análisis del modelo funcional general, los planos de gestión, control y usuario, además de las entidades funcionales presentes en este estrato; las cuales se encuentran descritas en las recomendaciones de la ITU y el ETSI, organismos que realizan una descripción detallada de las funcionalidades que cumplen. En este capítulo se realiza la síntesis de estas entidades funcionales, para posteriormente aplicarlas en el esquema de pruebas dependiendo de las funcionalidades que presenta cada entidad funcional.

2.1 Estrato de servicios de la NGN

El estrato de servicio de las NGN puede estar formado por un conjunto de plataformas de servicios físicamente distribuidos o simplemente por las funciones de servicio entre dos ubicaciones de usuarios extremos. Proporciona las funciones de usuario para la transferencia de información relacionada con el servicio, funciones que controlan y gestionan los recursos y servicios de red para facilitar los servicios y aplicaciones de usuario final [15].

Dado que se presentan muchas formas de clasificar los servicios (servicios en tiempo real y no real, servicios unidifusión, multidifusión y radiodifusión), en la figura 1 se proporciona un ejemplo de algunos tipos de servicios que ofrecen las NGN [23].

2.2 Planos de usuario, gestión y control a nivel de servicios

Los planos de usuario, control y gestión, pueden identificarse lógicamente en los estratos de transporte y servicios de las NGN, como se muestra en la figura 2 [6, 24], en este documento se enfoca en el estrato de servicios, para el esquema de pruebas a ese nivel.

- Los planos de usuario, de control y de gestión siempre existen desde el punto de vista lógico en el estrato de servicios, aunque en la práctica el plano de control o de gestión puede ser nulo.
- Algunas NGN pueden emplear una tecnología de plano de control unificada, de conformidad con [25], por ejemplo ASON [26] y GMPLS [27], o emplear una tecnología del plano de gestión unificada, de conformidad con [28, 29].

2.2.1 Plano de gestión de la NGN a nivel de servicios

El plano de gestión provee las funciones para la gestión de configuración de entidades en el estrato de servicios, gestión de seguridad, calidad y facturación, entre otras [6, 24]. Este plano debe estar separado física o lógicamente de los otros planos de ese estrato [30]. Además, el interfuncionamiento de este plano es útil para las políticas de ancho de banda, las mediciones de utilización, entre otras [6].

2.2.2 Plano de control de la NGN a nivel de servicios

El plano de control de la NGN a nivel de servicios garantiza las funciones para controlar las operaciones entre entidades funcionales y las funciones para soportar dicho control, así mismo, configura el plano de usuario para que retransmita el tráfico desde la fuente hasta el destino. El interfuncionamiento del plano de control se encarga del proceso de intercambio, como direccionamiento, encaminamiento, señalización de llamadas, entre otros [6, 15].

2.2.3 Plano de usuario de la NGN a nivel de servicios

El plano de usuario de la NGN a nivel de servicios, tiene la función de proveer la transferencia de información del usuario final, siguiendo ciertos parámetros para un óptimo funcionamiento y desempeño. Además el plano de usuario puede depender de los mecanismos del plano de control para proporcionar mecanismos de recuperación y resistencia ante fallos [6, 13, 30, 31].

El concepto de planos de la NGN facilita la comprensión de la separación de las funciones al momento de la implementación de la arquitectura; lo cual no implica la integración vertical de los planos, sino la interconexión mediante puntos de referencia entre planos de estratos diferentes [6].



Figura 2. Modelo de referencia básico de la NGN. Basado en [6].

2.3 Modelo funcional general

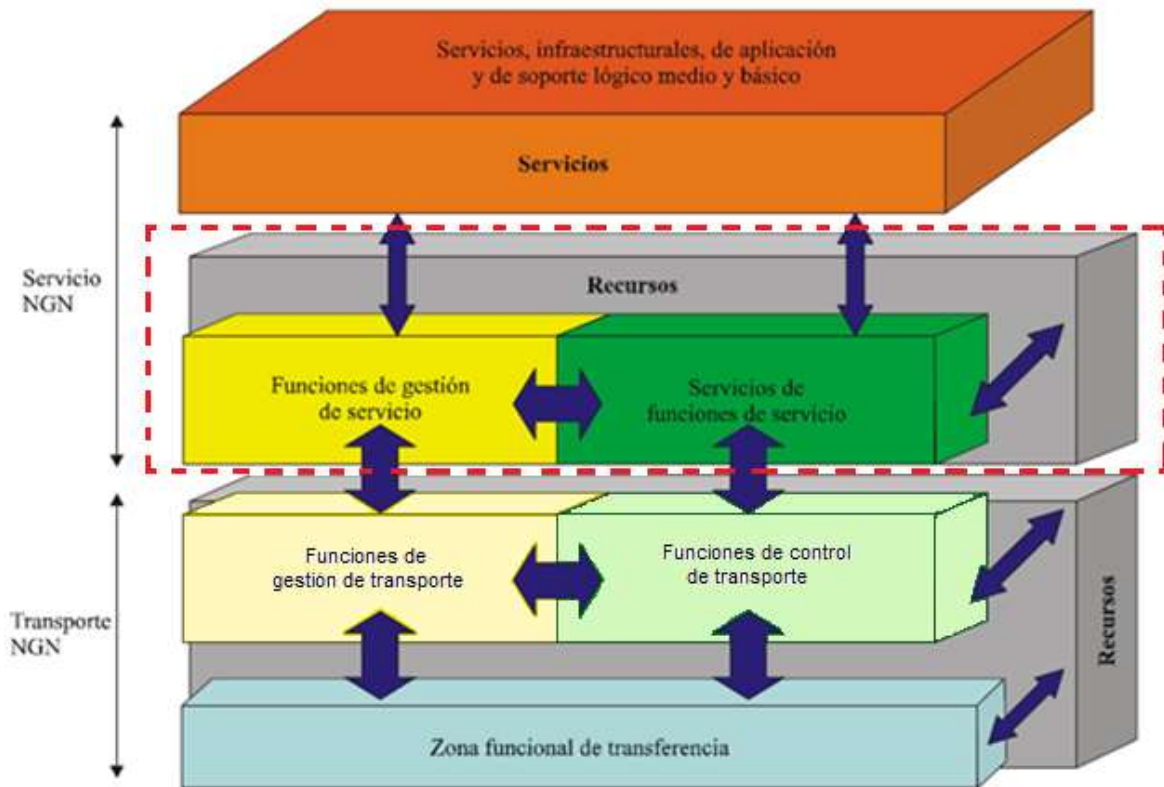


Figura 3. Modelo funcional general. Basado en [6].

El modelo funcional general debe soportar las principales características que definen las NGN mencionadas anteriormente; una característica de este modelo, al igual que en la GII, es que debe separarse el análisis de servicios, recursos y funciones, como se muestra en la figura 3.

Para una mejor comprensión acerca del desglose en servicios infraestructurales, servicios de aplicación, servicios de soporte medios y servicios de soporte básico, se puede referir a [9], y para comprender los aspectos funcionales de la explotación de la red de transporte, se pueden analizar [20,21, 25, 29], [32-35].

En la figura 3 se puede observar que las funciones están apiladas en dos grupos distintos, uno que contiene las funciones de control y otro formado por las funciones de gestión. Cada grupo se encuentra tanto en el plano de servicio, como en el plano de transporte, permitiendo definir las interrelaciones funcionales, así como los flujos de información entre funciones de cada grupo. Además una de las características de las funciones consiste en que la misma función puede utilizarse para la entrega de dos servicios diferentes.

Así mismo, se puede observar la relación horizontal entre los recursos del estrato de servicio y los servicios de funciones de servicio y entre los recursos del estrato de transporte y las funciones de control de transporte de la NGN. Donde se expresa que los recursos sirven como base para la implementación de las funciones y servicios y

constituyen los componentes físicos y no físicos que se utilizan para los servicios; los cuales constan de recursos de transporte y recursos de procesamiento y almacenamiento [6].

2.4 Arquitectura de nivel de servicio NGN y funciones del estrato de servicios

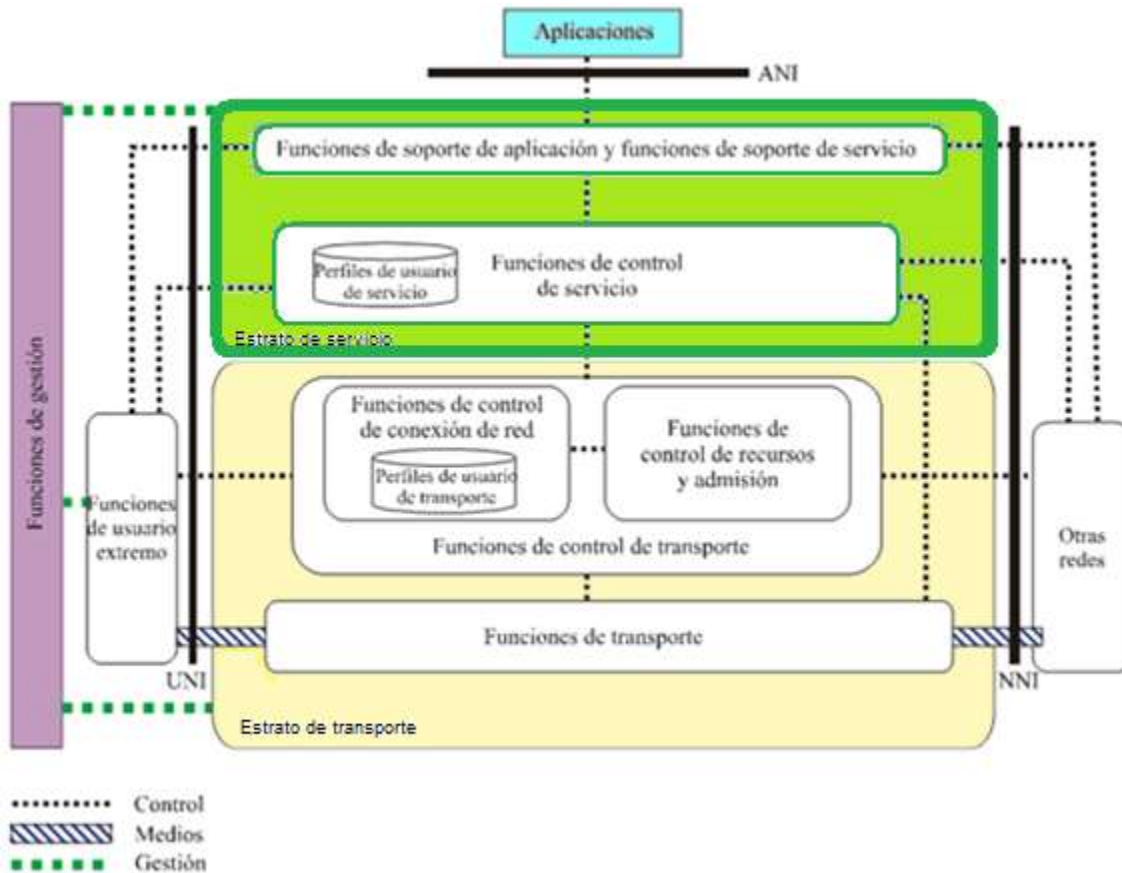


Figura 4. Visión general de la arquitectura NGN. Basado en [13].

En la visión general de la arquitectura NGN, se observa la separación entre las capas de aplicación, el estrato de servicio y el estrato de transporte y se especifica en cada capa las funciones correspondientes.

El estrato de servicios NGN como se muestra en la figura 4, está formada por:

- Funciones de control de servicio.
- Las funciones de soporte de aplicación y las de soporte de servicio.

2.4.1 Funciones de control de servicio

Están compuestas por las funciones de control de recursos de medios, es decir, recursos especializados, pasarelas, funciones de registro, funciones de autorización y autenticación mutua entre el usuario extremo y el servicio.

Las funciones de control de servicio incluyen las funciones de perfiles de usuario de servicios, que actúan como bases de datos funcionales y se especifican e implementan como un conjunto de bases de datos que cooperan entre sí y que contiene toda la información relacionada con el usuario y el control en un solo perfil de usuario.

2.4.2 Funciones de soporte de aplicación y las de soporte de servicio

Están compuestas por funciones independientes de su infraestructura NGN subyacente. Incluyen funciones tales como las de registro, de pasarela, de autenticación y autorización en el nivel de aplicación. Además prestan servicios al nivel de aplicación a través de la interfaz ANI (*Application Network Interface*) y a su vez, el nivel de aplicación hace uso de las capacidades y recursos de la infraestructura NGN. Es decir que estas funciones están a disposición de los grupos funcionales de aplicaciones y usuario extremo a través de la las interfaces ANI y UNI respectivamente [6, 13].

2.5 Interfaces de interconexión

Las interfaces son fronteras compartidas entre dos unidades funcionales, que permiten la interconexión entre entidades funcionales en una misma NGN, o entre diferentes NGNs, para facilitar la interconexión e interfuncionamiento entre operadores.

Las interfaces están definidas por diversas características pertenecientes a las funciones, interconexiones físicas, intercambios de señal y otras características apropiadas [33].

La arquitectura de nivel de servicio NGN tiene unos puntos de referencia general, que pueden corresponder con interfaces físicas específicas, es decir limita con interfaces para la interconexión con redes, usuarios y aplicaciones:

- **Interfaz red - aplicación (ANI: Application Network Interface):** permite que los proveedores de aplicaciones, se interconecten para prestar sus servicios a la NGN.
- **Interfaz red - red (NNI: Network Network Interface):** Facilita la interconexión y el acceso hacia y desde redes NGN, o una red de diferente dominio y una NGN, para su interfuncionamiento, proporcionando comunicaciones, servicios y contenidos.
- **Interfaz red - usuario (UNI: User Network Interface):** Permite la interconexión a la NGN de usuarios finales, para prestarle los servicios requeridos.

Para este proyecto se considera en la mayoría de las pruebas la interfaz NNI, debido a que la interconexión se realiza a nivel de servicio entre operadores, aunque se hace uso de las interfaces ANI y UNI, en algún momento de la interconexión en el estrato de servicios, al momento de implementar algunas pruebas.

2.6 Análisis de interconexión e interfuncionamiento de redes NGN

La interconexión NGN se refiere a la unión entre dos operadores de red, para permitir el interfuncionamiento entre sus redes y prestar los servicios requeridos por los usuarios, en un mismo dominio o atravesando diferentes dominios de red.

El surgimiento de las NGN ha llevado a la necesidad de definir nuevos esquemas de interconexión y elementos claves como la topología de los nodos de interconexión, la calidad del servicio, sincronización, costos, etc., estableciendo nuevos modelos de interconexión bajo modelos mixtos que permiten el paso a una convergencia de redes.

Las interfaces ubicadas en la frontera entre dominios soportan varias funcionalidades, con el fin de permitir que se establezcan acuerdos de interconexión, entre los proveedores de red. Para lograr esta interconexión es necesario que se especifiquen detalladamente los protocolos que hacen posible la negociación entre redes y entidades funcionales, para el control de recursos y la prestación correcta de servicios.

Para garantizar el interfuncionamiento de la NGN, se debe tener en cuenta los modelos de interconexión y estándares propuestos por los diferentes organismos de regulación y garantizar así, conectividad de extremo a extremo que asegure la prestación de los servicios a los usuarios [6, 31]. Así mismo el interfuncionamiento implica disposiciones entre una o varias capas de arquitecturas NGN y no NGN, expresa las interacciones de redes y de sistemas extremo o sus partes, para proporcionar entidades funcionales capaces de soportar una comunicación de extremo a extremo, ya sea en un solo tipo de tecnología o una combinación híbrida de tecnologías.

Cuando se presenta la interconexión entre la NGN y otro tipo de redes, existe una discontinuidad o diferencia de protocolos en una capa determinada o en todas las capas entre las respectivas redes, donde cada discontinuidad se presenta de acuerdo al estrato en el que se encuentre, involucrando únicamente las funcionalidades del estrato donde tiene lugar [31].

En el nivel de servicio, puede haber discontinuidades en el enlace lógico entre entidades a cargo de las funciones de control encargadas de la interconexión extremo a extremo de los diferentes dominios.

En este proyecto se realiza un análisis de las entidades funcionales necesarias para la interconexión NNI en el nivel de servicio, para identificar la interrelación entre ellas y así, proponer un esquema de pruebas básicas como referencia para la interconexión a nivel de servicio entre operadores.

2.7 Descripción de las entidades funcionales involucradas en la interconexión NNI en el nivel de servicio

Para definir un esquema de pruebas de interconexión en el nivel de servicio para las redes de nueva generación es necesario el análisis de algunas entidades funcionales de la arquitectura general de las NGN descritas en [13], [36-39], en las cuales se hace un análisis de la arquitectura generalizada para las NGN y una descripción de cada una de las entidades funcionales involucradas en la interconexión y funcionamiento de estas redes.

Las principales entidades funcionales (EF) que están involucradas en los procesos de interconexión entre operadores, es decir mediante la interfaz red a red (NNI) en el nivel de servicio según la ITU son:

- CSC-FE: Entidad funcional de control de sesión de llamada
 - S-CSC-FE: Serving CSC-FE
 - P-CSC-FE: Proxy CSC-FE
 - I-CSC-FE: Interrogating CSC-FE
- IBC-FE: Entidad funcional control de pasarela de frontera de interconexión
- MGC-FE: Entidad funcional de control de pasarela de medios
- BGC-FE: Entidad funcional de control de pasarela de desenganche
- NSIW-FE: Entidad funcional de interfuncionamiento de señalización de red
- GSC-FE: Entidad funcional de control de servicios generales

Además se encuentran otras entidades funcionales ubicadas en el nivel de transporte, que se involucran en algunos procesos de comunicación con las EF mencionadas anteriormente al momento de la interconexión entre operadores. Aunque no se encuentran en el nivel de servicio que es el enfoque del proyecto, se mencionan debido a que interactúan con las entidades funcionales de nivel de servicio al momento de realizar la interconexión entre dos redes:

- IBG-FE: Entidad funcional pasarela de frontera de interconexión
- TMG-FE: Entidad funcional pasarela troncal de medios
- SG-FE: Entidad funcional pasarela de señalización
- PD-FE: Entidad funcional de decisión de políticas
- TRC-FE: Entidad funcional de control de recursos de transporte

Estas entidades funcionales mencionadas anteriormente, las define la ITU en recomendaciones donde realiza una descripción y las relaciona entre sí. Así mismo, se puede hacer la analogía con las funciones definidas por la ETSI, para facilitar la presentación y entendimiento del tema desde la perspectiva de los dos organismos de regulación.

A continuación se hace una pequeña descripción de estas entidades funcionales, para conocer un poco sus funcionalidades, ubicación, utilización e interconexión para el funcionamiento de dos redes mediante la interfaz NNI.

2.7.1 Entidades funcionales de control de transporte

2.7.1.1 Entidad funcional pasarela de frontera de interconexión (T-6: IBG-FE)

Es una pasarela de entrada de paquetes utilizados para interconectar la red de transporte básico entre operadores NGN. Así mismo, puede soportar la conversión de medios, la conversión entre dominios, etc. Para mayor detalle acerca de esta EF, referirse a [13, 40].

2.7.1.2 Entidad funcional pasarela troncal de medios (T-7: TMG-FE)

Esta Entidad Funcional ofrece interconexión entre el transporte basado en paquetes utilizados en la NGN y las líneas troncales de la red de conmutación de circuitos.

Está bajo el control de la MGC-FE y proporciona la función de interfuncionamiento TDM/IP (TDM/IP; Time Division Multiplexing / IP), para el servicio de emulación de la RDSI (RDSI: Red Digital de Servicios Integrados) [13, 40].

2.7.1.3 Entidad funcional de pasarela de señalización (T-9: SG-FE)

Esta entidad funcional se encarga del interfuncionamiento de transporte de señalización entre las NGN y las redes actuales, tales como la RTPC, la RDSI, la Red Inteligente (RI) [13, 40].

2.7.1.4 Entidad funcional de decisión de políticas (T-16: PD-FE)

La PD-FE proporciona un único punto de contacto para las SCF (*Service Control Functions*) y oculta los detalles de red de transporte. Toma la decisión final con respecto a los recursos de red y control de admisión basado en normas de política de red, SLAs, entre otros [13, 40].

La PD-FE consta de las funciones de control de recursos independiente de la tecnología de transporte y de las SCF. Las reglas de política de esta EF se basan en los servicios y se supone que son proporcionados por los operadores de las NGN.

2.7.2 Entidades funcionales de control de servicio

2.7.2.1 Serving Call Session Control Functional Entity (S-1: S-CSC-FE)

Esta entidad funcional se encarga de la funcionalidad relacionada con el control de sesión, por ejemplo, el registro, el origen de sesiones (establecimiento, modificación e interrupción de sesión), y el encaminamiento de mensajes de sesión [13, 40].

Realiza las siguientes funciones:

- Registro
- Activación de servicio
- Determinación del encaminamiento de mensajes de control de sesión

2.7.2.2 Proxy Call Session Control Functional Entity (S-2: P-CSC-FE)

Esta Entidad Funcional actúa como punto de contacto con el terminal de usuario. Tiene la capacidad de aceptar peticiones y reenviarlas.

La P-CSC-FE controla las entidades funcionales pasarelas de frontera de acceso (ABG-FE) a través de la función de control de admisión de recursos (RACF). Por otra parte tiene la capacidad de participar en la autorización de recursos de medios, la gestión de la QoS y transcodificación [13, 40].

2.7.2.3 Interrogating Call Session Control Functional Entity (S-3: I-CSC-FE)

Es el punto de contacto dentro de la red de un operador, para todas las conexiones de servicio destinadas a un usuario de dicha red. Además permite el ocultamiento de topología de la red, cuando así lo requiera, para facilitar la seguridad de la red al pasar por diferentes dominios de red. Realiza las siguientes funciones:

Registro:

- Atribución de una S-CSC-FE a un usuario.

Flujos relacionados con la sesión y flujos no relacionados con la sesión:

- Obtiene de la SUP-FE la dirección de la S-CSC-FE atribuida.
- Reenvío de una petición o de una respuesta de control de sesión a la S-CSC-FE, para sesiones entrantes.

2.7.2.4 Entidad funcional control de pasarela de frontera de interconexión (S-7: IBC-FE)

Esta entidad funcional a través de la RACF, controla las entidades funcionales de pasarela de borde de interconexión (IBG-FE) para el interfuncionamiento con otras redes basadas en paquetes, además del procesamiento basado en la sesión.

La IBC-FE ayuda a la reservación de recursos, la atribución de recursos, junto con la PD-FE. Además interactúa con la MRC-FE para solicitar la transcodificación, entre otras funciones [13, 40].

2.7.2.5 Entidad funcional de control de pasarela de acceso (S-8: AGC-FE)

Esta entidad funcional controla una o varias AMG-FE, en lo que tiene que ver con el acceso de usuarios RTPC o RDSI, y se encarga de su registro, autenticación y seguridad. La AGC-FE efectúa el registro, la autenticación y garantiza la seguridad de la AMG-FE, entre otras funciones [13, 40].

2.7.2.6 Entidad funcional de control de pasarela de medios (S-9: MGC-FE)

Esta entidad funcional controla la TMG-FE para el interfuncionamiento con la RTPC/RDSI. Además tramita y reenvía peticiones de servicio de la RTPC/RDSI a la Entidad Funcional de Soporte de Aplicaciones (AS-FE) a través de la Entidad Funcional de Pasarela Frontera (BG-FE) y la S-CSC-FE.

Garantiza el transporte transparente de datos entre el lado TDM y el lado IP, en el proceso de negociación de medios, para soportar el servicio de emulación RDSI, además de otras funciones [13, 40].

2.7.2.7 Entidad funcional de control de pasarela de desenganche (S-10: BGC-FE)

Esta EF escoge en cuál red ha de tener lugar el desenganche RTPC y selecciona la MGC-FE. Además interactúa con la MRC-FE con el fin de soportar la solicitud de la transcodificación. Esta EF se encuentra definida con mayor detalle en [13, 40].

2.7.2.8 Entidad funcional de interfuncionamiento de señalización de red (S-12: NSIW-FE)

La NSIW-FE se encarga del interfuncionamiento de señalización en el lado troncal, para diversos tipos y perfiles de señalización de aplicación, que pueden estar ubicados en el borde de las redes troncales, y otras funciones de interfuncionamiento NNI [13, 40].

2.7.2.9 Entidad funcional de control de servicios generales (S-15: GSC-FE)

Esta entidad funcional mantiene el estado relacionado con la sesión para participar en acciones relacionadas con la decisión de políticas, actúa como un punto de contacto para las entidades funcionales de soporte de aplicación y de soporte de servicio.

La función más importante de la GSC-FE es que autentica comunicaciones y proporciona información sobre los flujos de sesión y las características requeridas de QoS a la PD-FE.

En caso de requerir mayor detalle en la descripción de las entidades funcionales anteriormente mencionadas, se puede referir a [13, 40].

2.8 Protocolos y puntos de referencia para la interconexión NGN a nivel de servicios

2.8.1 Protocolos de interconexión

Un protocolo es un conjunto de reglas normalizadas que tienen una sintaxis y una semántica, para la representación, señalización, autenticación y detección de errores necesario para enviar información a través de un canal de comunicación, además tienen características destinadas a asegurar la fiabilidad en el envío de datos extremo a extremo. Algunos de los protocolos más usados en las NGN son:

- **SIP:** Es un protocolo de señalización para crear, modificar, y terminar sesiones con uno o más participantes, se puede usar para la señalización de servicios como: conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet. Una de sus características es ser independiente de los protocolos de las capas inferiores por lo que puede ser soportado sobre TCP, UDP (UDP: User Datagram Protocol), IP, etc. En el anexo A se hace una descripción más detallada acerca del protocolo SIP, las peticiones, los campos de

cabecera más importantes que se deben tener en cuenta para la configuración, dependiendo de los servicios que se deseen implementar. En caso de requerir con más detalle una mayor información, se puede referir a [41].

- **DIAMETER:** Es un protocolo de red para la autenticación de los usuarios que se conectan remotamente a la Internet. Fue inicialmente desarrollado por la IETF para proporcionar autenticación, autorización y contabilidad (AAA: Authentication, Authorization and Accounting) para las aplicaciones tales como acceso a la red a distancia o movilidad IP. Ofrece varias ventajas en las áreas de confiabilidad, seguridad, escalabilidad y flexibilidad [42].
- **H.323:** El estándar H.323 proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a conexión y que no ofrecen un grado de calidad del servicio, como son las basadas en IP, establecido por la ITU. Contempla el control de llamada, gestión de la información y ancho de banda para una comunicación punto a punto y multipunto.
- **H.248 (Megaco):** Define el mecanismo necesario de llamada para permitir a un controlador Media Gateway el control de puertos de enlace para soporte de llamadas de voz/fax entre redes RTPC-IP o IP-IP. Es un complemento a los protocolos H.323 y SIP, un MGC controlará varios MGs utilizando H.248, pero será capaz de comunicarse con otro MGC utilizando H.323 o SIP.

2.8.2 Puntos de referencia

Son puntos conceptuales ubicados en la unión entre dos entidades funcionales que no se superponen; se pueden utilizar para identificar el tipo de información que pasa entre dos entidades funcionales, los protocolos utilizados para su interconexión y la interfaz utilizada entre dichas EF.

