



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR LA  
RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN GUATEMALA**

**Carlos Enrique Rodríguez Ayala**

Asesorado por el Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo

Guatemala, abril de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR LA  
RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CARLOS ENRIQUE RODRÍGUEZ AYALA**

ASESORADO POR EL ING. ENRIQUE EDMUNDO RUIZ CARBALLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Córdova Zeceña
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Ángeles
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier González López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

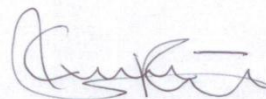


**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR LA  
RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 11 de mayo de 2011.



**Carlos Enrique Rodríguez Ayala**

Guatemala, 5 de noviembre de 2012


Ingeniero  
Carlos Eduardo Guzmán Salazar  
Coordinador Área Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado: **Propuesta de procedimiento de pruebas para integrar la red IMS a la red telefónica en Guatemala**, elaborado por el estudiante Carlos Enrique Rodríguez Ayala, de la carrera de Ingeniería Electrónica, el cual a mi criterio cumple con los objetivos propuestos.

Por ello, el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,

  
Ingeniero Enrique Ruiz Carballo  
Colegiado No. 2225

**Enrique E. Ruiz C.**  
INGENIERO ELECTRICISTA  
C.O.L. No. 2225



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. EIME 03.2013.

Guatemala, 15 de NOVIEMBRE 2012.

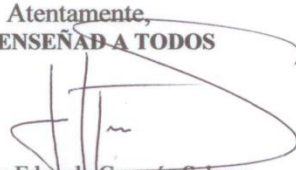
Señor Director  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA  
INTEGRAR LA RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN  
GUATEMALA del estudiante Carlos Enrique Rodríguez Ayala,  
que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
ID Y ENSEÑADA TODOS

  
Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar  
Coordinador Area Electrónica



CEGS/sro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 04. 2013.

**El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; CARLOS ENRÍQUE RODRÍGUEZ AYALA titulado: PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR LA RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.**

**Ing. Guillermo Antonio Puente Romero**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. Puente Romero'.



**GUATEMALA, 11 DE FEBRERO 2,013.**

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.242-2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR LA RED IMS A LA RED TELEFÓNICA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Rodríguez Ayala**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, abril de 2013



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por el don de la vida.
<b>Jesús y María</b>	Por ser la luz en mí camino.
<b>Mis padres</b>	Mauricio Rodríguez y Rucklyn Ayala de Rodríguez. Por su incansable apoyo, paciencia y consejos.
<b>Mis hermanos</b>	Mauricio, Emilio y Ángel Rodríguez, por su apoyo y ayuda en los momentos difíciles.
<b>Mi novia</b>	Yaqueline Barrientos, por su amor.
<b>Mis familiares y amigos</b>	Por saber que siempre cuento con ellos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la institución que me formó académicamente para lograr mi sueño de ser un profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por todos los conocimientos que sus catedráticos compartieron y dejaron huella en mí aprender.

**Mis amigos**

Por todos los momentos que compartimos juntos y que ahora recordaré, además del entusiasmo que siempre los caracterizó.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES TELEFÓNICAS.....	1
1.1. Teoría general de las redes telefónicas.....	1
1.2. Reseña histórica de las redes telefónicas .....	3
1.2.1. Centrales telefónicas manuales.....	3
1.2.2. Centrales telefónicas automáticas .....	4
1.2.3. Centrales telefónicas digitales .....	6
1.2.4. Centrales telefónicas NGN IP .....	8
2. ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL.....	15
2.1. Telefonía fija .....	15
2.1.1. Red pública de telefonía conmutada (PSTN).....	15
2.1.2. Componentes de una PSTN .....	17
2.1.2.1. Centrales de tránsito.....	17
2.1.2.2. Centrales local .....	17
2.1.2.3. Troncales .....	18
2.1.2.4. Bucle local .....	19
2.2. Telefonía móvil .....	20
2.2.1. La estación móvil GSM/UMTS.....	21

2.2.1.1.	La estación móvil GSM.....	22
2.2.1.2.	La estación móvil UMTS.....	22
2.2.2.	Subsistema de red de acceso de radio terrestre de una red GSM/UMTS .....	23
2.2.2.1.	La estación base (BTS) .....	23
2.2.2.2.	Controlador de estaciones base (BSC).....	24
2.2.2.3.	El Nodo B.....	25
2.2.2.4.	Controlador de radio de red (RNC).....	26
2.2.3.	Subsistema de red central GSM/UMTS .....	29
2.2.3.1.	Centro de conmutación móvil (MSC) ...	30
2.2.3.2.	Registro de posición base (HLR) .....	31
2.2.3.3.	Registro de posición visitante (VLR)....	31
2.2.3.4.	Registro de identidad del equipo (EIR) .....	32
2.2.3.5.	Centro de autenticación (AuC).....	32
2.2.3.6.	Servicio general de paquetes por radio (GPRS) .....	33
2.3.	Red de telefonía IP .....	34
2.3.1.	Capas del protocolo TCP/IP .....	34
2.3.2.	Direccionamiento IP.....	36
2.3.3.	Subredes IP .....	38
2.3.4.	Máscara IP.....	38
2.3.5.	Enrutamiento IP .....	39
2.3.6.	Componentes de la red IP .....	40
2.3.6.1.	Conmutador de red.....	41
2.3.6.2.	Enrutadores .....	41
2.3.6.3.	Servidor de paso.....	42
2.3.6.4.	Servidor proxy.....	42



