

**PLATAFORMA OPEN IMS CORE FOKUS PARA LOGRAR
CONVERGENCIA EN REDES UMTS, WIFI Y NGN**

Ing. MICHEL ANDRÉS RINCÓN CASTILLO

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAestrÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C.-NOVIEMBRE DE 2013**

**PLATAFORMA OPEN IMS CORE FOKUS PARA LOGRAR
CONVERGENCIA EN REDES UMTS, WIFI Y NGN**

Ing. MICHEL ANDRÉS RINCON CASTILLO

**Trabajo de profundización para optar por el título de
Magister en Ingeniería Electrónica**

DIRECTOR:

Ing. LUIS CARLOS TRUJILLO ARBOLEDA, *M.Sc.*

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C. - NOVIEMBRE DE 2013**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

**FACULTAD INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

RECTOR MAGNÍFICO:

P. JOAQUÍN SÁNCHEZ GARCÍA S. J.

DECANO ACADÉMICO:

Ing. JORGE SANCHEZ, Ph.D.

DECANO DEL MEDIO UNIVERSITARIO:

P. SERGIO BERNAL RESTREPO S. J.

DIRECTOR DE LA MAESTRÍA:

Ing. CESAR LEONARDO NIÑO. PH.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO:

Ing. LUIS CARLOS TRUJILLO

ARBOLEDA, MSc.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director del proyecto

Jurado

Jurado

NOVIEMBRE DE 2013

NOTA DE ADVERTENCIA

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por algunos de sus alumnos en los proyectos de grado. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vea en ello el anhelo de buscar la verdad y la justicia.”

Artículo 23 de la Resolución No. 13, del 6 de julio de 1946, por la cual se reglamenta lo concerniente a Tesis y Exámenes de Grado en la Pontificia Universidad Javeriana.

*A mi mamá Clara y a mi novia Paola,
por todo el apoyo
recibido y motivaciones.*

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	MARCO TEÓRICO	13
2.1	IMS	13
2.1.1	Arquitectura IMS	14
2.1.2	CSCF	16
2.1.3	Home Subscriber Server HSS	19
2.1.4	Identificación en IMS	20
2.1.5	Plano de Señalización en IMS	21
2.1.6	Plano de Media en IMS	24
2.1.7	Open IMS Core (FOKUS)	24
2.2	NGN.....	26
2.2.1	Arquitectura NGN	26
2.2.2	Arquitectura de <i>Softswitch</i>	28
2.2.3	Servicios NGN	29
2.3	UMTS.....	31
2.3.1	Arquitectura 3GPP Release 4.....	31
2.3.2	Core Network (CN).....	32
2.3.3	UTRAN	33
2.3.4	Servicios UMTS	35
3	ESPECIFICACIONES	37
3.1	DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO DE TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICACIONES ZTE-PUJ	37
3.1.1	NGN ZTE.....	37
3.1.2	UMTS ZTE.....	39
3.2	MODELO DE ARQUITECTURA PLANTEADO.....	40
3.2.1	Topología General	41
3.2.2	Protocolos.....	43
3.2.3	Interfaces.....	44
3.2.4	Componentes de la Topología	44
3.3	CARACTERISTICAS DEL <i>SOFTSWITCH</i> ZXSS10	45
3.4	CARACTERISTICAS DEL MULTISERVICE ACCESS GATEWAY ZXMSAG 5200	46
3.5	MANEJO DE SESIONES EN IMS.....	46
3.5.1	Clientes IMS	47
3.5.2	Clientes NGN.....	49
4	DESARROLLO	50
4.1	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	50
4.2	INSTALACION DE OPEN IMS CORE FOKUS	50
4.3	CAMBIO DE DOMINIO IMS.....	52
4.3.1	Configuración del servidor DNS:.....	52
4.4	DIRECCIONAMIENTO	53

4.5	PERFILES DE USUARIO EN HSS	55
4.6	CONFIGURACIÓN EN NGN	56
4.6.1	Nodo y Zona en el SS	57
4.6.2	Usuarios SIP	58
4.6.3	Usuarios H.248.....	59
4.7	CONFIGURACIÓN EN UMTS	59
4.8	TRONCALES DE INTERCONEXIÓN ENTRE REDES	60
4.8.1	Troncal SIP lado NGN.....	61
4.8.2	Troncal SIP lado UMTS.....	62
4.9	LIMITACIONES DE LA PLATAFORMA OPEN IMS CORE FOKUS	63
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PRUEBAS	64
5.1	PRUEBA DE DOMINIO IMS	64
5.2	PRUEBA DE REGISTRO IMS.....	65
5.3	PRUEBA DE REGISTRO SIP EN EL SS ZTE.....	66
5.4	PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS EN IMS.....	67
5.5	PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS SIP EN EL SS.....	68
5.6	PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS H.248.....	68
5.7	PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS ENTRE IMS Y EL SS.....	69
5.8	PRUEBA DE VIDEO LLAMADA EN IMS	70
5.9	RETARDOS DE REGISTRO Y LLAMADAS	71
5.10	ANCHO DE BANDA DE LA SEÑALIZACIÓN.....	73
6	CONCLUSIONES	75
7	BIBLIOGRAFÍA	77
8	ANEXOS	78
8.1	ANEXO 1: PROTOCOLOS EN IMS.....	78
8.2	ANEXO 2: PUNTOS DE REFERENCIA EN LA ARQUITECTURA IMS.....	78
8.3	ANEXO 3: INSTALACIÓN DE OPEN IMS CORE FOKUS.....	78
8.4	ANEXO 4: ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA IMS	78

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Figura 2-1 Visión General, Arquitectura 3GPP / TISPAN IMS [5].....	15
Figura 2-2 Formato de los mensajes SIP	22
Figura 2-3 FOKUS Open IMS playground [1].....	25
Figura 2-4 Modelo Conceptual NGN y sus Capas Funcionales [18].	27
Figura 2-5 Componentes Arquitectura Softswitch [18].	28
Figura 2-6 Alto Nivel de Arquitectura UMTS [9].....	31
Figura 2-7 Elementos de red e Interfaces UMTS [9].	32
Figura 2-8 Componentes e Interfaces UTRAN [9].	34
Figura 3-1 Arquitectura de Red NGN ZTE (Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ) Tomado de “Componentes de red NGN (ZTE)”.....	38
Figura 3-2 Arquitectura de Red UMTS ZTE (Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ) Tomado de “Componentes de red UMTS (ZTE)”.....	39
Figura 3-3 Topología General Propuesta [Elaboración propia]	42
Figura 4-1 Esquema de Direccionamiento Plataforma Open IMS Core [Elaboración propia]	54
Figura 4-2 Interfaz de Configuración <i>Softswitch</i> ZXSS10 [Captura de Pantalla].....	57
Figura 4-3 Topología de interconexión de troncales SIP. [Elaboración propia]	61
Figura 4-4 Interconexión de la troncal SIP [Captura de pantalla].....	62
Figura 5-1 Respuesta ping al Serving-CSCF.....	64
Figura 5-2 Pruebas de Dominio y Dig al Serving-CSCF	65
Figura 5-3 Diagrama de Secuencia de Registro IMS [Elaboración propia]	66
Figura 5-4 Registro SIP al <i>Softswitch</i> [Elaboración propia].....	67
Figura 5-5 Establecimiento de llamada en IMS [Elaboración propia]	67
Figura 5-6 Establecimiento de llamada en NGN [Elaboración propia].....	68
Figura 5-7 Traza H.248 tomada desde el cliente ZXSS20 [Captura de pantalla]	69
Figura 5-8 Establecimiento de llamada entre redes IMS y NGN [Elaboración propia].....	70
Figura 5-9 Video llamada en IMS [Captura de pantalla]	71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1 Rangos de Códigos de Estado en SIP	22
Tabla 2-2 Métodos SIP.....	23
Tabla 3-1 Instrucciones de H248 [Elaboración propia].....	44
Tabla 4-1 Asignación de puertos en IMS.	54
Tabla 5-1 Retardo de registro IMS	71
Tabla 5-2 Retardo de registro SIP en la red NGN.....	72
Tabla 5-3 Retardos de establecimiento de llamada en IMS	72
Tabla 5-4 Retardos de Establecimiento de llamadas SIP	73
Tabla 5-5 Retardos de establecimiento de llamadas H.248.....	73
Tabla 5-6 Retardos de establecimiento de llamadas en redes IMS y NGN.....	73
Tabla 5-7 Ancho de banda de la señalización en el registro IMS	74
Tabla 5-8 Ancho de banda de la Señalización en el establecimiento de llamada de IMS a NGN.	74

1 INTRODUCCIÓN

En el actual mercado de las telecomunicaciones, la integración de los servicios de comunicación, la convergencia fijo – móvil y la aparición de nuevos servicios de valor agregado con contenidos multimedia, condujeron a la necesidad de converger múltiples plataformas de servicio presentadas al usuario, dando como resultado la necesidad de plantear un desarrollo de una plataforma simple y consolidada que fuera capaz de soportar una amplia variedad de servicios multimedia sobre varias redes de comunicación, factores que causaron el nacimiento del Subsistema Multimedia IP (IMS¹).

La ejecución y el desarrollo de proyectos de investigación en el campo de las redes de telecomunicaciones en Colombia son un factor determinante para lograr alcanzar altos niveles en la formación del conocimiento y en la competitividad de una sociedad tecnológica. La implantación de una red de nueva generación en un centro académico es un avance de vital importancia para la formación conjunta del desarrollo académico, investigativo, e innovador en lo que a última tecnología se refiere.

El Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ cuenta con una infraestructura de redes de última generación, la cual permite realizar implementaciones de redes de próxima generación (NGN²), WiFi y (UMTS³) entre otros a nivel de un operador, permitiendo simular escenarios de redes reales, analizando el rendimiento de las mismas, y permitiendo realizar proyectos de investigación para optimizar la interconexión y la convergencia de las actuales redes de telecomunicación.

La plataforma de uso libre “*Open IMS Core*” es una implementación de dos de los principales elementos del núcleo IMS que son la función de enrutamiento (CSCF⁴) y la función de base de datos de usuarios (HSS⁵), los cuales conforman el núcleo de la arquitectura IMS. La plataforma hace uso de la función CSCF para enrutar cualquier señalización de sesiones dentro

¹ IP Multimedia Subsystem.

² Next Generation Network.

³ Universal Mobile Telecommunications System.

⁴ Call Session Control Function.

⁵ Home Subscriber Server.

del subsistema IMS, y de la base de datos de usuarios HSS para manejar los perfiles de usuario y las reglas de enrutamiento.

Este trabajo pretende incorporar la plataforma “*Open IMS Core*” al Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE – PUI, para lograr la convergencia entre las tecnologías UMTS, WiFi y NGN a nivel de servicio y núcleo, de tal manera que se explore las características principales del subsistema IMS como son la variedad de tecnologías en la capa de acceso y administración y la ejecución de servicios de manera centralizada, permitiendo poner en marcha los dos principales elementos necesarios para el funcionamiento de la plataforma “*Open IMS Core*” que son la función CSCF y la base de datos de usuarios HSS.

De igual manera se pretende verificar la efectividad de la integración, a nivel funcional, mediante la implementación de servicios de llamada y video llamada, con el objetivo de realizar sesiones multimedia entre usuarios haciendo uso de servicios y/o aplicaciones en donde intervengan varios tipos de redes de acceso [1]. Estas sesiones se controlarán mediante los órganos que componen el núcleo IMS, permitiendo al operador la convergencia de múltiples redes de acceso y evitando entidades intermedias que generan un gran consumo de recursos.

La plataforma IMS integrada en el centro ZTE-PUI es el punto de partida para la implementación de servidores de aplicación que conforman actualmente los servicios actuales y futuros que presta las telecomunicaciones en el mundo, como lo son la mensajería instantánea, el intercambio de contenido multimedia, el *streaming* de video de alta definición, entre muchas otras más gracias a su núcleo “All-IP” que permite tener un ambiente que puede ser visto como el esfuerzo de tratar de unificar en una sola plataforma el acceso a servicios compartidos por diferentes tipos de métodos de acceso.

2 MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas las redes de telecomunicaciones han tenido que pasar por grandes cambios encaminados a mejorar factores como: la implementación, la calidad de servicio, posibilidad de convergencia con diferentes tecnologías y la prestación herramientas que permitan la ejecución de nuevos contenidos y servicios para el usuario. Dentro del despliegue que ha realizado 3GPP¹ en la evolución de las redes de núcleo, tecnologías de acceso, y en general la arquitectura de las redes NGN para soportar telefonía móvil y servicios multimedia, se destaca principalmente el subsistema IMS como la manera de unificar todos los posibles accesos en un ambiente totalmente centralizado enfatizando principalmente la interconexión de los componentes de la red por medio de IP.

La tendencia All-IP (todo IP) que se muestra en las especificaciones adoptadas por 3GPP es parte fundamental para lograr una óptima convergencia entre las diferentes redes. El uso del protocolo SIP en la interconexión de la señalización de los principales componentes de la red, permite de manera fácil y eficiente administrar sesiones entre las diferentes redes del operador reduciendo la complejidad que se presentaba en las anteriores generaciones de redes, factor que se encuentra cubierto por el subsistema IMS a partir del Release 5 (2003) de 3GPP al ser este el núcleo principal de las redes NGN incluyendo las actuales redes de cuarta generación (4G).

2.1 IMS

El Subsistema IMS desarrollado por la organización de estandarización 3GPP es una arquitectura de redes estandarizada de nueva generación creada para los operadores de telecomunicaciones, concebida para proporcionar servicios avanzados sobre redes fijas y móviles, soportando un gran número de tecnologías de acceso, que a simple vista generan grandes beneficios de ahorro para el operador. Una de las principales ventajas ofrecida por el subsistema IMS para los operadores, es la integración de servicios existentes con servicios futuros; para esto en el Subsistema IMS es clave el uso de protocolos de internet abiertos y estandarizados [2].

IMS ofrece a los operadores la capacidad de construir una infraestructura de servicio abierta basada en IP, la cual permite fácilmente la implementación de nuevos servicios multimedia

¹ 3rd Generation Partnership Project

mezclados con comunicaciones de voz y servicios de datos. La concepción de los servicios IMS es un cambio clave en el mercado de las telecomunicaciones. Los servicios IMS son fundamentalmente adaptados sin inconvenientes a las preferencias del usuario sobre múltiples redes de acceso y con muchas posibilidades en el servicio [3].

2.1.1 Arquitectura IMS

Como se describe en 3GPP, IMS fue originalmente diseñado para soportar redes UMTS y entregar contenido multimedia IP a usuarios móviles, y ha llegado a convertirse en el componente principal de las redes 3G y 4G, TV por cable y las redes fijas de nueva generación. Inicialmente, IMS fue un sistema All-IP diseñado para ayudar a los operadores móviles a ofrecer servicios interactivos a bajo costo, sobre la infraestructura que ofrece Internet. Para lograr esto, IMS está presente en una arquitectura de tres capas, Transporte, Control, Aplicación y una capa externa de Acceso, cada una de ellas con componentes que se incluyen dentro de las arquitecturas existentes del operador [4].

La capa de Acceso está compuesta por diferentes tecnologías y métodos para acceder a la red del subsistema IMS, pueden ser redes móviles como: UMTS, CDMA², redes de área local como, redes de cable, Wi-Fi, o redes fijas como xDSL³ entre otras. En cuanto a la capa de Transporte, se muestra una vez más la tendencia de la redes de telecomunicaciones a convertirse en All-IP. Está compuesta por una red IP, que puede integrar mecanismos de calidad de servicios como, Diffserv y RSVP⁴, entre otros. La capa de Transporte está compuesta de enrutadores (enrutadores de borde para el acceso y enrutadores de núcleo para el transito), conectados por una red de transmisión. La capa de Control o capa IMS es la capa más importante del subsistema IMS realiza funciones de enrutamiento, señalización e invocación de servicios. La entidad encargada de estas funciones es la función CSCF. En esta capa se definen los parámetros que permitirán la ejecución de las aplicaciones solicitadas por los usuarios. Y finalmente, la capa de Aplicación donde están presentes los servicios que presta el operador a los usuarios. Consiste principalmente de servidores de aplicación (AS). Los módulos presentes en esta capa interactúan constantemente con la función CSCF para permitir a los usuarios hacer uso de un determinado servicio.

La Figura 2-1 muestra visión general de la arquitectura 3GPP IMS, donde se pueden notar las tres principales capas. Las interfaces entre los elementos son interfaces estandarizadas y

² Code Division Multiple Access.

³ Digital Subscriber Line – X.

⁴ Resource Reservation Protocol.

abiertas, en el gráfico se diferencian las líneas punteadas como los flujos de señalización y las líneas continuas como los flujos de datos. En la capa o plano central de la arquitectura (IMS Layer) se puede ver el elemento principal de la arquitectura IMS, el elemento de enrutamiento CSCF y este actúa como pilar principal y punto de conexión entre la capa de aplicación y la capa de transporte. En la parte inferior derecha de la capa de transporte tenemos las diferentes redes usadas como transporte por 3GPP tanto en el dominio conmutado (PSTN⁵, PLMN⁶) como redes IPv4 e IPv6, en esta capa además se tiene elementos propios de cada red de acceso, así como también *gateways* para la tecnología que se va a usar como es el caso de SGW (Signaling Gateway) y el MGW (Media Gateway) usados para transportar la señalización N7 y la voz de las llamadas hechas en la PSTN. Por último, en la capa de aplicación y servicio tenemos el HSS elemento donde se manejan los datos de usuario en la arquitectura IMS junto con funciones de localización de usuarios o cualquier otro servidor de aplicación específico.

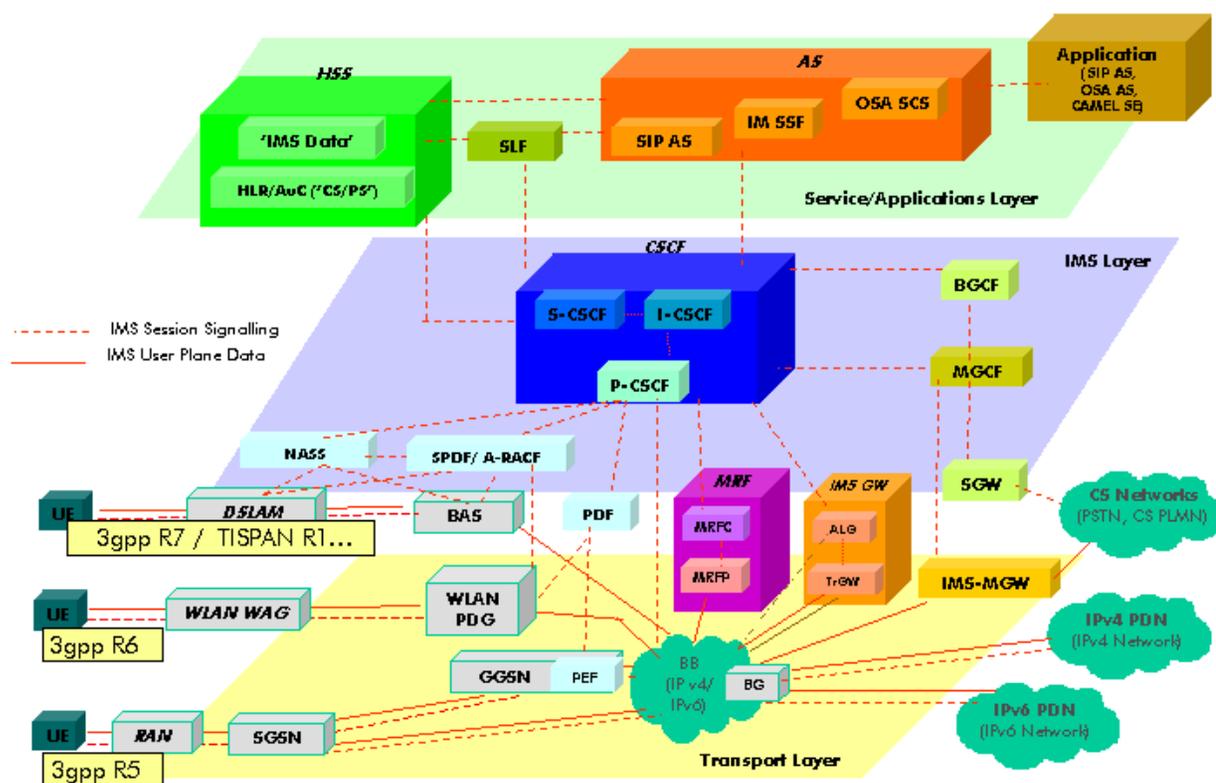


Figura 2-1 Visión General, Arquitectura 3GPP / TISPAN IMS [5]

⁵ Public Switched Telephone Network.

⁶ Public Land Mobile Network

Una característica a favor de IMS para los operadores es el hecho de usar protocolos e interfaces estandarizadas abiertas, lo que facilita al operador realizar su implementación de acuerdo a sus necesidades sin tener inconvenientes por el uso de equipos de diferentes fabricantes.