En la tabla 1 se muestra las entidades funcionales involucradas en la interconexión NNI a nivel de servicio, y sus puntos de referencia, con los protocolos utilizados en cada una de las interconexiones.

| Punto de referencia | Características | Protocolos |
|--|--|------------|
| S-CSC-FE – IBC-FE P-CSC-FE – IBC-FE I-CSC-FE – IBC-FE IBC-FE – BGC-FE IBC-FE – MRC-FE IBC-FE – NSIW-FE MRC-FE – BGC-FE | Las interfaces que soportan estos puntos de referencia usan el protocolo SIP. | SIP |
| S-CSC-FE – BGC-FE P-CSC-FE – BGC-FE I-CSC-FE – BGC-FE | Estos puntos de referencia se interconectan con el fin de realizar el interfuncionamiento con la RTPC. | SIP |

| | | |
|---|--|------------|
| IBC-FE – otras NGN/ Redes multimedia IP | Este punto de referencia es utilizado para el control de sesión/llamada entre el BGC-FE y la MGC-FE para el interfuncionamiento con al RTPC. | SIP |
| NSIW-FE – otras NGN/ Redes multimedia IP | La interconexión con otra NGN/Redes Multimedia IP soportando H.323 o una versión de SIP no compatible es realizada con este punto de referencia, por el NSIW-FE. | H.323 /SIP |
| MGC-FE – BGC-FE | Este punto de referencia lleva la información de control de Sesión/llamada con otra red IP. | SIP |
| BGC-FE – BGC-FE BGC-FE – otras NGN/ Redes multimedia IP | Estos puntos de referencia permiten al BGC-FE intercambiar señalización de sesión/llamada con otra BGC-FE en la misma o en otra NGN, por la IBC-FE. | SIP |
| IBC-FE – IBG-FE | Este punto de referencia es usado por el IBC-FE para controlar la IBG-FE Ejemplo: Para solicitar la información de dirección de red. | SIP |
| IBC-FE – PD-FE | Estos puntos de referencia permiten el transporte de información de la sesión a nivel de aplicación de un P-CSC-FE/IBC-FE/AGC-FE a un PD-FE. Dicha información incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Información para identificar los medios de comunicación de servicio/flujo de datos para el control de política y cargos diferenciados. • Medios/requerimientos de ancho de banda de aplicación para el control de QoS, etc. | Diameter |

Tabla 1. Puntos de referencia, protocolos y entidades funcionales. Basada en [43].

2.9 Descripción de las funciones a evaluar en la interconexión NGN a nivel de servicio

Para describir las funciones que se van a evaluar en la interconexión en el nivel de servicio, se tiene en cuenta el marco de la arquitectura general de las redes de nueva generación planteado en [40], en el cual se muestra el tipo de interconexión que puede haber entre las entidades funcionales, por medio de la interfaz NNI.

En la figura 5 se muestra la interconexión con las redes heredadas RTPC/RDSI, y la interconexión con las redes NGN y/o redes multimedia IP.

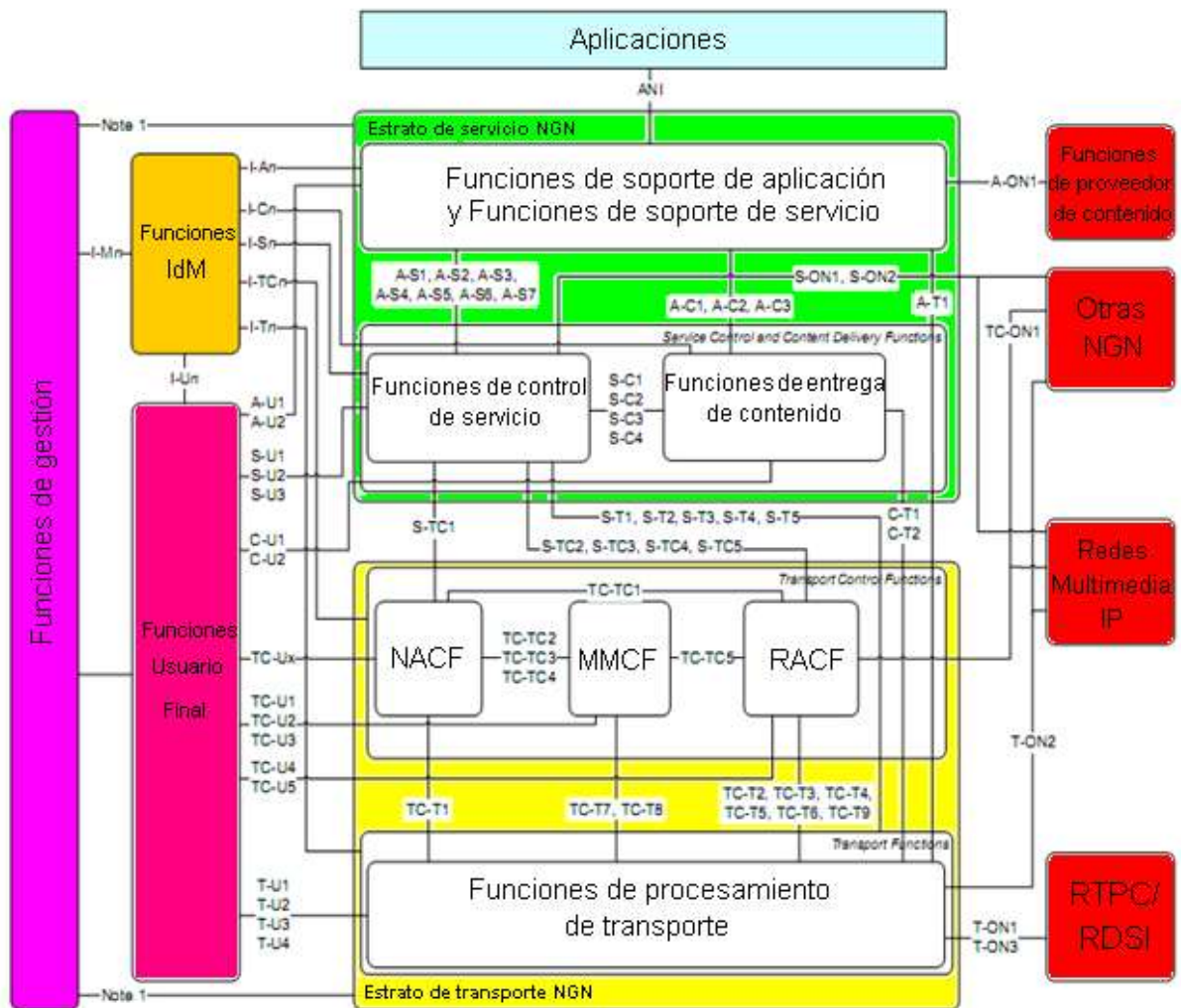


Figura 5. Interconexión entre EFs y entre redes. Basada en [40].

Se puede apreciar que en el estrato de servicio se encuentran las entidades funcionales agrupadas de acuerdo a las funciones que desempeñan dentro de la red, de la siguiente manera:

2.9.1 Funciones de control de servicio (SCF)

Estas funciones, incluyen el control de recursos, registro, autenticación y autorización de funciones en el nivel de servicio para los servicios mediados y no mediados. Además de las funciones para el control de los recursos multimedia. Las SCFs dan cabida a los perfiles de usuario de servicio, que representan la combinación de la información del usuario y otros datos de control, en forma de bases de datos funcionales [40].

Dentro de las funciones de control de servicio, se encuentran la mayoría de las entidades funcionales mencionadas anteriormente, utilizadas en el esquema de pruebas de interconexión a nivel de servicio mediante la interfaz NNI.

2.9.2 Funciones de entrega de contenido (CDF)

Estas funciones reciben contenido de las funciones de soporte de aplicaciones y funciones de soporte de servicios, almacenan, procesan y entregan a las funciones de usuario final utilizando las capacidades de las funciones de transporte, bajo control de las funciones de control de servicios [40]. Dentro de estas funciones se encuentran: La entidad funcional de distribución de contenidos y control de ubicación, EF de control de entrega de contenido y la EF de procesamiento de entrega de contenido.

Por otra parte se encuentran las funciones de control de transporte, donde están concentradas las entidades funcionales que interactúan con la SCF, entre ellas la RACF.

Se debe resaltar que en la SCF y la RACF se realizan las interconexiones con redes NGN y otras redes Multimedia IP, mediante interfaces similares (S-ON1, S-ON2, TC-ON1), a diferencia de la interconexión a nivel de transporte realizada por las funciones de procesamiento de transporte con la PSTN/ISDN que se realizan mediante las interfaces (T-ON1, T-ON3).

Esta diferencia notoria de interfaces involucradas en la interconexión de redes y la diferencia que existe con las entidades funcionales y funcionalidades que se involucran en la interconexión NNI a nivel de servicio para los dos tipos de redes a interconectar, influye al momento de desarrollar el proyecto, y se decide analizar y realizar un esquema de pruebas de interconexión para cada uno de los casos (NGN-NGN/Redes multimedia IP y NGNG-RTPC/RDSI). Abarcando la mayoría de las entidades funcionales involucradas en la interconexión NNI de la NGN a nivel de servicio, sus funcionalidades y relaciones con las demás entidades funcionales que interactúan al momento de prestar un servicio, o enviar información de control.

- **Interconexión NGN-RTPC/RDSI:** En este tipo de interconexión se hace uso de las entidades funcionales: TMG-FE, SG-FE, PD-FE, AMG-FE (Entidad funcional pasarela de medios de acceso), AGC-FE (Entidad funcional de control de pasarela de acceso), MGC-FE, BGC-FE, I-CSC-FE, S-CSC-FE, AS-FE.
- **Interconexión NGN-NGN/Redes multimedia IP:** En este tipo de interconexión, se hace uso de las entidades funcionales: MRP-FE (Entidad funcional procesamiento de recursos de medios), MRC-FE (Entidad funcional de control de recursos de medios), PD-FE, S-CSC-FE, P-CSC-FE, I-CSC-FE, IBG-FE, IBC-FE, NSIW-FE, BGC-FE.

2.10 Aspectos técnicos a evaluar en la interconexión NGN a nivel de servicio

Además de evaluar la correcta interconexión entre las diferentes redes, también se tienen en cuenta una serie de aspectos técnicos a ser evaluados, necesarios éstos para garantizar la interoperabilidad de los servicios ofrecidos a los clientes de las redes interconectadas, que comprenden las funcionalidades lógicas, interfaces y protocolos

existentes en los puntos de interconexión, los cuales pueden variar dependiendo del tipo de interconexión y del tipo de redes, verificando el correcto interfuncionamiento entre ellas. El estudio de cualquier impacto interno y externo sobre seguridad de la red, examinar cualquier red de eventos anormales, definir solicitudes de usuario a usuario, usuario a red, red a red, y demás eventos presentes que involucren interconexión en la interfaz NNI, son importantes al momento de implementar un esquema de pruebas de interconexión a nivel de servicio.

Dentro de los aspectos técnicos a ser evaluados en el esquema de pruebas para la interconexión entre NGNs a nivel de servicio se encuentran los descritos en [44], dentro de los cuales se destacan:

- **Señalización:** es el proceso que permite el intercambio de instrucciones necesarias para interconectar dos o más redes, es decir, la capacidad que las redes adquieren para trabajar conjuntamente y transmitirse datos e información en un entorno heterogéneo. La señalización posibilita el establecimiento de rutas de comunicación entre distintos puntos de una red, entre distintas redes de comunicaciones o entre usuarios de una o varias redes, además comprueba la correcta interacción entre redes, de tal manera que se cumplan las funciones de cada una, verificando el uso de los protocolos necesarios para el intercambio de información, permitiendo el establecimiento, supervisión, sostenimiento y finalización de la conexión, mediante la interacción normal de las entidades funcionales involucradas en la comunicación en la interfaz NNI.
- **Codificación:** Este aspecto técnico es importante al momento de prestar un servicio, ya que garantiza la selección y negociación de códecs (audio, video), comunes para la prestación correcta de los servicios extremo a extremo. Siendo responsabilidad de las entidades funcionales de borde de la NGN y de los equipos que originan y terminan el flujo de medios, garantizando la selección de un códec común para el trayecto completo de comunicación. Información más detallada acerca de este aspecto técnico se encuentra en [44].
- **QoS:** Medida de los aspectos técnicos de nivel de servicio destinado a diversos tipos de tráfico en diferentes servicios, necesaria para garantizar un nivel de desempeño aceptable durante la interconexión establecimiento y mantenimiento de la comunicación con la NGN. Debe brindar información para los procesos de interfuncionamiento extremo a extremo; para asumir medidas en la prestación del nivel de servicio garantizado, así como para desarrollar la política y estrategia de un operador para proporcionar un nivel de servicio determinado, mecanismos que permitan el uso eficiente de los recursos de acceso, mecanismos que faciliten una negociación dinámica de los aspectos técnicos de QoS entre proveedores de servicio y proveedores de acceso basado en SLA (SLA: Service Level Agreement), entre otros. Las maneras tradicionales de proveer QoS en redes de transporte IP son basadas usualmente en mecanismos de diferenciación de servicios, integración de servicios, protocolo de reservas de recursos o MPLS. Una descripción más detallada acerca de este aspecto técnico se puede encontrar en [44, 45].
- **Ancho de banda:** El control y manejo de este aspecto técnico juega un rol muy importante ya que brinda una calidad de comunicación estable y posibilita la prestación de varios servicios en la NGN. De igual manera, es necesario verificar

las prioridades de envío en la red y el control de admisión de ancho de banda por el servidor de control de sesión de acuerdo con cada solicitud de sesión. Además permite la reservación del ancho requerido para cada solicitud de servicio como en las comunicaciones de voz, video y datos, para su correcto despliegue y funcionamiento.

- **Seguridad:** Estudia y verifica cualquier impacto interno y externo sobre seguridad de la red, así mismo, asegura la fiabilidad de la información y el ocultamiento de información, datos de configuración y la topología de la red, para sesiones que atraviesan dominios de diferentes operadores, garantizando en buena medida la seguridad de los equipos y entidades funcionales importantes para la red. Así mismo, soporta la autenticación, autorización y control de acceso a la red para evitar que al momento del intercambio de datos entre las redes no transiten paquetes con información sospechosa que perjudiquen el interfuncionamiento, o la participación de los usuarios finales. Este aspecto técnico se encuentra detalladamente en [46-48].
- **Tarificación y contabilidad:** Garantiza que se realice la correcta facturación de los servicios prestados a los usuarios, soportando la generación de CDR (CDR: Charging Data Record); que contiene la información necesaria para la facturación de los usuarios, como: el tiempo de establecimiento de llamada, duración de la llamada, la cantidad de datos transferidos, etc. Un análisis y descripción más detallada de este aspecto técnico se encuentra en [49- 51].

CAPÍTULO 3. ESQUEMA GENERAL DE PRUEBAS DE INTERCONEXIÓN A NIVEL DE SERVICIO PARA LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Después de considerar en los capítulos anteriores los conceptos básicos necesarios para tener una idea clara de las NGN, arquitectura, características, objetivos y enfocar el modelo funcional, los conceptos de interconexión e interfuncionamiento en el nivel de servicios, además de analizar las entidades funcionales y funcionalidades utilizadas al momento de interconectar dos redes. Se procede a plantear en este capítulo, el esquema de pruebas que permita a los operadores la interconexión entre redes. Es decir, en este capítulo se encuentra el aporte más significativo de este proyecto, debido a que no existe aun, un esquema de pruebas técnicas de interconexión, que brinde las pautas necesarias a los operadores de red para verificar el interfuncionamiento de sus redes; además de unas pruebas básicas de interconexión, con las cuales pueden verificar el interfuncionamiento correcto de sus redes parcial y globalmente, de acuerdo a las funcionalidades que se estén evaluando.

3.1 Marco de trabajo para esquema de pruebas

El Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones (ETSI) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) han definido diversas normas para las redes, su interconexión y pruebas. Dentro de sus contribuciones más sobresalientes se encuentran las especificaciones de métodos de pruebas con la notación TTCN (Testing and Test Control Notation), las especificaciones de capacidades de SDL (Specification and Description Language) y las especificaciones de principios de pruebas generales para la conformidad con las normas ETSI [36-39] [52-55]. Además de documentos de interconexión de diferentes empresas y organizaciones encargadas de la fabricación y distribución de equipos NGN [56-61], que sirven de guía para el desarrollo de este esquema de pruebas para la interconexión de las NGN a nivel de servicio.

El método de pruebas integrales NIT (Pruebas de integración/interconexión de redes) puesto a punto por el ETSI, que se especifica en [55], permite realizar las pruebas de compatibilidad de equipos. El método NIT comprende dos tipos de pruebas básicas: pruebas de extremo a extremo y pruebas de nodo a nodo. Este tipo de pruebas son utilizadas por los operadores para mejorar el rendimiento de sus equipos de red, y de su propia red en su conjunto. Asegurando que los diferentes elementos de la red dentro de su propia infraestructura están interoperando correctamente, además de asegurar que su infraestructura esta interconectada con la infraestructura de otro operador de red de forma adecuada. En este tipo de pruebas no se especifican aspectos técnicos a evaluar, ni entidades funcionales involucradas en los procesos de interconexión, solo sirven como un marco general de base, para el proceso completo de las pruebas propuestas en este trabajo.

Además de los documentos y organismos mencionados anteriormente, se analizan documentos publicados por el NICC (*Network Interoperability Consultative Committee*); organización independiente de propiedad y administrada por sus miembros, la cual ha tomando un papel activo en el proceso de elaboración de normas para el sector de las comunicaciones del Reino Unido (U.K: United Kingdom), desarrollando los estándares de interoperabilidad de las redes públicas de comunicaciones y servicios en U.K. Dentro de los estándares y normas más destacados que influyen en la interconexión de las NGN, se encuentran documentos del Purple Release, Green Release, Orange Release

referenciados en [62-72], los cuales se han analizado, retomado y aplicado en varios aspectos, sobre todo para la interconexión entre las NGN y la PSTN, sirviendo de base al momento de formular la interconexión NGN-PSTN, y poder así desarrollar en este proyecto un proceso completo de pruebas a nivel de servicio de extremo a extremo, con un análisis a fondo de las pruebas básicas para garantizar la interoperabilidad entre redes.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, ha publicado además de algunas normas para la interconexión, unos requerimientos de señalización y protocolos, para la interfaz NNI, involucrada directamente en el desarrollo de este proyecto, ya que permite la interconexión de NGNs y redes heredadas, entre operadores. Así mismo, identifica y analiza diferentes aspectos técnicos que se deben tener en cuenta para su evaluación en las redes, como lo son: QoS, Ancho de Banda, señalización, codificación, seguridad, entre otros. Aspecto técnicos que son necesarios evaluar a la hora de realizar una prueba de interconexión, por tanto se analizaron las recomendaciones [73-78], y se aplicó la información allí expuesta, para proponer un esquema de pruebas en el cual se muestra un proceso general de interconexión y una lista de pruebas básicas aplicables en el lado troncal de las redes, que garantice su interoperabilidad, además de ser aplicables a los diferentes escenarios de interconexión propuestos por los organismos de regulación, con resultados concretos. Proporcionando a los operadores una base importante al momento de realizar la interconexión entre redes que les permita evaluar el comportamiento parcial y global de las redes interconectadas, asegurando la entrega correcta y confiable de los servicios prestados a los usuarios.

Cabe destacar que la normalización existente hasta el momento, no abarca ningún esquema de pruebas técnicas de interconexión de redes NGN a nivel de servicio, por lo que el esquema planteado en este capítulo además de ser útil a los operadores de red NGN a nivel nacional, también es aplicable a los diferentes escenarios propuestos por los organismos de regulación a nivel mundial, es decir aplicable a IMS, redes heredadas, etc.

3.1.1 Visión

Se implementa un esquema de pruebas de interconexión, que permite a los operadores de telecomunicaciones contar con una base de pruebas técnicas, que describe de manera detallada los pasos que se deben seguir para realizar una correcta interconexión de las NGN y demás redes heredadas, midiendo ciertos aspecto técnicos importantes al momento de verificar el funcionamiento, facilitando su interconexión, interfuncionamiento, rápida implementación y prestación de servicios, para agilizar la migración de las redes hacia las NGN, y poder ofrecer más y mejores servicios a sus usuarios.

3.1.2 Arquitectura

Se debe tener en cuenta que el esquema general de pruebas propuesto en este trabajo, es adaptable a cualquier escenario que se desee interconectar en las NGN a nivel de servicio, es decir que tiene en cuenta aspectos generales, servicios básicos y entidades funcionales específicas, para facilitar la implementación y prestación de servicios en cualquier escenario. Además se plantea una descripción detallada de acuerdo a los escenarios de interconexión escogidos, para implementar las pruebas, es decir, se aplican

las pruebas de nivel general a un escenario específico, de acuerdo a los escenarios planteados por los diferentes organismos de regulación.

Es importante resaltar que para realizar un esquema de pruebas de interconexión a nivel de servicio adaptable a cualquier escenario, se debe tener en cuenta los pasos básicos de interconexión entre redes, además de las entidades funcionales, sus puntos de referencia y protocolos utilizados. Así mismo, para asegurar una correcta interconexión en el nivel de servicio, se debe partir del supuesto que en el nivel de transporte se ha realizado un correcto proceso de interconexión, sus equipos de red están funcionando apropiadamente, además de verificar que los esquemas de interconexión y las pruebas técnicas a nivel de transporte han sido implementados satisfactoriamente con resultados en su totalidad favorables.

En la figura 6 se muestra el esquema planteado para la cama de pruebas de la interconexión, que consta de los aspectos técnicos a ser evaluados, las redes (mínimo 2) y las pruebas que permitirán la evaluación de dichos aspectos técnicos. Se enfatiza en ciertos aspectos técnicos que permiten evaluar el desempeño de las redes, de acuerdo a una lista de pruebas determinadas previamente, que son esenciales para llevar a cabo la interconexión de las NGN en cualquier modelo de interconexión.

El orden de desarrollo de las pruebas para la interconexión de redes NGN se establece de acuerdo a la función que cumplen sobre las redes en cuestión, es decir un orden lógico que permita verificar paso a paso el proceso de interconexión a nivel de servicio, tratándolas como etapas de implementación en el proyecto.

3.1.3 Metodología

La realización del esquema de pruebas técnicas tiene como base teórica, información existente acerca de las entidades funcionales planteadas en las recomendaciones de organismo de regulación como: ITU, ETSI, entre otros. Documentos de pruebas de interconexión en otro tipo de redes, funcionalidades de las NGN, estandarización y demás documentos importantes para el desarrollo e implementación de esquemas de pruebas de interconexión, que ayudan a la formulación y planteamiento de las mismas en diferentes escenarios de red.

Después del análisis de estas características en estos documentos se procede a plantear un esquema de pruebas básico, adaptable a cualquier escenario, con un conjunto de pruebas básicas que permiten a los operadores una base para el interfuncionamiento de sus redes.

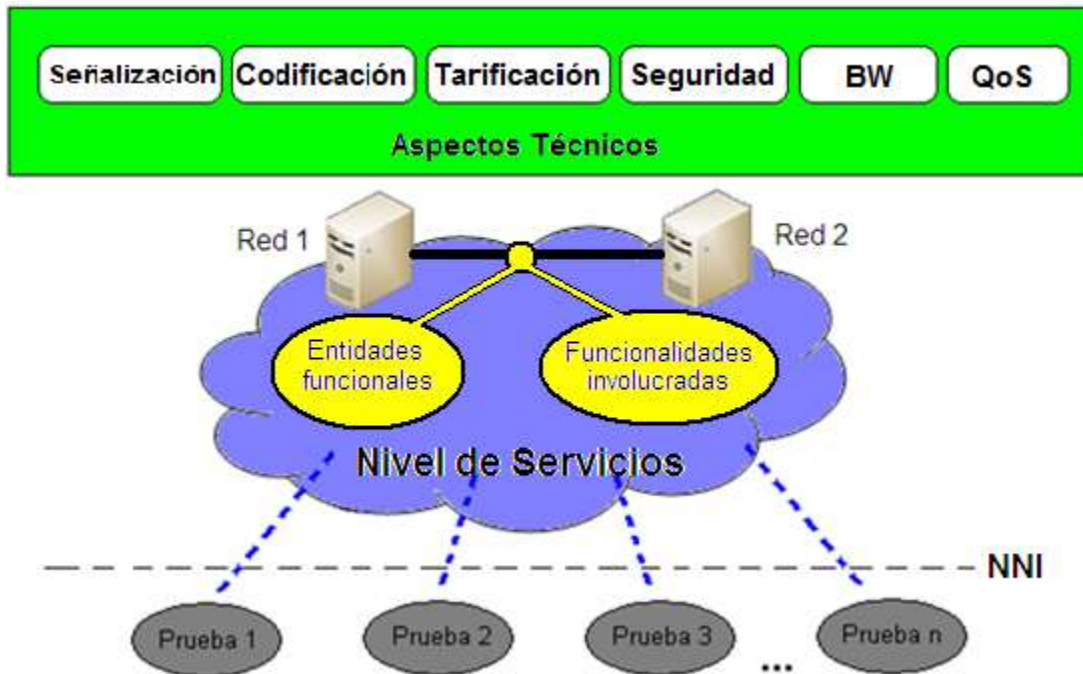


Figura 6. Esquema del plan de pruebas.

3.1.4 Objetivos del esquema de pruebas

Con este documento se dan pautas iniciales para la interconexión de las NGN a nivel de servicio, proponiendo un esquema de pruebas técnicas que pueda servir como referencia en los procesos de evaluación para la interconexión de este tipo de redes, permitiendo un fácil desarrollo e implementación de las mismas, basados en diferentes pruebas generalizadas que testeen aspectos de interconexión fundamentales en cualquier escenario.

De igual manera, se determinan las entidades funcionales e interfaces a través de las cuales se puede lograr la interconexión en el nivel de servicio, analizando a fondo cada una de ellas y su relación con los demás elementos de red.

Con este esquema de pruebas se pretende verificar el interfuncionamiento entre redes interconectadas, observando el comportamiento global y parcial de las mismas, es decir, brindar unas pautas a los operadores de red, para que verifiquen la interoperabilidad de redes y la prestación correcta de los servicios a sus usuarios, al momento de interconectarse con otras redes.

Este esquema de pruebas es propuesto desarrollado e implementado en este proyecto y está basado en información teórica establecida por las recomendaciones de: ITU, ETSI, 3GPP, ATIS, NICC y demás organizaciones, que permiten analizar las diferentes funcionalidades involucradas en la interconexión NGN a nivel de servicio, definir conceptos y criterios para verificar la interconexión en redes de nueva generación, que faciliten el interfuncionamiento de la NGN mediante la interfaz de interconexión NNI con otras redes.

3.2 Proceso de pruebas de interconexión a nivel de servicio

Para efectuar la interconexión de las NGN, se debe realizar un proceso de pruebas, que facilite la implementación del esquema de pruebas paso a paso, de manera secuencial, de tal manera que los operadores puedan verificar cada una de las pruebas realizadas, y realizar la respectiva documentación, para el posterior análisis de resultados y solución de posibles fallas, garantizando la correcta interacción e interfuncionamiento de las redes interconectadas.

El proceso que se debe seguir para cumplir con los objetivos básicos es el siguiente:

- **Definición:** En esta fase del proceso, se debe identificar el tipo de red que se desea interconectar, para aplicar las pruebas necesarias, definir los aspectos técnicos que se deben tener en cuenta en el proceso de pruebas, según los servicios que desean prestar a los usuarios, identificar que operador va a realizar la prueba y plantear un orden lógico de evaluación, de acuerdo a las funcionalidades y aspectos técnicos que son determinantes al momento de evaluar los parámetros en las pruebas. Esta etapa de definición, se puede complementar con el numeral 3.1.2 de [79], aplicando los procesos ahí descritos al nivel de servicios de las NGN y adaptando la hoja de pruebas descrita en la figura 25 de [79] con los aspectos técnicos evaluados, descritos en el esquema de pruebas que se plantea en este documento.
- **Aplicación:** En esta fase y de acuerdo a la fase anterior, se debe aplicar las pruebas básicas de interconexión planteadas en este proyecto, o las pruebas que desean ser evaluadas por los operadores de red, para garantizar la prestación de los servicios ofrecidos, verificando que se cumplan los resultados obtenidos durante el proceso de cada prueba. En esta etapa se debe tener en cuenta la validación de la configuración y el desarrollo y documentación de resultados propuestos por [79] en el numeral 3.1.3 Etapa III: Ejecución.
- **Análisis:** En esta última fase, y durante el proceso de la prueba, se debe realizar un análisis de los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, para detectar las fallas, hacer un reporte de las mismas para tratar de solucionarlas. Este análisis de resultados es similar al propuesto en [79] en el numeral 3.1.4, por lo tanto se puede complementar la información referenciándose a este documento.
- **Recuperación de fallas:** Es la fase de retroalimentación presente en este proceso de interconexión, verifica la efectividad de la interconexión y consiste en un conjunto de pasos que permiten identificar, analizar y solucionar los problemas que se pueden presentar al momento de interconectar dos redes. El proceso completo de esta etapa del proceso de interconexión se puede observar en el numeral 3.1.5 de [79].

| Fase | Definición | Aplicación | Análisis | Recuperación de fallas |
|-------------------|---|--|--|--|
| Definición | Consiste en identificar el tipo de red a interconectar, los aspectos técnicos que se desean evaluar, para aplicar el proceso de pruebas necesario, según los servicios que desean prestar a los usuarios. | Se debe aplicar el esquema de pruebas básicas, o las pruebas que desean ser evaluadas por los operadores de red, para garantizar la prestación de los servicios ofrecidos. | Se debe realizar un reporte detallado y análisis de resultados obtenidos en cada prueba, para detectar fallas. | Consiste en un conjunto de pasos que permiten identificar, analizar y solucionar las fallas que se pueden presentar al momento de interconectar dos redes. |

Tabla 2. Fases del proceso de pruebas de interconexión. Adaptada de [79].