3.	SISTEMA MULTIMEDIA POR IP (IMS) <i>IP MULTIMEDIA</i> <i>SUBSYSTEM</i> .....	45
3.1.	Definición de NGN.....	45
3.2.	Definición de IMS .....	46
3.3.	Arquitectura de la red IMS.....	47
3.3.1.	Capas de control y acceso.....	50
3.3.1.1.	Terminal IMS .....	50
3.3.1.2.	Servidor local de abonados (HSS).....	50
3.3.1.3.	Función de control del estado de la llamada .....	51
3.3.1.3.1.	P-CSCF .....	51
3.3.1.3.2.	I-CSCF .....	52
3.3.1.3.3.	S-CSCF .....	52
3.3.1.3.4.	Función de control de paso .....	53
3.3.1.3.5.	Controlador de información de media ..	53
3.3.1.3.6.	Función de recursos de media .....	54
3.3.1.3.7.	Función de localización de suscriptores .....	55
3.3.2.	Capas de aplicaciones.....	55
3.3.2.1.	Servidor de Aplicaciones (AS).....	55
3.3.2.2.	Presencia y gestión de grupos (PGM).....	56
3.4.	Protocolos e interfaces de IMS.....	57
3.4.1.	Protocolo de configuración de acceso (XCAP).....	57
3.4.2.	Protocolo de inicio de sesión (SIP).....	58

3.4.3.	Protocolo Diameter .....	58
3.5.	Servicios de IMS.....	60
3.5.1.	Habilitadores.....	61
3.5.2.	Modelo lógico.....	62
3.6.	Registros de filtrado.....	63
3.6.1.	Contenido de criterios de filtrado .....	63
3.6.2.	Selección de aplicaciones .....	64
4.	INTEGRACIÓN DE LA RED IMS A UNA RED TELEFÓNICA .....	67
4.1.	Implementación de servicios en una red IMS .....	67
4.2.	Estandarización .....	68
4.3.	Convergencia de servicios a IMS .....	70
4.3.1.	Servicio único en IMS .....	71
4.3.2.	Servicios IMS múltiples.....	72
4.4.	Implementación de la red fija y móvil de telefonía a IMS.....	73
4.4.1.	Enrutamiento entre IMS y las redes de telefonía ....	73
4.4.2.	Servidor para las comunicaciones en serie de negocios .....	74
4.4.3.	Sistema común de IMS.....	75
4.4.4.	Arquitectura ICS .....	76
4.5.	Servidores de implementación de la red IMS .....	79
4.5.1.	Servicio de telefonía multimedia (MMTel).....	80
4.5.2.	Servidor de aplicación de telefonía multimedia (MTAS) .....	81
5.	PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR IMS A LA RED TELEFÓNICA.....	85
5.1.	Pruebas de registro .....	85
5.1.1.	Códigos de petición .....	85

5.1.2.	Códigos de respuesta.....	86
5.1.3.	Flujo de mensajes SIP para establecer una conexión .....	87
5.1.4.	Procedimiento de autenticación.....	89
5.2.	Procedimiento de pruebas en llamada .....	93
5.3.	Características.....	99
5.4.	Razones por las cuales se debe integrar una red IMS a una red telefónica .....	100
CONCLUSIONES .....		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Capas y protocolos del modelo OSI .....	11
2.	Red de telefonía pública conmutada (PSTN) .....	16
3.	Arquitectura de la red GSM/UMTS.....	21
4.	La Estación Base (BTS) .....	24
5.	Segmentación de red celular.....	25
6.	Interfaces RNS .....	27
7.	Modelo TCP/IP .....	36
8.	Implementación de servicios en una red IMS.....	48
9.	Arquitectura de una red IMS .....	49
10.	Protocolos de la capa de aplicación de la arquitectura de red IMS.....	59
11.	Modelo lógico de los habilitadores .....	62
12.	Implementación de servicios IMS.....	68
13.	Topología de servicios convergentes en IMS.....	72
14.	Disposición de elementos BSC hacia la red del sistema común IMS ..	77
15.	Arquitectura del servidor de aplicación de telefonía multimedia (MTAS).....	82
16.	Flujo de mensajes SIP para establecer una conexión IMS .....	88
17.	Registro de una terminal móvil en IMS.....	91
18.	Flujo de llamadas IMS 3GPP punto a punto .....	94
19.	Interconexión entre una red IMS y una red basada en circuitos de conmutación SS7 .....	97