2.1.2 CSCF

El CSCF (Call Session Control Function) es el nodo principal en IMS, básicamente es un servidor SIP que establece, maneja y controla toda la señalización de las sesiones multimedia SIP, también maneja la interacción de los usuarios con los servicios en IMS. Dentro de la arquitectura IMS existen tres tipos de CSCFs, dependiendo de la funcionalidad que este cumpla tendrá una ubicación dentro de la red, todos ellos son conocidos colectivamente como CSCF.

Hay cuatro diferentes clases de CSCF: el Proxy-CSCF (P-CSCF), el Serving-CSCF (S-CSCF), el Interrogating (I-CSCF) y el Emergency-CSCF (E-CSCF). Comúnmente el P-CSCF, S-CSCF y el I-CSCF juegan un papel principal durante el registro y el establecimiento de sesiones y forman parte de la maquinaria de enrutamiento de SIP.

2.1.2.1 Proxy-CSCF

Es el primer punto de contacto para los usuarios dentro de la red IMS. Esto significa que todo el tráfico de la señalización SIP proveniente del UE⁷ será enviado al Proxy-CSCF. De igual manera, toda la señalización SIP de una terminación desde la red es enviada desde el Proxy-CSCF al UE. Esto significa que el P-CSCF valida las peticiones, las maneja para seleccionar los destinos y procesos para luego enviar la respuesta. Además el P-CSCF, puede comportarse como un UE (User Agent) como se define en [RFC3261]. El papel del UE es necesario para liberar las sesiones anormales que se presenten y para generar transacciones SIP independientes. Pueden existir uno o más P-CSCFs dentro de la red del operador. Las funciones realizadas por el P-CSCF son [3GPP TS 23.228, TS 24.229]:

- Reenviar las peticiones SIP REGISTER al Interrogating-CSCF basándose en el dominio proporcionado por el UE en la petición.
- Reenviar las peticiones y respuestas SIP recibidas por el UE al Serving-CSCF.
- Detectar peticiones de establecimiento de sesiones de emergencia.

⁷ User Equipment . Terminal de usuario definido.

- Enviar registros de información relacionada con el cobro al CCF⁸.
- Proporcionar una protección integral de la señalización SIP y mantener una asociación segura entre el UE y el P-CSCF. La protección integral es proporcionada mediante IPsec⁹.
- Para ejecutar las políticas de control de media. El P-CSCF es capaz de revisar el contenido de la carga útil SDP para asegurar si contiene los *codecs* de media que no son permitidos para el usuario.
- Para mantener Timers de sesión. La versión Release 5 de IMS no proporciona un medio para un proxy *statefull* para conocer el estado de sesiones. Mientras que, el Release 6 corrige esta deficiencia por medio de la inclusión de Timers de sesión. Esto permite que el P-CSCF detecte los recursos libres para el manejo de sesiones.

2.1.2.2 Interrogating-CSCF

Es un punto de contacto dentro de la red del operador para todas las conexiones destinadas a un subscriber de ese operador de red. Puede haber varios I-CSCFs dentro de la red del operador. Las funciones realizadas por el I-CSCF son:

- Contactar al HSS para obtener el nombre del S-CSCF que está usando el usuario.
- Asignar un S-CSCF basado en las capacidades recibidas desde el HSS.
- Reenviar las peticiones y respuestas SIP al Serving-CSCF.
- Enviar registros de información relacionada con el cobro al CCF.

2.1.2.3 Serving-CSCF

Es el cerebro de IMS; en la arquitectura que entrega 3GPP se encuentra localizado en la red principal del operador. Este realiza el control de sesión y el registro de los UEs a los servicio. Mientras el UE se encuentra adherido a la sesión, el S-CSCF mantiene el estado de la sesión e interactúa con la plataforma de servicio y funciones de cobro que necesite la red del operador para soportar los servicios. Al igual que las otras entidades puede haber varios S-CSCFs, y

⁸ Charging Collection Function.

⁹ Internet Protocol Security.

pueden tener diferentes funcionalidades dentro de la red. Las funciones realizadas por el S-CSCF son:

- Manejar peticiones de registro actuado como un registrador SIP, el S-CSCF conoce la dirección IP del UE y el P-CSCF que está usando como entrada.
- Autenticar los usuarios por medio del esquema de autenticación IMS AKA (Authentication and Key Agreement).
- Descargar la información y los datos de servicios relacionados con el usuario desde el HSS durante el registro o cuando se maneja un requerimiento para des-registrar a un usuario.
- Enrutar el tráfico de la terminación móvil al P-CSCF y enrutar el origen del tráfico al I-CSCF.
- Realizar el control de la sesión. El S-CSCF puede actuar como un proxy-server o como un UA dependiendo de la necesidad.
- Interactuar con las plataformas de servicio. Interacción significa la capacidad de decidir cuándo una petición o respuesta necesita ser enrutada a un específico AS¹⁰ para ser procesada.
- Trasladar la numeración E.164¹¹ a SIP URI¹² usando mecanismo de translación DNS como se especifica en [RFC2916]. Esta translación es necesaria porque el enrutamiento de la señalización SIP en IMS usa solo SIP URIs.
- Supervisar los Timers de registro y poder usarlos cuando el usuario necesite des-registrarse.
- Seleccionar el centro de emergencia cuando el operador soporte sesiones de emergencia IMS (a partir del Release 6).

¹⁰ Application Server.

¹¹ E.164 especifica el formato, la estructura y la jerarquía administrativa de los números telefónicos. Un número consta de código de país, código de zona o ciudad y un número telefónico.

¹² Uniform Resource Identifier.

- Ejecutar las políticas de media. El S-CSCF es capaz de revisar el contenido de la carga útil SDP para asegurar si contiene los *codecs* de media que no son permitidos para el usuario.
- Para mantener Timers de sesión. La versión Release 5 de IMS no proporciona un medio para un proxy statefull para conocer el estado de sesiones. Mientras que, el Release 6 corrige esta deficiencia por medio de la inclusión de Timers de sesión. Esto permite que el S-CSCF detecte los recursos libres para el manejo de sesiones.
- Enviar información relacionada con la cuenta al CCF para propósitos de cobro fuera de línea y en line en el OCS¹³ (sistema de cobro en línea).

2.1.3 Home Subscriber Server HSS

Es el almacenamiento principal de datos para todos los suscriptores, además contiene datos relacionados con el servicio de la red IMS. El HSS incluye identidades de usuario, información de registro, parámetros de acceso y activadores de información (triggers) de servicio [5].

Las identidades de usuario son de dos tipos: identidad de usuario privada e identidad de usuario pública. La identidad de usuario privada es una identidad de usuario que se asigna por el operador de red local y es usada para muchos propósitos como registro y autorización, mientras que, la identidad de usuario pública es la identidad que otros usuarios pueden usar para solicitar comunicación con el usuario final. Otros datos almacenados en el HSS son: Los parámetros de acceso IMS los cuales son usados para establecer sesiones e incluir parámetros como la autenticación de usuario, autorización de roaming y asignación de los nombres del S-CSCF. Los activadores de información de servicio permiten la ejecución de los servicios SIP.

El HSS contiene otras funcionalidades importantes como es el caso del subconjunto HLR/AUC (Home Location Register and Authentication Center) necesarios para la localización y autorización de usuarios tanto en el dominio PS (Packet Switching) como para el dominio CS (Circuit Swithcing).

¹³ Online Charging System.

2.1.4 Identificación en IMS

Cuando se presta un servicio, existe la necesidad de identificar el servicio. En la PSTN los servicios son identificados por números especiales, típicamente a través de prefijos. IMS también proporciona mecanismos para identificar los servicios.

2.1.4.1 Identidades de Usuario Públicas

Son la manera determinística en IMS de identificar los usuarios y son usadas para enrutar la señalización SIP. Un usuario IMS tiene asignados una o más identidades públicas de usuario. El operador local es responsable de asignar esa identidad pública a cada subscriptor IMS. Una identidad pública de usuario puede ser una SIP URI [RFC3621] o un TEL URI¹⁴ [RFC2806]. Haciendo la comparación de IMS con GSM¹⁵, una identidad de usuario pública es para IMS como una MSISDN¹⁶ es para GSM.

Cuando una identidad de usuario pública contiene un SIP URI, este típicamente toma la forma de **sip:nombre.apellido@operador.com**, además el operador IMS puede cambiar este esquema y su dirección cuando lo requiera. De igual manera también es posible incluir un número de teléfono en un SIP URI de la siguiente forma:

sip:+573002000@operador.com;user=phone.

Los TEL URIs son el otro formato que una identidad de usuario pública puede tomar. El siguiente formato representa a un TEL URI de un número internacional **tel:+1-212-55-0293**. Estos TEL URIs son necesarios para poder hacer llamadas desde un terminal IMS a un teléfono de la PSTN, dado que los números de la PSTN son representados únicamente con dígitos. Además, los TEL URIs también se usan si un subscriptor de la PSTN quiere hacer una llamada a un usuario IMS, dado que el usuario de la PSTN solo puede marcar dígitos.

En la práctica se visualiza que los operadores asignaran al menos un SIP URI y un TEL URI por usuario. Existen razones para asignar más de una identidad de usuario pública a un subscriptor, pues existe la necesidad de diferenciar las identidades personales de los negocios, las familiares y de amigos, o para activar diferentes tipos de servicios.

¹⁴ Tel Uniform Resource Identifier,

¹⁵ Global System for Mobile communications.

¹⁶ Mobile Subscriber ISDN Number – Es el número que identifica al usuario de manera global, se compone de un código de país, código del operador y un número de usuario.

IMS proporciona un interesante concepto y es un conjunto de identidades de usuario públicas registradas implícitamente. En su funcionamiento normal de SIP, cada identidad que necesite registrarse requiere enviar una petición SIP REGISTER. En IMS, es posible registrar varias identidades de usuario públicas en un solo mensaje, ahorrando tiempo y ancho de banda.

2.1.4.2 Identidades de Usuario Privadas

En IMS a cada subscriber se le asigna una identidad de usuario privada. A diferencia de las identidades de usuario públicas, las identidades de los usuarios privados no son SIP URI ni TEL URI, y estas toman un formato llamado NAI¹⁷ [RFC 2846]. El formato NAI de un usuario para un operador es **username@operador.com** nótese que en el formato no se encuentra la palabra SIP ni los dos puntos, ni tampoco TEL.

Por el contrario de las identidades de usuario públicas, las identidades de usuario privadas no son usadas para enrutar las peticiones SIP; en lugar de esto, ellas son usadas exclusivamente para propósitos de identificación en la subscripción y autenticación. Una identidad de usuario privada realiza una función similar en IMS que un IMSI¹⁸ en GSM.

2.1.5 Plano de Señalización en IMS

Uno de los componentes más importantes en el plano de señalización es el protocolo que realiza el control de sesión. El protocolo escogido para realizar esta tarea en IMS es el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) definido en el [RFC3261]. La meta principal de SIP es entregar la descripción de la sección de un usuario y su actual localización. Una vez el usuario ha sido localizado y la descripción de sesión inicial entregada, SIP puede entregar nuevas descripciones de sesión o modificar las características de las sesiones salientes, así como también terminar la sesión cuando el usuario lo desee [6].

2.1.5.1 Descripción de Sesión y SDP¹⁹

Una descripción de sesión es como su nombre lo indica, una descripción de la sesión que va ser establecida. Contiene información del usuario remoto para realizar la sesión. En una sesión multimedia sobre Internet se incluye información de la dirección IP, el número de puerto por donde se enviara la media y los *codecs* usados para codificar la voz y las imagines de los

¹⁷ Network Access Identifier

¹⁸ International Mobile Subscriber Identifier – Es el número que identifica al UE en la red móvil.

¹⁹ Session Description Protocol

participantes. El formato más común para describir una sesión es el SDP definido en el [RFC2327].

2.1.5.2 SIP [RFC3261]

El protocolo de control de sesión SIP está basado en HTTP, y es un protocolo de petición y respuesta textual. Los clientes envían peticiones y los servidores contestan con respuestas. Una transacción SIP consiste de una petición desde un cliente, ninguna o algunas respuestas provisionales, y una respuesta final desde un servidor.

La Figura 2-2 muestra el formato de los mensajes SIP. Estos inician con una línea de inicio (start line), la cual es llamada línea de petición (Request line) en peticiones y línea de estado (status line) en respuestas. La línea de inicio está seguida por un número de campos de cabecera que sigue el formato *name:value* y una línea vacía que separa los campos de cabecera del cuerpo de mensaje opcional [7].

```

Start line
A number of header fields
Empty line
Optional message body
    
```

Figura 2-2 Formato de los mensajes SIP

Línea de inicio en respuestas SIP (Línea de estado):

La línea de estado contiene el protocolo SIP versión 2.0 y el estado e la transacción, el cual está dado por un formato de un número y una frase, como por ejemplo: **SIP/2.0 180 Ringing**.

Para este caso el código de estado 180 indica que el usuario remoto está siendo alertado. Y el Ringing es la frase razón leíble. Dado que SIP usa un modelo cliente servidor, se puede decir que este tipo de respuestas siempre provienen del servidor como tal. La tabla 2-1 muestra los rangos disponibles de las respuestas y su correspondiente significado.

Rangos de Códigos de estado	Significado
100 – 199	Estados temporales
200 – 299	Estados estables
300 – 399	Re direccionamiento
400 – 499	Error del cliente
500 – 599	Error del servidor
600 - 699	Error general

Tabla 2-1 Rangos de Códigos de Estado en SIP

Line de inicio en peticiones SIP (Línea de Petición):

La línea de inicio peticiones se le llama línea de petición, y esta consiste del nombre del método, el URI de la petición, y la versión del protocolo SIP/2.0. El nombre del método indica el propósito de la petición y el URI de la petición contiene el destino de la petición. Un ejemplo de esta línea podría ser **INVITE sip:Alice.Smith@domain.com SIP/2.0**, el nombre del método en este ejemplo es INVITE y este indica que el propósito de esta petición es invitar al otro usuario a una sesión. La tabla 2-2 muestra los principales métodos actuales definidos en SIP y su significado.

Nombre del Método	Significado
ACK	(Acknowledges) Reconoce el establecimiento de una sesión.
BYE	Termina una sesión.
CANCEL	Cancela una petición pendiente.
INFO	Transporta señalización telefónica de la PSTN.
INVITE	Establece una sesión.
NOTIFY	Notifica al Usuario acerca de eventos particulares.
OPTIONS	Pregunta a un servidor sobre sus capacidades
PRACK	Reconocimiento de recepción de una respuesta temporal.
PUBLISH	Descarga información de un servidor.
REGISTER	Registra la dirección de la cabecera con un servidor.
SUBSCRIBE	Petición para notificar un evento particular.
UPDATE	Modifica algunas características de una sesión.

Tabla 2-2 Métodos SIP.

Campos de Cabecera

Dentro del mensaje SIP existe un conjunto de campos de cabecera, donde hay campos de cabecera obligatorios que aparecen en cada mensaje y campos de cabecera opcionales que solo aparecen cuando se necesitan. Un campo de cabecera consiste del nombre del campo más dos puntos y luego el valor del campo de cabecera. Los campos de la cabecera son: To, From, Cseq, Call-ID, Max-Forwards, Via, Contact, Content-Length entre otros. A continuación se muestran ejemplos de algunos de los campos de cabecera presentes en una sesión SIP. Aun que más adelante se mostrara todos los campos cuando se describa el establecimiento de una sesión SIP.

To: Alice Smith <sip:Alice.Smith@domain.com>;tag=1234

Route: <sip:p1.domain1.com>

From: <sip:Alice@pda.com>;tag=453448

Call-ID: 843528637684230@pda.com

CSeq: 1 REGISTER

2.1.6 Plano de Media en IMS

El protocolo de transporte para un flujo de media particular se escoge basándose en el tipo de media. Tradicionalmente, TCP ha sido usado para transportar media confiablemente y UDP media no confiablemente. No obstante, UDP no es recomendable para transportar grandes cantidades de tráfico de datos porque este carece de mecanismos de control de congestión.

Para el transporte de Media confiablemente se especifica el uso de TCP y SCTP²⁰, se usa TCP para entregar un stream de bytes, mientras con SCTP se entregan mensajes. Por el lado del transporte de Media no confiablemente UDP es el protocolo utilizado para este tipo de envío. Se envían paquetes UDP y se espera que el recipiente reciba la cantidad suficiente para ser capaz de entender el mensaje.

2.1.6.1 RTP²¹

RTP permite transportar media en tiempo real, como audio y video sobre transportes no confiables, como UDP. Siempre se usa en conjunto con RTCP²² el cual proporciona estadísticas de calidad y servicio e información para realizar la sincronización inter-media. El propósito principal de RTP es permitir a los receptores recibir la media de forma adecuada dado que las redes IP no mantienen las relaciones de los tiempos en los datos que están siendo transportados: lo que se conoce como la introducción de Jitter en redes IP.

Los usuarios IMS usan RTP sobre UDP para transportar la media no confiable. En cuanto a la seguridad, IMS no proporciona ninguna clase de seguridad en el nivel de media. Se asume que el tráfico en el acceso de radio esta encriptado en las capas más bajas y que el núcleo de la red IMS es confiable.

2.1.7 Open IMS Core (FOKUS)

El proyecto Open IMS Core fue desarrollado por FOKUS²³ con el objetivo de tener un ambiente de prueba y desarrollo para proporcionar una referencia de implementación a los operadores, donde se evidencia todas las ventajas y novedades que IMS trae para los operadores. Open IMS Core, hace una implementación del CSCF y el HSS núcleo principal de IMS

²⁰ Stream Control Transmission Protocol, [RFC2960]

²¹ Real-Time Transport Protocol [RFC 3550]

²² RTP Control Protocol.

²³ Fraunhofer Institute for Open Communication Systems

construidos bajo SER²⁴, servidor SIP Open Source, permitiendo actuar como Registro SIP, Proxy o Servidor de redireccionamiento, lo que permite a la implementación manejar cientos de llamadas por segundo de una manera muy similar a una implementación comercial pero a baja escala. Cabe mencionar que, cada entidad CSCF esta implementada como un módulo SER cargado dinámicamente que realiza las operaciones requeridas de acuerdo a las especificaciones 3GPP. Brindando la capacidad de soportar procesamiento en paralelo e información de su estado [1].

La perspectiva general del proyecto FOKUS Open IMS Core se muestra en la Figura 2-3, allí se puede ver las interfaces bien definidas SIP entre la mayoría de componentes principales a excepción de la conexión con el HSS la cual se hace mediante el protocolo Diameter. Muchas de las organizaciones que trabajan alrededor de SIP con el manejo de software libre, han venido desarrollando clientes, herramientas de tráfico, servidores específicos, Stacks entre otros, destinados a acompañar la implementación y desarrollo de pruebas en IMS.

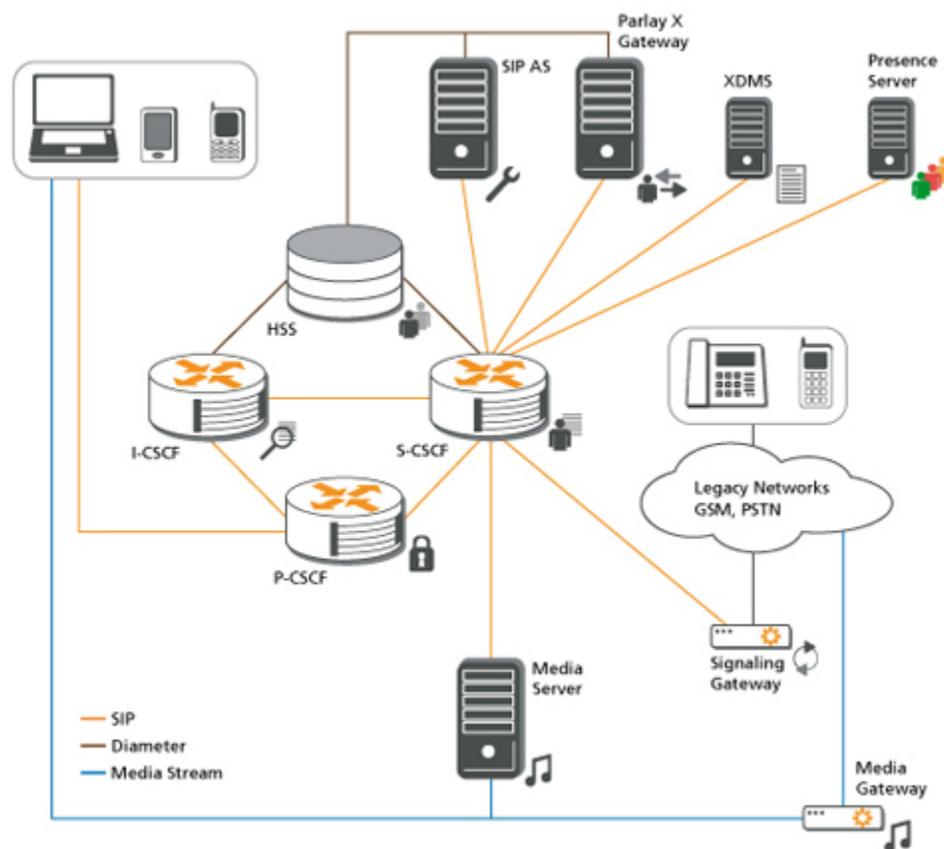


Figura 2-3 FOKUS Open IMS playground [1].