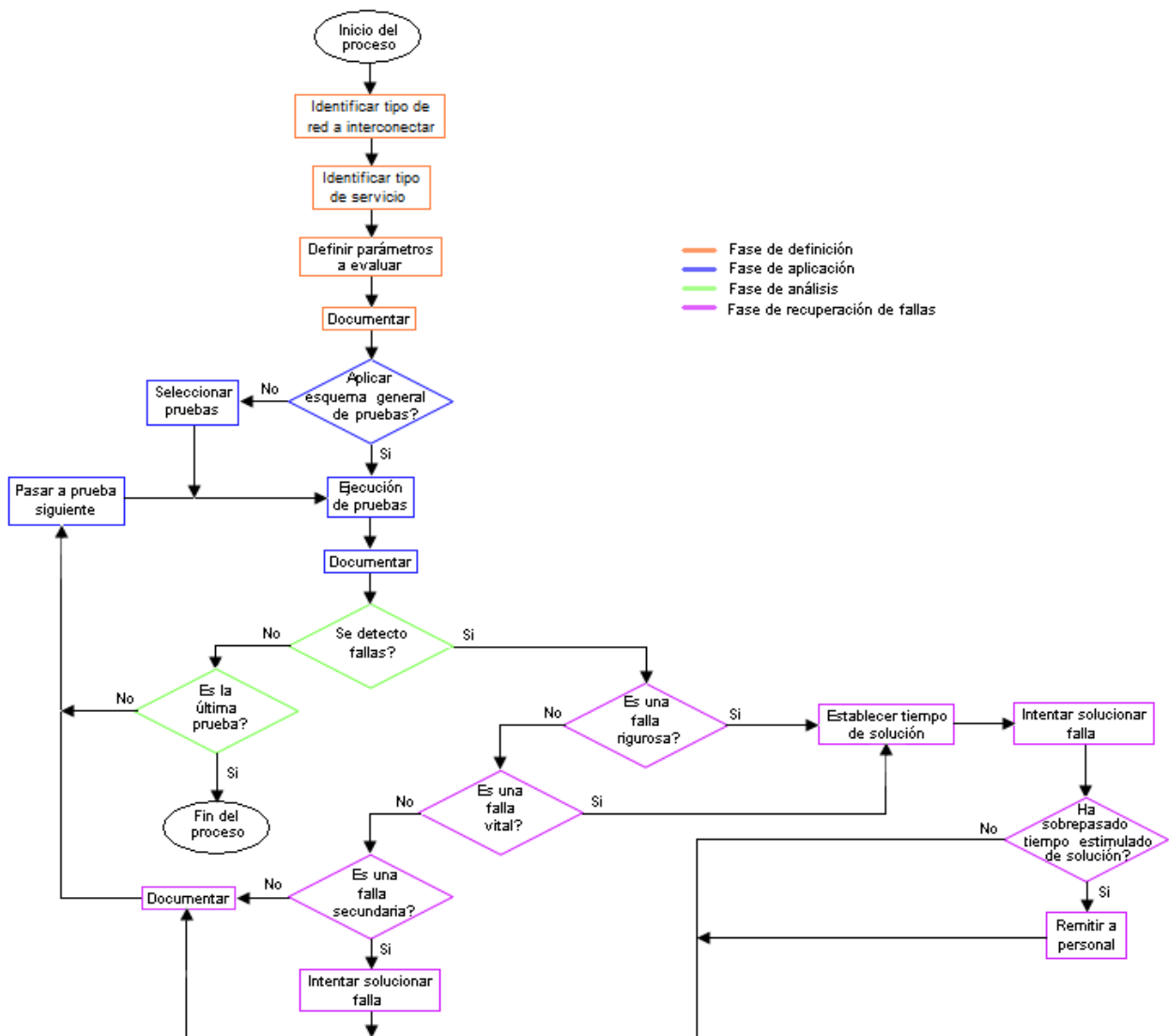


Figura 7. Diagrama de flujo de las fases a seguir.

Este es el proceso que puede seguir un operador de red NGN para realizar cualquier tipo de interconexión entre redes a nivel de servicio. Además, debe aplicar el esquema de pruebas básico propuesto en este proyecto, para comprobar el funcionamiento parcial y total de la red.

Debido a que los servicios ofrecidos por los operadores son muy variados y dependen de la infraestructura de las redes, la definición de un plan de pruebas detallado que abarque todas las posibles pruebas de interconexión entre dos redes no se encuentra dentro del alcance de este proyecto, ya que deben ser acordados entre los operadores involucrados, dependiendo de la red, los servicios, y demás características a tener en cuenta al momento de ser interconectadas dos o más redes NGN. En este documento se plantean una serie de pruebas que permitan verificar las funcionalidades básicas al momento de realizar la interconexión, aplicables y adaptables a cualquier escenario de interconexión NGN y se verifica, adaptando las pruebas a IMS y NGN telefonía.

Para la interconexión de una NGN con (RTPC/RDSI, NGN/Redes Multimedia IP) se van a realizar dos tipos de esquemas de pruebas mencionados y analizados en [24, 32], y en EUROSCOM (NIT Test Suites), pruebas realizadas en los proyectos P104, P410, P412, P613 entre otros, las cuales se dividen en:

- **Pruebas locales de interconexión:** En este nivel se realizan varias pruebas para comprobar la interacción de los medios técnicos de los proveedores NGN. Las pruebas incluyen la verificación punto a punto entre entidades funcionales y pruebas de compatibilidad, donde se evalúan los aspectos técnicos más importantes y las entidades funcionales más cercanas a la interfaz NNI que se deben tener en cuenta en la interconexión directa entre dos redes.
- **Pruebas de compatibilidad extremo a extremo:** las cuales consisten en verificar la capacidad operacional de los medios técnicos de la NGN en todo el ciclo del establecimiento de una comunicación, en las cuales se van a evaluar la funcionalidad de la mayoría de las entidades funcionales en el nivel de servicio involucradas en una comunicación desde la interfaz UNI hasta la interfaz NNI.

Para implementar cualquiera de estos esquemas de interconexión, se debe realizar el proceso de pruebas con sus respectivas fases (definición, aplicación, análisis y recuperación de fallas), para garantizar que el proceso cumple con todos los requisitos, pasos, etc., y poder obtener resultados favorables.

3.3 Lista de pruebas de interconexión

Se deben realizar varias pruebas de Interconexión para comprobar la interacción de distintos proveedores NGN con otras redes.

En este trabajo se realizaron dos tipos de pruebas de interconexión en el nivel de servicio; la interconexión entre la NGN de prueba y otra NGN o red multimedia IP, y la interconexión de la NGN de prueba y una PSTN/ISDN, estos tipos de prueba se evaluarán de forma local y extremo a extremo, como se mencionó anteriormente.

A pesar de que las NGN soportan la emulación RTPC/RDSI, se tuvo en cuenta la interconexión entre las NGN y la RTPC/RDSI directamente, con el fin de evaluar la mayor

cantidad de entidades funcionales en el nivel de servicio, involucradas en la interconexión NNI, debido a que existen entidades funcionales especializadas en la interconexión directa con redes RTPC diferentes a las entidades encargadas de la interconexión con otras NGN o redes multimedia IP. Además, las soluciones PSTN presentes hoy en día pueden evolucionar y quedarse como parte de la imagen NGN en el futuro para preservar las inversiones de infraestructura.

Se realizaron pruebas de verificación y compatibilidad, para comprobar el interfuncionamiento entre diferentes entidades funcionales y redes, con el fin de verificar que se cumplen con estos aspectos técnicos y se presta un servicio de calidad a los usuarios finales.

3.3.1 Esquema de pruebas básicas locales de interconexión a nivel de servicio con otras redes NGN y redes multimedia IP

| Pruebas básicas NNI | Entidades Funcionales | Aspectos técnicos a evaluar |
|---|-----------------------|---|
| Conectividad | S-7, S-12. | Señalización, Codificación, Seguridad |
| Interfuncionamiento con redes basadas en paquetes | S-7, T-6. | Señalización, QoS. |
| Asignación de recursos | S-1, S-13, T-8. | Señalización, Ancho de Banda, Codificación. |
| Ocultamiento de red | S-7, S-12. | Seguridad, Señalización |
| Verificación de registro | S-1, S-2, S-3. | Señalización, Seguridad. |
| Transcodificación | S-1, S-7, S-13. | Señalización, Codificación, Seguridad. |
| Control de sesión | S-2, S-7, T-16. | QoS, Ancho de banda. |

Tabla 3. Listado de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio entre NGN-NGN/otras redes multimedia IP.

3.3.1.1 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre de la prueba | Conectividad |
| Propósito | Brindar a la red la capacidad necesaria para que se comunique con otra red NGN, proporcionando datos básicos para identificar otras redes. |

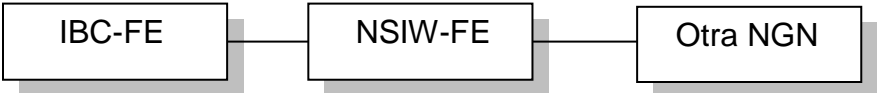
| | |
|---|---|
| Configuración de Entidades Funcionales |  |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar interconexión con otra red NGN. 2) Verificar si el NSIW-FE ha recibido la petición inicial de establecimiento de sesión de llamada. 3) Comprobar que la NSIW-FE ha realizado correctamente el cambio de protocolo y codificación correcta del mensaje de señalización de la red entrante a uno utilizado por el IBC-FE y ha sido enviada la petición inicial de establecimiento de sesión de llamada. 4) Verificar si el IBC-FE ha recibido la solicitud entrante y ha respondido apropiadamente a través de la NSIW-FE a la otra NGN. 5) En caso de una respuesta apropiada, comprobar que brinda datos necesarios para identificar la red que se interconecte, enrutando debidamente los servicios a lo largo de la trayectoria. 6) Verificar que la información que proporciona la NSIW-FE acerca de las condiciones en la red al lado troncal de interconexión, es la correcta. |
| Aspectos técnicos evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con la señalización con otras redes NGN por parte del NSIW-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Comprobar que el establecimiento de sesión se mantenga durante el establecimiento de la comunicación con la otra red NGN, para que los servicios requeridos sean encaminados de manera correcta. De igual manera hay que verificar que el flujo en el transporte de datos sea continuo e ininterrumpido porque se pretende brindar servicios en tiempo real sin que se pierda información. Por último se requiere que la señalización de los paquetes no presente problemas en su numeración, para que el flujo sea efectivo, rápido y la información llegue en orden.</p> <p>Seguridad: Se verifica que los datos obtenidos de la red a visitar sean los necesarios y correctos, para poder realizar la señalización respectiva de la interconexión entre las dos redes sin problemas de comunicación.</p> <p>Comprobar que en el momento de pérdida de uno de los paquetes de datos, se pueda reenviar la información de manera que el servicio siga funcionando correctamente. Para garantizar las pruebas necesarias de seguridad se puede remitir a [46-48].</p> <p>Codificación: Verificar que al realizar la interacción con otra red, se realice la correcta codificación del servicio, para una mejor comprensión acerca de este aspecto técnico se puede consultar [44].</p> |

Tabla 4. Prueba de conectividad entre redes.


| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Interfuncionamiento con redes basadas en paquetes |
| Propósito | Interconectar una red de transporte troncal de operador que soporte servicios basados en paquetes. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBC-FE --- RACF RACF --- IBG-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la IBC-FE envía un mensaje de control para el interfuncionamiento con otras redes basadas en paquetes. 2) Comprobar que la RACF recibe el mensaje de control para el interfuncionamiento. 3) IBG-FE realiza la interconexión con la otra red. Permitiendo la apertura y cierre de puertos, con el fin de controlar los paquetes en tránsito, a nivel de transporte. 4) Verificar que la IBC-FE recibe la información de interfuncionamiento que reenvía la IBG-FE a través de la RACF. 5) Comprobar que la conexión se realizó correctamente, y que la información recibida por la IBC-FE es correcta. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se realiza el interfuncionamiento con otras redes, por medio de la IBG-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Verificar que en el proceso que permite el intercambio de instrucciones necesarias para interconectar las redes, no se pierde la conexión, para evitar la pérdida de los paquetes transmitidos. Más información en el documento [44]. De igual manera, comprobar que la interacción entre las redes esté activa durante la sesión, hasta que la red local desee finalizarla y no se requiera más colaboración de la red visitada.</p> <p>QoS: Se deben cumplir las políticas establecidas por la red visitada, para evitar el cierre en los puertos, impidiendo el paso del transporte de paquetes y perdiendo la conexión. En caso de no cumplir con una de las políticas de QoS establecidas por la otra red, verificar cual es la falla para no establecer la interconexión y asegurarse de obtener dicho requerimiento para futuras peticiones de interacción.</p> |

Tabla 5. Prueba para verificar interfuncionamiento con otra red.

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre de la prueba | Asignación de recursos |
| Propósito | Distribuir los recursos necesarios a cada servicio requerido tales como ficheros, contenidos, direccionamiento IP, para su correcto funcionamiento en el intercambio de paquetes de datos. |


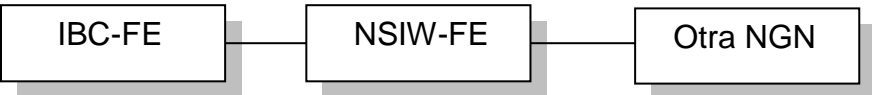
| | |
|---|---|
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR S-CSC-FE --- MRC-FE --- MRP-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Comprobar que la S-CSC-FE envía un mensaje a la MRC-FE para el registro del servicio requerido, facilitando la distribución y utilización de los recursos necesarios. 2) Verificar que la MRC-FE asigna recursos a la MRP-FE que son indispensables para la prestación de servicios como la transmisión continua y soporte de IVR (Interactive Voice Response). 3) Comprobar que la respuesta enviada desde la MRP-FE a la MRC-FE es satisfactoria de acuerdo a los servicios solicitados. 4) Verificar en la S-CSC-FE que los recursos otorgados, de acuerdo a la prioridad o tamaño de los paquetes de datos, es la enviada inicialmente como petición. 5) Al momento que el servicio finalice, los recursos asignados se destinan a otro servicio en curso, o simplemente se reservan para futuras peticiones. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al realizar la asignación de recursos para los servicios por medio del MRC-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Codificación: Verificar que al realizar la asignación de recursos, se realiza la codificación correcta de los servicios. Mayor información se encuentra en [44].</p> <p>Ancho de Banda: garantizar que se realiza la correcta separación de ancho de banda y de los demás recursos para el correcto interfuncionamiento y prestación del servicio.</p> <p>Señalización: Se verifica que todos los servicios establecidos entre las redes tengan los recursos necesarios para ser ejecutados y no perder el establecimiento de sesión con la red interconectada. De igual manera hay que comprobar si se finaliza la sesión con la red visitada, restablecer una reconexión rápida de tal manera que los recursos asignados no se pierdan ni se utilicen en el envío de otros servicios [44]</p> |

Tabla 6. Prueba para comprobar la asignación de recursos en la red.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Ocultamiento de red |
| Propósito | Comprobar la viabilidad para ocultar la topología de red entre varios dominios a través del IBC. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBC-FE --- NSIW-FE --- Otra-NGN </pre> |

| | |
|------------------------------------|--|
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar interconexión con otra red NGN. 2) Verificar que la NSIW-FE recibe la información correcta enviada por la IBC-FE. 3) Comprobar que la NSIW-FE recibe la información con el traslado adecuado de dirección IP y puertos para ser enviada a la otra red y proteger la identidad. 4) Confirmar que la IBC-FE, realiza la correcta protección de red a través del ocultamiento de la dirección y nombres de red para el lado de acceso y lado troncal. 5) Activación de protección firewall, aumentando el nivel de seguridad en la interconexión. 6) Comprobar si, después de activada la protección a través del IBC-FE, los datos de la red siguen ocultos ante la interconexión de otras redes. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con el ocultamiento de la topología por parte del IBC-FE, se están evaluando los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Seguridad: Verifica el ocultamiento de la topología de la red y los datos de configuración, asegurando la protección de estos en las sesiones que atraviesan dominios de diferentes operadores. También hay que comprobar, que en el momento de establecimiento de interconexión, no se permita la recepción de paquetes con información maliciosa para evitar futuros fallos. Para obtener información más detallada se puede remitir a [46-48].</p> <p>Señalización: Comprobando la correcta interacción y desarrollo de las funciones específicas de cada una de las entidades funcionales establecidas para esta prueba. Verificar que al momento de establecer interconexión con la red requerida, no se permita el acceso a información de la red local ni a datos que estén contenidos en ella.</p> |
| Nota | Esta relación entre las entidades funcionales está en estudio, pero se puede aplicar a los escenarios de interconexión dependiendo de las necesidades de los operadores, y se puede esperar un próximo análisis de los organismos de regulación, para establecerla como una prueba básica de interconexión. |

Tabla 7. Prueba para verificar el ocultamiento de topología.

| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Verificación de registro |
| Propósito | Comprobar la viabilidad para responder a las solicitudes de los usuarios o terminales y procesar el registro, así como la asignación de un S-CSC-FE a un usuario que realiza el registro SIP. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph LR A[Terminal-SIP] --- B[P-CSC-FE] B --- C[I-CSC-FE] </pre> |

| | |
|------------------------------------|---|
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una solicitud de registro a partir del terminal SIP conectado a la NGN. 2) Comprobar si la solicitud de registro ha sido remitida por la P-CSC-FE a la I-CSC-FE. 3) Verificar que la solicitud de registro ha sido recibida por la I-CSC-FE desde la P-CSC-FE y remitida a la S-CSC-FE. 4) Comprobar si la I-CSC-FE ha asignado una S-CSC-FE a un usuario que realiza el registro SIP y ha enviado el nombre correspondiente de la S-CSC-FE a la P-CSC-FE. 5) Comprobar si, después de recibir la solicitud de registro a través del I-CSC-FE, el S-CSC-FE ha enviado un mensaje de respuesta con el fin de autenticar el usuario final. 6) Comprobar si, después de recibir la solicitud de un segundo registro con datos de autorización de la I-CSC-FE, el S-CSC-FE ha actualizado la información específica sobre el usuario final en el SUP-FE (su estado). |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con el registro de las terminales por parte de de la P-SCS-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Comprueba que se efectúe el registro de manera óptima para poder interactuar con la red visitada, de tal manera que se puedan realizar solicitudes para los servicios deseados. Para información detallada revisar el documento [44].</p> <p>Al obtener la conexión con la red visitada, no es necesario volver a realizar la petición de registro si se va a seguir solicitando diversos servicios que provee dicha red, hasta que finalice la sesión. En caso de terminar el envío de los servicios adquiridos, hay que verificar que la sesión haya finalizado correctamente y se pueda establecer conexión con otras redes.</p> <p>Seguridad: Verifica que las solicitudes realizadas sean aceptadas de manera exitosa, comprobando la veracidad de los datos registrados para obtener acceso a los servicios. En caso que los datos enviados no sean recibidos por la red visitante, hay que verificar que la información errada pueda ser reenviada nuevamente para realizar el registro y poder habilitar el transporte de datos para los servicios requeridos.</p> <p>Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de seguridad en el momento de realizar un registro correcto, se puede revisar [46-48].</p> |

Tabla 8. Prueba para verificación de registro de usuario.

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre de la prueba | Transcodificación |
| Propósito | Capacidad para poder realizar una codificación directa entre redes, permitiendo el paso correcto de datos para los servicios requeridos en la interconexión. |

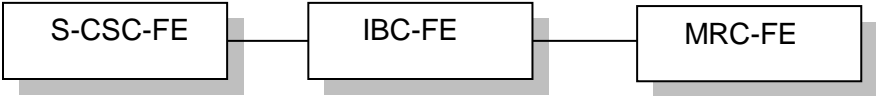
| | |
|---|---|
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR A[S-CSC-FE] --- B[IBC-FE] B --- C[MRC-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la S-CSC-FE obtiene la información de políticas y direccionamiento. 2) Comprobar que la S-CSC-FE determina la ruta correcta para los mensajes de control de sesión. 3) El IBC-FE interactúa con la MRC-FE para apoyar la invocación de transcodificación después de ocultada la topología de red. 4) Confirmar que la MRC-FE realiza la transcodificación de la información. 5) Confirmar que la MRC-FE asigna los recursos que son indispensables para la prestación del servicio requerido. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumple la transcodificación directa entre redes por parte del MRC-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Tras obtener la ruta para el control de sesión, es necesario verificar que la solicitud de transcodificación este activa hasta el momento en que deje de haber interconexión de las redes. Cuando se ha aprobado la solicitud, la red visitante debe verificar la codificación presente de la otra red, y asegurarse que el envío de datos sea correcto y no presente fallas en el momento de descomprimir los datos en el terminal destinado ni se pierdan paquetes en su transporte.</p> <p>Codificación: Comprobar que la codificación sea la requerida para introducir los nuevos datos a la red interconectada, sin que hayan perdidas que afecten la calidad de la información y se garantice una correcta prestación de los servicios. Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de codificación, consultar [44].</p> <p>Seguridad: Verificar y garantizar que los datos transcodificados sean correctos, y que la información contenida en ellos es verificable y verídica, correspondiente a una red y servicio real, mayor detalle acerca de este aspecto técnico se puede encontrar en [46-48].</p> |

Tabla 9. Prueba para verificar transcodificación de información.

| | |
|----------------------------|---|
| Nombre de la prueba | Control de sesión |
| Propósito | Permite el envío de información de sesión del nivel de aplicación, para el control de sesión. |

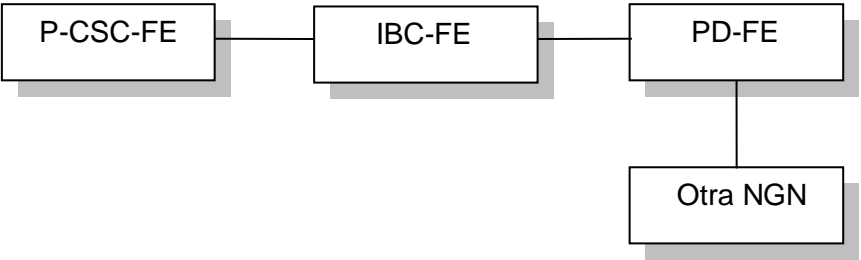
| | |
|---|--|
| Configuración de Entidades funcionales |  <pre> graph LR P-CSC-FE --- IBC-FE IBC-FE --- PD-FE PD-FE --- Otra-NGN </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la IBC-FE recibe información de sesión en el nivel de aplicación, desde la P-CSC-FE. 2) Comprobar que la información de sesión en el nivel de aplicación que recibe la PD-FE es la misma que envió la P-CSC-FE a la IBC-FE. 3) La PD-FE evalúa las políticas para la interconexión, brindando pautas para establecer la sesión. 4) Comprobar que la respuesta recibida por la IBC-FE desde la otra red es satisfactoria, y se ha efectuado la interconexión correctamente. 5) Confirmar que los aspecto técnicos de ancho de banda, QoS, solicitados por la red, son facilitados por la red visitada. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumple el control de la sesión establecida entre redes, se evalúan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>QoS: Se garantiza que al momento de establecer la comunicación entre las redes, como mínimo se cumplan los requerimientos solicitados en la petición de control, asegurando una llamada de calidad para el usuario. También hay que verificar que el servicio solicitado por el usuario sea el que llegue al terminal final y evitar que se pierda información en el transcurso para no perder la prestación del servicio deseado. Para obtener información de los requisitos básicos en la QoS, remitirse a [44,45].</p> <p>Ancho de banda: Se garantiza la reservación de recursos para establecer la comunicación, además verifica el control de admisión de ancho de banda por el servidor de control de sesión de acuerdo con la solicitud. Hay que verificar que el ancho de banda requerido sea el deseado y el óptimo para poder obtener el servicio de manera que no presente fallas y no tenga retrasos en el envío de la información.</p> |

Tabla 10. Prueba para comprobar el control de sesión en el nivel de aplicación.

3.3.2 Esquema de pruebas extremo a extremo de interconexión a nivel de servicio entre redes NGN

En este tipo de pruebas se evaluarán aspectos técnicos y entidades funcionales involucradas en la interconexión extremo a extremo desde el terminal SIP, el encaminamiento de la llamada por la NGN y la señalización, para brindar QoS, asignación de recursos, y demás factores presentes en la interconexión entre NGNs.

| Pruebas básicas extremo a extremo | Entidades Funcionales | Aspecto técnicos a evaluar |
|---|---|--|
| Verificación del trayecto completo de comunicación NGN-NGN. | P-CSC-FE, I-CSC-FE, S-CSC-FE, BGC-FE, MGC-FE, TMG-FE. | Señalización, QoS, Codificación, Ancho de Banda, Seguridad, Tarificación y contabilidad. |

Tabla 11. Pruebas básicas de verificación extremo a extremo.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Verificación del trayecto completo de comunicación NGN/NGN. |
| Propósito | Comprobar todo el proceso de interconexión realizado desde el terminal SIP, el encaminamiento de la llamada por la NGN y la señalización, cumpliendo con los requisitos necesarios para brindar QoS, asignación de recursos, y demás factores que afectan o se ven involucrados en el proceso de interconexión. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph TD SIP[Terminal SIP] --- P[P-CSC-FE] P --- I[I-CSC-FE] I --- S[S-CSC-FE] NGN[Otra NGN] --- NSIW[NSIW-FE] NSIW --- IBC[IBC-FE] IBC --- IBG[IBG-FE] MRP[MRP-FE] --- MRC[MRC-FE] I --- IBC IBC --- MRC </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una solicitud de registro a partir de un terminal SIP conectado a la NGN. 2) Comprobar si la solicitud de registro ha sido remitida por la P-CSC-FE a la I-CSC-FE. 3) Comprobar si la I-CSC-FE ha asignado el S-CSC-FE correcta al usuario que realiza el registro SIP y ha enviado el nombre correspondiente de la S-CSC-FE a la P-CSC-FE. 4) Verificar que NSIW-FE ha recibido la petición inicial de establecimiento de sesión de llamada. 5) Comprobar que NSIW-FE realiza el cambio de protocolo de mensajes de señalización de red entrante a uno utilizado por el IBC-FE. 6) Verificar que IBC-FE envía un mensaje de control para el interfuncionamiento con otras redes basadas en paquetes y se realiza la interconexión por parte de IBG-FE 7) Comprobar que S-CSC-FE envía mensaje a MRC-FE para la |

| | |
|---|--|
| | <p>distribución de recursos.</p> <p>8) Verifica que MRC-FE asigna recursos a la MRP-FE que son indispensables para la prestación de servicios.</p> <p>9) Comprobar que NSIW-FE recibe la información correcta por el IBC-FE para proteger la red a través del ocultamiento de dirección.</p> <p>10) IBC-FE interactúa con MRC-FE para invocar la transcodificación.</p> <p>11) Verificar que la información q recibe la I-CSC-FE desde la IBC-FE se hace cumplir y se establece la comunicación con otra red NGN.</p> |
| <p>Aspectos técnicos a evaluar</p> | <p>Señalización: Se verifica la correcta interacción entre las entidades funcionales, y el cumplimiento de sus funciones, especialmente la I-CSC-FE al enrutar y ocultar la topología de la red.</p> <p>QoS: Se presta un nivel de servicio determinado a los usuarios SIP registrados en la I-CSC-FE, para la interacción con otra NGN, es decir que se realiza una asignación de recursos acorde con la petición del usuario, y así garantizarle una QoS. Información más detallada de este aspecto técnico se encuentra en [44, 45].</p> <p>Codificación: En todo el proceso de comunicación desde la UNI hasta la NNI en la NGN, debe existir una codificación adecuada, acorde al tipo de servicio ofrecido, para garantizar la correcta prestación del mismo al usuario final. Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de codificación en el trayecto completo de comunicación, se puede revisar [44].</p> <p>Ancho de banda: De acuerdo a la solicitud presentada por el usuario, se realiza una asignación de recursos, o reservación de ancho de banda, para garantizar el correcto despliegue y funcionamiento de la llamada, y así garantizar una prestación del servicio satisfactoria.</p> <p>Seguridad: Se garantiza la seguridad de la red, verificando si se realiza correctamente en ocultamiento de datos de configuración y topología de la red en el I-CSC-FE, para la interacción con otros dominios, y así garantizar en buena medida la seguridad de los equipos y entidades funcionales importantes para una red. Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de seguridad en el trayecto completo de comunicación, se puede revisar [46-48].</p> <p>Tarificación y contabilidad: se debe garantizar información necesaria para la facturación de los usuarios, como: el tiempo de establecimiento de llamada, duración de la llamada, cantidad de datos transferidos. Un análisis y descripción más detallada de este aspecto técnico se encuentra en [49- 51].</p> |

Tabla 12. Prueba de verificación del trayecto completo de comunicación NGN-NGN.