## TABLAS

I.	Interfaces de la red GSM/UMTS .....	28
II.	Acrónimos de autenticación de una terminal móvil en IMS .....	92

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
“”	Comillas
kHz	Kilo hertz
kbps	Kilobits por segundo
+	Mas
-	Menos
ms	Mili segundo





## GLOSARIO

<b>Abonado</b>	Es la persona que paga una cuota para tener derecho a un servicio continuado o periódico de una operadora telefónica.
<b><i>Backbone</i></b>	Son las principales conexiones troncales de internet compuesta por enrutadores de gran capacidad que interconectan países y continentes mediante cables de fibra óptica.
<b>Banda ancha</b>	Es la transmisión de datos simétricos por la cual se envían simultáneamente tramas de información para incrementar la velocidad de transmisión.
<b>Bit</b>	Un bit es un dígito del sistema de numeración binario, es representado por los dígitos 0 y 1.
<b>Byte</b>	Es una secuencia de bits contiguos, cuyo tamaño depende del código de información o código de caracteres en que sea definido. Se usa como unidad de almacenamiento de datos.
<b>Codificación</b>	Es la conversión de un contenido de información a un código.

<b>Datagrama</b>	Es la técnica de encaminar paquetes de datos en una red conmutada para que cada paquete se trate de manera independiente con una dirección de destino.
<b>Decodificación</b>	Es el proceso por el cual se convierten símbolos en información entendible por el receptor. Su proceso contrario es la codificación.
<b>Domótica</b>	Es el conjunto de sistemas capaces de automatizar un servicio de circuito cerrado integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas en un edificio.
<b>DSL</b>	Tecnología de red pública que proporciona un ancho de banda elevado, a distancias limitadas para establecer una conexión a internet.
<b>Enrutamiento IP</b>	Es el proceso de reenviar paquetes entre dos redes en segmentos de red distintos dentro de una red basada en un TCP/IP.
<b>ETSI</b>	El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones a nivel mundial.

<b><i>Handover</i></b>	Sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares que transfiere el servicio de una estación base a otra que garantiza la funcionalidad servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura.
<b>HFC</b>	Es una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de telecomunicaciones de banda ancha.
<b><i>Host</i></b>	Son las computadoras conectadas a una red, que proveen y utilizan servicios de informática.
<b>HSDPA</b>	La tecnología HSDPA ( <i>High Speed Downlink Packet Access</i> ), conocida como 3,5 G, es la optimización de la tecnología UMTS/WCDMA que mejora la transferencia de información en hasta 14 kbps.
<b>IETF</b>	<i>Internet Engineering Task Force</i> , por sus siglas en inglés, es una organización internacional de estandarización en la ingeniería de internet, en el área de transporte, encaminamiento y seguridad.
<b>Interface</b>	Es la conexión física y funcional entre dos sistemas o dispositivos de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos tipos de datos.
<b>Multiplexar</b>	Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión.

<b>Nodo</b>	Es un punto de intersección o unión de varios elementos u ordenadores en una red.
<b>Pila</b>	Es una estructura de datos en la que el modo de acceso a sus elementos es de tipo LIFO (del inglés <i>Last In First Out</i> , último en <i>entrar</i> , primero en <i>salir</i> ) que permite almacenar y recuperar datos.
<b>Red celular</b>	Es una red formada por celdas de radio conocidas como estación base para cubrir diferentes áreas para proporcionar cobertura de radio sobre un área más grande que el de una celda.
<b>Red local</b>	Una red local conocida como LAN es la interconexión de una o varias computadoras personales y estaciones de trabajo a la misma red.
<b>Roaming</b>	Es la capacidad de movimiento de los usuarios de telefonía móvil entre las áreas de cobertura de las diferentes empresas de telecomunicaciones.
<b>Telnet</b>	Es un programa informático de acceso en modo terminal hacia las centrales de conmutación para la revisión y arreglo de fallas a distancia de manera remota.

<b>TISPAN</b>	La entidad telecomunicaciones y convergencia a internet de servicios y protocolos de redes avanzadas fue desarrollada por la ETSI para la creación y entrega de servicios unificados en IMS.
<b>VPN</b>	Una red privada virtual, es una tecnología de red que permite una extensión segura de la red local sobre una red pública o no controlada.
<b>Wi-Fi</b>	Es un sistema de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica con alcances de cobertura reducidos.
<b>Wimax</b>	Son las siglas en inglés para <i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i> , es decir, Interoperabilidad mundial para acceso por microondas. Es una de las tecnologías usadas para hacer un enlace entre dispositivos móviles e internet utilizando ondas de radio en frecuencias de 2,3 a 3,5 Ghz.