²⁴ SIP Express Router

2.1.7.1 Open IMS Call Session Control Functions – CSCFs

Debido a que IMS se construyó bajo las especificaciones alrededor del estándar de SIP, el protocolo SIP requiere ciertas extensiones para ser usado en un ambiente IMS. El primer requerimiento para el proyecto Open IMS Core es proporcionar un conjunto de componentes para el núcleo IMS que permitiera desarrollar las otras capas que lo rodean. Pensando en esto los Open IMS CSCFs fueron construidos bajo SER (SIP Express Router) el cual actúa como servidor de registro, servidor proxy, o servidor de redireccionamiento.

2.1.7.2 FOKUS Home Subscriber Server (FHoSS)

El proyecto Open Source IMS Core estaría incompleto sin un HSS. FOKUS desarrolló un prototipo de HSS, el FOKUS HSS (FHoSS) está completamente escrito en Java y se basa en el uso de software libre. Los datos de usuario se mantienen dentro de una base de datos MySQL. El FHoSS cuenta con una interfaz Web que permite la creación de los perfiles de usuarios, criterios de filtro para las sesiones y la asociación de servidores de aplicación entre otras funciones.

2.2 NGN

La definición de NGN puede variar un poco según ETSI y según la ITU-T. De acuerdo con ETSI, NGN es un concepto para definir y desarrollar redes, el cual dado su separación formal en diferentes capas y planos y el uso de interfaces abiertas, ofrece a los proveedores de servicio y operadores una plataforma la cual involucra paso a paso una manera para crear desarrollar y manejar servicios innovadores.

La ITU-T afirma que una Red de Siguiete Generación (NGN) es una red basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios.

2.2.1 Arquitectura NGN

La arquitectura básica fue definida comprimiendo los elementos necesarios para proveer servicios de telefonía tradicional. Cada elemento tiene distintos roles dentro de la red y están diseñados para integrarse horizontalmente con otros elementos en la misma capa como también

verticalmente con elementos basados en funciones de otras capas. La arquitectura NGN se basa en cuatro capas: Acceso, transporte, Control y Servicio.

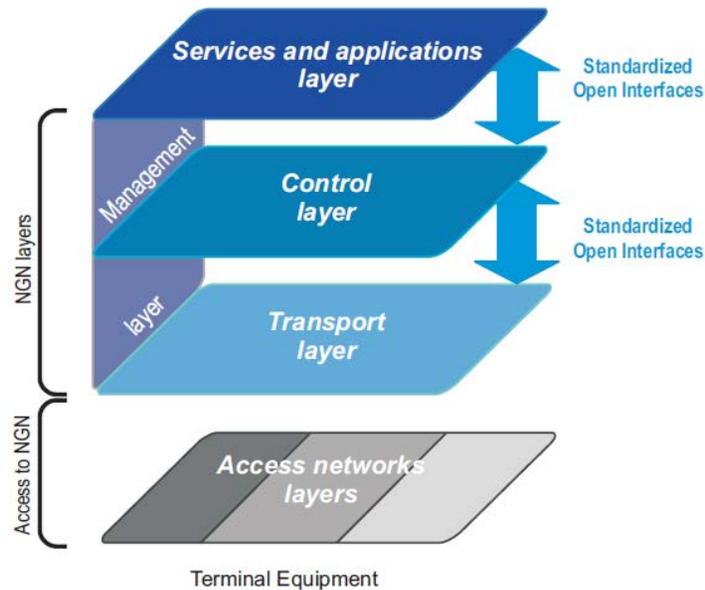


Figura 2-4 Modelo Conceptual NGN y sus Capas Funcionales [18].

La capa de acceso: proporciona la infraestructura, por ejemplo un acceso a la red entre el usuario final y la red de transporte. La red de acceso puede ser fija y móvil y puede estar sobre varios transportes de media.

La capa de Transporte: asegura el transporte entre nodos individuales (points) de la red, es decir, aquellos que se encuentran conectados a la red de acceso. Conecta los elementos físicos desarrollados en las capas individuales y también permite el transporte de diferentes tipos de tráfico, media (señalización, datos interactivos, video, voz, etc).

La capa de Control: incluye el control de los servicios y los elementos de la red. Esta capa es responsable del establecimiento, control y cancelación de las sesiones de media. Además, asegura el control de recursos de forma que dependan de los requerimientos del servicio. Uno de los elementos fundamentales de los principios de NGN es que hace la separación del control lógico y del hardware de switching.

La capa de servicio: ofrece las funciones de servicio básicas, como llamadas de voz y presencia, servicios que pueden ser usados para crear servicios sofisticados o aplicaciones, como lo hace los servicios en IMS.

2.2.2 Arquitectura de *Softswitch*

En las redes de próxima generación actuales, se manejan un sin número de protocolos para hacer funcionar los diferentes servicios que prestan las redes de nueva generación. Las entidades capaces de realizar este procesamiento de protocolos deben ser de tipo robusto y por lo general modular. La arquitectura *Softswitch* actual está basada en un software con tecnología de conmutación que puede suponerse como la primera y única evolución de NGN, aunque existen modernas arquitecturas en la actualidad como es el caso de NGN. Los masivos desarrollos alrededor de VoIP lograron aumentar la producción e incrementar la demanda de este tipo de arquitecturas. Causa de esto se puede ver diferentes equipos dispersos entre los operadores formando su propia arquitectura con elementos de la arquitectura *Softswitch* en diferentes planos.

Un *Gateway Controller* combinado con el *Media Gateway* y el *Signaling Gateway* representan la mínima configuración de un *Softswitch*. El elemento controlador es frecuentemente conocido como *Media Gateway Controller* (MGC). En la figura 2-5 tenemos los componentes principales de la arquitectura *Softswitch*. En rojo se ven los principales protocolos que se debe manejar para interactuar con los demás elementos como el caso de SS7 para interactuar con la PSTN o el protocolo SIP para la conexión con servidores de aplicación.

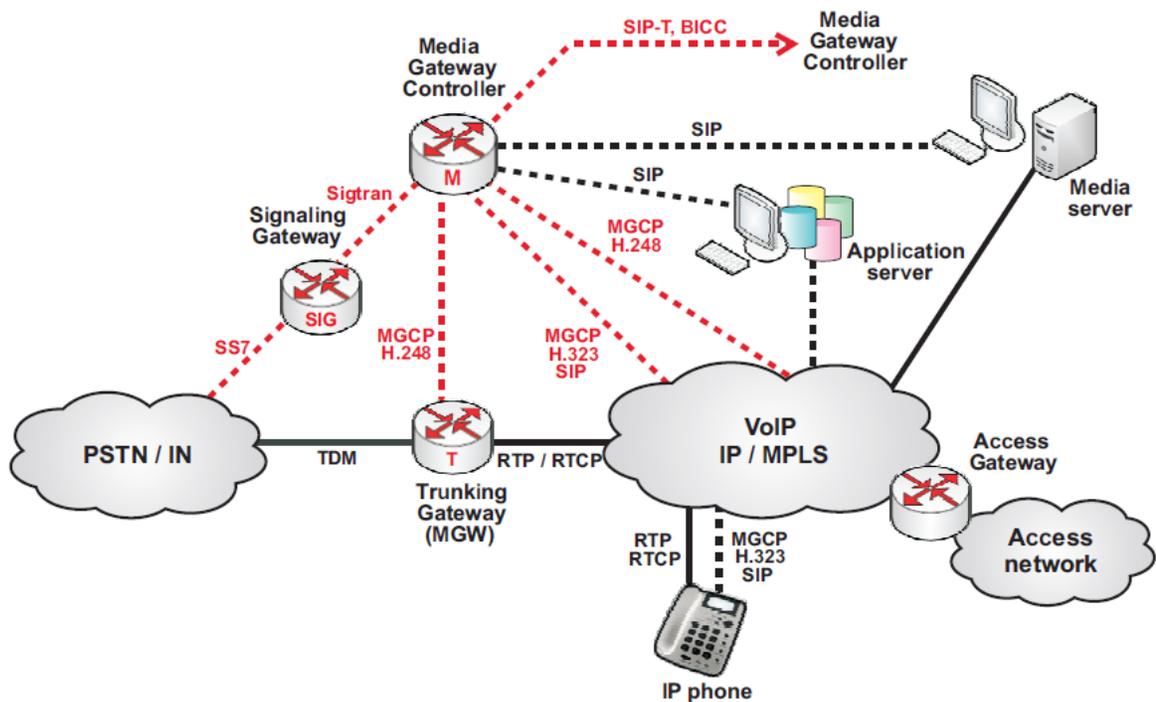


Figura 2-5 Componentes Arquitectura Softswitch [18].

Gateway Controller: Es la unidad funcional del *Softswitch*. Mantiene las normas para el procesamiento de llamadas, por medio del *Media Gateway* y el *Signalling Gateway* los cuales ayudan a mejorar su operatividad. El responsable de ejecutar el establecimiento y desconexión de la llamada del *Signalling Gateway*. Frecuentemente esta unidad es referida como *Call Agent* o *Media Gateway Controller*. Algunas veces el *Call Agent* es referido como el centro operativo del *Softswitch*. Este componente se comunica con las otras partes del *Softswitch* y componentes externos usando diferentes protocolos. Proporciona a demás el enrutamiento de llamada, la señalización de la red, el cobro, y otras funciones lógicas.

Signalling Gateway: Sirve como puente entre la red de señalización SS7 y los nodos manejados por el *Softswitch* en la red IP.

Media Gateway: Actualmente soporta TDM (Multiplexación por división de tiempo) para transporte de paquetes de voz al *switch*. Las aplicaciones de Codificación de voz, Decodificación y compresión son soportadas, así como las interfaces de la Red telefónica pública PSTN. Opera entre el plano de transporte y realiza todas las funciones relacionadas con la el transporte físico de la media entre diferentes redes, tiene funciones de procesamiento de media como transcoding, cancelación de eco y manejo de jitter, además genera los tonos y maneja la información del transporte.

Trunk Gateway: es una interface entre la PSTN y las redes IP y es usada entre los operadores para conectar sus Nodos, soporta el protocolo H248.

2.2.3 Servicios NGN

La creciente demanda en el uso de servicios multimedia, ha hecho que NGN enfrente estas realidades y de solución a estos problemas. NGN permite a los usuarios el acceso sin restricciones a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Soporta movilidad generalizada para la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.

NGN ha permitido la evolución de un conjunto de servicios sobre múltiples redes a un conjunto de servicios soportados en una única red. En la actualidad han sido implementados tecnologías triple-play (voz, datos y video) sobre la misma infraestructura. Una de las principales metas de NGN es permitir los avances a servicios n-play (cualquier servicio en cualquier dispositivo, en cualquier lugar) [8].

La mayoría de los clientes han separado los servicios móviles de los servicios de telefonía fija, pero en el futuro muchos proveedores ofrecerán servicios convergentes. La tendencia en el aumento de servicios con interactividad es un factor que favorece el desarrollo de lograr convergencia en redes para prestar estos servicios. Existen varios tipos de servicios definidos por la ITU, que son:

Servicios interactivos

- Servicios de conversación en tiempo real.
- Servicios interactivos de multimedia punto a punto, incluyendo voz en tiempo real interactiva, video y otros medios.
- Servicios de comunicación colaborativa (servicios de conferencia con multimedia con intercambio de archivos y aplicaciones, e-learning, juegos, entre otros).
- PoN (Push to talk sobre NGN)
- Mensajería instantánea y servicios de mensajería SMS, MMS, entre otros. Así como también mensajería en grupo.
- Servicios existentes sobre PSTN/ISDN (emulación y simulación de PSTN/ISDN).
- Servicios de aplicaciones en línea (ventas en línea y comercio electrónico) y servicios de activación por voz.

Servicios no interactivos

- Servicios de entrada de contenido (radio y video *streaming*, video y música bajo demanda, distribución de canales de TV digital, finanzas electrónicas, distribución de imágenes médicas y profesionales y publicidad electrónica).
- Servicios en redes de sensores.
- Servicios de acciones de control remotas, control del hogar, telemetría, alarmas, etc.
- Administración de dispositivos sobre la red.

Servicios Mixtos

- Servicios de VPN. Servicios administrados para empresas (IP centrex).
- Servicios de información (información de tiquetes para el cine, estado del tráfico, servicios avanzados tipo push).
- Servicios generales de presencia y notificación.

Servicios Regulados

- Servicios de telecomunicaciones de emergencia.

- Servicios de interceptación legal.
- Servicios de emisión de alerta de emergencia.

2.3 UMTS

El Sistema de Telecomunicación Móvil Universal (UMTS) es la tercera generación del sistema móvil celular para redes que se basan en el estándar GSM. Desarrollado por 3GPP, UMTS usa WCDMA²⁵ en la tecnología de radio para aumentar la eficiencia espectral y el ancho de banda de los operadores de redes móviles. UMTS es un sistema que comprende una red de acceso de radio conocida como UTRAN²⁶ y una red de Core conocida como MAP²⁷.

La figura 2-6 muestra la arquitectura IMS desde un alto nivel. Inicialmente veremos la parte de Core (CN) y luego la UTRAN. La interfaz Uu es la interfaz entre el User Equipment y la UTRAN, mientras que la lu es la interfaz entre el CN y la UTRAN, las dos son interfaces abiertas.

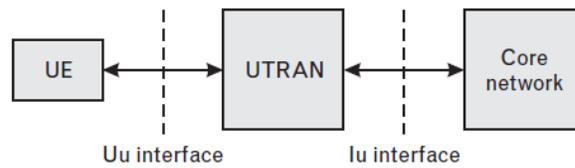


Figura 2-6 Alto Nivel de Arquitectura UMTS [9].

2.3.1 Arquitectura 3GPP Release 4

Normalmente los operadores presentan arquitecturas con mezclas de diferentes tecnologías y funcionalidades tanto en la parte de CN como en la parte de Radio, para el caso del Release 4 de

3GPP la figura 2-7 muestra claramente que las mismas entidades de CN pueden servir para UTRAN y el radio acceso en redes GSM. En la figura 2-7 se puede ver la entidad de radio en GSM llamada BSS.

²⁵ Wideband Code Division Multiple Access

²⁶ UMTS Terrestrial Radio Access Network

²⁷ Mobile Application Part

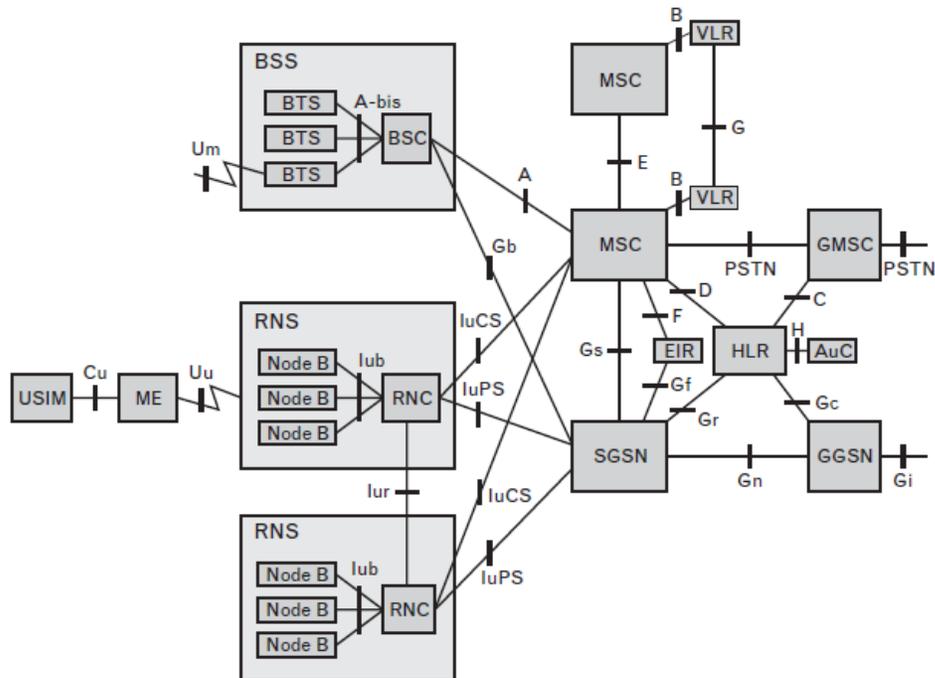


Figura 2-7 Elementos de red e Interfaces UMTS [9].

2.3.2 Core Network (CN)

El CN del Release 4 de 3GPP consta principalmente de las siguientes entidades:

2.3.2.1 MSC (Mobile Switching Center)

Es la pieza central de la conmutación de circuitos CS de la red. Puede ser usada para las conexiones con GSM-BSS y UTRAN. Además, también tiene interfaces para la PSTN, para conexión con otras MCSs. En la parte de conmutación de paquetes PS se conecta al (SGSN). Para los registros y bases de datos de la red, el MSC se conecta con un (HLR , EIR). También, uno de los puntos clave es la incorporación de una pequeña base de datos VLR para reportar la ubicación reciente del UE. Las principales funciones del MSC son [9]:

- Asignación dinámica de recursos.
- Registro de ubicación.
- Funciones de conexión con otras redes.
- Handover.
- Cobro de suscriptores.
- Manejo de parámetros de encriptación.
- Intercambio de señalización entre interfaces.
- Asignación y manejo de frecuencia en el área de la MSC.

- Cancelación de eco.

2.3.2.2 VLR – Visitor Location Register

El registro de ubicación de visitantes contiene información del roaming de las estaciones móviles en el área de la MSC. Esto también permite que un VLR maneje el registro de visitantes de varias áreas MSC. El VLR contiene información de todos los suscriptores activos en esta área siempre y cuando estos aun permanezcan en la red local. El VLR contiene la misma información que un HLR la diferencia principal es que la información contenida en el VLR es información temporal, mientras la información del HLR permanece guardada. Cuando un usuario hace una suscripción, los datos de suscriptor se agregan a su HLR local. Desde ahí son copiados al VLR donde el usuario está registrado actualmente, cuando el usuario hace el Handover hacia otra estación, los datos son removidos de este VLR y copiados a otro.

2.3.2.3 HLR – Home Location Register

El HLR es un registro de ubicación local que contiene la suscripción permanente de los usuarios. Cada perfil de información de usuario es guardado solo en una HLR a la vez. La información del suscriptor es almacenada dentro del HLR cuando el usuario hace su suscripción, existe a su vez también dos clases de información en el HLR: permanente y temporal. La permanente nunca cambia a menos que los parámetros de suscripción sean cambiados. Por ejemplo cuando el usuario agrega un servicio suplementario a su perfil. La temporal contiene datos que se encuentra en el actual VLR, direcciones e información cifrada la cual puede cambiar de llamada a llamada.

2.3.3 UTRAN

Es la red de radio acceso diseñada especialmente para UMTS. Sus límites son la interfaz Iu para el CN y la interfaz de radio Uu para el *user equipment*. La UTRAN consiste de un RNC (radio network controller) y una estación base (node B). la RNC y el nodo B conforma la RNS (radio network subsystem). En la figura 2-8 tenemos la estructura de una UTRAN compuesta por RNCs y nodos B, las interfaces que interconectar estos nodos B con las RNCs son Iub, y las que conectar RNCs con RNCs son las Iur..

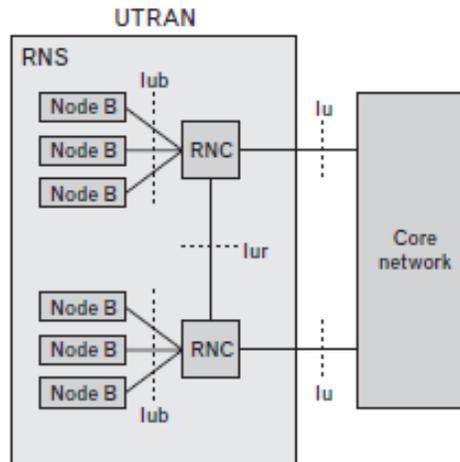


Figura 2-8 Componentes e Interfaces UTRAN [9].

2.3.3.1 RNC

El Controlador de red de radio, controla uno o más nodos B. una RNC es comparable con una BSC²⁸ en redes GSM. Las principales funciones que realiza la RNC son las siguientes:

- Mantenimiento de los recursos de transporte Iub.
- Controla el nodo B recursos de operación y mantenimiento.
- Manejo de información de sistema.
- Manejo de tráfico de canales comunes.
- Combina y divide streams de datos trasferidos sobre varios nodos B.
- Modificaciones para activar Handover.
- Control de potencia.