3.3.3 Esquema de pruebas básicas locales de interconexión a nivel de servicio con RTPC/RDSI

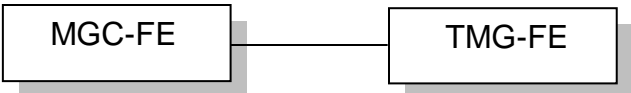
A continuación se presenta una lista de pruebas básicas de interconexión, que deben tener en cuenta los operadores al momento de realizar la interconexión entre la NGN y la

RTPC, estas pruebas presentadas a continuación son la base para garantizar una correcta interconexión entre este tipo de redes, pero si se necesita aplicar una mayor cantidad de pruebas de acuerdo a los servicios que se deseen prestar a los usuarios, se puede remitir a los documentos de la NICC [62-72], o se pueden establecer las pruebas directamente entre los operadores involucrados.

| Pruebas básicas NNI | Entidades Funcionales | Aspectos técnicos a evaluar |
|--|-----------------------|--|
| Control de interfuncionamiento | S-9, T-7. | Señalización, codificación. |
| Verificación de capacidades y preferencias | S-1, S-10. | Señalización, QoS, Ancho de banda. |
| Ocultamiento de topología | S-3, S-10. | Señalización, Seguridad. |
| Conversión de protocolos | S-9, T-7, T-9. | Señalización, Codificación, Seguridad. |
| Re-encaminamiento de llamada | S-3, S-10. | Señalización. |
| Desenganche RTPC | S-10, S-9, T-7. | Señalización, QoS, Ancho de banda. |
| Envío completo de solicitud | S-1, S-3, S-9, T-9. | Señalización, QoS. |
| Terminación de llamada | S-3, S-10, S-9, T-7. | Señalización, Seguridad. |

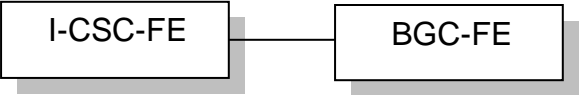
Tabla 13. Listado de pruebas para la interconexión a nivel de servicio entre NGN-RTPC/RDSI

3.3.3.1 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Control de interfuncionamiento |
| Propósito | Comprobar que la MGC-FE recibe la petición desde la RTPC, y realiza un control sobre la TMG-FE para el interfuncionamiento entre las redes. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR MGC-FE --- TMG-FE </pre> |

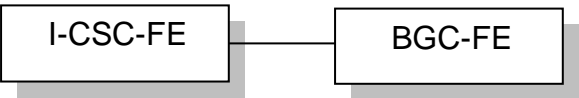
| | |
|------------------------------------|--|
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una comunicación desde la RTPC a la NGN. 2) Verificar que la TMG-FE recibe la petición desde la RTPC para el interfuncionamiento con la misma. 3) Verificar que la MGC-FE recibe los datos adecuados para la interconexión con la RTPC. 4) Comprobar que la MGC-FE realiza un control sobre la TMG-FE, y garantiza la interconexión con la RTPC. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>En esta prueba se analizan los aspectos técnicos de Señalización y Codificación, en la medida en que se evalúa y garantiza la correcta interacción entre la MGC-FE y la TMG-FE, el flujo de datos entre las mismas, la conversión de protocolos y codificación por parte de la TMG-FE y más precisamente el control de la MGC-FE sobre la TMG-FE para recibir la petición de la RTPC y controlar la interconexión entre redes.</p> <p>En el momento en que no se pueda establecer la interacción entre las redes, hay que verificar que los datos obtenidos por la MGC-FE sean los correctos, de lo contrario hay que reiniciar el proceso de envío de información para lograr la interconexión.</p> <p>Por último, es importante que la conexión con la otra red se mantenga establecida en caso de futuras solicitudes de servicios, controlando la sesión.</p> |

Tabla 14. Prueba para comprobar el control de interfuncionamiento entre NGN-RTPC/RDSI.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Verificación de capacidades y preferencias |
| Propósito | Verificar que se cumpla las capacidades y preferencias solicitadas en la petición de control de sesión de la comunicación. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR A[I-CSC-FE] --- B[BGC-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que se realice la petición de una llamada entre la NGN y la RTPC/RDSI solicitando capacidades y preferencias determinadas. 2) Verificar que la I-CSC-FE ha recibido la información de preferencias y capacidades de la llamada. 3) Comprobar que los recursos de la red, las preferencias solicitadas en la petición de control de sesión de la llamada, son atendidos por la I-CSC-FE al momento de reenviar la información de aceptación de la misma. |

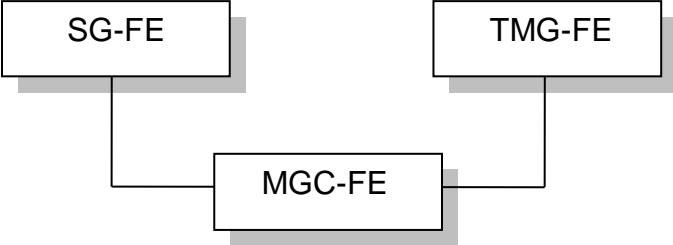
| | |
|------------------------------------|--|
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumplan las capacidades y preferencias solicitadas en la petición de control de sesión, se tienen en cuenta los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Se garantiza un establecimiento correcto de la comunicación, en el proceso que permite el intercambio de instrucciones necesarias para verificar las capacidades y preferencias en la red, de acuerdo al tipo de servicio requerido por el usuario.</p> <p>Ancho de Banda: se está garantizando una reservación de recursos para el establecimiento de la comunicación, además de verificar el control de admisión de ancho de banda por el servidor de control de sesión de acuerdo con la solicitud.</p> <p>QoS: Se garantiza que al momento de establecer la comunicación, entre las redes, como mínimo se cumplan los requerimientos solicitados en la petición de control, asegurando una llamada de calidad para el usuario, con unos requisitos mínimos de interconexión. Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de QoS para la verificación de capacidades y preferencias, se puede remitir a los documentos [46-48].</p> |
|------------------------------------|--|

Tabla 15. Prueba para verificación de capacidades y preferencias solicitadas.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Ocultamiento de topología |
| Propósito | Comprobar que se cumpla el ocultamiento de la topología de la red, para asegurara la fiabilidad de los datos, la seguridad de la red cuando se realiza interfuncionamiento entre diferentes dominios. |
| Configuración de Entidades funcionales |  <pre> graph LR I-CSC-FE --- BGC-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que está establecida una llamada entre la NGN y la RTPC/RDSI. 2) Verificar que la I-CSC-FE ha enviado a la BGC-FE la información determinada para tomar decisiones sobre la llamada en curso. 3) Comprobar que la I-CSC-FE está realizando la tarea de ocultamiento de topología tales como (Cantidades exactas de S-CSC-FE, capacidades de las mismas, Capacidades de la red en general). 4) Comprobar en la BGC-FE que no se puede acceder a datos de topología de la red. |

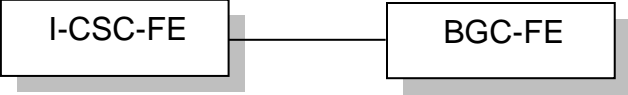
| | |
|------------------------------------|--|
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con el ocultamiento de la topología por parte del I-CSC-FE, se están evaluando los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: verificando la correcta interacción y cumplimiento de las funciones específicas de cada una de las entidades funcionales involucradas en esta prueba. Verificar que al momento de establecer interconexión con la red requerida, no se permita el acceso a información de la red local ni a datos que estén contenidos en ella.</p> <p>Seguridad: se verifica el ocultamiento de la topología de la red, datos de configuración, asegurando la fiabilidad de los datos, en las sesiones que atraviesan dominios de diferentes operadores. También hay que comprobar, que en el momento de establecimiento de interconexión, no se permita la recepción de paquetes con información maliciosa para evitar futuros fallos. Para obtener información más detallada se puede remitir a los documentos [46-48].</p> |
|------------------------------------|--|

Tabla 16. Prueba para comprobar el ocultamiento de topología de la red.

| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Conversión de protocolos |
| Propósito | <p>Comprobar que la traducción de señalización y protocolos, realizada por las entidades funcionales (TMG-FE y SG-FE) en el nivel de transporte sea la correcta, para permitir la correcta comunicación entre la NGN y la RTPC/RDSI a nivel de servicio.</p> |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph TD SG[SG-FE] --- MGC[MGC-FE] TMG[TMG-FE] --- MGC </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una comunicación desde la RTPC a la NGN. 2) Comprobar en las entidades funcionales encargadas de la interacción con la RTPC (SG-FE, TMG-FE), están recibiendo la información desde la RTPC con el protocolo correcto. 3) Verificar en la MGC-FE, que las entidades funcionales (SG-FE, TMG-FE) están realizando correctamente la conversión de protocolos. 4) Al momento de procesar la información a la MGC-FE comprobar que se está utilizando el protocolo IP. |

| | |
|------------------------------------|---|
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>En la conversión de protocolos se debe garantizar señalización, en la medida en que las entidades funcionales encargadas de la transcodificación y dicha conversión (SG-FE, TMG-FE), realicen muy bien sus funciones y se puedan interconectar correctamente con la MGC-FE. También es importante verificar que se soporten la mayor cantidad de protocolos a convertir para no tener ningún problema al interconectarse con cualquier red que presente el servicio deseado.</p> <p>Se debe evaluar el aspecto técnico de codificación, para verificar que se cumplan con las funciones de conversión de protocolo y codificación correcta de la información, de acuerdo al tipo de servicio prestado.</p> <p>Seguridad: es importante que si se presentan errores en la transcodificación, hay que comprobar que se vuelva a realizar la conversión con la red visitada y obtener la información para el servicio requerido, además se debe garantizar el ocultamiento de la topología y la confidencialidad de la información. Para mayor énfasis en este aspecto técnico, se puede remitir a [46-48].</p> |
|------------------------------------|---|

Tabla 17. Prueba para comprobar la conversión de protocolos.

| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Re-encaminamiento de llamada |
| Propósito | Comprobar que para establecer una comunicación hacia una RTPC/RDSI, se realiza un re-encaminamiento de la llamada, de forma adecuada a través de la I-CSC-FE. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR I-CSC-FE --- BGC-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la información de comunicación en la I-CSC-FE es la correcta. 2) Comparar que la información que llega a la I-CSC-FE es coherente con la información de re-encaminamiento de llamada enviada a la BGC-FE. 3) Verificar que la BGC-FE recibe la información enviada desde la I-CSC-FE. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Para el re-encaminamiento de llamada, se verifica que el camino escogido por la I-CSC-FE sea el correcto, y analizar posibles reconfiguraciones de esta entidad funcional, además de garantizar un funcionamiento normal entre la BGC-FE y la I-CSC-FE evaluando el aspecto técnico de señalización.</p> <p>En el momento en que no se pueda encaminar una llamada hacia el destinatario final, ya sea porque la información suministrada por el I-CSC-FE no fue correcta o porque se perdieron datos al llegar al</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>BGC-FE, hay que volver a realizar el envío de los datos desde el inicio para así poder reencaminar la llamada requerida.</p> <p>El proceso completo para el re-encaminamiento de una llamada se muestra en [41].</p> |
|--|---|

Tabla 18. Prueba para verificar el re-encaminamiento de llamada.


| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Desenganche RTPC |
| Propósito | Comprobar que para realizar una comunicación hacia una RTPC/RDSI, la BGC-FE realiza un correcto desenganche en la RTPC adecuada. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR BGC-FE --- MGC-FE MGC-FE --- TMG-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Comprobar y analizar que la información recibida por la BGC-FE es correcta. 2) Comparar que la MGC-FE escogida por la BGC-FE es la adecuada para la interconexión con la RTPC. 3) Verificar que la información de desenganche brindada por la BGC-FE es coherente con la información inicial que llegó a la BGC-FE, para asegurar un correcto desenganche. 4) Asegurarse que la TMG-FE controlada por la MGC-FE es la adecuada para realizar el desenganche ordenado por la BGC-FE. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al realizar la verificación de desenganche RTPC, se analizan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: En la medida que se comprueba que la BGC-FE realiza el correcto desenganche, se verifica su correcto funcionamiento, e interconexión con las demás entidades funcionales.</p> <p>También hay que comprobar, si no se ha realizado el desenganche, que la información suministrada sea la correcta, y volver a enviar los datos para poder obtener la desconexión con la otra red.</p> <p>Este procedimiento hay que realizarlo tantas veces sea necesario hasta obtener el desenganche.</p> <p>QoS: garantizar que se realiza un correcto desenganche RTPC con los recursos adecuados para la prestación de servicios con QoS. Un análisis más detallado de este aspecto técnico se encuentra en [44,45]</p> <p>Ancho de Banda: garantizar la reservación de recursos adecuados para el correcto funcionamiento de la llamada, incluyendo la reservación de ancho de banda en el establecimiento y desenganche RTPC de la llamada.</p> |

Tabla 19. Prueba de desenganche RTPC.

| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Envío completo de solicitud |
| Propósito | Verificar que la solicitud para la interconexión con la RTPC enviada por la SG-FE, hasta la S-CSC-FE mediante la MGC-FE y la I-CSC-FE es correcta, y su respuesta es satisfactoria por parte del S-CSC-FE, hacia la RTPC. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph LR S-CSC_FE --- I-CSC-FE I-CSC-FE --- MGC-FE MGC-FE --- SG-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una llamada desde la RTPC a la NGN. 2) Comprobar que la señalización de control de llamada de RTPC/RDSI recibida desde la SG-FE ha sido procesada y enviada por el MGC-FE hasta el I-CSC-FE. 3) Verificar si la información recibida por el I-CSC-FE ha sido procesada y encaminada hacia una S-CSC-FE determinada. 4) Verificar si, después de recibida la petición del establecimiento de llamada, le S-CSC-FE envía la respuesta apropiada al SG-FE indicado, a través de la I-CSC-FE y la MGC-FE que lo controla. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>En el envío completo de una solicitud para la correcta interconexión con la RTPC/RDSI con la NGN, además de verificar que los diferentes elementos involucrados en esta prueba se desempeñen correctamente y cumplan sus funciones, se debe garantizar que el tráfico que atraviesa la red hasta llegar a la S-CSC-FE esté autorizado, y se identifiquen las solicitudes y parámetros de red a red, para que las capacidades solicitadas en la petición de control de sesión sean atendidas satisfactoriamente, brindando QoS garantizada para los usuarios, cumpliendo con los aspectos técnicos de señalización y QoS.</p> <p>Para obtener información de los requisitos básicos en la QoS, se puede remitir a [44, 45].</p> |

Tabla 20. Prueba de verificación de solicitud para interconexión con RTPC.

| | |
|----------------------------|---|
| Nombre de la prueba | Terminación de llamada |
| Propósito | Comprobar que la terminación de la llamada se realiza correctamente, liberando los recursos utilizados por la misma, a la hora de su terminación. |

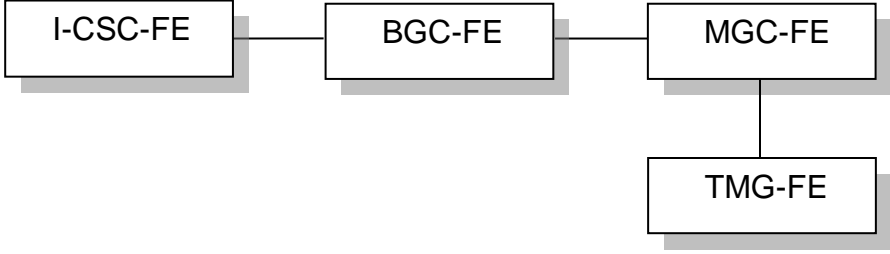
| | |
|---|---|
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR I-CSC-FE --- BGC-FE BGC-FE --- MGC-FE MGC-FE --- TMG-FE </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que está establecida una llamada entre la NGN y un terminal. 2) Verificar que la I-CSC-FE ha enviado a la BGC-FE la información de terminación de la llamada. 3) Verificar que la BGC-FE ha enviado la orden de desenganche de la red RTPC/RDSI a la TMG-FE a través de la MGC-FE. 4) Verificar que la TMG-FE envíe la confirmación afirmativa de desenganche de la RTPC, a la MGC-FE. 5) Verificar que la información q recibe la I-CSC-FE desde la BGC-FE se hace cumplir y libera los recursos utilizados por la llamada con la RTPC. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al comprobar que se realice correctamente la terminación de la llamada, se está evaluando el aspecto técnico de señalización, debido a que se verifica, que todas las entidades funcionales involucradas, interactúen correctamente, realicen sus respectivas funciones y se obtenga el resultado esperado. Además se analiza el aspecto técnico seguridad; en la medida en que se garantiza la terminación de la llamada, liberando los recursos utilizados, sin proporcionar información de la topología de la red y la confidencialidad de los datos de usuario.</p> <p>Es importante que la terminación de la llamada no ocurra mientras el terminal tenga establecida una llamada, pues quien decide finalizar con el servicio es el usuario y no la red. De igual manera, si la llamada no ha sido terminada correctamente, hay que reenviar la información al I-CSC-FE para establecer su finalización y liberar los recursos utilizados por este servicio. Para obtener mayor información de los procesos manejados al terminar la llamada se puede consultar el documento [41].</p> |

Tabla 21. Prueba de verificación de terminación de llamada.


3.3.4 Esquema de pruebas extremo a extremo de interconexión a nivel de servicio para redes RTPC

En este tipo de pruebas se evaluarán aspectos técnicos y entidades funcionales involucradas en la interconexión extremo a extremo desde la UNI de la NGN hasta la interacción con la RTPC específica; entre ellas pruebas que incluyen entidades funcionales dedicadas a las tareas para los usuarios finales.

| Pruebas básicas extremo a extremo | Entidades Funcionales | Aspecto técnicos evaluados |
|--|---|--|
| Registro de usuario | P-CSC-FE, I-CSC-FE, S-CSC-FE. | Señalización, Seguridad |
| Verificación del trayecto completo de comunicación RTPC-NGN. | P-CSC-FE, I-CSC-FE, S-CSC-FE, BGC-FE, MGC-FE, TMG-FE. | Señalización, Seguridad, QoS, Ancho de Banda, Codificación, Seguridad. |

Tabla 22. Pruebas básicas de verificación extremo a extremo.

3.3.4.1 Descripción de las pruebas extremo a extremo de interconexión a nivel de servicio

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Registro de usuario |
| Propósito | Comprobar la viabilidad de asignar un S-CSC-FE a un usuario que realiza el registro SIP, para la interacción con la RTPC. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR A[Terminal-SIP] --- B[P-CSC-FE] B --- C[I-CSC-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una solicitud de registro a partir de un terminal SIP conectado a la NGN. 2) Comprobar si la solicitud de registro ha sido remitida por la P-CSC-FE a la I-CSC-FE. 3) Verificar que la solicitud de registro ha sido recibida por la I-CSC-FE desde la P-CSC-FE y remitida a la S-CSC-FE. 4) Comprobar si la I-CSC-FE ha asignado una S-CSC-FE a un usuario que realiza el registro SIP y ha enviado el nombre correspondiente de la S-CSC-FE a la P-CSC-FE. 5) Comprobar si, después de recibir la solicitud de registro a través del I-CSC-FE, el S-CSC-FE ha enviado un mensaje de respuesta con el fin de autenticar el usuario final. 6) Comprobar si, después de recibir la solicitud de un segundo registro con datos de autorización de la I-CSC-FE, el S-CSC-FE ha actualizado la información específica sobre el usuario final en el SUP-FE. |

| | |
|------------------------------------|---|
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al realizar el registro de un usuario SIP en la NGN, para la interacción con la RTPC, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Cuando se verifica la correcta interacción, de las entidades funcionales, es decir garantizar que la I-CSC-FE recibe la solicitud de registro desde la P-CSC-FE y la remita a la remitida a la S-CSC-FE.</p> <p>Seguridad: En la medida que se identifica si el tráfico del registro de usuario es no deseado o no autorizado, es decir se garantiza la integridad de la red, del ingreso de usuarios o información maliciosa.</p> |
|------------------------------------|---|

Tabla 23. Prueba de verificación de registro de usuario.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Verificación del trayecto completo de comunicación. |
| Propósito | <p>Comprobar todo el proceso de interconexión realizado desde el usuario SIP, el encaminamiento de la llamada por la NGN y el desenganche en la RTPC, cumpliendo con los requisitos necesarios para brindar QoS, separación de recursos, y demás factores que afectan o se ven involucrados en el proceso de interconexión.</p> |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph TD TerminalSIP[Terminal-SIP] --- P-CSC-FE[P-CSC-FE] P-CSC-FE --- I-CSC-FE[I-CSC-FE] I-CSC-FE --- S-CSC-FE[S-CSC-FE] I-CSC-FE --- BGC-FE[BGC-FE] BGC-FE --- MGC-FE[MGC-FE] MGC-FE --- TMG-FE[TMG-FE] TMG-FE --- RTPC[RTPC] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 12) Iniciar una solicitud de registro a partir de un terminal SIP conectado a la NGN. 13) Comprobar si la solicitud de registro ha sido remitida por la P-CSC-FE a la I-CSC-FE. 14) Comprobar si la I-CSC-FE ha asignado el S-CSC-FE correcta al usuario que realiza el registro SIP y ha enviado el nombre correspondiente de la S-CSC-FE a la P-CSC-FE. 15) Verificar que está establecida la llamada solicitada por el usuario SIP a la NGN, y que la información de comunicación en la I-CSC-FE es la correcta. 16) Comparar que la información que llego a la I-CSC-FE es coherente |

| | |
|---|---|
| | <p>con la información de reencaminamiento de llamada enviada a la BGC-FE y cumple con el ocultamiento de la topología de la red.</p> <p>17) Verificar que la BGC-FE recibe la información enviada desde la I-CSC-FE.</p> <p>18) Verificar que la BGC-FE ha enviado la orden de desenganche de la red RTPC/RDSI a la TMG-FE a través de la MGC-FE.</p> <p>19) Verificar que la TMG-FE envíe la confirmación afirmativa de desenganche de la RTPC, a la MGC-FE.</p> <p>20) Verificar que la información q recibe la I-CSC-FE desde la BGC-FE se hace cumplir y se establece la comunicación con la RTPC/RDSI.</p> |
| <p>Aspectos técnicos a evaluar</p> | <p>Señalización: Se verifica la correcta interacción entre las entidades funcionales, y el cumplimiento de sus funciones, especialmente la I-CSC-FE al enrutar y ocultar la topología de la red.</p> <p>QoS: Se presta un nivel de servicio determinado a los usuarios SIP registrados en la I-CSC-FE, para la interacción con la RTPC, es decir que se realiza una asignación de recursos acorde con la petición del usuario, y así garantizarle un alto grado de QoS. Mayor información acerca de este aspecto técnico se puede encontrar en [44, 45].</p> <p>Codificación: para la correcta prestación del servicio a los usuarios, se debe garantizar una codificación adecuada, de acuerdo a servicio que ofrecido. Información más detallada acerca de la codificación en el trayecto completo de comunicación se encuentra en [44].</p> <p>Ancho de banda: De acuerdo a la solicitud presentada por el usuario, se realiza una asignación de recursos, o reservación de ancho de banda, para garantizar el correcto despliegue y funcionamiento de la llamada, y así garantizar una prestación del servicio satisfactoria.</p> <p>Tarificación y contabilidad: se debe garantizar una correcta facturación de los servicios prestados a los usuarios, soportando la generación de CDRs. Un análisis y descripción más detallada de este aspecto técnico se encuentra en [49- 51].</p> <p>Seguridad: Se garantiza la seguridad de la red, verificando si se realiza correctamente en ocultamiento de datos de configuración y topología de la red en el I-CSC-FE, para la interacción con otros dominios, y así garantizar en buena medida la seguridad de los equipos y entidades funcionales importantes para una red. Información más detallada acerca de la seguridad en el trayecto completo de comunicación se encuentra en [46-48].</p> <p>De igual forma se debe garantizar un desenganche y re-encaminamiento de llamada correcto, coherente con la información recibida en la I-CSC-FE y la BGC-FE.</p> |

Tabla 24. Prueba de verificación del trayecto completo de comunicación RTPC-NGN.

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE INTERCONEXIÓN Y APLICACIÓN DEL ESQUEMA GENERAL DE PRUEBAS A NIVEL DE SERVICIO EN DIFERENTES ESCENARIOS NGN

Este capítulo presenta una breve descripción de los escenarios de interconexión presentados por los diferentes organismos de regulación (TISPAN, 3GPP, GSMA), de los cuales se escogen dos escenarios para ser analizados, aplicándoles el esquema general de pruebas, realizando un mapeo de entidades funcionales, identificando las funcionalidades de cada una, haciendo un paralelo entre las entidades funcionales NGN descritas anteriormente y las entidades funcionales de los escenarios, con el fin de aplicarles el plan de pruebas presentado en el anterior capítulo, y así garantizar que son adaptables a los diferentes escenarios existentes. Además se presenta una descripción de los protocolos utilizados en cada una de las conexiones entre entidades funcionales, al igual que las interfaces utilizadas en cada una de las conexiones necesarias para la aplicación del esquema.

4.1 Descripción de los diferentes modelos de interconexión

TISPAN, 3GPP y GSMA han propuesto algunos escenarios de interconexión, donde cada uno utiliza diferentes términos para definir sus modelos, basándose en las diversas características de interconexión; GSMA precisa requerimientos de alto nivel para la interconexión entre proveedores, 3GPP analiza la interconexión de servicios IP y propone una definición común de IMS, y TISPAN ha especificado en particular los nodos de frontera NGN para escenarios de interconexión IP y para un IPX (IP - Packet eXchange) [80].

4.1.1 Modelo de interconexión TISPAN

Para el modelo de interconexión de TISPAN, se incluyen los estándar definidos en un principio por 3GPP y añaden mecanismos de autenticación para proporcionar a los usuarios de banda ancha, movilidad, calidad de servicio, etc. TISPAN aborda muchos de los requisitos específicos de las redes fijas. Es por eso que define dos modos de interconexión a tener en cuenta, los cuales a su vez se pueden interconectar de forma directa o indirecta soportados en [81]:

- Interconexión Orientada a la Conectividad – Colx (Connectivity-oriented interconnection)
- Interconexión Orientada al Servicio – Solx (Service-oriented interconnection)

Este proyecto se enfoca en el modelo Solx, debido a que involucra las funcionalidades, interfaces y protocolos del nivel de servicios.