## RESUMEN

La evolución de las diferentes tecnologías en el campo de las telecomunicaciones ha obligado a las empresas que prestan los servicios de telefonía a cambiar, modificar y migrar sus plataformas, según van creciendo las necesidades de los usuarios.

En el capítulo 1 se describe una reseña histórica de la evolución de las telecomunicaciones desde sus inicios a finales del siglo XVIII con las centrales telefónicas manuales y su posterior evolución a las centrales automáticas en el siglo XIX, en la década de 1960 empieza la inducción de las centrales telefónicas digitales, hasta llegar a la última y actual tecnología que se refiere a las transmisiones por internet conocidas como redes de siguiente generación (NGN, por sus siglas en inglés), desde 1973.

En el capítulo 2 se abarca la arquitectura de las redes de telefonía fija y móvil. Actualmente las dos tecnologías más usadas son la GSM (*Global System for Mobile Communications*) y la UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), las cuales es necesario integrar para que ambas tecnologías sean compatibles al momento de realizarse una llamada desde una red a otra.

Esta red se divide en tres partes: el teléfono móvil, el cual es portado por el suscriptor; el subsistema de estación base, que controla los enlaces de radio con el teléfono móvil; y el subsistema de red, que conmuta las llamadas entre los usuarios móviles y los usuarios de telefonía fija.

En el capítulo 3 se describe la arquitectura de red IMS comprendiendo todos sus nodos y servicios de operación y en el capítulo 4 se destacan los elementos físicos principales para integrar la red IMS a las redes de telefonía fija y móvil usados actualmente por los operadores de telefonía.

Por último, en el capítulo 5 se propone un procedimiento de pruebas para integrar IMS con las redes de telefonía GSM y UMTS, basado en las especificaciones dadas por el 3GPP y 3GPP2. Se resalta en que IMS no define las aplicaciones o servicios que pueden ofrecerse al usuario final, sino solamente define la infraestructura que los operadores o proveedores pueden emplear para construir sus propias aplicaciones y servicios, sobre una arquitectura de red horizontal.



## OBJETIVOS

### General

Proponer un procedimiento de pruebas adecuado para la implementación de la arquitectura de la red IMS (*IP Multimedia Subsystem*), con la intención de describir las recomendaciones que se obtienen al implementarla a las redes de telefonía fija y móvil y se obtenga una básica formación de los componentes que conforman las redes telefónicas de segunda y tercera generación por parte de los operadores móviles nacionales.

### Específicos

1. Conocer las características de las redes telefónicas.
2. Describir la arquitectura de las redes de telefonía fija y móvil.
3. Describir la arquitectura de la red IMS.
4. Describir los servicios que pueden ser construidos de manera independiente en una red IMS y las limitaciones de interacción de plataformas.
5. Proponer un procedimiento de pruebas para integrar la red IMS a una red telefónica.

6. Establecer las recomendaciones y beneficios de integrar la red IMS a la red telefónica como solución a los operadores móviles en Guatemala.

## INTRODUCCIÓN

Las centrales telefónicas son una tecnología que por su gran aceptación, a pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio. En ese sentido, ha surgido la necesidad de desarrollar e implementar nuevas y más sofisticadas formas de acceso múltiple a canales de comunicación con el objeto de ofrecer el servicio a más usuarios.

Las tecnologías desarrolladas han ido evolucionando según los servicios que el operador ofrece. Actualmente se posee una amplia cobertura de sistemas en redes de segunda y tercera generación conocidos como GSM y UMTS.

Para una nueva generación de redes se ha venido desarrollando las redes llamadas "All IP" o "NGN" (*New Generation Network*) como un soporte a la aplicación de nuevos y sofisticados servicios de multimedia y una red orientada a paquetes con convergencia de voz y datos. Esta arquitectura es vista como el camino adecuado para la implementación de redes de nueva generación en todo el territorio nacional por los grandes beneficios que de ella se obtiene tanto los suscriptores como los operadores locales.

Con esta tecnología se pasa de un esquema de redes verticales a un esquema horizontal. Para ello se adoptan los estándares internacionales como el 3GPP para proponer los procedimientos de pruebas de implementación de ésta nueva tecnología.



# **1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES TELEFÓNICAS**

## **1.1. Teoría general de las redes telefónicas**

La estructura de una red telefónica basa la disposición de sus elementos en el control del tráfico para que se calcule utilizando jerarquías y redes que complementan su operación. De la red telefónica más elemental se pueden destacar tres elementos fundamentales: el primero de ellos es el que tiene contacto directo con el usuario, es decir el aparato telefónico.

Puesto que la red telefónica busca establecer una comunicación en ambos sentidos por medio de la voz, resulta necesario disponer de algún medio que permita la selección de las llamadas telefónicas, para ello el segundo elemento lo constituyen las centrales de conmutación. Finalmente, el tercer elemento indispensable de cualquier red telefónica es la comprendida por la infraestructura de transmisión.