2.3.3.2 Node B

Es el hardware que es conectado a la red móvil directamente para lograr conectar la red con el teléfono móvil, el nodo B es el equivalente UMTS a un BTS²⁹ en GSM. Este puede soportar una o más celdas, pero en la mayoría de las especificaciones solo se habla de una celda por nodo B. las principales funciones que realiza el nodo B son:

- Implementación lógica de O&M (operación y mantenimiento).
- Mapeo de los recursos lógicos del nodo B en los recursos de hardware.
- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo al horario determinado por la RNC.
- El control de potencia en lazo cerrado en el enlace de subida.

²⁸ Base Station Controller

²⁹ Base Station Transceiver

- Reportar las mediciones de la interferencia en el enlace de subida y la información de la potencia en el enlace de bajada.

2.3.4 Servicios UMTS

Los conceptos de servicios y definiciones de UMTS son en su mayor parte copiados desde el mundo GSM. No obstante, en GSM los parámetros de estos servicios son mantenidos fijos, mientras que en UMTS estos parámetros pueden ser renegociados dinámicamente cuando se requiera.

Los servicios que proporciona UMTS pueden ser divididos dentro de cuatro principales clases que son:

Teleservicios

Un teleservicio es un tipo de servicio de telecomunicación que proporciona la capacidad completa de inicio a fin de comunicación entre usuarios móviles de acuerdo a protocolos estandarizados. Algunos de los teleservicios individuales son:

- Telefonía.
- Llamadas de emergencia.
- Servicio broadcast entre celdas.
- Servicio de llamada de voz grupal.
- Acceso a internet.

Servicio Portadora

Los servicios portadora son servicios básicos de telecomunicaciones que ofrecen la capacidad de transmisión pura de la señalización entre puntos de acceso. Las capacidades transferidas entre las redes están caracterizadas usando las siguientes variables:

- Tipo de tráfico.
- Características de tráfico.
- Retardo de transferencia máximo.
- Variación de retardo.

Servicios Suplementarios

Son servicios que modifican o complementan un servicio básico de telecomunicación. Existen varias funciones dentro de los servicios suplementarios, entre ellas:

- Identificación de número.
- Marcación abreviada, rechazo de llamadas indeseadas, identificación de grupos de llamada.
- Redirección de llamadas y Terminación de llamada.
- Comunicación multiparte
- Llamadas entre grupos cerrados de usuarios
- Tarificación
- Información adicional sobre la llamada
- Restricción de llamadas
- Rechazo de llamadas entrantes

Servicios de Valor Agregado

Los servicios de valor agregado son servicios adicionales específicos de un usuario. Existen varias clases, entre ellas:

- Movilidad personal
- Transferencia de números de teléfono a cualquier terminal a través Transferencia de números de teléfono a cualquier terminal a través del USIM.
- Entorno virtual VHE³⁰.
- El usuario puede establecer su propia lista de servicios El usuario puede establecer su propia lista de servicios
- Ancho de banda a demanda
- Uso eficiente de recursos para servicios que dependen críticamente de variaciones en la tasa de transmisión (MMS Vídeo) de variaciones en la tasa de transmisión (MMS, Vídeo).
- Puede seleccionarse entre una mayor o menor tasa de transmisión según la relación calidad-coste que desee el usuario.

³⁰ Virtual Home Environment

3 ESPECIFICACIONES

En esta sección se describe principalmente las características con que cuenta la plataforma Open IMS Core que se usó, enfatizando la forma y el lugar de inclusión dentro de la infraestructura del Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE - PUJ. Así como también la forma de interacción de sus elementos y los parámetros a tener en cuenta para el establecimiento y manejo de sesiones multimedia con los otros elementos disponibles en el Centro.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES ZTE-PUJ

El Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE – PUJ cuenta con una infraestructura de redes a nivel del operador. Dentro de las redes que se encuentran disponibles en el Centro, se describen dos infraestructuras de redes principalmente que son objetivo de este trabajo: la red NGN ZTE y la red UMTS ZTE.

3.1.1 NGN ZTE

La Red de Próxima Generación ZTE disponible en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ, es una red basada en un Core IP, cumple con el Release 4 de 3GPP para redes NGN, presta servicios como: voz sobre IP, telefonía tradicional/IP e Internet Banda ancha, entre otros. Es importante tener en cuenta las capacidades que tiene esta infraestructura de red en la capa de acceso de los usuarios, dado que cuenta con una gran capacidad para soportar diferentes tecnologías de acceso, lo que le facilita la expansión y cobertura al operador.

La arquitectura estándar para esta red NGN ZTE al igual que todas las arquitecturas basadas en 3GPP, cumplen con una arquitectura en capas compuesta principalmente por cuatro capas que son:

- **Servicio:** Está compuesta principalmente por servidores de aplicación tales como Asterisk, Elastik o servidores de aplicación específicos del operador como servidores de cobros especiales o de servicios adicionales.
- **Control:** Es la capa más importante de la arquitectura ya que aquí se encuentra el *Softswitch* elemento principal de enrutamiento, además, desde allí se generan las

funciones más importantes como son: el control de protocolos, la adaptación de llamada la interoperabilidad, entre otras.

- **Transporte:** La capa de transporte tiene el Core IP y realiza la conmutación de paquetes.
- **Acceso:** La capa de Acceso cuenta con diferentes tecnologías como: Inalámbrica, banda ancha, PSTN, ISDN, con equipos: UAM (MSAG), abonados análogos y ADSL (convierte señales de voz análoga a IP; IAD, concentrador de líneas USUARIO Analógicas 8-24, conexión IP hacia el SS; SG, señalización SS7; TG, trafico PSTN; AG, servidor de acceso.

A continuación en la figura 3-1 se muestra la arquitectura NGN ZTE con los respectivos elementos que posee el fabricante ZTE. La totalidad de estos elementos no son obligatorios para el funcionamiento de la red, pero si se deben tener los elementos principales.

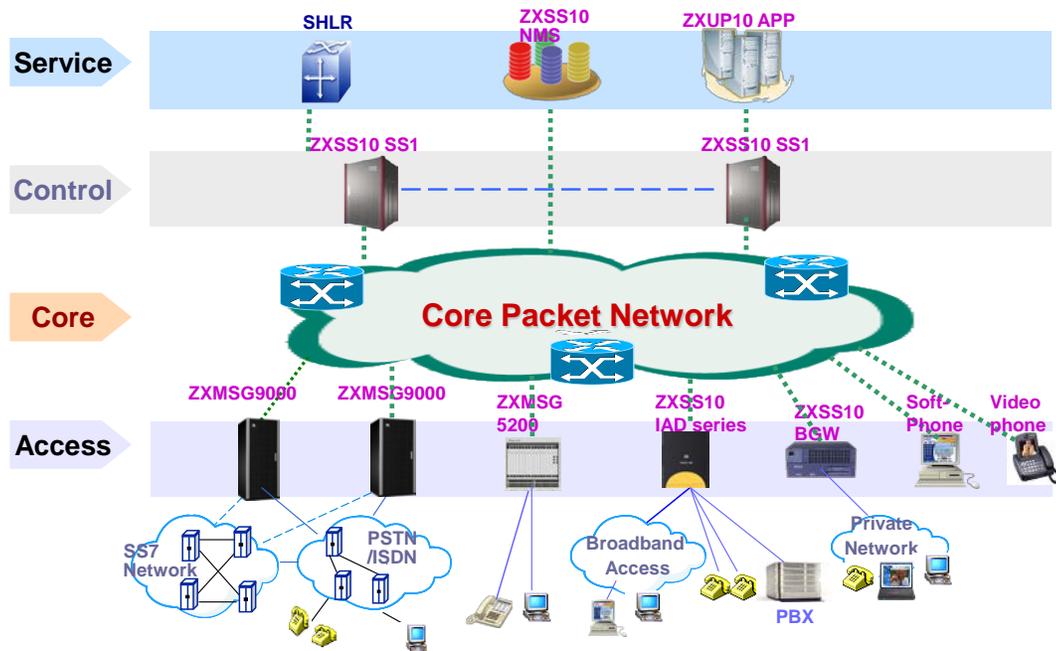


Figura 3-1 Arquitectura de Red NGN ZTE (Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ) Tomado de “Componentes de red NGN (ZTE)”.

Los elementos con que cuenta la arquitectura NGN ZTE disponible el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ son los siguientes:

- *Softswitch* **ZXSS10**
- *Trunk Gateway* y *Signalling Gateway* **ZXMSG9000** (*Media Signaling Gateway*)
- *Access Gateway* **MSAG5200**.

- Switch Capa 3 ZXR10 T64.
- DSLAM FSAP 9800.

3.1.2 UMTS ZTE

La infraestructura de red UMTS disponible en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ, es una infraestructura basada en el Release 4 de 3GPP, esta especificación a nivel móvil, soporta el manejo de redes 2G y 3G, lo que indica que cuenta con una RNC y un Nodo B para 3G y una BSC³¹ y BTS³² para 2G, en la parte de radio. Mientras que en la parte de Core se encuentra un GGSN³³ y SGSN³⁴ para la parte de Packet Switching y un MSC y MGW para la parte de Circuit Switching.

La figura 3-2 muestra la topología general UMTS ZTE presente en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ.

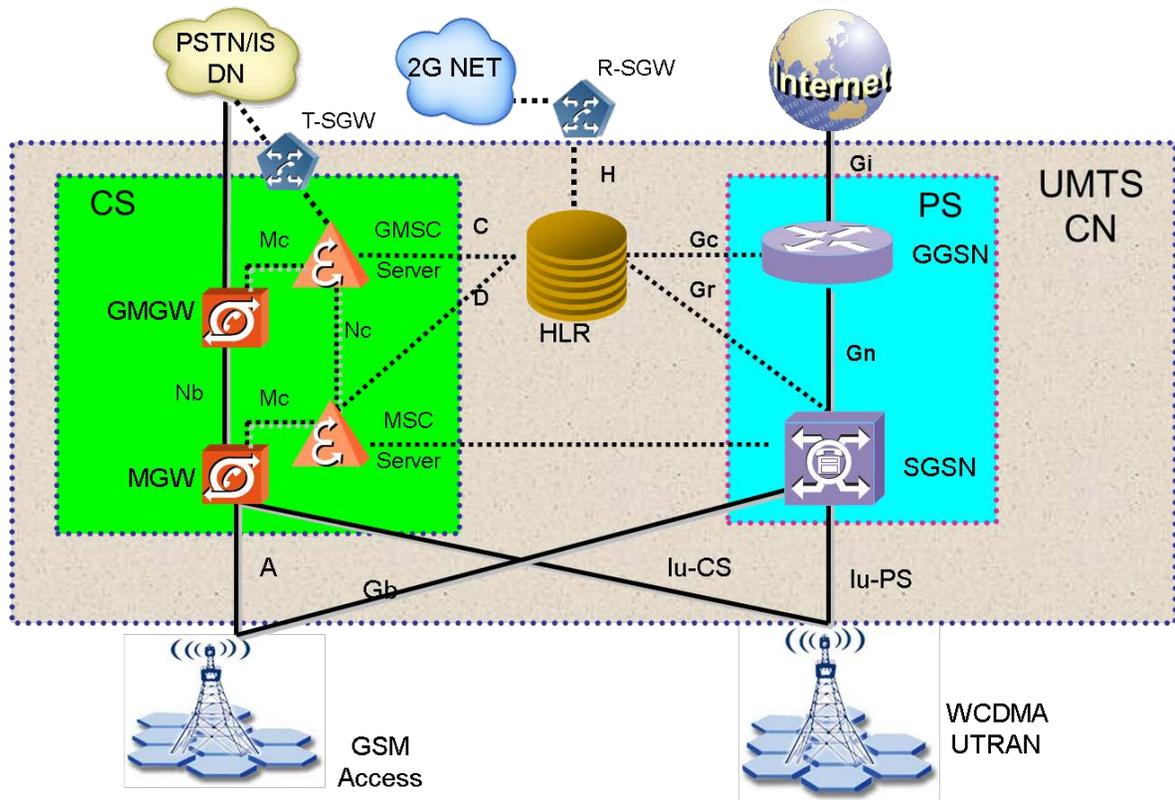


Figura 3-2 Arquitectura de Red UMTS ZTE (Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ)
Tomado de “Componentes de red UMTS (ZTE)”.

³¹ Controlador de Estación Base en redes GSM.

³² Estación Base en redes GSM.

³³ Gateway GPRS Support Node.

³⁴ Serving GPRS Support Node.

Los elementos con que cuenta la arquitectura UMTS ZTE disponible el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ son los siguientes:

- **ZXWN MSCS**
- *Media Gateway* **ZXWN MGW**
- **ZXWN GGSN.**
- **ZXWN SGSN.**
- **ZXRW RNC**
- **ZXG10 IBSC.**

3.2 MODELO DE ARQUITECTURA PLANTEADO

El modelo de arquitectura que plantea este trabajo, está basado en la arquitectura Release 4 de 3GPP que consta principalmente de infraestructuras soportadas bajo un modelo de capas similar al modelo IMS o al modelo NGN vistos en el capítulo 2. Gracias a los esfuerzos realizados por 3GPP para lograr convergencia en redes fijas y móviles de diferente infraestructura y diferentes tecnologías, se logra tener en El Centro de Tecnologías y Telecomunicaciones ZTE – PUIJ dos infraestructuras de red que son: NGN y UMTS con diferentes esquemas de señalización y de manejo de flujos de media, coexistiendo con una plataforma IMS la cual está orientada totalmente a IP tanto en señalización como en manejo de flujos de media.

Para lograr a cabo esta tarea de interconexión de redes, se realizó una configuración en ambientes propios de cada infraestructura, estableciendo los parámetros de cada red, como son: usuarios y métodos de acceso, interfaces y protocolos para cada caso, logrando establecer servicio independiente a los usuarios de cada red, para posteriormente interconectar las redes tanto en su parte de señalización como en su parte de manejo de media.

Para lograr esta interconexión hay que tener en cuenta que, según los parámetros establecidos en el Release 4 de 3GPP, los órganos que componen el núcleo de las redes tanto fijas como móviles, deben cumplir con el manejo del protocolo SIP para el control de sesiones [RFC 3261]. Si bien el uso de estas facultades en el manejo de la señalización no es obligatorio, puesto que pueden existir otros protocolos para controlar la sesión, si es un hecho que el uso del protocolo SIP ha sido un verdadero éxito y es una tendencia, a tal punto que ha sido adoptado en las versiones posteriores de 3GPP como Release 5 y el Release 7 donde el núcleo de la red es totalmente IP.

3.2.1 Topología General

La incorporación de la plataforma Open IMS Core FOKUS en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE – PUJ, se realizó de manera gradual. Inicialmente, se puso en marcha la red IMS únicamente, luego se interconectó con la red NGN por medio de una troncal SIP, y finalmente se conectó el Core IMS por medio de una troncal SIP con el Core de la red UMTS, el MSC. Una vez, los diferentes Core's de las redes, están conectados con el Core IMS, prácticamente quedó establecido el camino de señalización de la sesiones.

La figura 3-3 muestra la topología general de la arquitectura que se tiene en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ luego de incorporar la plataforma IMS. Se puede ver los diferentes protocolos que intervienen los cuales se pueden detallar de manera más amplia en el ANEXO 1.

Los elementos de la topología mostrados son los elementos que se usan en las sesiones definidas en este trabajo. Cabe resaltar que, el Release 4, define muchos más elementos para interconexión con otras entidades y para el soporte de otros tipos de redes, elementos que se omiten en este trabajo partiendo de que el objetivo principal es la integración de la red IMS a dos redes en su forma más simple.

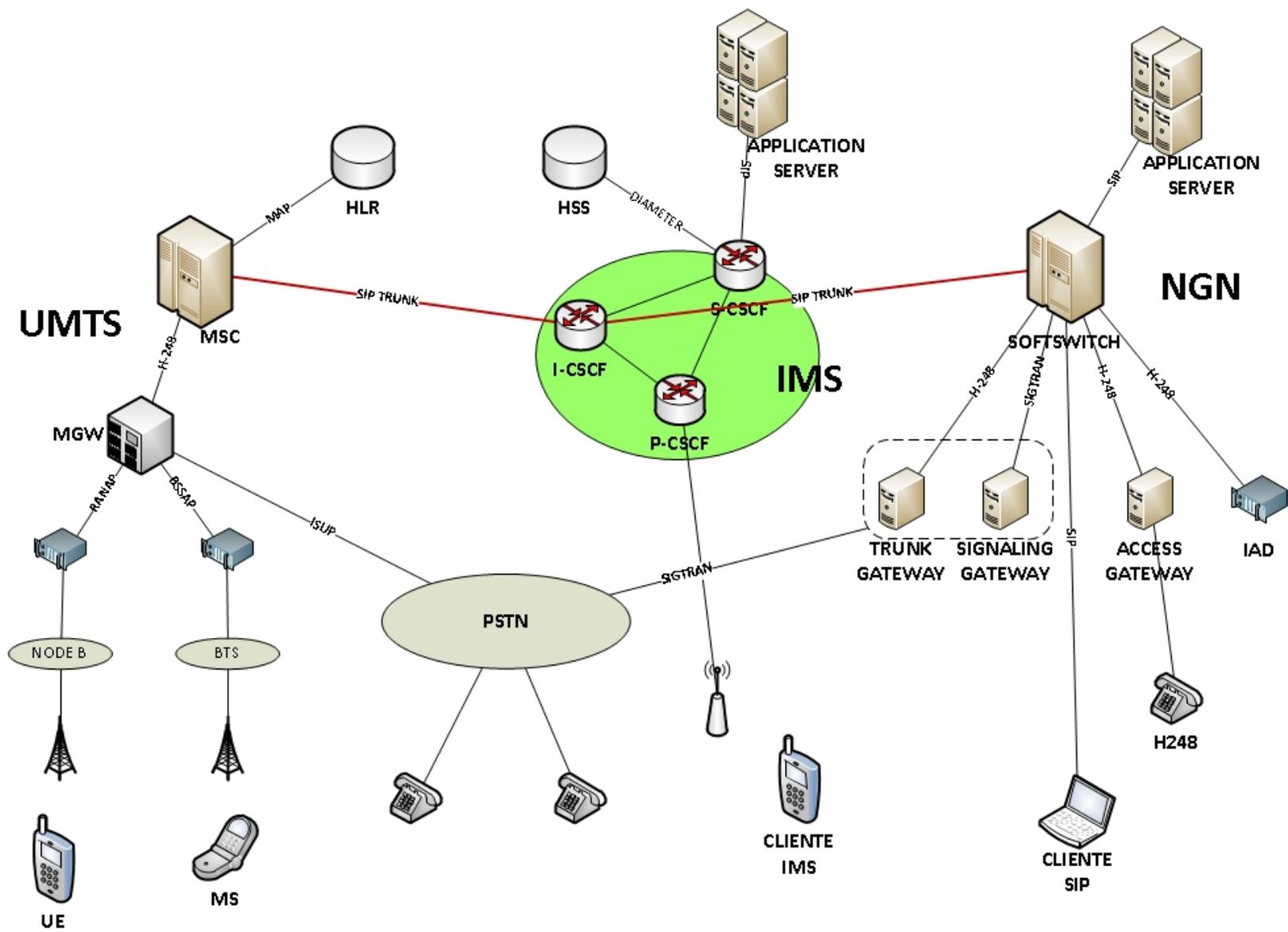


Figura 3-3 Topología General Propuesta [Elaboración propia]

3.2.2 Protocolos

En la infraestructura que plantea 3GPP en el Release 4, se definen un sin número de protocolos tanto en la parte de señalización de la sesión, como en la parte del transporte del flujo de media. Existen algunos protocolos que son comunes a las diferentes infraestructuras de red que maneja 3GPP, en el ANEXO 1 se encuentra la relación de los protocolos más comunes y una breve descripción de estos. No obstante, vale la pena profundizar en el protocolo H248, el cual se encuentra presente en las tres redes objetivo de este estudio.

3.2.2.1 H.248

También llamado MEGACO es uno de los protocolos más importantes para controlar los *Media Gateways*. Está definido en el [RFC 3525] y es de los que más interactúa en la arquitectura propuesta, puesto que en las infraestructuras de redes siempre están presentes los *Media Gateways* para manejar los flujos de media.

Se definen lo que son las transacciones en H248, como el intercambio de mensajes entre *Media Gateways* y los *Media Gateways Controllers*. Y la estructura de los mensajes está compuesta por los siguientes elementos:

- Terminación: es un origen o destino de un flujo de media, estas a su vez pueden ser: semipermanentes, efímeras o terminación tipo root.
- Contexto: representa relación entre terminaciones, básicamente define quien hablará – y quien escuchará. Existe un contexto nulo que agrupa las terminaciones no utilizadas.
- Descriptores: son las propiedades de las terminaciones, contiene a su vez varios tipos que son; señales, eventos, eventos observados, Digimap, y media (Local, remota, control).
- Paquetes: su función principal es la modificación de los descriptores. Existen paquetes análogos (colgar, descolgar, presionar flash, ring), llamada en proceso (ocupado y ringbacktone), detección de DTMF y de audio.