4.1.1.1. Interconexión orientada a servicios (Solx)

La interconexión Solx entre dominios, permite brindar servicios con niveles de interoperabilidad definidos, a los proveedores que facilitan tanto la capacidad de

transporte como los que proporcionan los servicios, ofreciendo información acerca del control y la señalización entre las funciones de servicio en NGN.

Esta interconexión presenta intercambio de información entre los dominios a nivel de servicio y a nivel de transporte; la información de señalización relacionada con servicios que está interconectada entre las funciones de control de servicios con otras redes; además, permite la identificación del servicio requerido por el usuario final para el manejo de las sesiones. Y por otro lado se encuentra la información de transporte que está interconectada entre las funciones de procesamiento de transporte con otras redes, proporcionando el tránsito del flujo de paquetes IP en el tráfico de medios entre dominios que contienen la información necesaria para establecer el servicio requerido.

Una interconexión es Solx, si está presente el intercambio de la información de señalización relacionada con servicios sin importar si la información de transporte está ausente [81].

La figura 8 muestra la arquitectura de interconexión orientada a servicios y las funciones involucradas entre dominios.

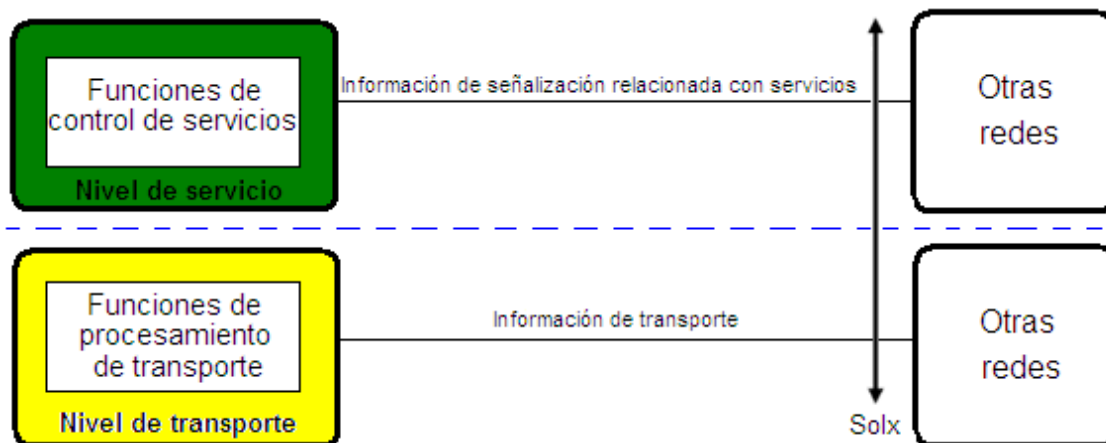


Figura 8. Arquitectura de interconexión Solx orientada a servicios. Basada en [81].

Existen dos modos de interconexión de redes NGN Solx:

- **Directa:** En este modo se encuentra por lo menos un punto de interconexión entre dos dominios de la red y no presenta ninguna red de tránsito que sea intermediaria entre las redes.

A continuación en la figura 9, se puede observar la interconexión directa de dos redes a través de Solx, permitiendo la implementación de un simple diseño posibilitando el intercambio de información, tanto en el nivel de servicios como en el nivel de transporte, dando paso a una señalización óptima entre las redes.

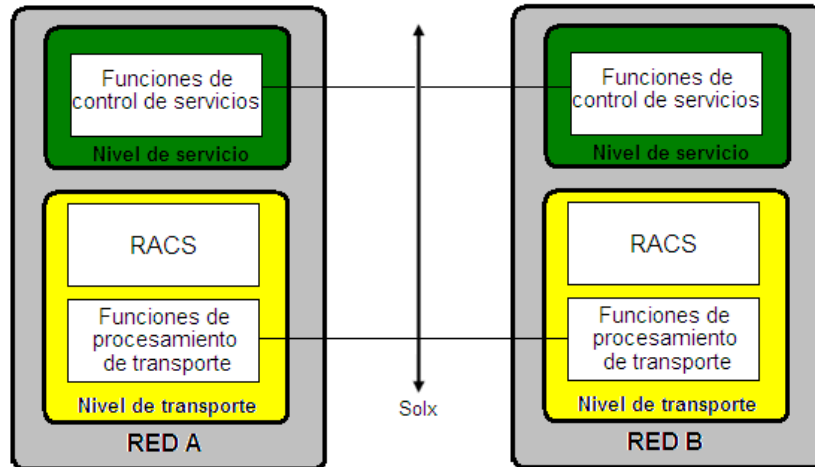


Figura 9. Interconexión Solx directa. Basada en [81].

- **Indirecta:** En este modo de interconexión se utilizan una o varias redes de tránsito como dominios intermediarios para la conectividad entre dos operadores. Dichas redes pueden intercambiar información en el nivel de servicios o en el nivel de transporte.

Para una interconexión indirecta entre dos NGN se utiliza el diseño de la figura 10, donde cada una de las redes utiliza una interconexión Solx con un dominio intermedio brindando servicios de tránsito.

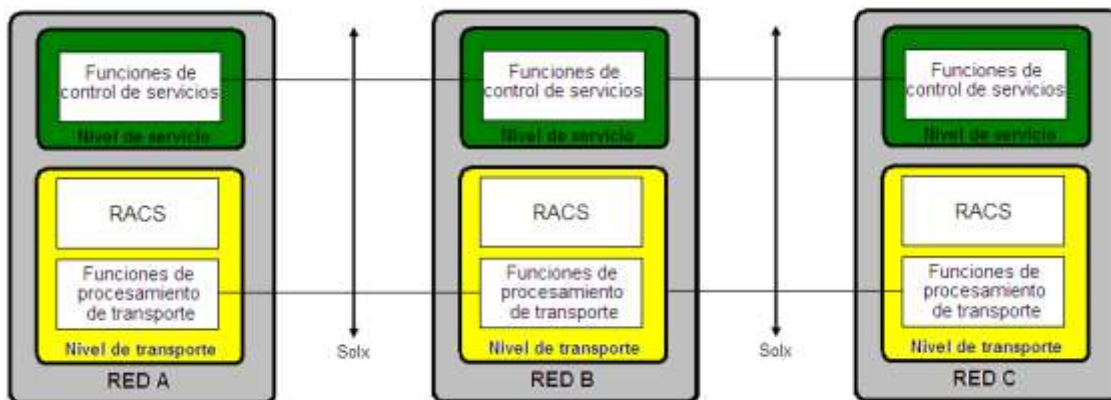


Figura 10. Interconexión Solx indirecta. Basada en [81].

El caso de una interconexión indirecta con nivel de servicio de intermediario se presenta en la figura 11, donde el dominio intermedio interviene en la capa de servicio únicamente.

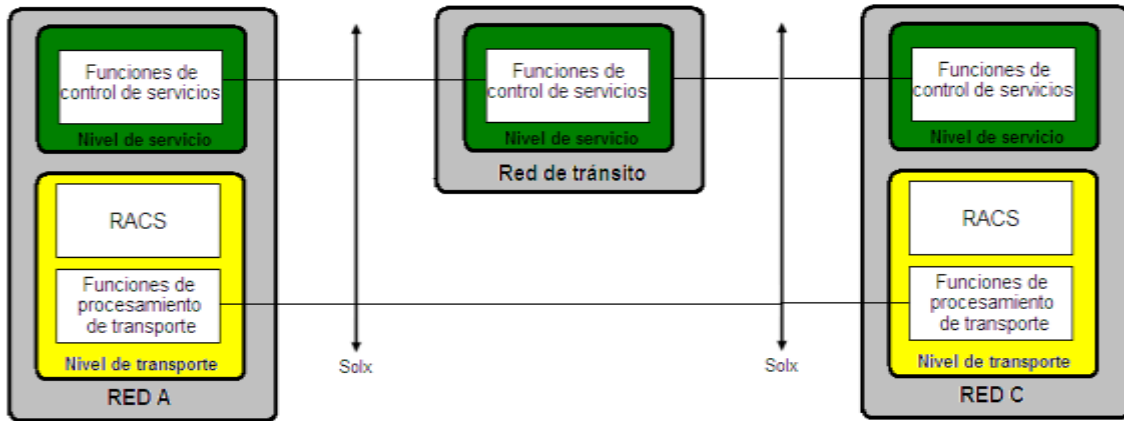


Figura 11. Interconexión indirecta con nivel de servicio de intermediario. Basada en [81].

A continuación se muestra una interconexión Solx sin dominio intermedio entre dos redes, y cada una de ellas tiene una interconexión Colx con un dominio intermedio.

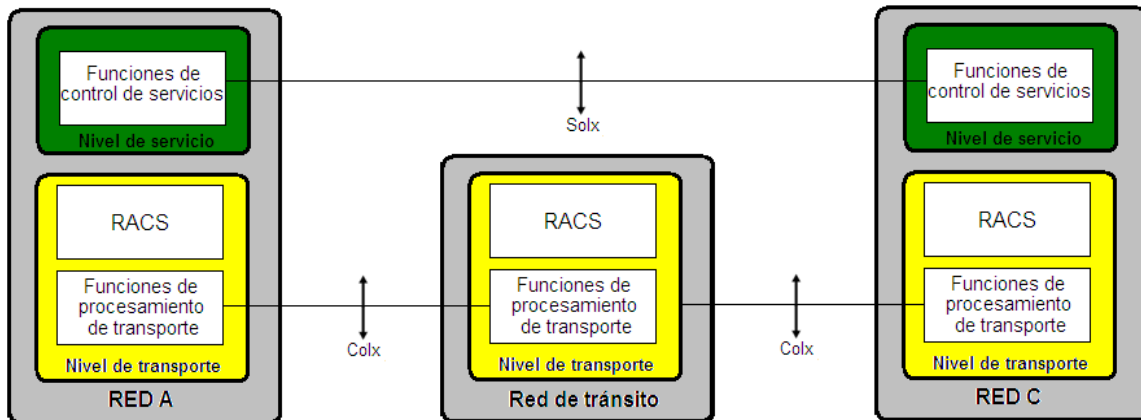


Figura 12. Interconexión indirecta con intermediario en el nivel de transporte. Basada en [81].

Después de analizar los diferentes modos de interconexión Solx, se identificarán las interfaces presentes a nivel de servicio, necesarias para la interconexión entre redes.

4.1.1.2. Interfaces y puntos de interconexión

- **Interfaces de interconexión Solx**

La interfaz de interconexión se puede definir como el límite que comunica dos entidades funcionales, el cual se caracteriza por facilitar la interoperabilidad gracias a que permite el entendimiento de las operaciones entre los operadores interconectados. Se identifica por diversas características pertenecientes a las funciones, interconexiones físicas, intercambios de señal, entre otras características [33].

Se han establecido unos acuerdos de interconexión según la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones), donde se incluye la descripción de las interfaces ofrecidas en cada punto de interconexión, además de las referencias a organismos de estandarización como ETSI, ITU, ANSI y otros [82].

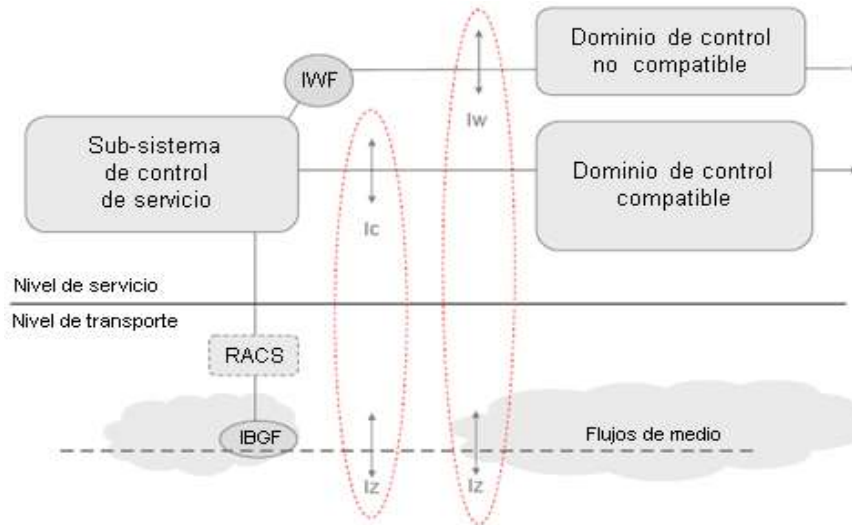


Figura 13. Modelo de referencia de interfaces de interconexión. Basada en [81].

A nivel de servicio en la figura 13 se destacan las interfaces de interconexión I_c e I_w , la primera se define para la interconexión entre dominios con sub-sistemas de control de servicio similar o compatible. Y la I_w está definida para redes que tienen sub-sistemas de control no compatibles entre los dominios que se interconectan [83].

- **I_c** (plano de servicios): Permite la comunicación entre IBC-FEs/IBCFs para reenviar los mensajes de señalización SIP entre las redes core del IMS o del subsistema de emulación de servicios RTPC/RDSI. Esta interfaz puede transportarse sobre IP dentro de una o varias VLANs individuales, reservadas para la señalización. Cada VLAN contiene mensajes asociados a una o más sesiones [81].
- **I_w** (plano de servicios): Ubicado entre el IWF y otras redes que poseen subsistemas de control no compatibles, para permitir la comunicación entre ellas. Esta interfaz no está basada en el protocolo SIP pero de igual manera es vital para la señalización de los paquetes transportados. Permite el envío de mensajes para establecer sesiones con la red visitada [83].

- **Puntos de interconexión**

En los puntos de interconexión es indispensable que los proveedores de servicio identifiquen y especifiquen las pasarelas e interfaces con sus funcionalidades lógicas y físicas, que permitan garantizar los requerimientos de disponibilidad, seguridad y sean confiables.

Hay que resaltar que los puntos de interconexión son muy importantes ya que permiten la interconexión de redes en cualquier lugar factible de la red. A continuación se muestra en la figura 14 el modelo genérico de interconexión, donde se identifican claramente los diferentes puntos de interconexión que existen en una red NGN [84].

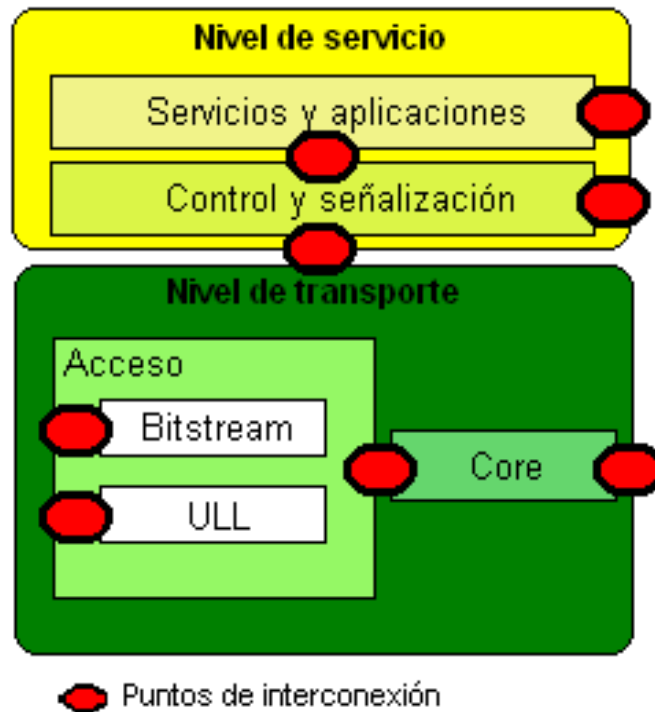


Figura 14. Modelo genérico de interconexión. Basada en [81].

4.1.2 Modelo de interconexión 3GPP release 8

Para el modelo de interconexión del 3GPP en el release 8 debido a que el 3GPP se centra en proponer una definición común de IMS; se considera diferentes casos de interconexión. Los casos considerados son:

- Interconexión/roaming entre IMS y CS empleando la función IBCF.
- Interconexión IMS con redes IP.
- Interconexión IMS sin usar IBCF.
- Interconexión entre IMS y una red CS.
- Interconexión entre redes CS.

4.1.3 Modelo de interconexión definido en GSMA

El GSMA se centra en el estudio de la interconexión directa e indirecta; dos paradigmas principales para la interconexión entre operadores NGN:

- La interconexión directa, realiza un planteamiento para la conectividad IP a través de líneas dedicadas o VPNs a través de Internet.
- La interconexión indirecta describe una arquitectura conocida como IPX.

El Anexo B adjunto a la monografía contiene la información completa referente a los modelos de interconexión presentados por estos organismos, incluyendo tablas de interfaces, protocolos y comparaciones entre los diferentes modos de interconexión.

A continuación se realiza un análisis de dos de los escenarios presentados anteriormente, sobre los cuales se implementó el esquema general de pruebas, para verificar su aplicabilidad a los diferentes escenarios NGN.

4.2 Análisis y mapeo de las entidades funcionales NGN – IMS

4.2.1 Generalidades

IMS está compuesto por un conjunto de entidades funcionales de red que permiten soportar los servicios basados en SIP [85-87]. Además el componente de servicios multimedia IP, permite la prestación en terminales NGN de servicios multimedia basados en SIP, y servicios de emulación RTPC/RDSI, por lo tanto, debe soportar el interfuncionamiento y la interoperabilidad con las redes tradicionales y con otras redes.

IMS soporta servicios para el usuario como: registro, autenticación y otros aspectos relativos a la seguridad. Además en el IMS se definen varios puntos de referencia de red para poder prestar servicios suministrados por el operador.

A continuación se describe cómo se puede emplear el Subsistema Multimedia IP, en el contexto de las NGN, conforme a los principios descritos en [5, 6, 13], se identifican las entidades funcionales involucradas para la interconexión NNI del IMS con redes IP y se describen las interfaces y protocolos utilizados en cada una de las interconexiones. Asimismo se aplica el esquema general de pruebas de las NGN con sus respectivas pruebas básicas al IMS, y así garantizar una correcta interconexión y funcionamiento con otras redes.

4.2.2 Comparación de las entidades funcionales

La arquitectura IMS y sus entidades funcionales, se ven identificadas en el siguiente gráfico, donde cada entidad está relacionada con sus respectivas interfaces, y protocolos utilizados para su interconexión. Seguidamente se realiza una comparación entre las entidades IMS y las entidades funcionales NGN, realizando un mapeo entre ellas y comprobando similitudes, en base a información proporcionada por los diferentes

organismos de regulación que se encargan de su estudio, detallando sus características en sus respectivas recomendaciones y especificaciones técnicas [88-95].

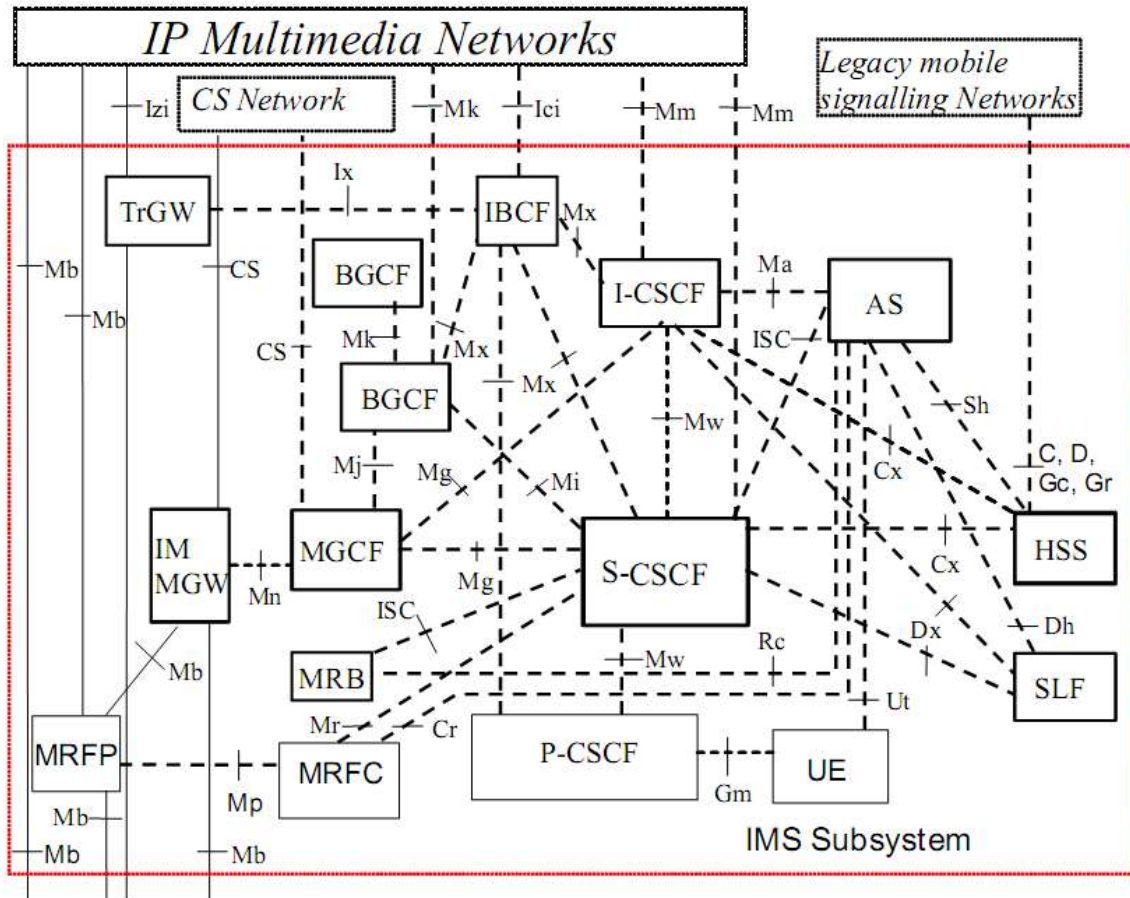


Figura 15. Arquitectura IP Multimedia CN Subsystem. Basada en [84].

4.2.2.1 Función de control de sesión de llamada (CSCF)

La función de control de sesión de llamada (CSCF, Call Session Control Function) establece, supervisa, soporta y entrega sesiones multimedia, y gestiona las interacciones de servicio del usuario.

La CSCF puede actuar como (P-CSCF: Proxy Call Session Control Function), (S-CSCF: Serving Call Session Control Function) o (I-CSCF: Interrogating Call Session Control Function). Donde cada una tiene sus funcionalidades específicas similares a las entidades funcionales de las NGN, (P-CSC-FE, S-CSC-FE, I-CSC-FE,) respectivamente [87].

- **P-CSCF:** Es el primer punto de contacto para el usuario final dentro del IMS, se comporta como un proxy, es decir, que acepta las solicitudes y servicios internamente o las reenvía para los usuarios, al igual que la P-CSC-FE en la NGN [89]. Además la P-CSCF tiene la capacidad de:

- Reenviar la solicitud registro SIP recibido del usuario final a un punto de entrada determinado.
 - Reenviar los mensajes SIP recibidos del usuario final con el servidor SIP, cuyo nombre de categoría P-CSCF ha recibido como consecuencia del registro.
 - Remitir la solicitud SIP o respuesta al usuario final, entre otras.
- **I-CSCF:** Es el punto de contacto dentro de la red de un operador para todas las conexiones con destino a un usuario de ese operador de red o un usuario de otra red. Al igual que la I-CSC-FE en la NGN [89]. Las funciones realizadas por la I-CSCF son:
 - Registro: cuando el I-CSCF realiza la asignación de un S-CSCF a un usuario que se está registrando.
 - Enrutamiento de solicitudes SIP recibidas de otra red hacia la S-CSCF y/o enrutamiento de tránsito según la configuración local del mismo.
 - Traducir la dirección E.164 contenida en todas las solicitudes URI
 - Obtención de la Dirección de FQDN de la S-CSCF.
 - **S-CSCF:** Realiza el apoyo de los servicios manteniendo un estado de sesión y lleva a cabo los servicios de control de sesión para el usuario final. Tanto las S-CSC-FE en la NGN como las S-CSCF en IMS diferentes pueden tener diferentes funcionalidades [89]. Algunas funciones relevantes, desempeñadas por el S-CSCF durante una sesión son:
 - Registro: acepta las solicitudes de registro y hace que esa información esté disponible a través del servidor de localización (HSS). según se define en [41].
 - Se puede comportar como un servidor proxy, debido a que acepta las solicitudes y servicios internamente o las reenvía.
 - Ayuda al usuario, para manejar la interacción con las plataformas de servicios.
 - Reenvía solicitudes SIP o respuestas a una BGCF de enrutamiento de llamadas a la PSTN o dominio CS.

Tanto las funcionalidades de IMS (P-CSCF, S-CSCF, I-CSCF), como las entidades funcionales NGN (P-CSC-FE, S-CSC-FE, I-CSC-FE) cumplen con funciones similares, a la hora de realizar la interconexión a nivel de servicio entre redes, por lo que se puede hacer una correspondencia entre ellas, para la aplicación del esquema general de pruebas planteado en este proyecto al escenario IMS [87].

4.2.2.2 Función de control de pasarela de medios (MGCF)

Esta función al igual que la MGC-FE tiene la capacidad de controlar una TMG-FE/TMG-F. Dicho control incluye la atribución y desatribución de recursos de la pasarela de medios, así como la modificación de la utilización de aquellos recursos.

La MGCF se comunica con la CSCF, la BGCF y las redes con conmutación de circuitos. Así mismo, efectúa la conversión de protocolo y soporta el interfuncionamiento entre SIP y SS7. Además de establecer el próximo salto en el encaminamiento IP [88]. Un nodo que implemente esta entidad funcional en una NGN y uno que lo haga en una red 3GPP pueden diferir en lo que respecta a los recursos y configuración soportados.

4.2.2.3 Controlador de función de recursos multimedia (MRFC)

El controlador de función de recursos multimedia en la red 3GPP, proporciona al igual que la MRC-FE en la NGN, un conjunto de recursos de red troncal, los puentes de conferencia multidifusión, la ejecución de anuncios y la transcodificación de medios, con miras a soportar los servicios [87].

Aunque se prevé que estas entidades funcionales sean idénticas, puede ocurrir que un nodo que implemente esta entidad funcional en una NGN y uno que lo haga en una red 3GPP difieran en materia de los recursos y la configuración soportados.

4.2.2.4 Función de control de desenganche de pasarela (BGCF)

La BGCF escoge en cuál red se ha de presentar el desenganche RTPC y, dentro de ella, selecciona la MGCF. Además de permitir una funcionalidad extra que sirva para encaminar el tráfico en tránsito, al igual que una BGC-FE en la NGN. Aunque un nodo que implemente esta entidad funcional en una NGN y uno que lo haga en una red 3GPP pueden diferir en lo que respecta a la configuración (por ejemplo, el criterio de desenganche) [87].

4.2.2.5 Función de control de fronteras de Interconexión (IBCF)

Un IBCF proporciona funciones de aplicación específica en la capa del protocolo SIP/SDP para realizar la interconexión entre dos dominios operador. Además permite la comunicación entre aplicaciones SIP IPv6 e IPv4, ocultamiento de topología de red, y control de funciones en el plano de transporte [87].

El IBCF actúa como un punto de entrada para la IM CN en lugar del I-CSCF, es decir que el IBCF y el I-CSCF pueden estar ubicados en un mismo nodo físico.

4.2.2.6 Entidad funcional de interfuncionamiento de señalización de red (NSIW-FE)

Esta entidad funcional presente en la arquitectura NGN propuesta por la UIT en [13], no aparece explícita dentro de la arquitectura IMS, pero sus funcionalidades las desempeñan en gran medida otras entidades funcionales, como la TrGW y la misma IBCF, entre otras, las cuales brindan interfuncionamiento de señalización en el lado troncal, para diversos

tipos y perfiles de señalización de aplicación, entre otras funciones de interfuncionamiento NNI.