Las centrales de conmutación son las encargadas de proporcionar la selectividad necesaria en una llamada telefónica automática. Mediante dicha central, el usuario del servicio logra entablar una conversación con la persona que desea. Sin embargo, el procedimiento que permite que el destinatario, al descolgar su terminal telefónico, pueda intercambiar información con el que origina la llamada necesita dos funciones: la señalización y la transmisión.

La señalización es el conjunto de informaciones elaboradas por el usuario emisor de la red telefónica y por los elementos integrantes de la propia red, que hacen posible mediante su análisis e interpretación que la central de conmutación logre contacto del usuario emisor con el receptor.

La señalización permite la identificación del servicio del destino, la tarificación de la llamada y otros servicios involucrados.

La transmisión se da por medio de los canales de comunicación que permiten que las señales que representan la voz humana puedan viajar a través de la red telefónica desde el emisor hasta el receptor. Están comprendidos por equipos moduladores y demoduladores, por conductores eléctricos y por equipos amplificadores que detectan y amplifican las señales telefónicas.

En las centrales de conmutación telefónica se realiza otra serie de funciones que tienen como finalidad la verificación del estado de la red y la toma de datos que permiten la elaboración de estadísticas sobre el tráfico que manejan y averías ocurridas en la red y en los servicios ofrecidos.

Las técnicas de conmutación utilizadas en las centrales telefónicas han evolucionado en una serie de cambios que las han llevado a un cambio de sus equipos y formas de conmutar las llamadas. Así desde los primeros conmutadores mecánicos se han pasado a los sistemas electrónicos de conmutación, que permiten toda una serie de operaciones extras como enrutar una llamada y a la vez describir una tarificación detallada.

## **1.2. Reseña histórica de las redes telefónicas**

La evolución de las redes telefónicas a lo largo de los años responde a las necesidades de los usuarios y al avance de la tecnología de la época. A continuación se describen las cuatro etapas que han marcado los avances en el campo de la telefonía.

### **1.2.1. Centrales telefónicas manuales**

Esta tecnología se remonta al siglo XVIII y consiste en que cada teléfono tenía su propia alimentación mediante una pila seca, una operadora conectaba manualmente con un cable a dos interlocutores que necesitaban hablar. La conmutación se hacía con centrales operadas manualmente por telefonistas, que conectaban las entradas adecuadas para establecer la conversación entre los dos usuarios.

El campo de trabajo lo consistían tableros con terminales integrados por los operadores de telefonía. Cada operador se sentaba frente a un panel vertical que contiene los bancos de terminales para los cables conductores, cada una de ellas con suscriptores con la terminación local de la línea telefónica. En la parte frontal del panel colocados un panel horizontal que contiene dos filas de pares de terminales, cada par conectado a un circuito.

Cuando una persona que desea realizar una llamada y levanta el auricular, se enciende un indicador como señal al operador de que alguien desea realizar una llamada y está esperando la confirmación por parte del operador. El operador conecta el terminal del cable que corresponde a la acción responder en la toma del abonado y el interruptor de su audífono en el circuito para preguntar a que número desea llamar.

Dependiendo de la respuesta, el operador puede conectar el cable de otro par, es decir el de llamada en la toma local de la parte llamada y comenzar el ciclo de llamada, esperando la respuesta por parte del suscriptor a quien se desea comunicar.

Si el caso fuera una llamada de larga distancia, el operador se conectaba a otro banco de terminales y realizaba el mismo proceso pero con una terminal telefónica con otros operadores. Esta cadena de operadores intermedios podía completarse sólo si las líneas intermedias estuvieron disponibles entre todas las centrales, al mismo tiempo.

El tiempo promedio que tomaba realizar una llamada era de 15 minutos, pero para una llamada de larga distancia podía tomar hasta 2 horas.

### **1.2.2. Centrales telefónicas automáticas**

Esta tecnología data de finales del siglo XIX y se basa en la tecnología electro mecánica que realiza la conmutación mediante selectores mecánicos y relés. Sus fundamentos se han utilizado a través de los años en centrales más modernas.

Su propósito era eliminar la necesidad de humanos como operadores de telefonía. Antes de que el intercambio manual se convirtiera en automático, los operadores tuvieron que completar las conexiones necesarias para una llamada telefónica. Un interruptor de teléfono es el cerebro de un intercambio automático.



La central automática es un dispositivo de enrutamiento de llamadas de un teléfono a otro, generalmente como parte de la red telefónica pública conmutada (PSTN, por sus siglas en inglés).

El procedimiento consiste en un cambio de estado que se detecta automáticamente cuando se recibe una condición de descolgar, esto ofrece un tono de marcar al teléfono, este recibe los pulsos o tonos DTMF generados por el teléfono, y luego se completa la conexión con el teléfono al que se está llamando.