Las principales instrucciones de H248 y su dirección se definen en la siguiente tabla 3-1:

Instrucción	Dirección	Definición
ADD	MGC-> MGW	Añade una terminación a un contexto. Si no se especifica, se crea un nuevo contexto.
MODIFY	MGC-> MGW	Permite modificar los valores de las propiedades de una terminación.
SUBSTRACT	MGC-> MGW	Extrae una terminación de un contexto y devuelve las estadísticas relativas a la actividad de la terminación en este contexto.
MOVE	MGC-> MGW	Desplaza una terminación de su contexto a otro contexto.
AUDITVALUE	MGC-> MGW	Devuelve el valor actual de las propiedades, eventos, señales y estadísticas de una o varias terminaciones.
AUDITCAPABILITIES	MGC-> MGW	Devuelve los valores de las propiedades, las señales y eventos asociados a una o varias terminaciones. A diferencia de la instrucción AuditValue, AuditCapabilities devuelve el conjunto de los valores posibles.
NOTIFY	MGW-> MGC	Permite a un MGW informar a un MGC del suceso de eventos sobre una terminación del MGW. Los eventos a tratar han sido especificados por el MGC en las instrucciones Add o Modify.
SERVICECHANGE	MGC-> MGW MGW->MGC	Informar al MGC que una terminación o un grupo de terminaciones están a punto de ser puestas fuera de servicio o acaban de entrar en servicio.

Tabla 3-1 Instrucciones de H248 [Elaboración propia]

3.2.3 Interfaces

En la arquitectura de red planteada, se tienen una gran cantidad de interfaces presentes teniendo en cuenta las infraestructuras de redes que se están conectando. Para lograr hacer una descripción general, es necesario iniciar la descripción tomando como base de estudio el tipo de infraestructura.

La arquitectura de red UMTS presenta la mayor cantidad de interfaces, puesto que esta se separa en la parte de radio enlace y en la parte de Core, además cabe resaltar que esta infraestructura cuenta con el soporte 3G y 2G lo que aumenta aún más la cantidad de interfaces que maneja dado que no son las mismas de una tecnología a otra. Para centrarnos más en nuestro tema de estudio, describiremos solamente las principales interfaces de la infraestructura de red UMTS.

Por el lado de las interfaces de las redes NGN e IMS, se puede abordar el estudio teniendo en cuenta las que manejan el protocolo SIP y las que soportan tecnologías pasadas como la interconexión hacia la PSTN. Las principales interfaces de referencia de la arquitectura IMS se muestran en el ANEXO 2.

3.2.4 Componentes de la Topología

Los principales componentes de la topología presentada en la Figura 3-3 Topología General Propuesta [Elaboración propia], se centran en el principal elemento de cada una de las redes. En la infraestructura UMTS el principal elemento es el MSC el cual trabaja en conjunto con el MGW. Mientras que en la red NGN el principal elemento es el *Softswitch* y su complemento es el

MSAG. A continuación veremos una breve descripción de estos elementos. Cabe resaltar que los principales elementos de la red IMS se detallaron en la sección anterior.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL *SOFTSWITCH* ZXSS10

El *Softswitch* ZXSS10 está diseñado con el sistema más avanzado de distribución, no solo previniendo cualquier riesgo en el funcionamiento sino también proporcionando la capacidad de procesamiento y eficiencia del sistema. El equipamiento de Core de la red *Softswitch* cuenta con las siguientes características en términos de rendimiento:

- Potente capacidad de red, capacidad de red Tándem y balanceo de tráfico de larga distancia: por medio de la combinación de varios dispositivos *gateways* como el SS+MSG, SS+AG o el SS+IAD proporcionando soluciones locales y de larga distancia. Además soporta varias topologías de red como: estrella, árbol, anillo y estrella + anillo.
- Completa capacidad de acceso integrado: el sistema soporta acceso directo de varios tipos de *gateways*, incluyendo *gateways* troncales, *gateways* de acceso, NASs¹, *gateways* de señalización, media *gateways*, Access *gateways* inalámbricos y dispositivos de acceso integrados.

El sistema soporta acceso directo de varios dispositivos terminales digitales como PCs, softphones, IP Phone, SIP Phone entre otros.

- Potente Capacidad de interconexión de red: usando diferentes *gateways*, el sistema soporta la completa interconexión con varias redes existentes como PSTN/ISDN, señalización no 7, red inteligente y PLMN².
- Excelente capacidad de Expansión: con la arquitectura en múltiples capas el servicio proporcionado por el sistema es independiente de la red y de la media.

Una red basada en la tecnología *Softswitch* tiene las características básicas de NGN, y puede proporcionar servicios multimedia integrados tales como datos, voz y video de una manera centralizada.

¹ Network Access Server

² Public Land Mobile Network

3.4 CARACTERISTICAS DEL MULTISERVICE ACCESS GATEWAY ZXMSAG 5200

Combina la PSTN y la ISDN creando una red múltiple servicio. Es un tipo de integración de un media *Access Gateway*, adiciona un módulo de VoIP a la anterior generación de sistemas. Adopta las capas de aplicación estándar de transporte de protocolos para convertir y manejar el transporte de flujos. Al mismo tiempo, es compatible con los actuales dispositivos de red. El ZXMSAG 5200 usa varias tecnologías entre ellas están:

- Ethernet
- ADSL
- ADSL2+
- VDSL
- SHDSL
- Multicast
- EPON³
- ISDN

En una red NGN con un *Softswitch*, el ZXMSAG 5200 puede tomar el lugar de una red de acceso tradicional en y ejecutar las siguientes funciones:

- Permitir la compresión y descompresión de la VoIP del protocolo H.248.
- Acceso a interfaces banda ancha como ADSL / ADSL2+, VDSL, SHDSL y Ethernet a través de diferentes protocolos para proporcionar conectividad a los usuarios.

3.5 MANEJO DE SESIONES EN IMS

En los ambientes de prueba de la plataforma Open IMS Core, fue de suma importancia tener claro los tipos de sesiones que se querían ejecutar. Para esto, se definieron perfiles de prueba dentro de la red IMS, a cada uno de estos perfiles, se les asoció una o varias identidades de usuario públicas y privadas. Muchos de estos perfiles de prueba, se ejecutaron desde clientes SIP que soportaban IMS, los cuales fueron muy útiles en el proceso de verificación de mensajes de señalización, y ayudaron a explorar las capacidades de IMS en el contenido multimedia. Cabe resaltar que la totalidad de estos clientes son de código abierto, lo que algunas veces generaba

³ Ethernet Passive Optical Networks

problemas de compatibilidad entre códec ya sea de audio o de video que a la final, terminaron superándose.

3.5.1 Clientes IMS

A continuación se presenta una descripción de los clientes que se usaron en las pruebas de la red IMS, los cuales estaban asociados a perfiles de usuarios creados en el HSS y pertenecientes a un mismo dominio de esta red.

- **IMSDroid:** es un cliente IMS que cumple con todas las funciones especificadas en el estándar 3GPP, disponible para dispositivos Android. Es desarrollado por Doubango⁴ y su principal objetivo es ofrecer un cliente IMS a la comunidad para pruebas y desarrollos basados en código abierto. La aplicación cumple con el [RFC 3261] de SIP y con la especificación [3GPP TS 24.229 Release 9] lo que indica que soporta hasta redes de cuarta generación LTE⁵ 4G.

Este cliente es clave para las pruebas de video llamadas ya que soporta una gran cantidad de *Codecs* específicos. Algunas de las características más representativas son:

- Esquemas de seguridad IMS-AKA⁶
- Registro con soporte AKA-v1 y AKA-v2, también soporta Digest MD5⁷.
- Descubrimiento de Proxy-CSCF DNS NAPTR⁸+SRV
- Llamada de voz (G729⁹, AMR-NB¹⁰, iLBC¹¹, GSM, PCMA, PCMU, Speex-NB¹²)
- Llamada de video (VP8¹³, H264¹⁴, H.263¹⁵, H.263-1998)
- DTMF (RFC 4733)
- Precondiciones y negociación de QoS (RFC 3312, 4032 y 5027)

⁴ Doubango Telecom es una joven compañía que se centra en los proyectos open source, especializados principalmente en tecnologías NGN siguiendo estándares como 3GPP, TISPAN, GSMA, IETF entre otros. Sus productos incluyen SIP/IMS clientes, servidores y *gateways*.

⁵ Long Term Evolution es un nuevo estándar de la norma 3GPP, es una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G).

⁶ Authentication and Key Agreement. Protocolo de Seguridad, mecanismo de auto-respuesta en redes UMTS.

⁷ Message-Digest Algorithm 5, Algoritmo de Resumen del Mensaje 5, es un algoritmo de reducción criptográfico de 128 bits ampliamente usado.

⁸ Name Authority Pointer. Es un tipo de grabación de recurso en los DNS de internet.

⁹ Es un estándar de compresión de audio. Comúnmente usado para voz sobre IP.

¹⁰ Adaptive Multi-Rate audio códec.

¹¹ Internet Low Bitrate *Codec*

¹² Formato de compresión de audio patentado diseñado por speech, usado principalmente para voz sobre IP.

¹³ Formato de compresión de video creado por On2 Technologies

¹⁴ H.264 o MPEG4 es un estándar de compresión de video.

¹⁵ Estándar de video compresión diseñado para videoconferencia por su bajo formato de compresión

- Calling E.164 numbers by using ENUM protocol (RFC 3761)
- **MyMonster:** es un marco de herramientas de código abierto desarrollado por Fraunhofer FOKUS. Permite la creación de aplicaciones terminales que cumplan las normas NGN e IMS. El utilizado en este proyecto, es un cliente liviano disponible para sistemas operativos Windows y Linux, permite realizar video llamadas y también conferencias de video.

Cuenta con una gran variedad de códecs para voz y video, y posee un apartado basado en GStreamer¹⁶ donde se destaca las opciones de configuración para el protocolo RTP como la variación del bitrate o la activación de filtros.

- **Mercurio:** Es un cliente totalmente compatible con las principales especificaciones IMS de 3GPP, dentro de sus características principales se encuentra su compatibilidad con redes IPv4 e IPv6, así como la gran variedad de *Codecs* de video y audio disponibles. Otras de sus características principales son:
 - Seguridad TLS e IPSec
 - Registro seguro en IMS con MD5, AKA-v1 y AKA-v2.
 - Llamadas de voz entrantes / salientes
 - Llamadas de video entrantes / salientes (visualización de vídeo de pantalla completa)
 - DTMF (DTMF en banda o mensajes SIP INFO)
 - Mensajería Convergente (OMA SIMPLE IM v1.0)
 - Mensajería instantánea Pager-mode y el modo de sesión utilizando SIP SIMPLE
 - Mensajería Instantánea grande usando MSRP [RFC 4975]
- **UCT IMS Client:** es un cliente IMS que está diseñado para usarse en conjunto con la plataforma Open IMS Core FOKUS. El cliente ha sido desarrollado por “Communications Research Group” en la actualidad este cliente aún sigue en desarrollo activo y tiene varios Bugs conocidos en proceso de corrección. El cliente soporta los esquemas de autenticación AKA, y emula la señalización IMS lo más parecido posible. La versión actual soporta llamadas de voz y video, mensajería instantánea, Presence y existe un desarrollo de IPTv que funciona muy bien.
- **Boghe:** Es un cliente IMS de escritorio con una muy buena interfaz gráfica, actualmente posee compatibilidad con Windows 8 y cuenta con grandes desarrollos sobre todo en la

¹⁶ Librería Open Source para el desarrollo y construcción de componentes de procesamiento de video y audio.

parte del manejo de redes sociales y mensajería instantánea. Al igual que los otros, también permite llamadas de voz y de video. Soporta los códec más avanzados entre sus competidores como el caso de MPEG4 y H.264/AVC. Muestra significativos avances en la transferencia de archivos y las sesiones de mensajería instantánea. Esta aplicación usa el Framework de Doubango y usas características extra de NVIDIA, INTEL entre otros. Es desarrollado por RCS¹⁷ compañía que incluye desarrolladores, operadores y red de varios países y fabricantes.

3.5.2 Clientes NGN

- **X-lite:** es un cliente Freeware Soft phone VoIP que usa SIP, es desarrollado por CounterPath Corporation. Combina llamadas de voz y video en una interfaz amigable. Cuenta con mensajería instantánea y presencia usando SIP SIMPLE. Usa estándares abiertos y SIP para la señalización de las llamadas permitiendo trabajar con un amplio número de redes.
- **Jitsi:** es un cliente Open Source que soporta llamadas de voz y de video. Cuenta con el soporte protocolos tales como SIP, Jabber, AIM, Windows Live, Yahoo entre otros.

Posee esquemas de seguridad como TLS y DNSSEC, maneja gran variedad de códecs de video y audio entre ellos: Speex, G.722, PCMU/PCMA (G.711), iLBC, GSM, G.729 para voz y H.264, H.263-1998 / H.263+ y VP8 para video.

- **Zoiper:** Zoiper Classic IAX y SIP multilenguaje y multiplataforma (Windows, Linux y Mac OS X) es un cliente softphone VoIP, diseñado para trabajar con los sistemas y la infraestructura de comunicaciones basadas en IP. Cuenta con muchas características especiales como son:
 - Hacer y recibir llamadas, desde diferentes cuentas IAX y SIP con una buena seguridad en la conversación.
 - Recibir faxes y enviarlos desde cualquier aplicación de Windows a través del controlador de la impresora Fax Zoiper.
 - Iniciar llamadas directamente desde tu cliente de correo - Zoiper Classic BIZ se integra con Outlook y Thunderbird.
 - Registro de llamadas (grabaciones de archivos individuales)
 - Iniciar y gestionar las llamadas de conferencia

¹⁷ Rich Communication Services es una iniciativa global para desarrollar un ecosistema de servicios interoperables en la industria.

4 DESARROLLO

En esta etapa se describe los pasos para la implementación de la plataforma Open IMS Core, su inclusión en la infraestructura de red del Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ y la verificación de su funcionamiento mediante el análisis de sesiones multimedia. También se describirá los procesos de adecuación de las infraestructuras NGN y UMTS para interconectarse con la plataforma Open IMS Core.

4.1 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

La metodología que se usó para la elaboración de este proyecto se basó en la instalación de la plataforma Open IMS Core FOKUS en un servidor, donde se definió una red con un dominio y direccionamiento. Una vez la instalación y adecuación de la red se finalizó, se continuó con la configuración de un DNS server para resolver el dominio que hace referencia a la red IMS. Los parámetros que trae por defecto el servidor IMS tuvieron que ser cambiados de acuerdo a la nueva configuración de la red. La creación de perfiles de usuarios tanto públicos como privados, permitieron registrar clientes en la red IMS y realizar llamadas dentro de la misma.

Una vez se tuvo en funcionamiento la red IMS con el dominio personalizado, se diseñó la interconexión con las otras dos redes NGN y UMTS mediante enlaces troncales SIP. Antes de realizar estos enlaces troncales, se configuró la red NGN con usuarios SIP y H.248 que fueron probados de manera local en la red NGN mediante clientes SIP y teléfonos para la parte H.248. Debido a que la plataforma UMTS se encontraba en adecuación y configuración inicial por parte del soporte del fabricante. Por lo tanto, se optó por realizar la interconexión a nivel de capa 3 del modelo OSI a esta red UMTS a través de la parte de *core* la cual ya se encontraba configurada, aunque estaba separada de la parte de radio que presentaba retrasos en la configuración.

Luego de la configuración de la plataforma NGN y la creación de usuarios SIP y H.248, se probó la interoperabilidad entre las redes NGN e IMS, mediante el establecimiento de sesiones multimedia, que dieron buenos resultados.

4.2 INSTALACION DE OPEN IMS CORE FOKUS

La instalación de Open IMS Core FOKUS es una de las etapas más importantes para el correcto funcionamiento de la red IMS y se debe seguir detalladamente los pasos para realizar a cabo este proceso.

Como ya se describió en el numeral 2.1.7 Open IMS Core FOKUS es una implementación Open Source de la función de control de sesión de llamada IMS y de un HSS muy liviano construido en java. Para su instalación se debe tener en cuenta ciertos requisitos de la máquina donde se va alojar. Estos requisitos definen la capacidad de manejo de llamadas simultáneas que el servidor atenderá, pero vale la pena aclarar que, la capacidad de procesamiento de llamadas y la calidad de servicio ante posibles escenarios de interconexión, no son objeto de estudio de este trabajo. Siendo la incorporación e implementación de la plataforma como tal el objetivo de este trabajo.

Aunque no se recomienda un sistema operativo como tal, si se debe tener en cuenta que los diferentes paquetes de la plataforma están diseñados para ejecutarse en Linux, a lo cual el uso de máquinas virtuales puede funcionar, pero algunas veces se puede incurrir en alteraciones de la configuración del dominio y de otros factores. A lo que se recomienda realizar una instalación limpia de un sistema operativo Linux. Para el caso de este trabajo, se usó el sistema operativo **Ubuntu Server versión 12.04**. Los siguientes son los pasos de manera general que se deben seguir para instalar Open IMS Core en una máquina, el detalle y comandos visto de manera más profunda se pueden observar en el ANEXO 3.

1. **Prerrequisitos:** la máquina debe tener un servidor Mysql, para manejar las bases de datos del HSS, un servidor DNS, para resolver los dominios IMS en las llamadas. Java JDK, para manejar el HSS (preferiblemente se recomienda usar Java Sun Oracle, a cambio del Open Java Jdk). Y muchas otras librerías citadas en el ANEXO 3.
2. **Obtención del código fuente:** se hace directamente de la página asociada a los repositorios donde se obtiene la última versión de Open IMS Core FOKUS. Se divide en dos folders que contienen el FHoSS para las funcionalidades del HSS y ser_ims para las funcionalidades del CSCF.
3. **Instalación:** se desarrolla principalmente con la ejecución de scripts proporcionados por en la obtención del código fuente, que básicamente crea rutas de instalación y compila los módulos. Además de esto, se debe hacer una creación de las bases de datos en MYSQL que están asociadas al HSS.

4.3 CAMBIO DE DOMINIO IMS

Luego de la instalación de Open IMS Core, lo que se obtiene es el servidor IMS instalado en una maquina con un dominio por defecto open-ims.test, con sus 4 elementos P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF y HSS, apuntando a la dirección localhost 127.0.0.1. Esta configuración es recomendable para verificar el funcionamiento a nivel local del servidor IMS, esta trae por defecto dos usuarios de prueba “bob” y “alice”, permite asegurarse de que no falta ningún paquete y que todo funcione con los permisos necesarios.

Para realizar el cambio de dominio que trae por defecto Open IMS Core y establecer un dominio ajustado al desarrollo de este trabajo de acuerdo a la interconexión de redes propuesta, se debe tener en cuenta la configuración del servidor DNS mostrada a continuación:

4.3.1 Configuración del servidor DNS:

Para la creación del direccionamiento de nuestra red donde se encuentra el servidor IMS fue necesario la creación de un servidor DNS para resolución del dominio. Los parámetros que se eligieron para la red son los siguientes:

Dominio: IMS-ZTE-PUJ

Dirección IP: 10.10.10.100

Subnet: 255.255.255.0

El dominio hace referencia al nombre que tendrá nuestra red en el ambiente local de este y en el ambiente externo. Por consiguiente los usuarios pertenecientes a la red IMS tendrán este dominio como parte de su configuración. El servidor IMS se encuentra alojado en el host con dirección 10.10.10.100 lo que indica que los elementos IMS se encuentran allí, pero para referirse a uno de ellos específicamente, se usara el puerto definido. Para fijar esta dirección en el servidor se realizó una configuración manual en la ruta /etc/networking/interfaces mostrada en detalles en el ANEXO 3.

El servidor DNS que usa el sistema operativo se llama BIND y su configuración se hizo creando una nueva zona llamada open-ims.test la cual fue agregada al archivo de configuración de BIND, allí se insertó una zona de búsqueda de reenvío y una zona de búsqueda de reversa.

Posterior a la configuración, se realizó la prueba del DNS usando el comando *nslookup* intentando resolver el dominio IMS-ZTE-PUJ y también el DNS de reversa con el mismo comando pero resolviendo la dirección 10.10.10.100.

4.4 DIRECCIONAMIENTO

El direccionamiento en Open IMS Core FOKUS, es uno de los factores a tener en cuenta para poner en marcha todos los elementos de la plataforma. Existen un direccionamiento previo asociado a localhost, el cual se encuentra presente en todos los archivos de configuración generados en el momento de compilar el código fuente. Si bien existe un script encargado de cambiar los parámetros como dominio y dirección IP a la configuración de IMS “Configurator.sh” no es un procedimiento que actualmente realice el cambio de estos parámetros en todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Lo que conlleva a realizar el cambio de manera manual donde haga falta en los archivos de configuración que el script no fue capaz de cambiar.