En general se puede hacer una correspondencia de las entidades funcionales anteriormente mencionadas, haciendo un paralelo entre las mismas, mapeando sus funcionalidades, para la aplicación del esquema general de pruebas, aunque los nodos que implementen las entidades funcionales, en una NGN y uno que lo haga en una red 3GPP pueden diferir en varios aspectos de configuración, recursos, y algunas funciones que prestan a las respectivas redes. La información acerca de las funcionalidades de estos nodos se puede revisar las recomendaciones y especificaciones técnicas [85, 87, 88, 89], [97-99].

| Entidades funcionales 3GPP | Entidades funcionales NGN |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| S-CSCF | S-CSC-FE |
| P-CSCF | P-CSC-FE |
| I-CSCF | I-CSC-FE |
| MGCF | MGC-FE |
| MRFC | MRC-FE |
| BGCF | BGC-FE |
| IBCF | IBC-FE |

Tabla 25. Correspondencia entre entidades funcionales IMS 3GPP y entidades funcionales NGN.

Cada una de las entidades funcionales descritas anteriormente, necesita interconectarse con las demás, como se muestra en la figura 15. Para poder cumplir con sus funcionalidades, y compatibilizar con las demás, a la hora de la transmisión de información. En cada una de estas entidades se manejan diferentes protocolos e interfaces, de acuerdo a su funcionalidad y ubicación en el escenario para garantizar su correcto funcionamiento. Por tanto se debe realizar un análisis más detallado de las interfaces y protocolos utilizados en ellas, y de esta manera entender un poco más su funcionamiento e importancia dentro del escenario de interconexión. Para lo cual se puede soportar con información de las recomendaciones y especificaciones técnicas [85, 87, 89, 93], [95-102].


4.2.3 Esquema de pruebas locales de interconexión a nivel de servicio con otras redes NGN y redes multimedia IP

| Pruebas básicas NNI | Entidades Funcionales | Aspectos técnicos a evaluar | Protocolos |
|---|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Conectividad | IBCF, NSIW-FE. | Señalización, Codificación, Seguridad | SIP |
| Interfuncionamiento con redes basadas en paquetes | IBCF, IBG-FE. | Señalización, QoS. | SIP |

| | | | |
|---|-------------------------|---|----------------------|
| Asignación de recursos | S-CSCF, MRFC, MRFP. | Señalización, Ancho de Banda, Codificación. | SIP |
| Ocultamiento de red | IBCF. | Seguridad, Señalización | SIP |
| Verificación de registro | S-CSCF, P-CSCF, I-CSCF. | Señalización, Seguridad. | SIP |
| Transcodificación Proactiva mediante MRFC | IMS, MRFC, MRFP. | Señalización, Codificación, Seguridad. | SIP |
| Transcodificación Proactiva mediante TrGw | S-CSCF, IBCF, TrGw. | Señalización, Codificación, Seguridad. | SIP, H.248 |
| Control de sesión | P-CSCF, IBCF, Otra NGN. | QoS, Ancho de banda. | SIP, H.323, Diameter |

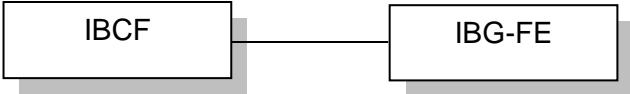
Tabla 26. Listado de pruebas básicas de interconexión a nivel de servicio entre NGN-NGN/otras redes multimedia IP.

4.2.4 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Señalización |
| Propósito | Brindar a la red el manejo de información e instrucciones necesarias para el establecimiento de comunicación con otra red IMS, proporcionando datos básicos para identificar otras redes. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBCF[IBCF] --- TrGw[TrGw] TrGw --- IMS[IMS Network] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar interconexión con otra red IMS. 2) Enviar petición inicial de establecimiento de sesión del IBCF al TrGw, para la señalización con la otra red IMS. 3) Verificar si el TrGw ha realizado el proceso de transcodificación, del protocolo de señalización de la red entrante a uno utilizado por el IBCF y ha sido enviada la petición inicial de establecimiento de sesión. 4) Verificar si el IBCF ha recibido la solicitud entrante y ha respondido con la respuesta apropiada a través del TrGw a la otra red IMS. 5) En caso de una respuesta óptima, brinda datos necesarios para identificar la red que se interconecte, enrutando debidamente los servicios a lo largo de la trayectoria. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con la señalización con otras redes NGN por parte del IBCF, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Comprobar que el establecimiento de sesión se mantenga durante el establecimiento de la comunicación con la otra red</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>IMS a través de la TrGw, para que los servicios requeridos sean encaminados de manera correcta. De igual manera hay que verificar que el flujo en el transporte de datos sea continuo e ininterrumpido porque se pretende brindar servicios en tiempo real sin que se pierda información. Por último se requiere que la señalización de los paquetes no presente problemas en su numeración, para que el flujo sea efectivo, rápido y la información llegue en orden.</p> <p>Seguridad: Se verifica que los datos obtenidos de la red a visitar sean los necesarios y correctos, para poder realizar la señalización respectiva de la interconexión entre las dos redes sin problemas de comunicación.</p> <p>Comprobar que en el momento de pérdida de uno de los paquetes de datos, se pueda reenviar la información de manera que el servicio siga funcionando correctamente. Para garantizar las pruebas necesarias de seguridad se puede remitir a [46-48].</p> <p>Codificación: Verificar que al realizar la interacción con otra red, se realice la correcta codificación del servicio, para una mejor comprensión acerca de este aspecto técnico se puede consultar [44].</p> |
|--|--|

Tabla 27. Prueba de señalización entre redes.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Interfuncionamiento con redes basadas en paquetes |
| Propósito | Interconectar una red de transporte troncal de operador que soporte servicios basados en paquetes. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBCF[IBCF] --- IBGFE[IBG-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar el control de la IBG-FE por parte de IBCF a efectos de interfuncionamiento con otras redes basadas en paquetes. 2) IBG-FE realiza la interconexión con la otra red, permitiendo la apertura y cierre de puertos, con el fin de controlar los paquetes en tránsito, a nivel de transporte. 3) Verificar que el IBG-FE reenvía la información de interfuncionamiento con la otra red al IBCF. 4) Comprobar que la conexión se realizó correctamente, y que la información enviada por el IBG-FE es correcta. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se realiza el interfuncionamiento con otras redes, por medio de la IBG-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Señalización: Verificar que en el proceso que permite el intercambio de instrucciones necesarias para interconectar las redes, no se pierde la conexión, para evitar la pérdida de los paquetes transmitidos. Más</p> |


| | |
|--|---|
| | <p>información en el documento [44]. De igual manera, comprobar que la interacción entre las redes esté activa durante la sesión, hasta que la red local desee finalizarla y no se requiera más colaboración de la red visitada.</p> <p>QoS: Se deben cumplir las políticas establecidas por la red visitada, para evitar el cierre en los puertos, impidiendo el paso del transporte de paquetes y perdiendo la conexión. En caso de no cumplir con una de las políticas de QoS establecidas por la otra red, verificar cual es la falla para no establecer la interconexión y asegurarse de obtener dicho requerimiento para futuras peticiones de interacción.</p> |
|--|---|

Tabla 28. Prueba para verificar interfuncionamiento con otra red.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Asignación de recursos |
| Propósito | Distribuir los recursos necesarios a cada servicio requerido tales como ficheros, contenidos, direccionamiento IP, para su correcto funcionamiento en el intercambio de paquetes de datos. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph LR S-CSCF --- MRFC MRFC --- MRFP </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) El S-CSCF permite el registro para el servicio requerido, interactuando con el MRFC para la distribución y utilización de los recursos necesarios. 2) El MRFC reenvía la petición de asignación de recursos al MRFP que son indispensables para la prestación de servicios. 3) Verificar que los recursos de procesamiento de medios son asignados por el MRFP a la red solicitante. 4) Comprobar que la respuesta enviada desde el MRFP al MRFC es satisfactoria si se solicitan varios servicios al tiempo. 5) Verificar en el S-CSCF que los recursos otorgados, de acuerdo a los aspectos técnicos iniciales, son iguales a la petición enviada inicialmente como petición. 6) En el momento en el que el servicio finalice, los recursos asignados se destinan a otro servicio en curso, o simplemente se reservan para futuras peticiones. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al realizar la asignación de recursos para los servicios por medio del MRC-FE, se evalúan los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Codificación: Verificar que al realizar la asignación de recursos, se realiza la codificación correcta de los servicios a través de la MRFC. Mayor información se encuentra en [44].</p> <p>Ancho de Banda: garantizar que se realiza la correcta separación de ancho de banda y de los demás recursos para el correcto</p> |


| | |
|--|--|
| | <p>interfuncionamiento y prestación del servicio.</p> <p>Señalización: Se verifica que todos los servicios establecidos entre las redes tengan los recursos necesarios para ser ejecutados y no perder el establecimiento de sesión con la red interconectada. De igual manera hay que comprobar si se finaliza la sesión con la red visitada, restablecer una reconexión rápida de tal manera que los recursos asignados no se pierdan ni se utilicen en el envío de otros servicios [44]</p> |
|--|--|

Tabla 29. Prueba para comprobar la asignación de recursos en la red.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Ocultamiento de red |
| Propósito | Comprobar la viabilidad para ocultar la topología de red entre varios dominios a través del IBCF. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBCF[IBCF] --- IMS[IMS Network] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar interconexión con otra red IMS. 2) Traslado adecuado de dirección IP y puertos a otra red IMS a través de IBCF para proteger la identidad. 3) El IBCF debe aplicar el ocultamiento de topología a todas las cabeceras que lleven información de la topología de la red. 4) Verificar las cabeceras, para la protección de la red a través del IBCF, que permite ocultar la dirección y nombres de red para el lado de acceso y lado troncal. 5) Activación de protección firewall, aumentando el nivel de seguridad en la interconexión. 6) Comprobar si, después de activada la protección a través del IBCF, los datos de la red siguen ocultos ante la interconexión de otras redes. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con el ocultamiento de la topología por parte del IBCF, se están evaluando los siguientes aspectos técnicos:</p> <p>Seguridad: Verifica el ocultamiento de la topología de la red y los datos de configuración por parte de la IBCF, asegurando la protección en las sesiones que atraviesan dominios de diferentes operadores. También hay que comprobar, que en el momento de establecimiento de interconexión, no se permita la recepción de paquetes con información maliciosa para evitar futuros fallos. Para obtener información más detallada se puede remitir a [46-48].</p> <p>Señalización: Comprobando la correcta interacción y desarrollo de las funciones específicas de cada una de las entidades funcionales establecidas para esta prueba. Verificar que al momento de establecer interconexión con la red requerida, no se permita el acceso a información de la red local ni a datos que estén contenidos en ella. Esta relación entre las entidades funcionales está en estudio, pero se puede aplicar a los escenarios de interconexión dependiendo de las</p> |

| | |
|--|---|
| | necesidades de los operadores, y se puede esperar un próximo análisis de los organismos de regulación, para establecerla como una prueba básica de interconexión. |
|--|---|

Tabla 30. Prueba para verificar el ocultamiento de topología.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Verificación de registro |
| Propósito | Comprobar la viabilidad para realizar las solicitudes de los usuarios o terminales y procesar el registro, así como la asignación de un S-CSCF a un usuario que realiza el registro SIP en el subsistema multimedia IP. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR P-CSCF --- I-CSCF I-CSCF --- S-CSCF </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una solicitud de registro a partir del usuario final. 2) Comprobar si una solicitud de registro ha sido recibida por la I-CSCF desde la P-CSCF y remitida a la S-CSCF. 3) Comprobar si la I-CSCF ha asignado una S-CSCF a un usuario que realiza el registro SIP y ha enviado el nombre correspondiente de la S-CSCF a la P-CSCF. 4) Comprobar si, después de aceptar la solicitud de registro a través del I-CSCF, el S-CSCF hace que esa información esté disponible a través del servidor de localización (HSS). 5) Comprobar si, el S-CSCF devolverá el conjunto GRUU asignado a cada Instancia ID registradas actualmente, solo si una solicitud de registro indica compatibilidad con GRUU. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumpla con el registro de las terminales por parte de de la P-CSCF, se evalúan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Señalización: Comprueba que se efectúe el registro desde el P-CSCF de manera óptima para poder interactuar con la red visitada, de tal manera que se puedan realizar solicitudes para los servicios deseados. Para información detallada revisar el documento [44].</p> <p>Al obtener la conexión con la red visitada, no es necesario volver a realizar la petición de registro si se va a seguir solicitando diversos servicios que provee dicha red, hasta que finalice la sesión. En caso de terminar el envío de los servicios adquiridos, hay que verificar que la sesión haya finalizado correctamente y se pueda establecer conexión con otras redes.</p> <p>Seguridad: Verifica que las solicitudes realizadas sean aceptadas de manera exitosa, comprobando la veracidad de los datos registrados para obtener acceso a los servicios. En caso que los datos enviados no sean recibidos por la red visitante, hay que verificar que la información errada pueda ser reenviada nuevamente para realizar el registro y</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>poder habilitar el transporte de datos para los servicios requeridos.</p> <p>Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de seguridad en el momento de realizar un registro correcto, se puede revisar [46-48].</p> |
|--|--|

Tabla 31. Prueba para verificación de registro de usuario.

| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Transcodificación Proactiva mediante MRFC |
| Propósito | Capacidad para poder realizar una codificación directa entre redes IMS, permitiendo el paso correcto de datos para los servicios requeridos en la interconexión, realizándola la transcodificación antes de que la solicitud de sesión haya sido enviada. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph LR IMS[IMS] --- MRFC[MRFC] MRFC --- MRFP[MRFP] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) La petición SIP es recibida por una entidad en el plano de control IMS responsable de la detección de la necesidad de invocación de transcodificación proactiva. 2) La MRFC controla la MRFP, para asignar los recursos de procesamientos de medios. 3) El MRFC acepta la solicitud de transcodificación y contacta un MRFP para asignar los recursos solicitados. 4) Verificar que el MRFP ha enviado al MRFC la dirección IP y el número de puerto asociado con cada códec solicitado. 5) Comprobar que el MRFC devuelva la información de transcodificación a la función de invocación. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumple la transcodificación directa entre redes por parte del MRFC, se evalúan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Señalización: Tras obtener la ruta para el control de sesión, es necesario verificar que la solicitud de transcodificación este activa hasta el momento en que deje de haber interconexión de las redes. Cuando se ha aprobado la solicitud, la red visitante debe verificar la codificación presente de la otra red, y asegurarse que el envío de datos sea correcto y no presente fallas en el momento de descomprimir los datos en el terminal destinado ni se pierdan paquetes en su transporte.</p> <p>Codificación: Comprobar que la codificación sea la requerida para introducir los nuevos datos a la red interconectada, sin que hayan perdidas que afecten la calidad de la información y se garantice la correcta prestación de los servicios. Para obtener más información acerca cómo establecer aspectos técnicos de codificación, consultar [44].</p> |

| | |
|--|--|
| | Seguridad: Verificar y garantizar que los datos transcodificados sean correctos, y que la información contenida en ellos es verificable y verídica, correspondiente a una red y servicio real, mayor detalle acerca de este aspecto técnico se puede encontrar en [46-48]. |
|--|--|

Tabla 32. Prueba para verificar transcodificación de información mediante MRFC.


| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Transcodificación Proactiva mediante TrGw |
| Propósito | Capacidad para poder realizar una codificación directa entre redes IMS, utilizando la TrGw, de forma proactiva, como base para esta operación. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR IBCF[IBCF] --- TrGw[TrGw] TrGw --- IMS[IMS Network] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la información recibida por el IBC-FE necesita transcodificación. 2) El IBCF genera un nuevo mensaje SIP a la otra red IMS, el cual envía a la TrGw para su transcodificación. 3) El TrGw decodifica/descomprime los datos a un formato intermedio, de manera que los omite y luego recodificarlos para alcanzar el códec deseado. 4) Comprobar que los códecs enviados por la TrGw son correctos para el interfuncionamiento con la red IMS. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumple la transcodificación directa entre redes por parte del TrGw, se evalúan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Señalización: Tras obtener la ruta para el control de sesión, se verifica que la solicitud de transcodificación este activa hasta el momento en que deje de haber interconexión de las redes.</p> <p>Cuando se ha aprobado la solicitud, la red visitante comprueba la codificación presente de la otra red y se asegura que el envío de datos sea correcto y no presente fallas en el momento de descomprimir los datos en el terminal destinado ni se pierdan paquetes en su transporte.</p> <p>Seguridad: Verifica que la codificación sea la requerida para introducir los nuevos datos a la red interconectada, sin que haya mucha pérdida en la calidad o en información.</p> <p>De igual manera verifica que si se presentan problemas con el transporte de los paquetes de datos, se pueda volver a conectar con la red visitada de la manera más rápida y eficiente para establecer un nuevo envío y así obtener toda la información necesaria para adquirir el servicio deseado.</p> <p>Codificación: Verificar que la TrGw realiza la correcta codificación de los datos para la prestación del servicio. Comprobar que la codificación sea la requerida para introducir los nuevos datos a la red interconectada, sin que haya pérdidas que afecten la calidad de la información y se garantice la correcta prestación de los servicios.</p> |

Tabla 33. Prueba para verificar transcodificación de información mediante TrGw.


| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Control de sesión |
| Propósito | Permite el envío de información de sesión del nivel de aplicación, para el control de sesión. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR P-CSCF --- IBCF IBCF --- Otra_NGN[Otra NGN] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) El P-CSCF envía la información de sesión en el nivel de aplicación al IBCF. 2) Verificar que la interfaz de IBCF con la otra red NGN controla la sesión de llamadas, mediante el protocolo SIP. 3) Incluye requerimientos de ancho de banda de medios o aplicaciones para el control de QoS. 4) Comprobar que la respuesta recibida por la IBCF desde la otra red es satisfactoria, y se ha efectuado la interconexión correctamente. 5) Confirmar que los aspecto técnicos de ancho de banda, QoS, solicitaos por la red, son facilitados por la red visitada. |
| Aspectos técnicos a evaluar | <p>Al verificar que se cumple el control de la sesión establecida entre redes, se evalúan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Ancho de banda: Se garantiza la reservación de recursos para establecer la comunicación, además verifica el control de admisión de ancho de banda por el servidor de control de sesión de acuerdo con la solicitud.</p> <p>Hay que verificar que el ancho de banda requerido sea el deseado y el óptimo para poder obtener el servicio de manera que no presente fallas y no tenga retrasos en el envío de la información. Más información se encuentra en el documento [73] donde se exponen aspecto técnicos fundamentales del ancho de banda.</p> <p>QoS: Se garantiza que al momento de establecer la comunicación entre las redes, como mínimo se cumplan los requerimientos solicitados en la petición de control, asegurando una llamada de calidad para el usuario. También hay que verificar que el servicio solicitado por el usuario sea el que llegue al terminal final y evitar que se pierda información en el transcurso para no perder la prestación del servicio deseado. Para obtener información de los requisitos básicos en la QoS, revisar el documento [72].</p> |

Tabla 34. Prueba para comprobar el control de sesión en el nivel de aplicación.

4.3 Análisis y mapeo de las entidades funcionales NGN – PES

4.3.1 Generalidades

La emulación de RTPC/RDSI es uno de los componentes de servicio de la NGN. Proporciona tanto servicios fundamentales como suplementarios y se relaciona con el componente de servicios multimedia IP y el componente de transmisión de flujo continuo, entre otros. Interactúa con las redes existentes y con otros componentes de la NGN.

Desde el punto de vista de la conexión usuario-red, soporta las actuales interfaces UNI, brindando servicios de emulación para terminales tradicionales conectados a la NGN a través de pasarelas [103]. Por lo tanto, los usuarios finales podrán utilizar los actuales servicios y terminales en el entorno de emulación de la RTPC/RDSI, sin tener que saber que la NGN reemplazó la red.

Cuando se habla de una PES (PES: PSTN/ISDN Emulation Subsystem) basada en un servidor de llamadas, se refiere a que la lógica de control del servicio y el entorno de ejecución del servicio se ubican principalmente en un servidor de control de llamadas. Por lo tanto el servidor de llamadas CS es la entidad de red encargada de suministrar el servicio.

PES posibilita que se continúe utilizando servicios de telecomunicaciones existentes mientras los usuarios están conectados a la NGN, experimentando el mismo comportamiento como si estuviera conectado a las redes RTPC/RDSI convencionales [103-105].

4.3.2 Comparación de las entidades funcionales

En la figura 16 se presenta una arquitectura funcional para la emulación RTPC/RDSI basada en el CS, donde se muestran las entidades funcionales que intervienen y su relación con otros componentes de servicio de la arquitectura NGN, también se indican los puntos de referencia y los caminos que llevan a la interconexión con otras redes determinadas. En seguida se realiza una comparación entre las entidades funcionales NGN y las entidades de la Emulación RTPC/RDSI, haciendo un mapeo entre ellas y verificando sus semejanzas, basados en la información obtenida de los distintos organismos de regulación [106-112].

4.3.2.1 Función de control de llamada (CCF)

Proporciona las siguientes funcionalidades:

- Función de control de llamada entre dos o varias partes.
- Acceso a capacidades de la Red Inteligente (por ejemplo, pasa eventos a la SSF).
- Acceso a servicios suplementarios RTPC/RDSI en la SPF.
- Acceso a aplicaciones (por ejemplo, pasa eventos a la SIF para la AS-FE).

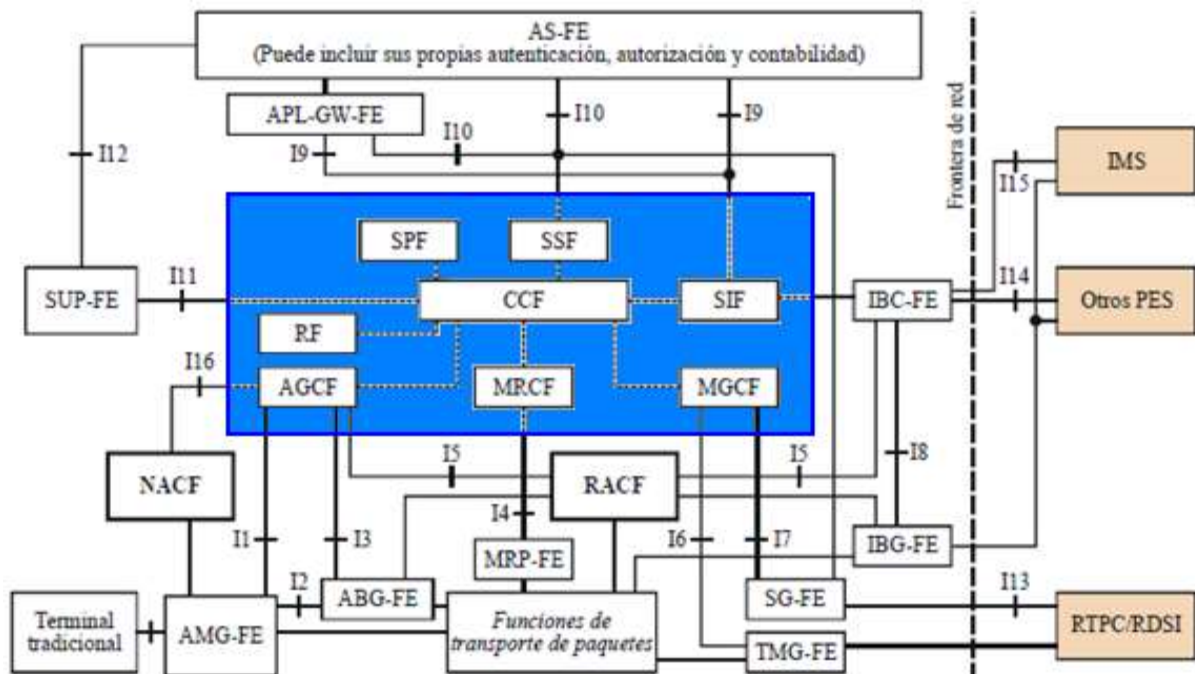


Figura 16. Arquitectura funcional de emulación RTPC/RDSI basada en el CS. Basada en [95].

4.3.2.2 Función de control de pasarela de acceso (AGCF)

Controla una o varias AMG-FE para el acceso a usuarios RTPC o RDSI. Se encarga del registro y la autenticación de usuarios relacionados con la AMG-FE. Así mismo reconoce los sucesos importantes como el tono, marcación, el fin de la marcación y puede controlar el envío a los usuarios de indicaciones de señalización para servidores vocales, por ejemplo, tono de llamada y de ocupado, etc.

Otro aspecto importante es la atribución de recursos AMG-FE, ya que brinda los recursos necesarios para obtener los servicios deseados. Además, origina y termina flujos de control de pasarela, para controlar la AMG-FE, y origina y termina flujos de control UNI, con el fin de prestar servicios suplementarios RDSI [106, 112].

4.3.2.3 Función de control de recursos de medios (MRCF)

Controla la MRP-FE y brinda los recursos necesarios para servicios tales como flujo de transmisión continua, la reproducción de anuncios y el soporte de la respuesta vocales interactivas (IVR). La MRCF junto con la MRP-FE también pueden proporcionar las capacidades de puente de conferencia entre varias partes y la de transcodificación de medios [113].

4.3.2.4 Función de control de pasarela de medios (MGCF)

Controla la TMG-FE, con el fin de permitir el interfuncionamiento con la RTPC/RDSI. La MGCF atribuye y libera recursos TMG-FE, modificando su utilización. Garantiza un

transporte transparente de datos entre el lado de usuario TDM y el lado IP, desde el nivel de control en procesos de negociaciones [106, 111].

4.3.2.5 Función de encaminamiento (RF)

Se puede implementar dentro del CS o fuera de él. Si la RF está fuera del CS, puede ser compartida entre varios servidores de llamadas que también pueden acceder a ella.

La función de encaminamiento se especifica como aquella que analiza el perfil de los usuarios y selecciona el camino hacia el usuario de destino. De igual manera puede incluir la creación de una base de datos de encaminamientos a los usuarios y una función de política de encaminamiento (por ejemplo, encaminamiento basado en la distribución promedio de carga o en la hora del día, etc.) [106, 111].

4.3.2.6 Función proveedor de servicio (SPF)

Puede prestar al usuario servicios suplementarios de la RTPC/RDSI. También, proporciona la lógica de servicios para el caso de los servicios suplementarios RTPC/RDSI.

4.3.2.7 Función conmutación de servicio (SSF)

Brinda acceso a programas de lógica de servicio de la Red Inteligente ubicados en los Puntos de Control de Servicio (SCP) tradicionales.

Cuando la SSF se asocia con la CCF, proporciona el conjunto de funciones necesarias para la interacción entre la CCF y una SCF [113]. Esta función:

- Extiende la lógica de la CCF para que incluya el reconocimiento de activadores de control de servicios y para interactuar con la SCF.
- Gestiona la señalización entre la CCF y la SCF.
- Modifica las funciones de procesamiento de llamada/conexión necesarias para procesar peticiones de utilización de servicios proporcionados por la RI bajo el control de la SCF.

4.3.2.8 Función de interfuncionamiento de señalización (SIF)

Se asocia con la CCF y se comporta como un adaptador de protocolo. Esta entidad puede proporcionar la función de agente de usuario SIP y enviar/recibir mensajes desde/hacia el servidor de aplicación SIP. También tiene la capacidad de proporcionar funciones de adaptación de protocolo y conexiones con otras NGN a través de la IBC-FE. Cuando interfunciona con redes IMS, la SIF envía y recibe mensajes de control de sesión, si lo hace con otras redes de servicio de emulación PES, la SIF puede enviar y recibir mensajes de control que contengan información de llamada tradicional [106, 111].

Además de las entidades descritas anteriormente, también existen puntos de referencia que sirven de comunicación entre estas, permitiendo la correcta funcionalidad del Sistema de Emulación RTPC/RDSI.

Estas entidades tienen mucha semejanza en comparación a las entidades funcionales en NGN, por ello se realizará un mapeo de funcionalidades para aplicar el esquema general de pruebas planteado previamente y demostrar la aplicabilidad a los diferentes escenarios del esquema de pruebas. La información pertinente de la funcionalidad de estos nodos se puede encontrar en documentos técnicos y recomendaciones. En la tabla 35 se muestra la relación entre las entidades funcionales de arquitectura de emulación RTPC/RDSI basada en servidor de llamada y las entidades funcionales identificadas en la arquitectura NGN.

| Entidades funcionales PES basada en el CS | Entidades funcionales NGN |
|--|----------------------------------|
| CCF | S-CSC-FE |
| RF | P-CSC-FE |
| SIF | NSIW-FE |
| SSF | SS-FE |
| SPF | AS-FE |
| AGCF | AGC-FE |
| MRCF | MRC-FE |
| MGCF | MGC-FE |
| Terminal tradicional | Funciones de terminal |

Tabla 35. Correspondencia entre entidades funcionales PES y entidades funcionales NGN.