Este cambio mantiene la conexión hasta que una parte cuelga, y la conexión procede a desconectarse porque ninguna llamada de teléfono esta en progreso. Este seguimiento de la conexión de un estado a otro se llama supervisión. Los servicios como facturación, también pueden incorporarse en la acción del intercambio.

Para que esto funcione es necesario que un abonado posea un elemento de entrada al sistema y otro elemento de salida que encamina las llamadas. Así, los abonados están conectados en derivación a los dispositivos de entrada de las centrales, llamados buscadores primarios, y a los de salida, conocidos como selectores finales.

Su funcionamiento se basa en el uso de un dispositivo multi selector. Este aparato es capaz de establecer puntos de enlace entre las entradas y salidas en un sistema de mallas, a través de una serie de barras verticales y horizontales, esto constituye la parte más importante de la red de conexión. El sistema es controlado por un dispositivo llamado registrador.

La función de los registradores es reconocer el número con el que se desea comunicar y controlar a los selectores hasta que lo localizan, quedando fuera de servicio en el instante en el que se completa la operación.

Cuando un abonado descuelga el teléfono, se cierra el circuito de línea, se pone en marcha los buscadores de su grupo que están libres, en el momento en que uno de éstos identifica al abonado que ha descolgado, se detiene en él y pone en marcha tanto a los buscadores como al registrador. Al encontrar un registrador libre, le retiene y envía tono de marcar al abonado.

Cuando se realiza la marcación, se transmite un impulso que queda almacenado en el registrador. Cada impulso de cada cifra ocupa un relé de una cadena por cifra. Al completarse las cadenas, se ponen en marcha los selectores, y cada vez que avanza un lugar, su elemento de selección envía hacia el registrador un impulso que ocupa uno de los relés libres de la cadena.

Una vez se ha seleccionado el objeto de la llamada, se desconecta el registrador y se envía un tono de llamada o de ocupado, según sea el caso. Una vez terminada la conversación, se desconectan las líneas y los buscadores y selectores correspondientes quedan disponibles para una nueva llamada.

### **1.2.3. Centrales telefónicas digitales**

Aparecen en 1988, y se conoce como Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Esta tecnología facilita las conexiones extremo a extremo y proporciona servicios de voz además de datos en la misma línea. Con esto se logra integrar varios servicios en un mismo acceso.

Poseen un procesador en los cuales se puede incorporar cualquier tipo de equipos como líneas analógicas, líneas digitales y multimedia, que permite servicios desde llamadas de voz hasta acceso a redes de información y fax.

Un acceso básico RDSI se compone de dos canales de comunicación de 64 kbps que pueden utilizarse para voz y datos. Además, dispone de otro canal de 16 kbps para señalización y provisión de servicios suplementarios.

La interface de acceso básico a través de dos canales *full dúplex* de 64 kbps y un canal de 16 kbps, con bits adicionales de división de tramas y sincronización se obtiene una velocidad total de 192 kbps a un acceso básico.

Para interfaces primarias de oficinas donde se requiere el uso de PBX se puede llegar a una velocidad de hasta 1544 kbps con 23 canales *full dúplex* de 64 kbps y un canal de 16 kbps, además del canal de señalización y 8 canales de sincronización.

Los servicios se ofrecen a través de portadores que establecen, mantienen y cierran una conexión de circuitos conmutados en un canal. Esta función corresponde al control de una llamada en un circuito de conmutación existente o en un nodo de conmutación de paquetes. Soporta servicios para grupos cerrados de usuarios, identificadores de llamada, restricciones y bloqueos de llamadas, marcación directa a extensiones, marcación corta, conferencia entre tres abonados, información de tarificación y desvío de llamadas.

En referencia al modelo OSI, consta de la capa física, capa de enlace y capa de red.

La capa de red proporciona a los niveles superiores la independencia de la transmisión de datos y conmutación empleada para la conexión de los sistemas. Se encarga de establecer, mantener y terminar las conexiones.

La capa de enlace se encarga de la transmisión, envía los bloques de datos en el canal de 16 kbps en forma de tramas LAPD (*Link Access Procedure* en el canal D, por sus siglas en inglés) que proviene del LAPB (*Link access procedure balanced*, por sus siglas en inglés) utilizado en los canales D de 64 kbps, con la sincronización, control de errores y control de flujos.

La capa física está definida por la Norma TIA-568B, que trata del cableado comercial para productos y servicios de telecomunicaciones por la Asociación para la Industria de las Comunicaciones y las Computadoras (CCIA, por sus siglas en inglés). Define las asignaciones de pares de pines para el par trenzado balanceado de 100 ohm para ocho conductores, como los cables UTP.

La RDSI ha sido diseñada, como sucesor de las redes telefónicas automáticas, respecto a ventajas que ofrece, por ejemplo con un audio de 7 kHz, frente a los 3,1 kHz de la telefonía básica, comunicaciones digitales a 64 kbps, frente a los 14,4 kbps de la telefonía básica, uso de un canal de señalización regulado para mejorar la rapidez en las llamadas alcanzando los 800 mili segundos de respuesta con una tasa casi insignificante de errores.