A continuación, en la figura 4-1 veremos un esquema del direccionamiento de la plataforma unido a la red local, donde se tendrán los usuarios de la plataforma WiFi, los cuales serán a su vez en su mayoría los usuarios de la red IMS. En ella se puede ver que, el punto de ingreso principal a la red es el P-CSCF el cual recibe las peticiones de usuarios registrados y no registrados, y con base en información solicitada al S-CSCF que a su vez pregunta al HSS, permite establecer la sesión, o enviar un mensaje de respuesta de acuerdo a la Tabla 2-1 Rangos de Códigos de Estado en SIP.

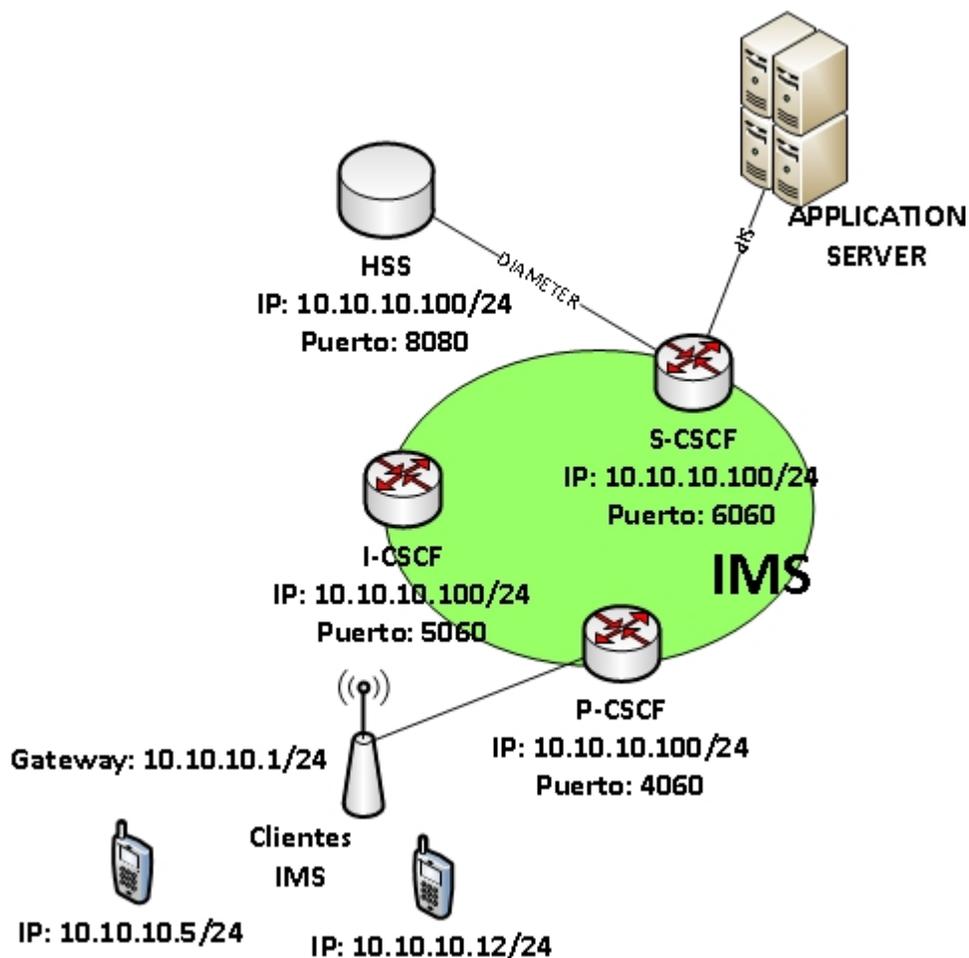


Figura 4-1 Esquema de Direccionamiento Plataforma Open IMS Core [Elaboración propia]

En la figura 4-1 se puede notar los puertos usados por cada entidad. Existen otros módulos no mostrados en la figura anterior, los cuales tienen otros usos específicos, como la emulación de la PSTN o generación de las llamadas de emergencia. La siguiente tabla 4-1 muestra los módulos con sus puertos específicos asociados.

ELEMENTO	NUMERO DE PUERTO
P-CSCF	4060
I-CSCF	5060
S-CSCF	6060
HSS	8080
MGCF	9060
E-CSCF	Reenvío del P-CSCF
Diameter	3868, 3869, 3870

Tabla 4-1 Asignación de puertos en IMS.

4.5 PERFILES DE USUARIO EN HSS

Para el desarrollo de este trabajo, se crearon usuarios de prueba en diferentes clientes dentro de la red IMS, todo con el objetivo de tener una diversidad de respuesta en la sesión de llamada y así poder discriminar posibles fallos debido a *codecs* o a otro factor que impida la comunicación. Los perfiles de usuario creados fueron los siguientes:

- Nombre del perfil: galaxyS2
Cliente: IMSDroid
Identidad privada: galaxyS2@IMS-ZTE-PUJ
Identidades públicas: sip: +3002000@IMS-ZTE-PUJ
tel: 300200
sip: galaxyS2@IMS-ZTE-PUJ
- Nombre del perfil: Ace
Cliente: IMSDroid
Identidad privada: ace@IMS-ZTE-PUJ
Identidades públicas: sip: +12345@IMS-ZTE-PUJ
tel: +12345
- Nombre del perfil: boghe
Cliente: Boghe
Identidad privada: boghe@IMS-ZTE-PUJ
Identidades públicas: sip: +3001000@IMS-ZTE-PUJ
tel: +3001000
sip: boghe@IMS-ZTE-PUJ
- Nombre del perfil: michel
Cliente: MyMonster
Identidad privada: michel@IMS-ZTE-PUJ
Identidades públicas: sip: +3001500@IMS-ZTE-PUJ
tel: +3001500
sip: michel@IMS-ZTE-PUJ
- Nombre del perfil: jitsi
Cliente: jitsi
Identidad privada: jitsi@IMS-ZTE-PUJ

Identidades públicas: sip: +3003000@IMS-ZTE-PUJ
tel: +3003000
sip: jitsi@IMS-ZTE-PUJ

- Nombre del perfil: mercurio

Cliente: mercurio

Identidad privada: mercurio@IMS-ZTE-PUJ

Identidades públicas: sip: +3002500@IMS-ZTE-PUJ
tel: +3002500
sip: mercurio@IMS-ZTE-PUJ

- Nombre del perfil: michel2

Cliente: boghe

Identidad privada: michel2@IMS-ZTE-PUJ

Identidades públicas: sip: +3003500@IMS-ZTE-PUJ
tel: +3003500
sip: michel2@IMS-ZTE-PUJ

Cada uno de estos perfiles posee más de una identidad pública de tipo sip y tel, esto con el objetivo de realizar un registro IMS de un solo perfil, pero con varios dispositivos a la vez, para notar el comportamiento de los perfiles al recibir una llamada a alguno de ellos.

4.6 CONFIGURACIÓN EN NGN

La configuración de la red NGN se centra principalmente en la configuración del *Softswitch* ZTE. El *Softswitch* ZTE cuenta con un cliente ZXSS20 MANAGEMENT SYSTEM donde su interfaz deja ver la estructura de la red en capas para facilitar su manejo. La Figura 4-2 muestra la interfaz de manejo del *Softswitch* ZXSS10 tomada del cliente ZXSS20 MANAGEMENT SYSTEM.

En el nivel inferior de la figura, se puede notar las diferentes tecnologías de acceso disponibles para acceder a la red, luego sigue el Core IP, compuesto por todos los componentes como enrutadores, luego se encuentra el *Softswitch* como tal con unos elementos a su lado, como la interconexión con una MSC, un CSCF y otro *Softswitch* (SS). Por último, en la parte superior se tiene las aplicaciones, entre ella se tiene un servidor de autenticación AAA y un DNS entre otros.

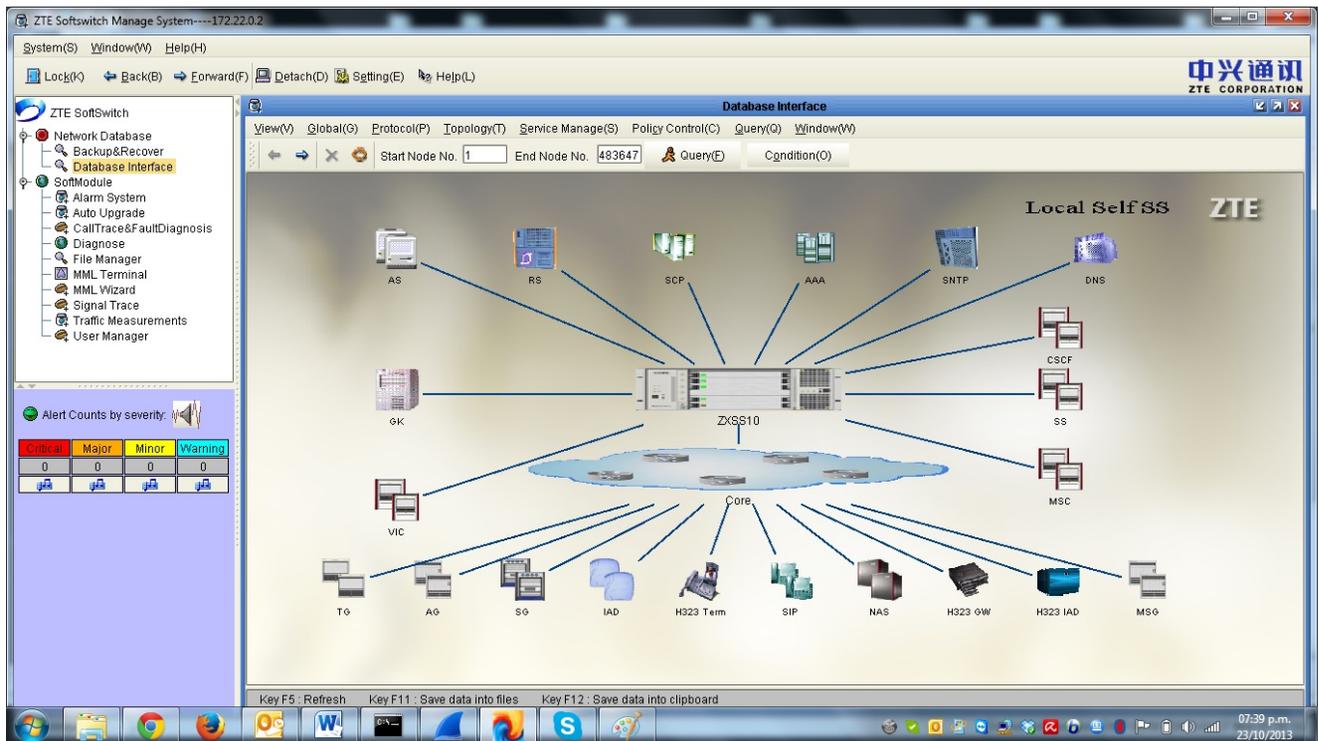


Figura 4-2 Interfaz de Configuración *Softswitch ZXSS10* [Captura de Pantalla]

4.6.1 Nodo y Zona en el SS

Un nodo hace referencia a un dispositivo *Gateway* en la red IP relacionando con el acceso al sistema del SS. Existen tres categorías de nodos, y cada uno está asociado a dispositivos para controlar el *Acces Gateway*, el *Trunk Gateway* o el *Signaling Gateway*. Mientras que, una zona es una colección de nodos *Gateway* con las mismas propiedades. Dentro de la configuración de la red NGN, debe existir unos parámetros que definen donde se va prestar el servicio (local, extendido), al igual que el nodo que va manejar las llamadas provenientes de los usuarios de estas zonas. A continuación se muestra los pasos a seguir para la creación de los parámetros previos antes de configurar la tecnología que operara el nodo.

1. Creación de la zona.
2. Asignar la zona a la SPC¹ (definir las capacidades de la zona en la SPC).
3. Definir la SPC maestra y la SPC esclava.
4. Crear el Backup (código de ejecución 4945)
5. Reset de las tarjetas SPC.

¹ Signaling Point Code hace referencia a la tarjeta encargada de ejecutar los protocolos para el servicio. Para el caso del SS solo se tienen dos.

6. Crear el nodo (en la configuración se selecciona la tecnología de acceso a este nodo como el caso de SIP, H.248 o IAD)
7. Crear los atributos de las terminaciones (tipo de subscriptor y las características de la media)
8. Crear la numeración :
 - a) Oficina local
 - b) Centena
 - c) Numero de usuario
9. Asignar la numeración a la tecnología seleccionada (SIP,IAD o H.248)
10. Enrutar la numeración DAS²
11. Creación del Digimap.

4.6.2 Usuarios SIP

En el numeral anterior se describía la configuración necesaria para poner a funcionar una tecnología de acceso disponible en el *Softswitch*. Para el desarrollo de las pruebas en la red NGN, se adecuaron usuarios con tecnología SIP para realizar llamadas desde y hacia ellos, para lo cual se usó la capacidad del *Softswitch* de servidor SIP. Para ello se tuvo que crear los usuarios SIP, y configurar los parámetros de ese servidor SIP [10]. Los pasos generales que se tuvieron en cuenta para este procedimiento son:

1. Crear la zona SIP
2. Configuración de la capacidad que manejará el área (Data Area Capacity), se especifica la cantidad máxima de llamadas que manejará el SS.
3. Configuración de la zona SIP y la tarjeta que la va manejar.
4. Configuración del nodo SIP.
5. Configuración de usuarios SIP
6. Crear la numeración :
 - a. Oficina local
 - b. Centena
 - c. Numero de usuario

² Digital Analisis Configuration

7. Asignar la numeración al nodo SIP
8. Enrutar la numeración DAS
9. Creación del Digimap.

Los números de usuario SIP que se crearon en el SS para posterior registro en los clientes SIP, fueron la secuencia 5001000 hasta 5001010.

4.6.3 Usuarios H.248

Para realizar las sesiones de prueba, se configuró cierta cantidad de clientes en el *Multiservice Access Gateway ZXMSAG 5200* con la secuencia de números de usuario 9213510 hasta 9213520, teniendo en cuenta la capacidad del ZXMSAG 5200 de emular la PSNT, se pudo recrear las sesiones en donde un usuario con un perfil asociado de la red IMS podía llamar a un usuario H.248 del ZXMASG 5200 el cual posee un Tel Uri perteneciente a este rango.

De igual manera, los usuarios H.248 pertenecientes a la red NGN inter-operados por el *Multiservice Access Gateway ZXMSAG 5200* realizaron llamadas a los usuarios con perfiles de la red IMS, más específicamente a los que usan Tel Uri en su proceso de registro.

4.7 CONFIGURACIÓN EN UMTS

La plataforma UMTS disponible en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ se encuentra dividida a nivel operativo en parte de *core* y parte de *radio*. Una vez estén configuradas las dos partes, se integran y se completa la operación total de la plataforma UMTS.

Actualmente en la plataforma se encuentra activa la parte de *core* que es la parte que realiza las funciones de control de llamada, manejo de media, interconexión con los demás elementos de la red UMTS y adaptación de la señalización de llamada por los diferentes protocolos necesarios para su operación. Mientras la parte de radio encargada de la gestión de canal, al acceso al medio de los clientes, el movimiento entre celdas entre, entre otros. Aún se encuentra en proceso de configuración por parte del soporte del fabricante.

Una vez la plataforma se encuentre totalmente operativa, se podrá crear perfiles de usuarios en el HLR definiendo un plan de marcación específico. Usuarios que previamente serán probados en el ambiente local UMTS para luego ser probados en el ambiente conjunto de las demás redes NGN e IMS.

La configuración del enlace troncal SIP hacía la MSCS de la red UMTS se definió en el nivel de la capa de red, lo que indica que una vez la plataforma UMTS esté funcionando totalmente, se deberá crear otra oficina remota en el cliente de configuración UMTS para interconectarla con la red IMS, para poder enviar tráfico SIP de sesiones por esta troncal.

4.8 TRONCALES DE INTERCONEXIÓN ENTRE REDES

La convergencia entre las redes UMTS y NGN hacia la plataforma IMS, se logró mediante la interconexión del núcleo de estas redes, al elemento encargado de recibir señalización proveniente de otras redes en IMS. Este elemento es el Interrogating-CSCF (I-CSCF), este elemento es capaz de manejar métodos SIP como: INVITE, OPTIONS, INFO entre otros, todo con el objetivo de establecer sesiones multimedia, con los usuarios dentro de la red IMS. El puerto donde se encuentra alojado este elemento es el 5060, por allí, todas las peticiones provenientes de clientes de otras redes se evalúan y se les transfiere al Serving-CSCF para generar una respuesta basándose en la información del mensaje SIP, o el contenido que se encuentre en el IFC³, filtro dispuesto para clasificar las peticiones cuando estas tienen se dirigen a establecer una llamada o para acceder a algún contenido de una aplicación dentro de la red IMS.

La interconexión hacia cada una de las redes, se hizo con la creación de troncales SIP, desde el I-CSCF hacia los elementos que hacen en control en las redes NGN y UMTS, *Softswitch* y MSC respectivamente. En el proceso se usa una conexión IP que pasa por un *Switch* ZTE ZXR10 T64, encargado de separar la gestión, la señalización, los flujos de media de SS y la salida a internet en VLANs en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ. En este *Switch* ZTE ZXR10 T64 se creó una VLAN 333 con un direccionamiento 10.10.10.200 /24 para lograr incluir la VLAN en la subred 10.10.10.0 /24 manejada en el dominio IMS. Todo esto con el objetivo de facilitar el reenvío de paquetes y evitar procedimientos adicionales en la configuración de la red.

La figura 4-3 muestra la topología de la interconexión de las troncales SIP desde la red IMS a las redes UMTS y NGN.

³ Initial Filter Criteria

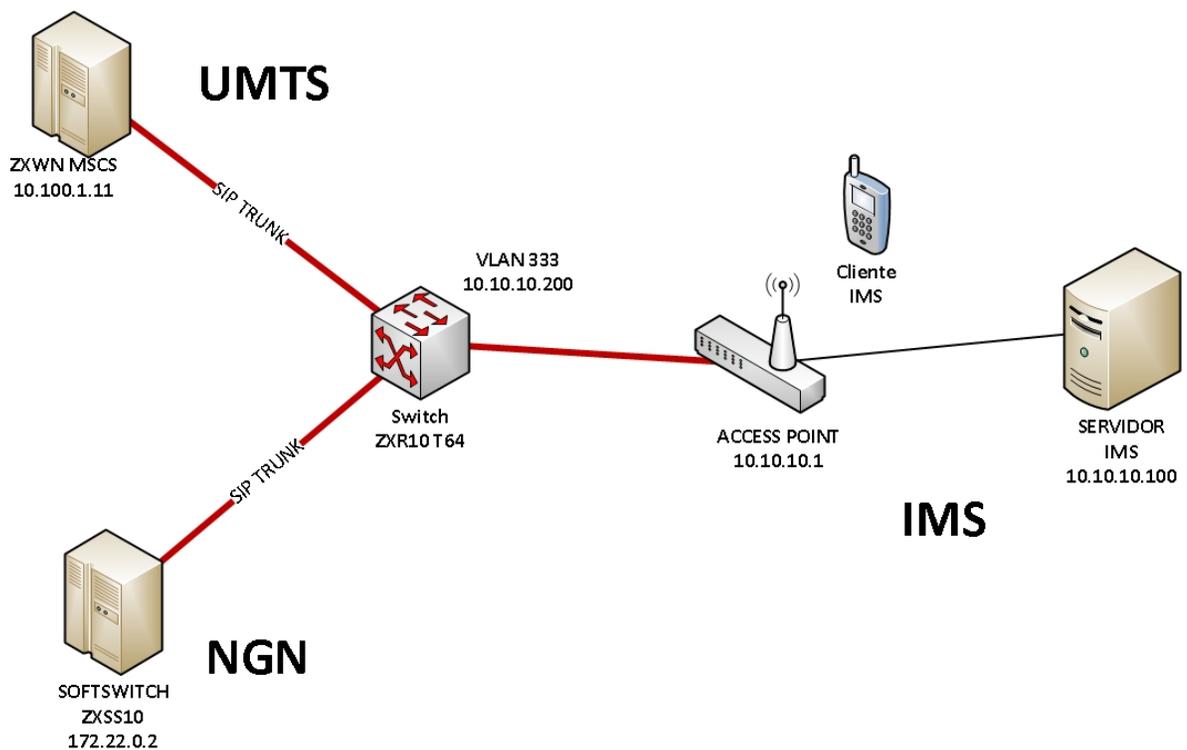


Figura 4-3 Topología de interconexión de troncales SIP. [Elaboración propia]

4.8.1 Troncal SIP lado NGN

Para la configuración de la troncal SIP del lado NGN, se usaron los procedimientos para conexión del *Softswitch* con otro *Softswitch*, siguiendo el manual llamado “Other SS Coupling Configuration” de ZTE. Esto se hizo dado que en las conexiones entre operadores de telefonía, la arquitectura definida en 3GPP en este caso SS ZTE soporta el protocolo SIP para el transporte de señalización de sesiones. Teniendo en cuenta esto, se definió que la red IMS se comportara como un *Softswitch*, con un dominio propio, una dirección IP local y un puerto local, capaz de recibir señalización SIP a través del I-CSCF y de enviar señalización SIP por el mismo. Esta señalización en la red NGN se recibe mediante la configuración de una interconexión con otro SS, que en realidad vendría siendo el servidor IMS.