Si bien existe relación entre las entidades funcionales de PES y NGN, hay determinadas características que son únicas de la arquitectura de servidor de llamada, brindando las siguientes ventajas:

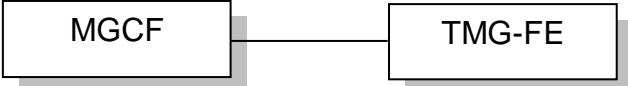
- 1) La SPF puede prestar servicios suplementarios en la capa de control de servicio.
- 2) La ABG-FE puede tener las siguientes funciones adicionales en la arquitectura de servidor de llamada:
 - Actúa como nodo apoderado, pues todos los paquetes que incluyen paquetes de señalización y de medios, enviados y recibidos desde una AMG-FE no fiable, deberían pasar a través de la ABG-FE.
 - La ABG-FE debe modificar la información de dirección relacionada con la AMG-FE y la AGCF en los paquetes IP, con su información de dirección atribuida para la sesión dirección.

4.3.3 Esquema de pruebas locales de interconexión a nivel de servicio de una NGN-PES

| Pruebas básicas NNI | Entidades Funcionales | Aspecto técnicos evaluados | Protocolos |
|--|--------------------------|--|------------|
| Control de interfuncionamiento | MGCF, TMG-FE. | Señalización, codificación. | SIP, H.248 |
| Verificación de capacidades y preferencias | CCF, MRFC. | Señalización, QoS, Ancho de banda. | SIP |
| Ocultamiento de topología | CCF, SIF. | Señalización, Seguridad. | SIP |
| Conversión de protocolos | MGCF, TMG-FE, SG-FE. | Señalización, Codificación, Seguridad. | SIP, H.248 |
| Re-encaminamiento de llamada | CCF, RF. | Señalización. | SIP. |
| Desenganche RTPC | SCF, CCF, MGCF, TMG-FE. | Señalización, QoS, Ancho de banda. | SIP, H.248 |
| Envío completo de solicitud | CCF, MGCF, SG-FE. | Señalización, QoS. | SIP |
| Terminación de llamada | AGCF, CCF, MGCF, TMG-FE. | Señalización, Seguridad. | SIP, H.248 |

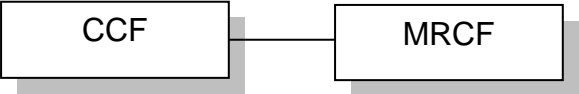
Tabla 36. Listado de pruebas para la interconexión a nivel de servicio de NGN-PES.

4.3.4 Descripción de las pruebas locales de interconexión a nivel de servicio

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Control de interfuncionamiento |
| Propósito | Comprobar que la MGCF recibe la petición desde la RTPC, y realiza un control sobre la TMG-FE para el interfuncionamiento entre las redes. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR MGCF[MGCF] --- TMGFE[TMG-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una comunicación desde la RTPC a la NGN. 2) Verificar que la TMG-FE recibe la petición desde la RTPC para el interfuncionamiento con la misma. 3) Verificar que la MGCF recibe los datos adecuados para la interconexión con la RTPC. 4) Comprobar que la MGCF realiza un control sobre la TMG-FE, y garantiza la interconexión con la RTPC. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Aspecto técnico evaluar | <p>a</p> <p>En esta prueba se analizan los aspecto técnicos de señalización y codificación, en la medida en que se evalúa y garantiza la correcta interacción entre la MGCF y la TMG-FE, el flujo de datos entre las mismas, la conversión de protocolos por parte de la TMG-FE y más precisamente el control de la MGCF sobre la TMG-FE para recibir la petición de la RTPC y controlar la interconexión entre redes.</p> <p>En el momento en que no se pueda establecer la interacción entre las redes, hay que comprobar que los datos obtenidos por la MGCF sean los indicados, de lo contrario hay que repetir el proceso de reinicio de envío de información para lograr la interconexión. Finalmente, es importante que la conexión con la otra red se mantenga establecida en caso de futuras solicitudes de servicios, controlando la sesión.</p> |
|--------------------------------|---|

Tabla 37. Prueba para comprobar el control de interfuncionamiento entre NGN- RTPC/RDSI.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Verificación de capacidades y preferencias |
| Propósito | Verificar que se cumpla las capacidades y preferencias solicitadas en la petición de control de sesión de la comunicación. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR CCF[CCF] --- MRCF[MRCF] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que se realice la petición de una llamada entre la NGN y la RTPC/RDSI solicitando capacidades y preferencias determinadas. 2) Verificar que la CCF ha recibido la información de preferencias y capacidades de la llamada. 3) Comprobar a través del MRCF que los recursos de la red y las preferencias solicitadas en la petición de control de sesión de la llamada, son atendidos por la CCF al momento de reenviar la información de aceptación de la misma. |
| Aspecto técnico evaluar | <p>a</p> <p>Al verificar que se cumplan las capacidades y preferencias solicitadas en la petición de control de sesión, se tienen en cuenta los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Ancho de Banda: Se está garantizando una reservación de recursos para el establecimiento de la comunicación, además de comprobar el control de admisión de ancho de banda por el servidor de control de sesión de acuerdo con la solicitud. Más información se encuentra en el documento [73] donde se exponen aspecto técnicos fundamentales del ancho de banda.</p> <p>Señalización: Se debe garantizar la correcta interacción entre las entidades funcionales PES, para garantizar el interfuncionamiento.</p> |

| | |
|--|---|
| | QoS: Se garantiza que al momento de establecer la comunicación entre las redes, como mínimo se cumplan los requerimientos solicitados en la petición de control, asegurando una llamada de calidad para el usuario, con unos requisitos mínimos de interconexión. |
|--|---|

Tabla 38. Prueba para verificación de capacidades y preferencias solicitadas.

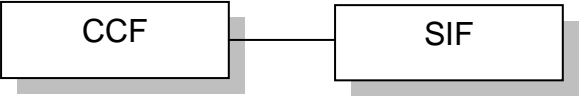
| | |
|---|---|
| Nombre de la prueba | Ocultamiento de topología |
| Propósito | Comprobar que se cumpla el ocultamiento de la topología de la red, para asegurara la fiabilidad de los datos y la seguridad de la red cuando se realiza interfuncionamiento entre dominios distintos. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR CCF[CCF] --- SIF[SIF] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que está establecida una llamada entre la NGN y la RTPC/RDSI. 2) Verificar que la CCF ha enviado a la SIF la información determinada para tomar decisiones sobre la llamada en curso. 3) Comprobar que la CCF está realizando la tarea de ocultamiento de topología, permitiendo ocultar la dirección y nombres de red para el lado de acceso y lado troncal. 4) Comprobar en la SIF que no se puede acceder a los datos de usuario ni a la topología de la red. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a Al verificar que se cumpla con el ocultamiento de la topología por parte del CCF, se están evaluando los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Seguridad: Comprueba el ocultamiento de la topología de la red y de los datos de configuración, asegurando la fiabilidad de la información, en las sesiones que atraviesan dominios de diferentes operadores. También verifica, que en el momento de establecimiento de interconexión, no se permita la recepción de paquetes con información maliciosa para evitar futuros fallos. Un mayor reporte acerca del aspecto técnico seguridad se puede encontrar en [46-48]</p> <p>Señalización: Comprueba la correcta interacción y cumplimiento de las funciones específicas de cada una de las entidades funcionales involucradas en esta prueba.</p> <p>Verifica que al momento de establecer interconexión con la red requerida, no se permita el acceso a información de la red local ni a datos que estén contenidos en ella.</p> |

Tabla 39. Prueba para comprobar el ocultamiento de topología de la red.

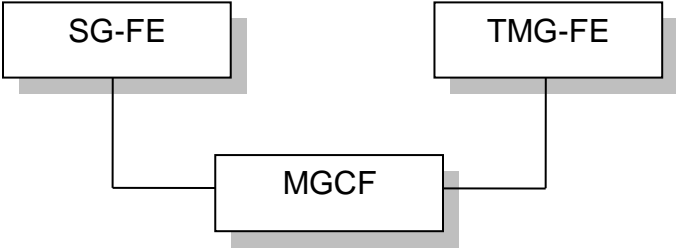
| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Conversión de protocolos |
| Propósito | Comprobar que la traducción de señalización y protocolos realizados por las entidades funcionales TMG-FE y SG-FE en el nivel de transporte sea la correcta, para permitir la correcta comunicación entre la NGN y la RTPC/RDSI a nivel de servicio. |
| Configuración de Entidades funcionales |  <pre> graph TD SGFE[SG-FE] --- MGCF[MGCF] TMGFE[TMG-FE] --- MGCF </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una comunicación desde la RTPC a la NGN. 2) Comprobar que se está recibiendo la información desde la RTPC con el protocolo correcto en las entidades funcionales encargadas de la interacción (SG-FE, TMG-FE). 3) Verificar en el trayecto hacia la MGCF que las entidades funcionales SG-FE y TMG-FE, están realizando la conversión de protocolos. 4) Al momento de procesar la información a la MGCF, comprobar que se está utilizando el protocolo IP. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a En la conversión de protocolos se debe garantizar la señalización, en la medida en que las entidades funcionales encargadas de la transcodificación y dicha conversión (SG-FE, TMG-FE), realicen muy bien sus funciones y se puedan interconectar correctamente con la MGCF. De igual manera es importante comprobar que se soporten la mayor cantidad de protocolos a convertir para no tener ningún problema al interconectarse con la red que presente el servicio deseado, y así tener más viabilidad en la obtención de la información.</p> <p>Además se evalúa el aspecto técnico de codificación, para verificar que se cumplan con las funciones de conversión de protocolo y codificación correcta de la información, de acuerdo al tipo de servicio prestado.</p> <p>También es importante, que si se presentan errores en la transcodificación, se compruebe que se vuelva a realizar la conversión de datos con la red visitada y obtener la información para el servicio requerido.</p> <p>Para mayor énfasis en los fallos posibles en esta prueba, se recomienda revisar el documento IETF [41].</p> |

Tabla 40. Prueba para comprobar la conversión de protocolos.

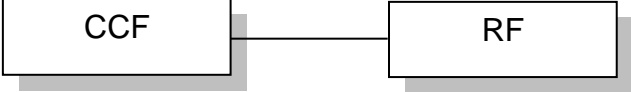
| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Re-encaminamiento de llamada |
| Propósito | Comprobar que para realizar una comunicación hacia una RTPC/RDSI, se realiza un re-encaminamiento de la llamada de forma adecuada a través de la RF. |
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph LR CCF[CCF] --- RF[RF] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que la información de comunicación en la CCF es la correcta. 2) Comparar que la información que llega a la CCF es coherente con la información de reencaminamiento de llamada enviada a la RF. 3) Verificar que la RF recibe la información enviada desde la CCF. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a Para el reencaminamiento de llamada, se comprueba que el camino escogido por la CCF sea el correcto, y analizar posibles reconfiguraciones de esta entidad funcional, además de garantizar un funcionamiento normal entre la RF y la CCF evaluando los aspectos técnicos de señalización y fallos.</p> <p>Es importante mencionar que en el momento en que no se pueda encaminar una llamada hacia el destinatario final, ya sea porque la información suministrada por el CCF no fue correcta o porque se perdieron datos al llegar al RF, hay que volver a realizar el envío de los datos desde el principio para así poder reencaminar la llamada requerida.</p> <p>El proceso completo para el re-encaminamiento de una llamada se muestra en [41].</p> |

Tabla 41. Prueba para verificar el reencaminamiento de llamada.

| | |
|----------------------------|---|
| Nombre de la prueba | Desenganche RTPC |
| Propósito | Comprobar que para realizar una comunicación hacia una RTPC/RDSI, la SCF realiza un correcto desenganche en la RTPC adecuada. |

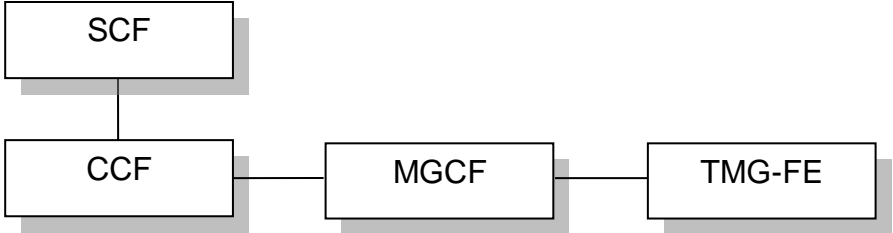
| | |
|---|---|
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph TD SCF[SCF] --- CCF[CCF] CCF --- MGCF[MGCF] MGCF --- TMGFE[TMG-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar y analizar que la información recibida por la SCF por parte de la CCF es correcta. 2) Comparar que la MGCF escogida por la SCF a través de la CCF es la adecuada para la interconexión con la RTPC. 3) Verificar que la información de desenganche brindada por la CCF es coherente con la información inicial que llego a la SCF, para asegurar un correcto desenganche. 4) Asegurarse que la TMG-FE controlada por la MGCF es la adecuada para realizar el desenganche ordenado por la SCF. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a Al realizar la verificación de desenganche RTPC, se analizan los siguientes aspecto técnicos:</p> <p>Señalización: En la medida que se comprueba que la BGC-FE realiza el correcto desenganche, se verifica su correcto funcionamiento, e interconexión con las demás entidades funcionales. También hay que comprobar, si no se ha realizado el desenganche, que la información suministrada sea la correcta, y volver a enviar los datos para poder obtener la desconexión con la otra red.</p> <p>QoS: garantizar que se realiza un correcto desenganche RTPC con los recursos adecuados para la prestación de servicios con QoS. Un análisis más detallado de este aspecto técnico se encuentra en [44,45]</p> <p>Ancho de Banda: garantizar la reservación de recursos adecuados para el correcto funcionamiento de la llamada, incluyendo la reservación de ancho de banda en el establecimiento y desenganche RTPC de la llamada.</p> <p>Señalización: En la medida que se verifica que la SCF realiza el correcto desenganche, se verifica su correcto funcionamiento, e interconexión con las demás entidades funcionales. También hay que verificar que la información suministrada sea la correcta, si no se ha realizado el desenganche, y volver a enviar los datos para poder obtener la desconexión con la otra red. Este procedimiento hay que realizarlo tantas veces sea necesario hasta obtener el desenganche, pues al permanecer interactuando con la red visitada, no se podrá acceder a otra red que disponga de un servicio requerido.</p> |

Tabla 42. Prueba de desenganche RTPC.

| | |
|---|--|
| Nombre de la prueba | Envío completo de solicitud |
| Propósito | Verificar que la solicitud para la interconexión con la RTPC enviada por la SG-FE, hasta la CCF mediante la MGCF es correcta, y su respuesta es satisfactoria por parte del CCF, hacia la RTPC. |
| Configuración de Entidades Funcionales | <pre> graph LR CCF[CCF] --- MGCF[MGCF] MGCF --- SGFE[SG-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iniciar una llamada desde la RTPC a la NGN. 2) Comprobar que la señalización de control de llamada de RTPC/RDSI recibida desde la SG-FE ha sido procesada y enviada por el MGCF hasta el CCF. 3) Verificar si la información recibida por el CCF ha sido procesada y encaminada hacia la NGN destinada. 4) Comprobar si el CCF envía la respuesta apropiada al SG-FE indicado, después de recibida la petición del establecimiento de llamada a través de la CCF y la MGCF que lo controla. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a En el envío completo de una solicitud para la correcta interconexión de la RTPC/RDSI con la NGN, además de verificar que los diferentes elementos involucrados en esta prueba se desempeñen correctamente y cumplan sus funciones, se debe garantizar que el tráfico que atraviesa la red hasta llegar a la CCF esté autorizado, y se identifiquen las solicitudes y aspecto técnicos de red a red, para que las capacidades solicitadas en la petición de control de sesión sean atendidas satisfactoriamente, brindando QoS garantizada para los usuarios, cumpliendo con los aspecto técnicos de señalización y QoS, tal como se describen en el documento [41].</p> <p>Para obtener información de los requisitos básicos en la QoS, revisar el documento [72].</p> |

Tabla 43. Prueba de verificación de solicitud para interconexión con RTPC.

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre de la prueba | Terminación de llamada |
| Propósito | Comprobar que la terminación de la llamada se realiza correctamente, liberando los recursos utilizados por la misma, en el momento que finalice la sesión. |

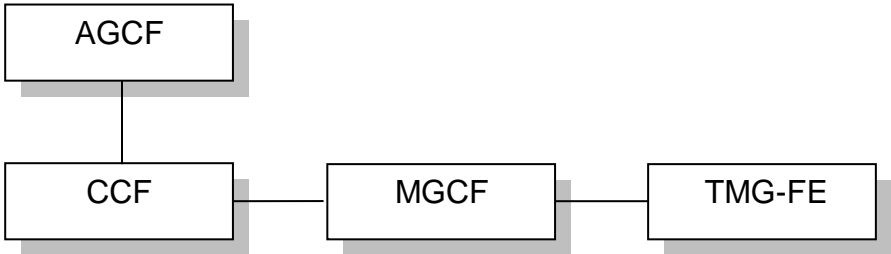
| | |
|---|--|
| Configuración de Entidades Funcionales |  <pre> graph TD AGCF[AGCF] --- CCF[CCF] CCF --- MGCF[MGCF] MGCF --- TMGFE[TMG-FE] </pre> |
| Procedimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar que está establecida una llamada entre la NGN y un terminal. 2) Comprobar que la CCF ha enviado a la AGCF la información de terminación de la llamada. 3) Verificar que la CCF ha enviado la orden de desenganche de la red RTPC/RDSI a la TMG-FE a través de la MGCF. 4) Comprobar que la TMG-FE envíe la confirmación afirmativa de desenganche de la RTPC, a la MGCF. 5) Verificar que la información q recibe la CCF desde la MGCF se hace cumplir y libera los recursos utilizados por la llamada con la RTPC. |
| Aspecto técnicos evaluar | <p>a Al comprobar que se realice correctamente la terminación de la llamada, se está evaluando el aspecto técnico de señalización, debido a que se verifica, que todas las entidades funcionales involucradas, interactúen correctamente, realicen sus respectivas funciones y se obtenga el resultado esperado. Además se analiza el aspecto técnico seguridad; en la medida en que se garantiza la terminación de la llamada, liberando los recursos utilizados, sin proporcionar información de la topología de la red y la confidencialidad de los datos de usuario.</p> <p>Es importante que la terminación de la llamada no ocurra mientras el terminal tenga establecida una llamada, pues quien decide finalizar con el servicio es el usuario y no la red. De igual manera, si la llamada no ha sido terminada correctamente, hay que reenviar la información al I-CSC-FE para establecer su finalización y liberar los recursos utilizados por este servicio. Para obtener mayor información de los procesos manejados al terminar la llamada se puede consultar el documento [41].</p> |

Tabla 44. Prueba de verificación de terminación de llamada.

CAPÍTULO 5. CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA INTERCONEXIÓN DE REDES NGN EN EL NIVEL DE SERVICIOS

En este capítulo se describen algunos criterios técnicos obtenidos del análisis de los diferentes escenarios de interconexión, de la aplicación del esquema de pruebas en los diversos escenarios, el análisis de los aspectos técnicos que se deben tener en cuenta para el interfuncionamiento entre redes, y demás elementos involucrados en el proceso de interconexión NGN. Dichos criterios técnicos han sido propuestos debido a su importancia en el establecimiento y desarrollo de las interacciones, que permiten la óptima funcionalidad y desempeño de las redes interconectadas, facilitando a los operadores una migración rápida de sus redes para la implementación y prestación de nuevos servicios y aplicaciones.

También hay que resaltar que los criterios propuestos a continuación, se han establecido gracias a los aportes realizados en diversos procedimientos de interconexión establecidos por los diferentes organismos de estandarización en los documentos [1 14-1 16], brindando pautas para tener en cuenta en el momento de realizar la interconexión entre redes.

5.1 Reconocimiento del entorno

Este criterio es muy importante en el proceso inicial de interconexión, pues primero se debe identificar el entorno en que se desenvuelven las redes operadas y tener una idea de cómo se va a llevar a cabo la interacción entre ellas.

Es importante tener en cuenta que al realizar el estudio general, se debe evaluar todos los aspectos que permitan la factibilidad de la interconexión de las redes, tales como factibilidad técnica, económica y operativa.

Para la factibilidad técnica se debe tener los recursos necesarios como las herramientas adecuadas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiera la interacción de redes. Para esto se debe tener un personal capacitado que debe conocer minuciosamente las estructuras a conectar y más aun sus puntos de interconexión factibles, así como también tener un amplio conocimiento técnico de los dispositivos relacionados, sus características, protocolos e interfaces a utilizar y los procedimientos para el direccionamiento y enrutamiento de la información deseada.

Para la factibilidad económica es vital que existan los recursos económicos y financieros para desarrollar o llevar a cabo las actividades y/o procesos. Deben considerarse aspectos como el costo de tiempo, costo de la realización y el costo de la adquisición de nuevos recursos.

En el momento de evaluar la factibilidad operativa se deben tener en cuenta todos los recursos donde interviene algún proceso, identificando todas aquellas actividades que son necesarias para lograr la interconexión de redes.

Teniendo en cuenta estos aspectos se puede llegar a identificación de todos los aspectos que se necesitan para lograr la interacción sin tener problemas futuros en el momento de la implementación.

5.2 Fiabilidad

La fiabilidad de la red concierne a la gestión de red y a la disponibilidad de la red para mantener ciertas características con respecto a la calidad de funcionamiento y la integridad. Este es un aspecto esencial cuando se establece una relación de red entre los proveedores de servicio y las redes a interconectar, ya que permitirá el establecimiento de los servicios requeridos por el usuario final

La fiabilidad de la red implica también asegurar la integridad de los elementos de red y proporcionar un nivel de servicio aceptable. Una integridad de sistema que se vea afectada por vulnerabilidades puede tener por consecuencia denegaciones o interrupciones del servicio, o una modificación no autorizada de la información de usuario o red, y de los servicios de la red, por lo que las redes podrán trabajar, sea en óptimas condiciones o bajo situaciones imprevistas, de tal manera que no se presente ningún tipo de problema y se evite la asignación de recursos innecesarios en el proceso, para así lograr continuidad en la prestación de los servicios a través de las redes interconectadas, con niveles adecuados de calidad y seguridad que se debe garantizar a los usuarios por parte de los operadores.

Por otro lado, a fin de mantener la fiabilidad de la red, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Deben aplicarse medidas de compatibilidad para asegurarse de que las redes y los SP con diferentes niveles de calidad funcionan correctamente cuando se combinan unas con otros.
- Deben existir mecanismos que permitan aplicar procedimientos de pruebas de conformidad con el fin de verificar la interoperabilidad de las redes y los proveedores de servicio.
- El acceso a los proveedores aumenta las posibilidades de que aparezcan vulnerabilidades relacionadas con problemas de interfuncionamiento de características cuando el nivel de destreza técnica no sea suficiente para hacer frente a este problema. La interacción de características podría perturbar un servicio.

Es probable que la gama de servicios ofrecida por los proveedores de servicio conduzca a la utilización de diferentes tipos de interfaces para el acceso, las cuales pueden requerir diferentes conjuntos de funcionalidades dentro de la pasarela en la demarcación de la red.

Los proveedores deben tener la capacidad de proporcionar fiabilidad para establecer una interconexión y mantenerla operando de manera adecuada, acorde con los términos estratégicos y operacionales establecidos.

Es necesario que cada una de las partes que interactúan cumpla con todas las metas y responsabilidades correspondientes y así permitir el óptimo interfuncionamiento de las redes.

5.3 Privacidad

Este criterio es primordial en el momento de establecer la interconexión entre las redes, ya que en primer lugar, debe mantener oculta la topología de la red que se va a utilizar para el envío de los servicios solicitados. De igual manera existen ciertos riesgos generales de seguridad como la privacidad de los datos y de los servicios, donde los participantes en la comunicación pueden estar seguros de que su comunicación es privada y continúa siendo privada. Así mismo la integridad de los datos es vital ya que los datos tienen que ser, exactamente, los mismos datos que han sido enviados, sin que se pueda añadir, modificar ni suprimir nada en el transcurso del envío de paquetes para establecer el servicio requerido.

Se deben tener presentes aspectos como la piratería en perjuicio de los usuarios en el caso de suplantación ilícita de la identidad, ataques por reproducción de identidad diversión y hurto de servicio, etc.; la protección contra el espionaje como la escucha o copia de datos; también se resalta la confianza de las partes cuando se produce el acceso a datos o el tránsito de datos, pues es donde un usuario ha recibido los datos que fueron enviados, retenidos y generados por una fuente confiable, y la protección contra ataques por denegación de servicio.

Si bien algunas de estas cuestiones se resuelven mediante suma de control, autenticación y encriptación, el rechazo al servicio adquirido y la protección contra los ataques por denegación de servicio no tienen soluciones directas basadas en el servicio. Para esto es necesario diseñar redes y protocolos capaces de contornear parcialmente estos problemas.

Finalmente, un aspecto muy importante es mantener la información de los perfiles de usuarios asegurados, de tal manera que solo sean asequibles para aquellos que estén autorizados o para extraer datos en casos de emergencia.

5.4 Eficiencia

Este criterio debe garantizar el buen funcionamiento de las redes a interconectar, asegurando una calidad aceptable en el momento de ofrecer los servicios y brindando buen desempeño e integridad de estas.

Por otro lado, es importante relacionar de manera correcta los recursos lógicos y físicos que se tienen en los enlaces a interconectar, pues estos son los que brindan la correcta interoperabilidad de las redes, permitiendo que los usuarios finales tengan acceso a los múltiples servicios suministrados por los diferentes operadores.

En un entorno en que el usuario de extremo está abonado a una gama de servicios proporcionados por más de un proveedor, pueden producirse interacciones adversas entre servicios y características de servicios. Esto implica la necesidad de disponer de una funcionalidad adicional para gestionar los aspectos de interacción con el fin de hacer posible una prestación integrada y coherente de los servicios.

La disponibilidad del servicio es una cuestión de política, que depende de la relación de usuario a proveedor de servicio y de proveedor de servicio a operador de red, y de lo que éstos convengan en lo que respecta a la oferta de servicio.

Se debe procurar que en el momento de establecer prioridades en el flujo de paquetes de datos y en el ordenamiento del tráfico, se asigne la cantidad precisa de recursos a utilizar y así garantizar la QoS establecida y la prestación del servicio adecuado.

Finalmente, es necesario definir unos términos funcionales y operacionales que sean los adecuados en el momento de reaccionar ante alguna necesidad o problema que se presente.

5.5 Flexibilidad

Este último criterio es de gran importancia, ya que permite aumentar las capacidades en los enlaces de interconexión, de tal manera que se puedan implementar nuevos protocolos e interfaces sin que la señalización deje de funcionar correctamente ante las mejoras realizadas.

La evolución de las redes de los diversos operadores necesarias para el soporte de los servicios realizados de los proveedores de servicio crea la necesidad de planificar el crecimiento de la capacidad de conmutación en tiempo real en consonancia con la emergencia de este nuevo servicio de acceso. Para hacer frente a esta situación los operadores y proveedores de servicio deben negociar los aspectos de ingeniería de tráfico para asegurarse de que se dispone de una capacidad de red adecuada. Si los operadores y proveedores no planifican adecuadamente la capacidad de crecimiento, la red pública podrá verse expuesta a problemas de interrupción y de denegación del servicio.

El hecho de extender la interacción entre las redes no significa que se afecte la QoS establecida entre los proveedores ni impida el correcto funcionamiento de la interconexión, de igual manera hay que evitar comprometer la integridad de las redes y tratar de establecer que los servicios ofrecidos sean mayores y de mejor calidad.