#### **1.2.4. Centrales telefónicas NGN IP**

El protocolo de internet (IP, por sus siglas en inglés) y el protocolo de transmisión (TCP, por sus siglas en inglés) fueron desarrollados en 1973 como parte de un proyecto con el propósito de conectar redes de ordenadores de varias universidades y laboratorios de investigación.

Este protocolo es utilizado por todos los ordenadores conectados a internet, de manera que éstos puedan comunicarse entre sí. Es capaz de conectar ordenadores con hardware, software y sistemas operativos diferentes e incompatibles.

La ventaja principal del TCP/IP es proporcionar un intercambio de información entre medios diferentes y tecnologías que son incompatibles. La información transmitida debe ser dividida en unidades de datos de menor tamaño. Esto logra un fácil manejo de la información que se transfiere.

La red de siguiente generación (NGN, por sus siglas en inglés) es una evolución de la actual infraestructura de redes de telecomunicación y acceso telefónico a redes con el objetivo de lograr la convergencia de los nuevos servicios multimedia como voz, datos y video.

Es un sistema que permite hacer llamadas de voz pero en vez de usar solo la red tradicional telefónica, también lo hace a través de la infraestructura de internet. La voz se vuelve paquetes de datos que son enviados en bloques conocidos como paquetes o datagramas, que son conjuntos de datos que se envían como mensajes independientes y viajan usando el lenguaje de las computadoras.

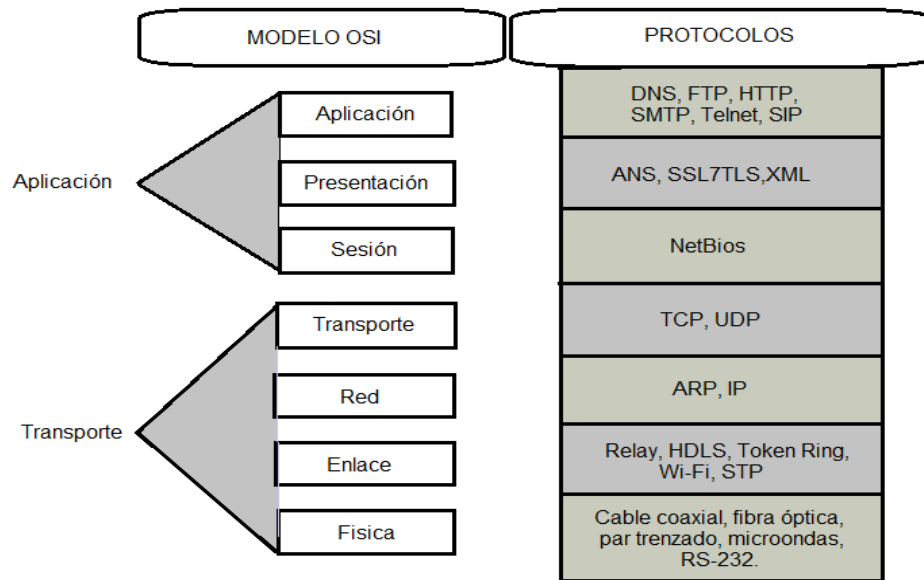
Las redes de siguiente generación ofrecen cambios radicales en la arquitectura de la red telefónica tradicional. Por ejemplo:

- En el núcleo de la red NGN se consolidan varias redes de transporte construidas por diferentes servicios individuales, lo que permite la migración del servicio de voz desde la tradicional arquitectura conmutada en PSTN a la voz por IP.

- En la red de acceso se migra del canal dual tradicional de voz y datos asociado a las redes xDSL hacia equipos que integran puertos de voz, permitiendo de esta forma dejar atrás las actuales redes conmutadas con multiplexores de voz y datos por diferentes canales.
- El protocolo IP se encarga de repartir los paquetes de información enviados entre un ordenador local y los ordenadores remotos etiquetando los paquetes con una serie de información, como las direcciones IP de los dos ordenadores, con esto se garantiza que los datos se encaminarán al destino correcto.
- La transferencia de información requiere de los protocolos TCP/IP para poder completar una transferencia de datos entre dos máquinas.

El protocolo TCP/IP es una derivación del modelo OSI. El modelo OSI es un modelo que comprende 7 capas, mientras que el modelo TCP/IP tiene sólo 4. El modelo TCP/IP se desarrolló paralelamente al modelo OSI por lo que hay variaciones en algunas de sus especificaciones. Las capas y protocolos correspondientes al modelo OSI se muestran en la figura 1.

Figura 1. **Capas y protocolos del modelo OSI**



Fuente: <http://elmundoysured.blogspot.com/modelo-osi.html>. Consulta: 07 de junio de 2011.