Los pasos generales que se tuvieron en cuenta para este procedimiento fueron [11]:

1. Adicionar la zona para otro SS.
2. Configuración de la capacidad que manejará el área (Data Area Capacity), se especifica la cantidad máxima de llamadas que manejará el otro SS.

3. Configuración de la zona “OTHER SS” y la tarjeta que la va manejar.
4. Configuración del nodo ordinario “OTHER SS”, en este paso se le especifica la dirección IP del SS remoto, el dominio, el protocolo, el puerto entre otros. Estos parámetros corresponden a los datos del servidor IMS, que hará el papel del otro SS.
5. Configurar las rutas hacia el destino
6. Configurar la ruta que se debe tomar cuando se marca 300xxxx correspondiente a la troncal SIP 10.10.10.200 de la VLAN 333, esto significa que todas las llamadas hacia la red IMS se envíen directamente por esta ruta y que no se procese en el SS. Cabe recordar que, la información referente al dominio, dirección IP y puerto del servidor IMS, ya se encuentra definida en el SS, por consiguiente los mensajes SIP poseen en su estructura la información de la red IMS que se quiere alcanzar.

La figura 4-4 muestra la interconexión del *Softswitch* con el otro extremo de la troncal que corresponde a la red IMS.

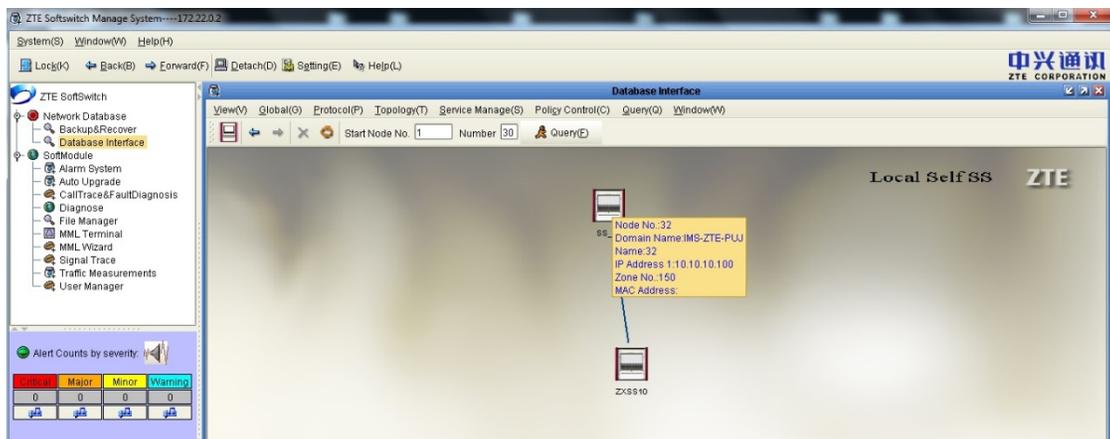


Figura 4-4 Interconexión de la troncal SIP [Captura de pantalla]

4.8.2 Troncal SIP lado UMTS

La troncal SIP del lado UMTS no pudo realizarse debido a que el soporte del fabricante no fue suficiente y su configuración no concordó con el cronograma del proyecto. No obstante, la troncal SIP quedó planteada en la topología de la red y se crearon VLANs en los elementos de la red adaptando el direccionamiento para soportar la troncal SIP. Además, se logró realizar la integración completa de la red UMTS a la Red IMS en la capa 3 del modelo OSI.

Esta configuración es el punto de partida para la interconexión de la plataforma UMTS cuando se encuentre totalmente operativa. Esta troncal permitirá transportar la señalización y la media de la llamada proveniente desde la red IMS al realizar sesiones multimedia.

4.9 LIMITACIONES DE LA PLATAFORMA OPEN IMS CORE FOKUS

El hecho de que SER (SIP Express Router) fuera mejorado por FOKUS para soportar las capacidades avanzadas de un CSCF para IMS, hace pensar en la flexibilidad y el desempeño para el proxy SIP. Los principios básicos tales como la estructura del enrutamiento lógico y el diseño modular no se afectaron por parte de FOKUS para la adecuación del SER. Sin embargo algunas implementaciones de timers de sesiones SIP del [RFC 4028] [53] y otros mecanismos como el *keepalive* para sesiones ya establecidas presentes en el [RFC 3261] [26] no han sido cubiertos. El resultado de esto se traduce en que el P-CSCF y el S-CSCF no sea capaz de determinar si la sesión se encuentra activa. Para este caso, cuando un usuario IMS falla al enviar un mensaje BYE para terminar la sesión, o cuando el mensaje BYE se pierde en el medio, el CSCF no sabrá cuando finaliza la sesión. En la parte del lado otro usuario, naturalmente no responde lo que generaría un mensaje 408 Request time Out. Esto puede ocasionar cobros incorrectos a las sesiones de los subscriptores, y memorias desbordadas en el CSCF dada la poca claridad en la sesión y las inconsistencias de la red, lo que podría traer malas consecuencias. Al introducir un mecanismo de expiración de sesión se podría hacer frente a esta situación y mantener cada sesión activa por un periodo de tiempo que se puede refrescar haciendo uso de mensajes SIP como Re-INVITE o UPDATE.

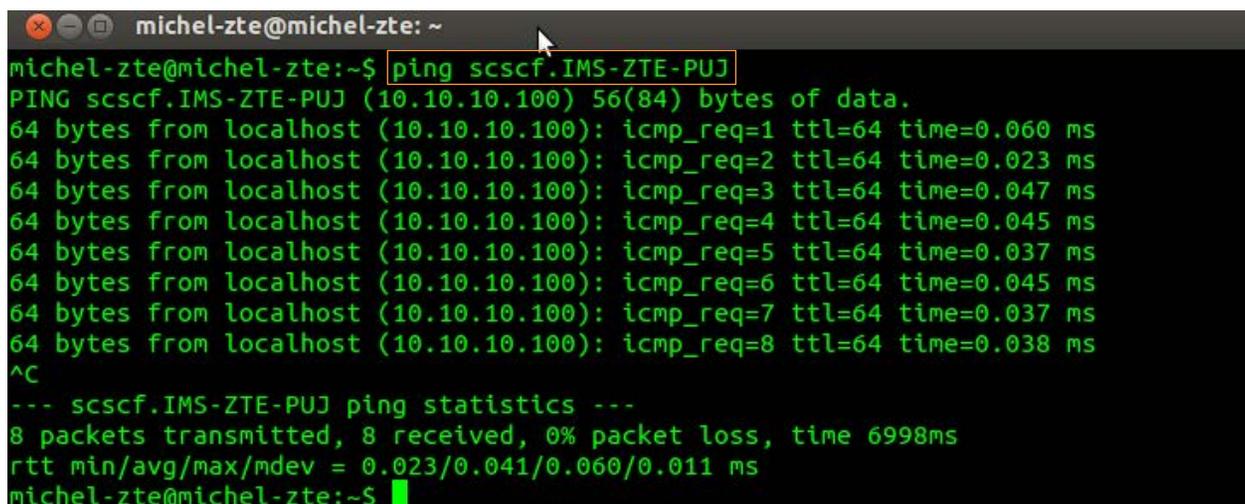
5 ANALISIS DE RESULTADOS Y PRUEBAS

Para evaluar el funcionamiento de la plataforma Open IMS Core FOKUS en la infraestructura del Centro de Tecnologías De Telecomunicaciones ZTE-PUJ y su verificación de servicio se establecieron escenarios de prueba en posibles ambientes con diferentes clientes.

Las pruebas hechas en escenarios IMS dependen de las capacidades con que cuenta el servidor IMS, capacidades que fueron tomadas como referencia y que son básicamente: un procesador Intel Pentium Dual-Core E5400 (2.70 GHZ), 2 Gb de memoria RAM y sistema operativo Ubuntu Server 12.04 LTS. Estos parámetros son determinantes para lograr evaluar medidas de rendimiento, puesto que al incrementar estas capacidades se puede subir la cantidad de llamadas que puede manejar el servidor IMS simultáneamente o la velocidad de procesamiento al enrutar llamadas hacia diferentes puntos.

5.1 PRUEBA DE DOMINIO IMS

Esta prueba consistió en verificar las capacidades del servidor IMS para resolver los nombres de dominio que pertenece. Se logró evaluando las respuestas que entrega el DNS creado y configurado, al preguntar por un elemento perteneciente a la red IMS. Los comandos que se usaron para realizar esta prueba fueron *nslookup*, *ping* y *dig*⁴. La figura 5-1 muestra la respuesta a un *ping* intentando resolver el Serving-CSCF. La figura 5-2 muestra el resultado en la evaluación del dominio y la respuesta al *dig* al Serving-CSCF.



```
michel-zte@michel-zte: ~
michel-zte@michel-zte:~$ ping scscf.IMS-ZTE-PUJ
PING scscf.IMS-ZTE-PUJ (10.10.10.100) 56(84) bytes of data.
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=1 ttl=64 time=0.060 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=2 ttl=64 time=0.023 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=3 ttl=64 time=0.047 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=4 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=5 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=6 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=7 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from localhost (10.10.10.100): icmp_req=8 ttl=64 time=0.038 ms
^C
--- scscf.IMS-ZTE-PUJ ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 6998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.023/0.041/0.060/0.011 ms
michel-zte@michel-zte:~$
```

Figura 5-1 Respuesta ping al Serving-CSCF

⁴ Domain Information Groper es una herramienta de línea de comando de administración de redes para resolver dominios de un DNS.

```
michel-zte@michel-zte: ~
michel-zte@michel-zte:~$ nslookup IMS-ZTE-PUJ
Server:          127.0.0.1
Address:         127.0.0.1#53

Name:   IMS-ZTE-PUJ
Address: 10.10.10.100

michel-zte@michel-zte:~$ dig scscf.IMS-ZTE-PUJ

; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> scscf.IMS-ZTE-PUJ
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 27377
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 1, ADDITIONAL: 1

;; QUESTION SECTION:
;scscf.IMS-ZTE-PUJ.          IN      A

;; ANSWER SECTION:
scscf.IMS-ZTE-PUJ.        86400  IN      A      10.10.10.100

;; AUTHORITY SECTION:
IMS-ZTE-PUJ.              86400  IN      NS     ns.IMS-ZTE-PUJ.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns.IMS-ZTE-PUJ.          86400  IN      A      10.10.10.100

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 127.0.0.1#53(127.0.0.1)
;; WHEN: Wed Oct 23 16:45:06 2013
;; MSG SIZE rcvd: 84
```

Figura 5-2 Pruebas de Dominio y Dig al Serving-CSCF

Los resultados demostraron que el DNS resuelve el dominio y los elementos que conforman la red IMS. Más adelante en las siguientes pruebas se evidencia que al realizar una llamada desde otra red, esta señalización de llamada logra entrar a la red IMS lo que confirma el funcionamiento del DNS.

5.2 PRUEBA DE REGISTRO IMS

Esta prueba permitió verificar el funcionamiento adecuado del servidor IMS de manera autónoma antes de realizar llamadas de voz o de video y probar la convergencia de la red IMS con la plataforma Wi-Fi. Consistió en la creación de perfiles de usuario IMS mostrados en el numera 4.4, implementados en los clientes IMSDroid quien accede mediante Wi-Fi, Boghe y MyMonster. Se configuró el cliente en cada caso y se realizó el proceso de registro de cada uno de los clientes con diferente perfil de usuario.

El objetivo de esta prueba se centró en que los usuarios asociados a los perfiles creados en el HSS, se registren en la red IMS. Este proceso se realizó mediante el Proxy-CSCF el cual es el

encargado de recibir todas las peticiones de registro a la red IMS. Luego de tomar las trazas con los diferentes clientes, por medio de *Wireshark* podemos generar el diagrama de secuencia del envío de mensajes para el proceso de registro IMS, este diagrama se muestra en la figura 5-3, la figura también deja ver la el momento en donde se tomaron los tiempos del retardo en el registro IMS detallados en el numeral 5.9 según [12].

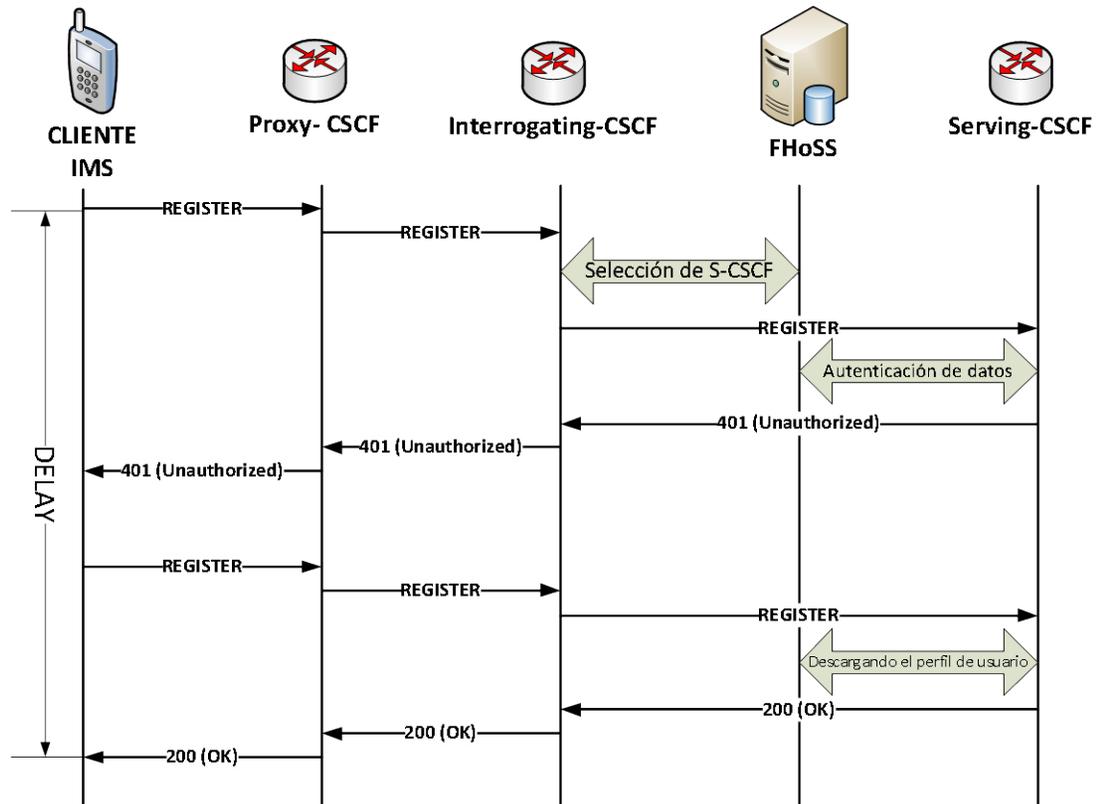


Figura 5-3 Diagrama de Secuencia de Registro IMS [Elaboración propia]

5.3 PRUEBA DE REGISTRO SIP EN EL SS ZTE

Esta prueba se realizó con el objetivo de verificar la operación del servidor SIP configurado en el *Softswitch* así como para registrar los usuarios creados antes de interactuar con el resto de las redes presentes en la topología. Esta prueba también sirvió de referencia para comparar el retardo en el proceso de registro de la red NGN con el proceso de registro de la red IMS.

Para la generación del diagrama de secuencia del proceso de registro de los clientes SIP en el *Softswitch*, se usó el cliente de gestión que posee el *Softswitch* llamado “ZXSS20”, ya que este tiene un apartado para tomar trazas de todos los protocolos que maneja. El diagrama de secuencia del envío de mensajes para el proceso de registro en la red NGN se muestra en la figura 5-4, la figura también indica el momento de la toma del retardo.

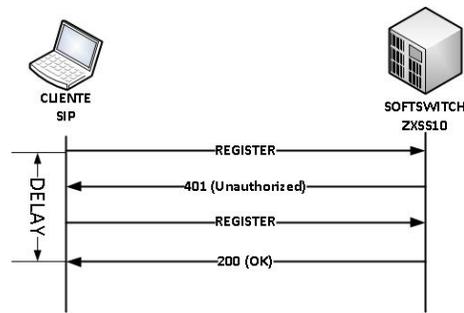


Figura 5-4 Registro SIP al Softswitch [Elaboración propia]

5.4 PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS EN IMS

Esta prueba se desarrolló luego de haber llevado a cabo el registro de dos terminales en la red IMS. Se hizo con dos diferentes clientes: IMSDroid en un dispositivo Samsung S2 y en un Laptop con el Cliente Boghe, también con se hizo otra prueba con IMSDroid y Mymonster. En el procedimiento inicialmente solo se probó la llamada de voz, donde las trazas tomadas mostraron la secuencia de mensajes de señalización hasta crear el canal de voz. Una vez se generó el diagrama de secuencia, se tomaron tiempos desde el arribo del primer INVITE hasta el último mensaje recibido 180 RINGING, sin que el usuario tenga interacción. El resultado de la medición de este retardo en redes NGN e IMS en el establecimiento de llamada, se muestra en el numeral 5.9. A continuación se muestra en la figura 5-5 el diagrama de secuencia de mensajes entre dos clientes IMS y el servidor IMS, creado a partir de las trazas de llamadas capturadas mediante *Wireshark*.

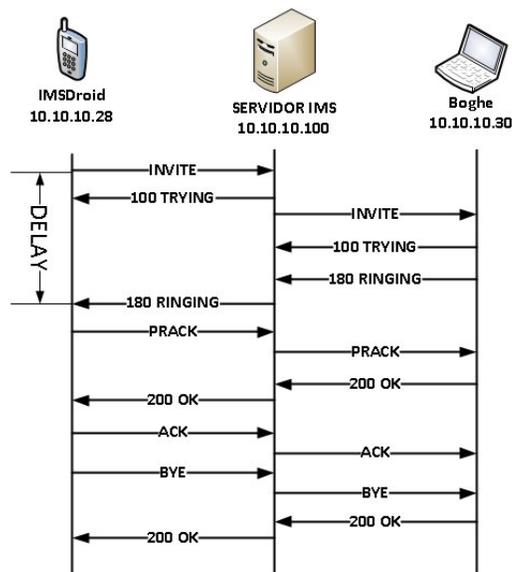


Figura 5-5 Establecimiento de llamada en IMS [Elaboración propia]

5.5 PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS SIP EN EL SS

Esta prueba se hizo con el objetivo de comparar el retardo que existe al realizar el establecimiento de llamada en una red NGN y el retardo en una red IMS. También se logró observar las diferencias en la implementación del protocolo SIP, con base en el flujo de llamadas IMS, aunque de manera global cumplen con la misma función. Una vez se tomaron la trazas se construyó el diagrama de secuencia mostrado en la figura 5-6. Los resultados de la medición del retardo son muchos menores, puesto que el SS es un equipo para ISP comparado con el servidor IMS que corre en un PC con características normales y procesamiento limitado.

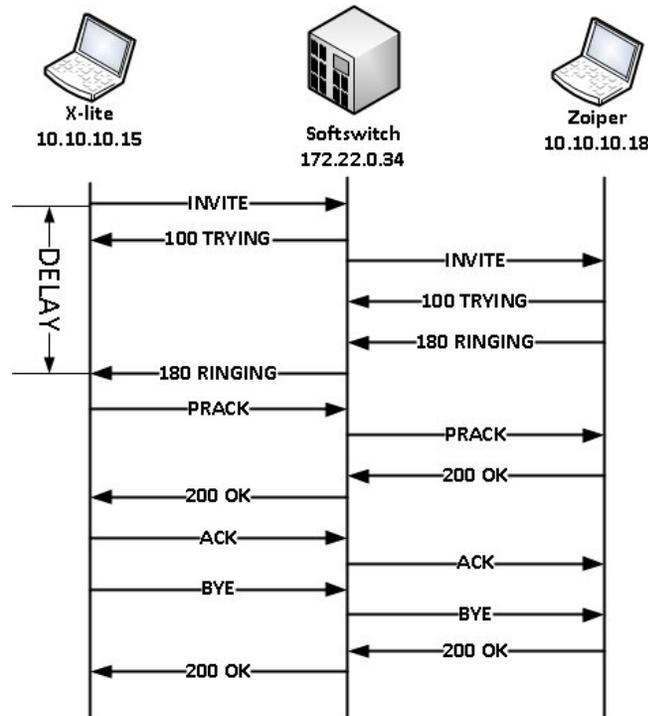


Figura 5-6 Establecimiento de llamada en NGN [Elaboración propia]

5.6 PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS H.248

Esta prueba consistió en la toma de trazas en el establecimiento de una llamada en el *Softswitch* usando el protocolo H.248 soportado por gran parte de elementos en las diferentes versiones que ha sacado 3GPP. De igual manera, al igual que en las otras pruebas, también se midió el retardo hasta justo antes de que el usuario conteste, todo con el objetivo de comparar esta respuesta con las otras redes. Cabe mencionar que, dado que la llamada no usa el protocolo SIP como señalización sino H.248 detallado en la sección 3.2.2.1 H.248, el diagrama de secuencia puede cambiar en los tipos de mensajes que maneja, pero no en su esencia global. La

toma de los tiempos se señalización se hizo hasta el mensaje en que se modifica el contexto y se cambia la señal de ring y se establece la llamada.