Por último cabe resaltar que las interconexiones procuren estar abiertas a cualquier circunstancia y se adapten a diferentes situaciones que presentan las diversas redes a interactuar.

En la tabla 45 se sintetiza la propuesta de la relación entre los criterios y aspectos técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de servicio, descritos en los anteriores capítulos.

| | | | | | |
|--|----------------------------|------------|------------|------------|--------------|
| | Reconocimiento del entorno | Fiabilidad | Privacidad | Eficiencia | Flexibilidad |
|--|----------------------------|------------|------------|------------|--------------|

| | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|
| Qos | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Señalización | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Seguridad | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Codificación | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ancho de banda | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Tarificación y Contabilidad | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tabla 45. Criterios y aspectos técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de servicios

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de la investigación realizada se han podido definir conclusiones respecto a las NGN y su interconexión, teniendo en cuenta los objetivos abordados. Estas conclusiones

pueden considerarse como base para estudios posteriores acerca de la interacción de las redes de nueva generación enfatizadas en el nivel de servicio.

CONCLUSIONES

- La naturaleza NGN, al utilizar como base el protocolo IP, permite el transporte de todo tipo de información y la prestación de servicios sin importar el tipo de tráfico o terminal a utilizarse, brindando de este modo el acceso sin ningún tipo de inconveniente a cualquier tipo de red, proveedor de servicio y/o servicio escogido por el usuario final. Además, el soporte de movilidad generalizada, permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.
- Una de las características principales de la NGN es la separación entre los niveles de servicios y transporte, razón por la cual estos pueden ser ofrecidos separadamente y evolucionar independientemente, permitiendo un gran desarrollo de las redes y facilitando el proceso de interconexión entre estas.
- La arquitectura e implementación diseñada para la interconexión entre NGN deberá partir de interfaces y protocolos abiertos basados en políticas definidas, lo cual es esencial para obtener el interfuncionamiento de servicios entre distintos proveedores y acelerar la migración de las redes. En el presente proyecto se ha establecido un esquema de pruebas necesario para la interconexión en el nivel de servicio de la NGN, permitiendo el intercambio de paquetes con la información requerida para la prestación de servicios deseados.
- El desarrollo de este proyecto permitió el análisis de los diferentes modelos de interconexión de la NGN a el nivel de servicios, permitiendo a los operadores una herramienta importante a tener en cuenta al momento de interconectarse, ya sea con redes basadas en paquetes o con redes de conmutación de circuitos, e implementar cualquier tipo de servicios.
- Para obtener una óptima interconexión de redes NGN a nivel de servicios, se deben brindar las condiciones necesarias para que no se presente fallos en el envío de la información y los servicios requeridos lleguen a su destino, por lo cual se han definido ciertos aspectos técnicos que son evaluados al momento de implementar el esquema básico de pruebas para garantizar el interfuncionamiento de las redes con un alto grado de calidad del servicio, sin fallos y unos niveles de seguridad altos
- Al momento de realizar un esquema de pruebas es necesario generar un marco de trabajo, que le permita a los operadores tener una guía de la documentación y reglamentación utilizada en dicho esquema, para posteriormente realizar la visión, la arquitectura y la metodología que se va a utilizar en el proceso de pruebas de interconexión a nivel de servicio.
- La lista de pruebas para obtener una óptima interconexión de redes NGN en el nivel de servicio fue elaborada gracias a un estudio minucioso de su arquitectura, identificando las entidades funcionales y puntos de referencia más importantes al momento de la interacción entre redes, obteniendo así las funciones vitales y definiendo cuales son los procesos a realizar para garantizar dicha interconexión.

- Los aspectos técnicos de evaluación escogidos en la investigación con el fin de establecer puntos clave que muestren el desempeño de las pruebas de interconexión de redes NGN a nivel de servicios, fueron determinados por su importancia en áreas claves para la prestación de servicios, como lo son el ancho de banda, conectividad, QoS, flujo de medios, seguridad y fallo. El correcto funcionamiento de dichos aspectos técnicos garantizan un correcto funcionamiento de las redes a nivel de servicios y una correcta interacción entre NGNs
- Para la implementación de las pruebas básicas de interconexión propuestas en este documento, se debe seguir un proceso con unas fases determinadas, que se deben cumplir secuencialmente con un orden lógico y un plan de desarrollo ordenado, para garantizar la correcta implementación de las pruebas, el análisis de las mismas y obtener unos resultados verificables.
- Finalizado el mapeo de las pruebas propuestas en el presente proyecto, se pudo verificar que el esquema de pruebas es aplicable a los diferentes modelos de interconexión, pues se aplicaron a dos escenarios principales con redes existentes a en Colombia y a nivel mundial, verificando la viabilidad de poder realizar esta propuesta, como un gran avance para los operadores de red NGN en nuestro.
- El resultado más significativo al culminar la realización del presente proyecto consiste en la obtención de un proceso de pruebas de interconexión y una lista de pruebas básicas definida, donde se han identificado las funcionalidades necesarias para evaluar ciertos aspectos técnicos que se definieron por su importancia en el momento de la interconexión en el nivel de servicios, y que ha sido diseñada de tal manera que siga una secuencia coherente para el cumplimiento de la interacción; aportando gran información para la interconexión entre NGN.
- El presente proyecto muestra aspectos importantes en la interconexión NGN a nivel de servicios, la prestación de servicios y la migración de las redes, ya que hoy en día las redes de nueva generación son el camino hacia nuevas oportunidades tanto tecnológicas como económicas, razón por la cual la Universidad del Cauca no puede quedarse rezagada y debe presentar alternativas para enfrentar esta realidad.

RECOMENDACIONES

- En el desarrollo de proyectos que se basan en información y aspectos teóricos en telecomunicaciones, es importante tener una gran documentación y sobretodo que esté organizada por temas específicos desde un principio, para la implementación de un esquema de pruebas, pues se obtiene y se maneja tanta información que se pueden tener contenidos similares, no tan relevantes, o en algunos casos, se puede extraviar información que es vital al momento de establecer los pilares del proyecto. De igual manera es necesario que dicha documentación esté proporcionada por las principales organizaciones de estandarización y cuerpos de regulación para las telecomunicaciones, ya que representan solidez y profundidad en sus especificaciones.
- Para poder realizar un plan de pruebas, es necesario saber identificar el centro del problema y desglosarlo al punto de obtener todas las perspectivas o caminos que se

puedan tener, para así proyectarse en el tema planteado y enfocarse en las soluciones posibles. Es muy importante realizar esquemas y obtener todo tipo de información acerca de las funciones que se realizan en las redes, para poder determinar los puntos clave en el desarrollo de la evaluación.

- Proyectos de investigación relacionados con temas como las redes de nueva generación presentan escasa información, ya sea en Internet o en las bases de datos de las Universidades nacionales, por lo cual es muy importante establecer vínculos y contactos con empresas que estén proyectadas en el tema, o bien, con los cuerpos de regulación locales e internacionales, que tienen mayor documentación o acceso a información que no la proporcionan abiertamente.

TRABAJOS FUTUROS

- Como trabajo futuro se recomienda seguir con el estudio de las NGN y sus entidades funcionales, para determinar esquemas de pruebas más amplios que permitan evaluar una mayor cantidad de funcionalidades en los equipos al momento de realizar la interconexión, dependiendo del tipo de servicios que deseen implementar los operadores interconectantes.
- Se puede realizar un proceso de pruebas más detallado acerca de las fases de implementación, donde se especifiquen todas las posibles pruebas posibles a evaluar al momento de realizar la interconexión NGN.
- Debido a que existe en nuestro país un laboratorio con los medio técnicos para realizar pruebas de interconexión entre NGNs, un trabajo inmediato que podría abordarse es el de empezar a implementar el esquema de pruebas propuesto en este proyecto, como base para la interconexión entre NGNs y prestación de servicios.

BIBLIOGRAFÍA

[1] IEEE, "A Brief History of Communications", IEEE Commun. Soc. 2002. [En línea] Disponible: <http://www.comsoc.org/>

- [2] F. M. Moreno. (2007, Abril). Eficacia, eficiencia y economía de la Red. Perspectiva de las AA.PP. [En línea] p.p.58-61
Disponible: <http://www.revista-ays.com/DocsNum09/PersAAPP/martin.pdf>
- [3] International Telecommunication Union, Simposio Mundial de la UIT para Organismos Reguladores (GSR), 2007
http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR07/Chairmansreport_es.pdf
- [4] International Telecommunication Union, Prácticas idóneas para la reglamentación de las redes NGN, contribución de Túnez, El camino hacia las redes de la próxima generación (ngn), 2007.
<http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR07/contributions/tun-es.pdf>
- [5] International Telecommunication Union, "General overview of NGN", ITU-T Recommendation Y.2001, 2004. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 3, 2010].
- [6] International Telecommunication Union, "General principles and general reference model for next generation networks", ITU-T Recommendation Y.2011, 2004 [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 3, 2010].
- [7] Comisión de Regulación de comunicaciones, "Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia" Bogotá, Colombia, Junio, 2007
- [8] International Telecommunication Union, "General overview of the Global Information Infrastructure standards development", ITU-T Recommendation Y.100, 1998. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 5, 2010].
- [9] International Telecommunication Union, "Global Information Infrastructure principles and framework architecture", ITU-T Recommendation Y.110, 1998. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 5, 2010].
- [10] International Telecommunication Union, "Information communication architecture", ITU-T Recommendation Y.130, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 5, 2010].
- [11] International Telecommunication Union, "Global Information Infrastructure (GII): Reference points for interconnection framework", ITU-T Recommendation Y.140, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 7, 2010].
- [12] International Telecommunication Union, "Guideline for attributes and requirements for interconnection between public telecommunication network operators and service providers involved in provision of telecommunication services", ITU-T Recommendation Y.140.1, 2004. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 7, 2010].
- [13] International Telecommunication Union, "Requisitos y arquitectura funcional de las redes de la próxima generación, versión 1", ITU-T Recommendation Y.2012, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 8, 2010].

- [14] J Yagüe. “Indicadores comparados de servicios de telecomunicación” Ministerio de industria turismo y comercio, Madrid, España, 2005
- [15] International Telecommunication Union, “Terms and definitions for Next Generation Networks”, ITU-T Recommendation Y.2091, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Feb. 18, 2010].
- [16] SIUST. Resultado de consultas abonados de telecomunicaciones. <http://www.siuist.gov.co/siuist/tematico/consultaTematicaXUsuarioArbA.jsp>
- [17] B. Olivo. “Las estadísticas de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones” Universidad autónoma de Madrid, Madrid, España, 2008 <http://www.revistaindice.com/numero27/p12.pdf>
- [18] V. López. “Provisión de calidad de servicio extremo a extremo en redes multicapa y multidominio”. UAM, Madrid, España. 2006. Disponible: www.ii.uam.es/esp/posgrado/proyectos/victor_lopez.pdf
- [19] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and internet converged Service and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Terminology”, ETSI ES-180-000, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Mar. 13, 2010]
- [20] International Telecommunication Union, “Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte”, ITU-T Recommendation G.805, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/e> [Consulta: Mar. 28, 2010].
- [21] International Telecommunication Union, “Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión”, ITU-T Recommendation G.809, 2003. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/e> [Consulta: Mar. 28, 2010].
- [22] *Internet Engineering Task Force*, “*Internet Protocol – DARPA Internet Program – Protocol Specification*” *Internet Engineering Task Force RFC 791*, 1981. [En línea] Disponible: <http://www.ietf.org> [Consulta: Mar. 30, 2010].
- [23] D. Pérez, M. Pintos, I. Turiño. *NGN: Next generation networks*. 2008. <http://www.slideshare.net/ngnst2/ngn-356337>
- [24] International Telecommunication Union, “Principios para la gestión de redes de próxima generación”, ITU-T Recommendation M.3060/Y.2401, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-M/e> [Consulta: Apr. 15, 2010].
- [25] International Telecommunication Union, “Requisitos de la red de transporte con conmutación automática”, ITU-T Recommendation G.807/Y.1302, 2001. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/e> [Consulta: Mar. 28, 2010].
- [26] International Telecommunication Union, “Arquitectura de la red óptica con conmutación automática”, ITU-T Recommendation G.8080/Y.1304, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/e> [Consulta: Mar. 28, 2010].

[27] *Internet Engineering Task Force*, “Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Functional Description”, IETF RFC 3471, 2003. [En línea] Disponible: <http://www.ietf.org> [Consulta: Apr. 13, 2010].

[28] International Telecommunication Union, “Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones”, ITU-T Recommendation M.3010, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-M/e> [Consulta: Apr. 15, 2010].

[29] International Telecommunication Union, “Principios para una red de gestión de las Telecomunicaciones Enmienda 1: Conformidad y cumplimiento con relación a la RGT”, ITU-T Recommendation M.3010 Enmienda 1, 2003. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-M/e> [Consulta: Apr. 15, 2010].

[30] International Telecommunication Union, “*Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes*”, ITU-T Recommendation Y.2611, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Apr. 29, 2010].

[31] International Telecommunication Union, “*General architectural model for interworking*”, ITU-T Recommendation Y.1215, 2002. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Apr. 29, 2010].

[32] International Telecommunication Union, “Funciones de gestión de la red de gestión de las telecomunicaciones”, ITU-T Recommendation M.3400, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-M/e> [Consulta: Apr. 15, 2010].

[33] International Telecommunication Union, “Terminología de la infraestructura mundial de la información: Términos y definiciones”, ITU-T Recommendation Y.101, 2000. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: Feb. 7, 2010].

[34] International Telecommunication Union, “Marco de gestión para la interconexión de sistemas abiertos para aplicaciones del CCITT”, ITU-T Recommendation X.700, 1992. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-X/e> [Consulta: Apr. 27, 2010].

[35] International Telecommunication Union, “Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Visión general de la gestión de sistemas”, ITU-T Recommendation X.701, 1997. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-X/e> [Consulta: Apr. 27, 2010].

[36] European Telecommunications Standards Institute, “Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 5: TTCN-3 Runtime Interface (TRI)”, ETSI ES-201-873-5, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[37] European Telecommunications Standards Institute, “Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 6: TTCN-3 Control Interface (TCI)”, ETSI ES-201-873-6, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[38] European Telecommunications Standards Institute, “Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 7: Using ASN.1

with TTCN-3”, ETSI ES-201-873-7, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[39] European Telecommunications Standards Institute, “Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 7: Using ASN.1 with TTCN-3”, ETSI ES-201-873-7, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[40] International Telecommunication Union, “Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models: Functional requirements and architecture of next generation networks”, ITU-T Recommendation Y.2012, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: Julio 1, 2010]

[41] *Internet Engineering Task Force*, “SIP: Session Initiation Protocol” IETF RFC 3261, 2002. [En línea] Disponible: <http://www.ietf.org> [Consulta: April. 26, 2010].

[42] *Internet Engineering Task Force*, “Diameter Base Protocol”, Network Working Group RFC. [En línea] Disponible: <http://www.ietf.org> [Consulta: July. 30, 2010].

[43] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN–Network signalling and control functional architecture: Signalling architecture for the NGN service control plane”, ITU-T Recommendation Q.3030, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[44] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Service and Capability Requirements”, ETSI TS-181-005, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[45] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Requirements for QoS in a NGN”, ETSI TS-181-018, 2007. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[46] European Telecommunications Standards Institute, “Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); 3G security; Security threats and requirements (3GPP TS 21.133 version 4.1.0 Release 4)”, ETSI TS-121-133, 2001. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[47] European Telecommunications Standards Institute, “Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); 3G Security; Security Principles and Objectives (3GPP TS 33.120 version 4.0.0 Release 4)”, ETSI TS-133-120, 2001. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[48] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN SECURITY (SEC); Requirements”, ETSI TS-187-001, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[49] European Telecommunications Standards Institute, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System

(UMTS); LTE; Service aspects; Charging and billing (3GPP TS 22.115 version 9.1.0 Release 9)", ETSI TS-122-115, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[50] European Telecommunications Standards Institute, "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles (3GPP TS 32.240 version 9.1.0 Release 9)", ETSI TS-132-240, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[51] European Telecommunications Standards Institute, "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Telecommunication management; Charging management; Charging Data Record (CDR) transfer (3GPP TS 32.295 version 9.0.0 Release 9)", ETSI TS-132-295, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Nov. 13, 2010]

[52] European Telecommunications Standards Institute, "Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; TTCN-3 Language Extensions: Advanced Parameterization", ETSI ES-202-784, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[53] European Telecommunications Standards Institute, "Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 1: TTCN-3 Core Language", ETSI ES-201-873-1, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[54] European Telecommunications Standards Institute, "Methods for Testing and Specification (MTS): The Testing and Test Control Notation version 3; Part 4: TTCN-3 Operational Semantics", ETSI ES-201-873-4, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[55] European Telecommunications Standards Institute, "Methods for Testing and Specification (MTS): Network Integration Testing (NIT): Interconnection; Reasons and goals for a global service testing approach", ETSI TR-101-667, 1999. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Jun. 5, 2010]

[56] M. Khoshbakhtian, N. HezareMoghadam, M. Mazoochi. "Identification of Various Problems in an Environment of Multi Vendor Equipments for PSTN Services in NGN", Telecommunication Research Center of Iran, paper, 2008

[57] M. Pirhadi, Y. Nasr Harandi, M. Yaghoubi, A. Iravani Tabrizipoor, M. Mirzabaghi. "A Nationwide Pilot Architecture for Testing Next Generation Networks", NGN Pilot Lab, Iran Telecom Research Center (ITRC), paper, 2006

[58] F. Baroncelli, B. Martini, V. Martini, P. Castoldi. "Supporting Control Plane-enabled Transport Networks within ITU-T Next Generation Network (NGN) architecture", CNIT Italia, paper, 2008

[59] I. Vogelsang, et al., "Interconnection in Next Generation Networks (NGNs)", WIK-Consult GmbH, Germany, 2009.

[60] T. Magedanz, D. Witaszek, K. Knuettel, P. Weik. "The IMS playground @ fokus – an open testbed for next generation network multimedia services," presented at Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities, Trento, Italy, February 21 - 25, 2005.

[61] Empirix, "Testing Session Border Control in NGN and IMS Environments with Hammer from Empirix," www.htest.cz, Jun. 2008. [En línea] Disponible: <http://www.htest.cz>. [Consulta: Jun. 17, 2010]

[62] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN Transport Operational Test Manual", NICC ND-1410, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[63] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN Signalling Operational Test Manual", NICC ND 1411, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[64] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN Services Operational Test Manual", NICC ND-1412, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[65] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN Validation Testing Manual", NICC ND-1413, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[66] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN Integration Testing Manual", NICC ND-1414, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[67] Network Interoperability Consultative Committee, "Multi-Service Interconnect of UK Next Generation Networks", NICC ND-1610, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: May. 27, 2010]

[68] Network Interoperability Consultative Committee, "Multi-Service NGN Interconnect Common Transport", NICC ND-1611, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: June. 3, 2010]

[69] Network Interoperability Consultative Committee, "Generic IP Connectivity for PSTN / ISDN Services between Next Generation Networks", NICC ND-1612, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: June. 3, 2010]

[70] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: Transport Service Layer Management", NICC ND-1613, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: June. 3, 2010]

[71] Network Interoperability Consultative Committee, "NGN Interconnect: PSTN/ISDN Service; General Connectivity Management", NICC ND-1614, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: June. 3, 2010].

[72] Network Interoperability Consultative Committee, “NGN; Voice Line Control Service: Interconnect Architecture”, NICC ND-1620, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.niccstandards.org.uk>. [Consulta: June. 3, 2010]

[73] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN Service and session control protocols: NGN NNI signalling profile (protocol set 1)”, ITU-T Recommendation Q.3401, 2007. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[74] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN Service and session control protocols: NGN NNI signalling profile (protocol set 1); Amendment 1: Extensions of NGN NNI signalling profile including video and data services”, ITU-T Recommendation Q.3401 Amendment 1, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[75] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN Service and session control protocols: NGN UNI signalling profile (Protocol set 1)”, ITU-T Recommendation Q.3402, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[76] International Telecommunication Union, “Requisitos y protocolos de señalización para las redes de próxima generación (NGN) – Pruebas de redes de próxima generación: Métodos de prueba y arquitectura de red modelo para realizar pruebas de medios técnicos NGN en redes de telecomunicaciones públicas”, ITU-T Recommendation Q.3900, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[77] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN Testing for NGN networks Testing topology for networks and services based on NGN technical means”, ITU-T Recommendation Q.3901, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[78] International Telecommunication Union, “Signalling requirements and protocols for the NGN Testing for NGN networks: Operational parameters to be monitored when implementing NGN technical means in public telecommunication networks”, ITU-T Recommendation Q.3902, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int>. [Consulta: June. 24, 2010]

[79] M. Ibarra, L. Orozco, O. J. Calderón, “Definición de criterios técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte,” tesis, Depto., Telecom. Univ. del Cauca, Popayan, Cauca, Colombia, 2010

[80] 3rd Generation Partnership Project and TISPAN Gap Analysis of NGN Interconnection of Services, “*IP Interconnect Meeting*”, Sophia Antipolis. Telefónica Spain, Telecom Italia. 2008.

[81] European Telecommunications Standards Institute, “*Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN functional architecture*”, ETSI ES 282 001 V2.0.0, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[82] Comisión Reguladora de Comunicaciones, “Políticas generales y estrategias para establecer un régimen unificado de interconexión (RUDI)”, 2000.

[83] 3rd Generation Partnership Project, “*Inter-IMS Network to Network Interface*”, 3GPP TR 29.865. V0.2.0, 2007. [En línea] Disponible: <http://www.3gpp.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[84] R. Zouakia, “NGN interconnection: technology challenges”. ITU/BDT Arab Regional Workshop on: "NGN Interconnection" Manama. Kingdom of Bahrain, Mayo 02 -03, 2007

[85] European Telecommunications Standards Institute, “*Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); UMTS; LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS) Stage 2*”, ETSI TS 123 228 V9.3.0, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Jul. 13, 2010]

[86] Telecommunications Industry Association, “*All-IP Core Multimedia Domain, IP Multimedia Subsystem – Stage 2*”, TIA-873.002-A, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.tiaEn línea.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[87] International Telecommunication Union, “*Subsistema multimedia IP para las redes de la próxima generación*”, ITU-T Recommendation Y.2021, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[88] Global System for Mobile Communications Association, “*IMS Roaming & Interworking Guidelines*”, GSMA PRD IR.65 V4.0, 2010. [En línea] Disponible: <http://www.gsma.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[89] 3rd Generation Partnership Project, “*IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2*”, 3GPP TS 23.228, 2007. [En línea] Disponible: <http://www.3gpp.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[90] European Telecommunications Standards Institute, “*Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); UMTS; LTE: Network architecture*”, ETSI TS 123 002 V9.3.0, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[91] 3rd Generation Partnership Project, “*Interworking between SIP-I based circuit-switched core network and other networks*”, 3GPP TS 29.235 V9.1.0 2009. [En línea] Disponible: <http://www.3gpp.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[92] 3rd Generation Partnership Project, “*Interworking between the IM CN subsystem and IP networks*”, 3GPP TS 29.162 V9.5.0, 2010 [En línea] Disponible: <http://www.3gpp.org> [Consulta: Jul. 18, 2010].

[93] European Telecommunications Standards Institute, “*Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS; Functional architecture*”, ETSI ES 282 007 V2.0.0, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

[94] Basic NGN Architecture & Principles, K. Knightson. Documento en línea: Consultado el 27 de Julio de 2010.

[95] Mapping Diameter Interfaces to Functionality in 3GPP/3GPP2 IMS Architecture; Whitepaper by Traffix Systems. Documento en línea: Consultado el 29 de Julio de 2010.

- [96] European Telecommunications Standards Institute, *“Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for advanced Networking; IP Multimedia Subsystem: Stage 2 description”*, ETSI TS 182 006 V2.1.1, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]
- [97] *“Bandwidth Management and Control Technology in the NGN”*, M. Miyasaka, N. Horikome, K. Kishida. NTT Network Service Systems Laboratories, Japan 2008
- [98] *Internet Engineering Task Force*, *“The Early Session Disposition Type for the Session Initiation Protocol SIP”*, IETF RFC 3959, 2004. [En línea] Disponible: <http://www.ietf.org> [Consulta: Mar. 30, 2010].
- [99] International Telecommunication Union, *“NGN release 1 requirements”*, ITU-T Recommendation Y.2201, 2007 [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].
- [100] 3rd Generation Partnership Project, *“Feasibility Study for the multimedia interworking between the IP Multimedia Core Network (CN) Subsystem (IMS) and Circuit Switched (CS) networks”*, 3GPP TR 29.863. V8.2.0, 2008 [Online] Available: <http://www.3gpp.org> [Accessed: Jul. 18, 2010].
- [101] 3rd Generation Partnership Project and TISPAN Gap Analysis of NGN Interconnection of Services, *“IP Interconnect Meeting”*, Sophia Antipolis. Telefónica Spain, Telecom Italia. 2008.
- [102] Global System for Mobile Communications Association, *“IMS Roaming & Interworking Guidelines”*, GSMA PRD IR.65 V4.0, 2010. [Online] Available: <http://www.gsma.org> [Accessed: Jul. 18, 2010].
- [103] International Telecommunication Union, *“Arquitectura de emulación RTPC/RDSI”*, ITU-T Recommendation Y.2031, 2006 [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].
- [104] International Telecommunication Union, *“ITU-T Y.2000 series Supplement on NGN release 1 scope”*, Supplement ITU-T Y.Sup1, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].
- [105] Tercer boletín tecnológico
http://www.osiptel.gob.pe/OsiptelDocs/GCC/NOTICIAS_PUBLICACIONES/PUBLICACIONES/FILES/boltec032006.pdf (2007)
- [106] International Telecommunication Union, *“PSTN/ISDN emulation and simulation”*, ITU-T Recommendation Y.2262, 2006 [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].
- [107] European Telecommunications Standards Institute, *“Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture”*, ETSI ES 282 002 V1.1.1, 2006. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]

- [108] European Telecommunications Standards Institute, “*Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Telecommunication management; Charging management; IP Multimedia Subsystem (IMS) charging (3GPP TS 32.260 version 9.4.0 Release 9)*”, ETSI TS 132 260 V9.4.0, 2009. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]
- [109] European Telecommunications Standards Institute, “*Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS-based PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture*”, ETSI TS 182 012 V2.1.4, 2008. [En línea] Disponible: <http://www.etsi.org>. [Consulta: May. 13, 2010]
- [110] J. Kim, *NGN Architecture and Framework*. Documento en línea: Consultado el 27 de Julio de 2010.
- [111] Infocomm Development Authority of Singapore, “*PSTN/ISDN Evolution to NGN*”, IDA Reference Specification Issue 1, 2010 [En línea] Disponible: <http://www.ida.gov.sg> [Consulta: May. 13, 2010]
- [112] *Development Scenario of SoftSwitch Standards in China and China Telecom’s Considerations on Network Evolution*, Zhao Huiling. Documento en línea: Consultado el 27 de Julio de 2010.
- [113] International Telecommunication Union, “*Distributed functional plane for intelligent network CS-1*”, ITU-T Recommendation Q.1214, 2010 [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consulta: Jul. 18, 2010].
- [114] Engst A., Fleishman G. “*Introducción a las redes inalámbricas*”. Editorial Anaya multimedia, 2003.
Disponible: <http://www.scribd.com/doc/34188247/Introduccion-a-Las-Redes-Inalambricas-Anaya-Multimedia-Adam-Engst-Glenn-Fleishman-Para-Windows-Y-Macintosh>
- [115] International Telecommunication Union, “*Guía de atributos y requisitos para la interconexión entre operadores de redes públicas de telecomunicaciones y proveedores de servicio que intervienen en la prestación de servicios de telecomunicaciones*”, ITU-T Recommendation Y.140.1, 2004. [En línea] Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e> [Consultado: Nov. 13, 2010].
- [116] Bonneville Power Administration, “*Technical Requirements for Interconnection to the BPA Transmission Grid*”, Doc. STD-N-000001-00-01, 2009 [En línea] Disponible: http://transmission.bpa.gov/business/generation_interconnection/documents/STD-N-000001-00-01_071509.pdf [Consultado: Nov. 13, 2010].