La figura 5-7 muestra una captura de pantalla en el cliente del SS ZXSS20 en su herramienta *Signal Trace*, esta traza H.248 muestra en cada paquete, el contexto y las señales de los dos usuarios que se activan o se desactivan según el proceso, en esta prueba se hace una llamada desde el usuario H.248 con el número 9213510 y el usuario H.248 con el número 9213511.

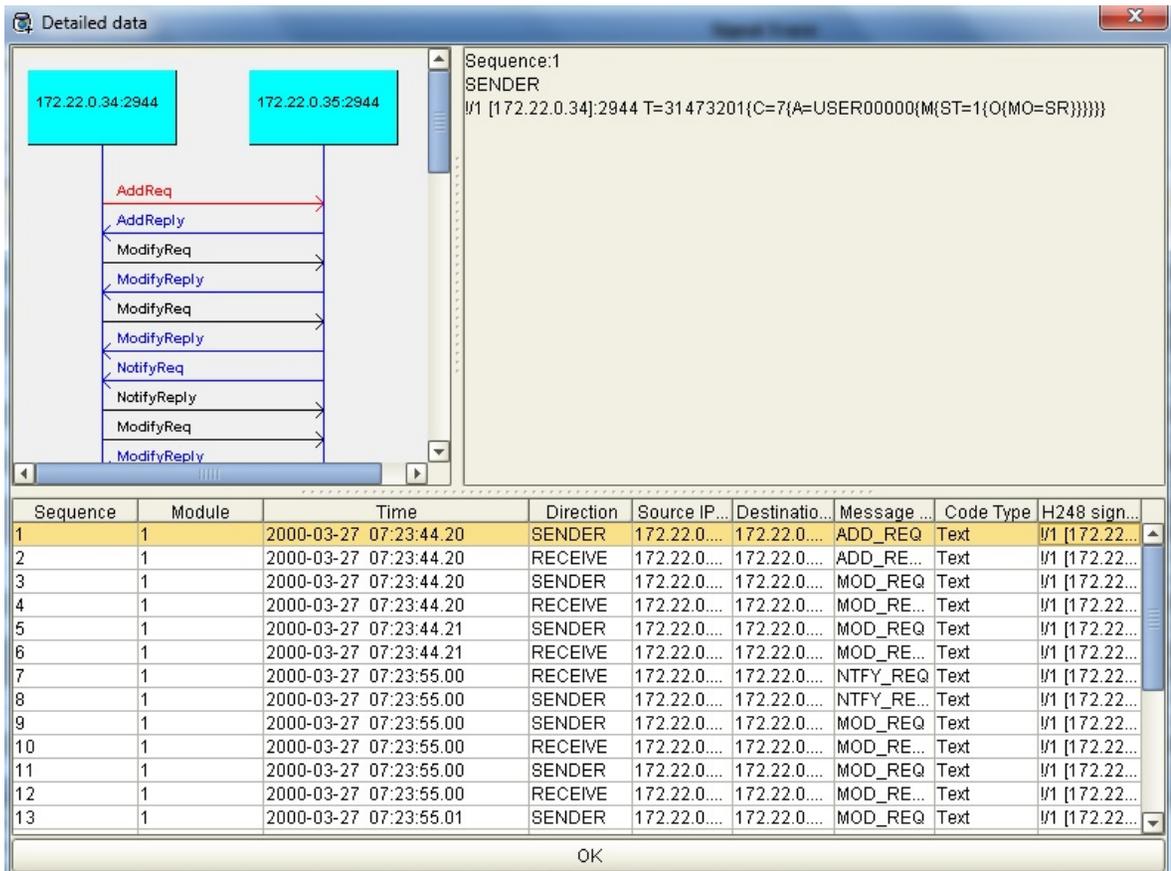


Figura 5-7 Traza H.248 tomada desde el cliente ZXSS20 [Captura de pantalla]

5.7 PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS ENTRE IMS Y EL SS

Esta es una de las pruebas más importantes porque muestra la convergencia entre redes, se realizó de la siguiente manera: generación de INVITE hacia el dominio IMS por parte del *Softswitch* de acuerdo a una tabla con la numeración creada en el SS. Las llamadas con destino a la red IMS, se debían enrutar directamente por la troncal SIP. Una vez se reciba la petición, esta

no es procesada directamente al Proxy-CSCF como se haría con cualquier otra llamada, sino que se procesa en el Interrogating-CSCF, dado que el proxy solo atiende llamadas en el mismo dominio y para otros casos, los clientes deben entenderse con el Interrogating-CSCF.

En la figura 5-8 se muestra el diagrama de secuencia del establecimiento de llamada entre un usuario con el cliente IMSDroid de la red IMS accediendo por la plataforma Wi-Fi y un usuario SIP de la red NGN usando el cliente X-lite.

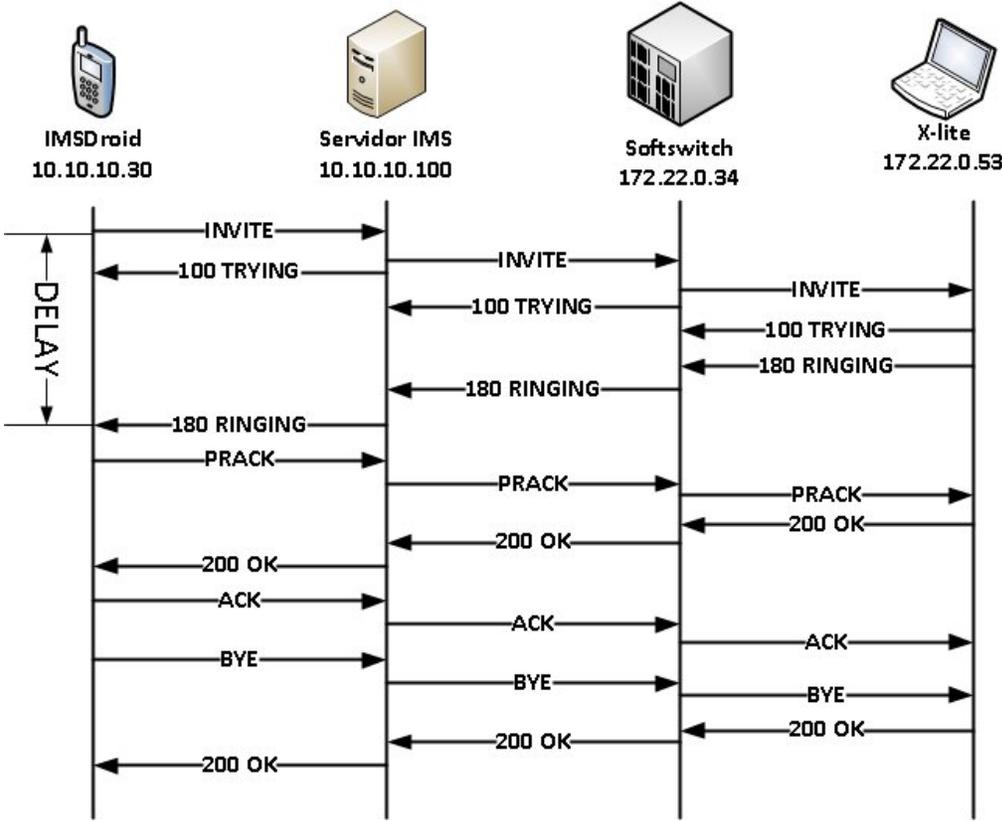


Figura 5-8 Establecimiento de llamada entre redes IMS y NGN [Elaboración propia]

5.8 PRUEBA DE VIDEO LLAMADA EN IMS

Esta prueba se realizó únicamente en el dominio de la red IMS dado que aunque el soporte de video llamadas en NGN está implementado, la disponibilidad de manejo de video llamadas en clientes open source es muy limitada y se encuentran en periodo de prueba. Por lo cual no se obtuvieron en cuenta estas pruebas. Las video llamadas se probaron en los clientes IMSDroid y Boghe, para los cuales la secuencia de mensajes son idénticos que en la secuencia de mensajes de la llamada de voz, la única diferencia radica en el manejo de los datos de media SDP, en estos se incluye el soporte de códec de video.

La figura 5.9 muestra unas capturas de pantalla de la sesión de video realizada en los clientes IMS: Boghe en un PC, lado izquierdo de la imagen e IMSDroid en un Samsung Galaxy S3 en el lado derecho, en ellas se puede notar la interfaz gráfica de los clientes que se usaron. La video llamada se hizo usando la plataforma Wi-Fi como acceso del cliente IMSDroid y la red cableada para el cliente Boghe.



Figura 5-9 Video llamada en IMS [Captura de pantalla]

5.9 RETARDOS DE REGISTRO Y LLAMADAS

En la etapa de registro al servidor IMS y al servidor SIP del *Softswitch* se realizaron pruebas para medir el retardo en el proceso de registro. La tabla 5-1 muestra el retardo en el registro IMS de tres clientes en 10 pruebas individuales.

Traza	IMSDroid (ms)	MyMonster (ms)	Boghe (ms)
1	108	154	85
2	124	143	82
3	117	163	86
4	104	151	98
5	116	132	82
6	108	145	93
7	134	158	81
8	114	162	93
9	121	142	75
10	115	139	82

Tabla 5-1 Retardo de registro IMS

La tabla 5-2 muestra el retardo en el registro de los clientes SIP pertenecientes al *Softswitch* ZXSS0 de la red NGN en tres diferentes clientes para un total de 10 pruebas individuales.

Traza	X-lite (ms)	Zoiper (ms)	Blink (ms)
1	16	17	19
2	14	15	18
3	16	14	20
4	16	14	18
5	15	15	18
6	16	16	18
7	15	14	19
8	17	16	18
9	16	14	17
10	15	16	18

Tabla 5-2 Retardo de registro SIP en la red NGN

Los retardos en el proceso de establecimiento de llamada, se midieron en llamadas entre la red IMS y son mostrados en la tabla 5-3.

Traza	IMSDroid y Boghe (ms)	IMSDroid y Mymonster (ms)
1	96	121
2	98	108
3	116	112
4	92	98
5	95	104
6	88	113
7	102	95
8	82	118
9	95	115
10	91	117

Tabla 5-3 Retardos de establecimiento de llamada en IMS

En la red NGN se tomaron mediciones de retardos en llamadas H.248 y en llamadas SIP, los retardos en las llamadas SIP se muestran en la tabla 5-4 y los retardos en las llamadas H.248 se muestran en la tabla 5-5.

Traza	X-lite Zoiper (ms)	X-lite Blink (ms)	Zoiper-Blink (ms)
1	43	45	54
2	28	49	57
3	41	52	59
4	42	48	56
5	45	47	63

6	39	51	58
7	42	47	54
8	41	49	55
9	38	47	61
10	43	41	53

Tabla 5-4 Retardos de Establecimiento de llamadas SIP

Traza	H.248 Teléfono (ms)
1	10
2	10
3	11
4	10
5	9
6	10
7	10
8	11
9	10
10	10

Tabla 5-5 Retardos de establecimiento de llamadas H.248

Los retardos del establecimiento de llamadas entre la red IMS y la red NGN, se realizaron tanto con clientes SIP como con usuarios H.248. La tabla 5-6 muestra los retardos del establecimiento de llamadas entre la red IMS y la red NGN.

Traza	IMSDroid y X-lite (ms)	IMSDroid y Blink (ms)	IMSDroid y Zoiper (ms)	IMSDroid y Teléfono H.248 (ms)
1	142	151	163	84
2	162	147	168	72
3	143	150	163	91
4	145	142	152	87
5	158	162	172	78
6	153	158	169	82
7	151	139	157	76
8	160	145	162	81
9	156	149	157	73
10	151	152	168	79

Tabla 5-6 Retardos de establecimiento de llamadas en redes IMS y NGN

5.10 ANCHO DE BANDA DE LA SEÑALIZACIÓN

Para lograr medir el ancho de banda de señalización, se dividió la medición en dos etapas: la etapa de registro, en donde se tienen 4 mensajes intercambiándose entre el cliente y el servidor IMS o SIP NGN según sea el caso, y la etapa de establecimiento de llamada que sólo se calcula

desde la llegada del primer INVITE hasta la llegada del mensaje 180 RINGING al cliente que hace la petición.

Para cualquiera de los casos, los canales que se tienen son canales con una conexión Ethernet de 1 Gbps, para conexiones del *Softswitch* a la troncal SIP o canales inalámbricos en la parte de los clientes IMS con una conexión de 150 Mbps.

Los resultados del cálculo del ancho de banda de señalización en el proceso de registro IMS con una de las trazas tomadas en las pruebas anteriores, arrojó los resultados mostrados en la tabla 5-7.

Paquete	Mensaje	Tamaño bytes	Tamaño bits	Tiempo Seg
1	REGISTER	988	7904	0.043
2	401 Unauthorized	961	7688	0.035
3	REGISTER	1151	9208	0.019
4	200OK	990	7920	0.057
	Total	4090	32720	0.154
Ancho de banda en Kbps de la señalización			32 Kbps	

Tabla 5-7 Ancho de banda de la señalización en el registro IMS

De igual manera, para el cálculo del ancho de banda de la señalización en el establecimiento de las llamadas entre la red IMS y la red NGN descrito en la prueba del numeral 5.7, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 5-8.

Paquete	Mensaje	Tamaño bytes	Tamaño bits	Tiempo Seg
1	INVITE	1435	11480	0.034
2	100 Trying	568	4544	0.002
3	INVITE	260	2080	0.003
4	100 Trying	437	3496	0.008
5	180 Ringing	729	5832	0.123
6	180 Ringing	598	4784	0.023
	Total	4027	32216	0.193
Ancho de banda en Kbps de la señalización			32 Kbps	

Tabla 5-8 Ancho de banda de la Señalización en el establecimiento de llamada de IMS a NGN.

Vale la pena resaltar, que existen periodos de silencio en el canal en los intervalos de estas pruebas, así como también existe tráfico de otros protocolos no considerados en este cálculo, como tráfico DNS, ICMP o DHCP que incrementarían el consumo de ancho de banda.

6 CONCLUSIONES

La puesta en marcha de los dos principales elementos de la plataforma Open IMS Core que son: la función de enrutamiento CSCF y la base de datos HSS, permitió mostrar la capacidad multiacceso de IMS, al permitir acceder al dominio IMS-ZTE-PUJ propuesto desde varias redes de acceso presentes en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ como WIFI, H.248 y SIP Phones, sin requerir una infraestructura separada para cada red.

La convergencia de la plataforma Open IMS Core FOKUS con los demás elementos de las plataformas del Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ fue positiva, porque en el modelo planteado existió el manejo común del protocolo SIP para el control de sesiones, lo que facilitó la interconexión. No obstante, la conexión con la plataforma UMTS no se logró, por falta de soporte con el fabricante e interrupción en el cronograma de este proyecto. Sin embargo, se realizó un desarrollo para crear la troncal SIP hasta el nodo MSCS y además, se hizo la interconexión de la red IMS hacia este nodo MSCS a nivel de capa 3, lo que podría ser el inicio para realizar una convergencia futura hacia esta red. Una vez la plataforma UMTS esté completamente operativa, solo restará configurar una oficina remota en el MSCS para interconectarla con la red IMS y definir los usuarios comunes. Esta implementación podría estar acompañada de un nuevo servicio que opere de manera común a las tres redes como puede ser un servidor de IPTV u otro.

La integración de una plataforma open source a un ambiente de redes de operador, solo debe ser considerada para propósitos de prueba y desarrollo de aplicaciones. Ya que existen limitaciones que perjudican el funcionamiento adecuado de los servicios, como es el caso de los “timers de sesión de SIP” y el “Keepalive” los cuales no son contemplados por Open IMS Core, y causan la permanencia activa de las sesiones multimedia aun después de ser finalizadas en un cliente, lo que ocasionaría errores en el cobro y facturación hacia el usuario.

La operación en conjunto de funciones de llamada básicas entre las plataformas NGN, WiFi e IMS, demostraron que una única plataforma como Open IMS Core puede ofrecer una red de servicios completa al operador y no como la maneja los operadores, en los cuales cada servicio requiere su propia infraestructura. Esto hace que IMS se profile como el punto de partida para el desarrollo de nuevos servicios basados en servicios básicos como presencia, que abarquen las estructuras definidas en Release 5, 7, 10 de 3GPP, donde se maneja un núcleo totalmente IP y en los cuales IMS es el elemento central que maneja la señalización de todas las redes. Las

funciones especiales de llamada, como llamada en espera o conferencia y video llamadas entre redes, se vieron limitadas por la incapacidad de los clientes open source de ejecutar los *codecs* necesarios simultáneamente y el soporte limitado de los mismos por parte del desarrollador.

Los perfiles de usuario que se manejaron no lograron utilizarse de manera global a todas las redes presentes en el Centro de Tecnologías de Telecomunicaciones ZTE-PUJ, puesto que la red que se planteó se basa en el Release 4 de 3GPP, en el cual se manejan los usuarios por separado. Mientras que, el Release 5 de 3GPP o superior, maneja una base de datos de usuarios común a todas las redes sin importar el acceso, factor que se debe tener en cuenta a la hora de definir perfiles de usuario que quieran ser atendidos en cualquier lugar de la topología.

La incorporación en el mercado de un nuevo servicio necesita nuevos elementos de acceso y gestores adicionales de red que el operador debe cubrir. Con la incorporación de IMS la inversión de recursos y migración se minimiza, ya que se puede prestar este servicio en cualquier lugar independientemente del medio de acceso. Gracias a esto IMS despeja el camino de los operadores al uso de tecnologías móviles de última generación como LTE y LTE advanced que usan su *core* orientado a IP y tienen en común el uso del protocolo SIP para el manejo de sesiones al igual que en IMS, lo que se traduciría en menos inversión y menos complejidad en la nueva implementación.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *The IMS Playground @ FOKUS - www.open-ims.org.*
- [2] *ETSI TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking).*
- [3] Mohammad Ilyas and Syed A. Ahson, *IP Multimedia Subsystem (IMS) Handbook.*: CRC Press, 2009.
- [4] Arun Handa, *System Engineering for IMS Networks.*: Elsevier, 2009.
- [5] *TS 23.228 IP Multimedia Subsystem (IMS), Stage 2 / 3GPP2 X.S0013-002-0 v1.0, www.3gpp.org.*
- [6] Olivier J. Bertin, "Integrating IMS with Web Services to enable IP Multimedia Service Oriented Architectures," *IEEE*, 2004.
- [7] Camarillo Gonzalo and García-Martín Miguel A., *The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS).*: John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
- [8] Harold Castro, Yesis Donoso Miguel Camelo, "Convergencia de servicios en redes de próxima generación," *ACIS SISTEMAS*, no. 108, 2008.
- [9] Juha Korhonen, *Introduction to 3G mobile communications*, 2nd ed.: Artech House, 2003.
- [10] ZTE CORPORATION, *ZXSS10 SS1b SoftSwitch Control Equipment Data Configuration Manual SIP Terminal Coupling.*: ZTE CORPORATION, 2006.
- [11] ZTE CORPORATION, *ZXSS10 SS1b SoftSwitch Control Equipment Data Configuration Manual Other SS Coupling.*: ZTE CORPORATION, 2006.
- [12] R. Good, R. Spiers, N. Ventura D. Waiting, "Open Source Development Tools for IMS Research (Invited Paper)," *Department of Electrical Engineering, University of Cape Town*, 2011.
- [13] Miikka Poikselkä and Georg Mayer, *The IMS IP Multimedia Concepts and Services*, 3rd ed.: John Wiley & Sons, Ltd, 2009.
- [14] *3GPP2 X.S0013-000-0 v1.0, "All-IP Core Network Multimedia Domain: Overview" www.3gpp2.org.*
- [15] Mohammad Ilyas and Syed A. Ahson, *IP Multimedia Subsystem.*: CRC Press, 2009.
- [16] "ETSI TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking)".
- [17] "TS 23.228 IP Multimedia Subsystem (IMS), Stage 2 / 3GPP2 X.S0013-002-0 v1.0, www.3gpp.org".
- [18] Ján Dúha, Peter Trúchly, Juraj Blichár Pavol Podhradský, *NGN (Next Generation Networks) - Selected Topics.*: Lifelong Learning Programme.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1: PROTOCOLOS EN IMS

8.2 ANEXO 2: PUNTOS DE REFERENCIA EN LA ARQUITECTURA IMS

8.3 ANEXO 3: INSTALACIÓN DE OPEN IMS CORE FOKUS

8.4 ANEXO 4: ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA IMS