- La capa física define la manera en la que los datos se convierten físicamente en señales digitales en los medios de comunicación transmitiendo el flujo de bits a través de medios, ya sea por medio de pulsos eléctricos o en modulación de luz según se especifique el tipo de cables, conectores y componentes de interface con el medio de transmisión.
- La capa de enlace de datos define la interface con la tarjeta de red y cómo se comparte el medio de transmisión. Estructura el flujo de bits bajo un formato predefinido llamado trama. Para formar una trama, el nivel de enlace agrega una secuencia especial de bits al principio y al final del flujo inicial de bits.

- La capa de red permite administrar las direcciones y el enrutamiento de datos, es decir, su ruta a través de la red. Divide los mensajes de la capa de transporte en paquetes y los ensambla al final. Utiliza el nivel de enlace para el envío de paquetes encapsulados en tramas y luego envía los paquetes de nodo a nodo usando ya sea un circuito virtual o como datagramas.
- La capa de transporte se encarga del transporte de datos, su división en paquetes y la administración de potenciales errores de transmisión. Establece conexiones punto a punto sin errores para el envío de mensajes. Permite usar multiplexores en una conexión punto a punto entre diferentes procesos del usuario para proveer la función de difusión de mensajes a múltiples destinos.
- La capa de sesión define el inicio y la finalización de las sesiones de comunicación entre los equipos de la red. Permite a usuarios en diferentes máquinas establecer una sesión que puede ser usada para efectuar una entrada a un sistema de tiempo remoto compartido, para transferir un archivo entre dos máquinas.
- La capa de presentación define el formato de los datos que maneja la capa de aplicación en función de su representación, compresión y cifrado del sistema. Define también los campos de un registro como el nombre, dirección y teléfono para establecer una sintaxis y semántica de la información transmitida, definiendo el código a usar para representar una cadena de caracteres.



- La capa de aplicación le brinda aplicaciones a la interface. Por lo tanto, es el nivel más cercano a los usuarios, es administrado directamente por el software. Permite la transferencia de archivos en ftp, accesos remotos a través de telnet, correo electrónico y acceso a bases de datos.



## **2. ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL**

### **2.1. Telefonía fija**

La telefonía fija se refiere a los equipos que comunican terminales telefónicas no portables, enlazados por conductores generalmente de cobre. La red pública de telefonía conmutada PSTN (*Public Switch Telephone Network*, por sus siglas en inglés) es la precursora y tradicional red optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real.

#### **2.1.1. Red pública de telefonía conmutada (PSTN)**

La red pública de telefonía es la red de servicios telefónicos a nivel mundial. Está diseñada principalmente para la comunicación de voz por medio de cables de cobre que transmiten datos análogos.

Está compuesto por medios de transmisión y conmutación que facilitan el intercambio de información de voz entre dos usuarios mediante el empleo de aparatos telefónicos.

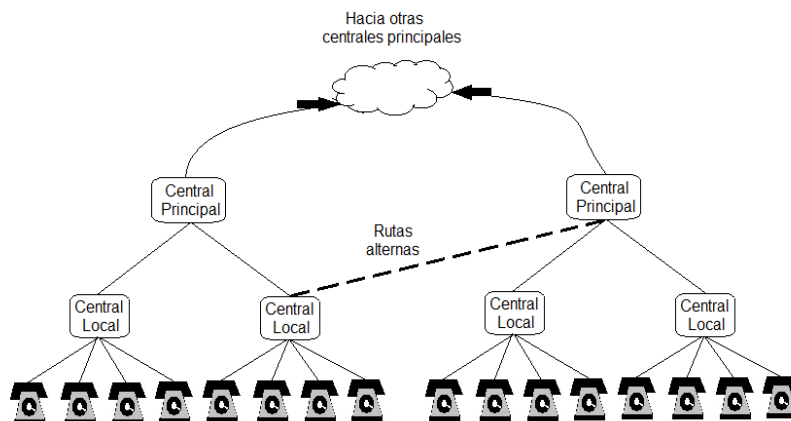
El objetivo fundamental de la PSTN es conseguir la conexión entre todos los usuarios de la red a nivel local, nacional e internacional. La extensión de su estructura lo forma la red de transporte y la red de acceso.

La red de transporte está constituida por los circuitos que unen las centrales entre sí, usan para este propósito cables de pares que proporcionan las vías de comunicación cuando un usuario se quiere comunicar con otro que pertenece a una central distinta. Sus elementos son las centrales de conmutación, centrales locales y las líneas troncales.

La red de acceso es el conjunto de comunicación entre equipos de abonados y la central local a la que pertenece de tal manera que cada uno tiene un circuito único conectado por un bucle de abonado.

En la red PSTN un teléfono se encuentra conectado en forma directa mediante un cable de cobre o por un enlace de radio a una central telefónica la cual está conectada a todas las demás centrales telefónicas del mundo. Cuando se marca un número telefónico la central que le corresponde decide a que central telefónica puede lograr el enrutamiento de la llamada y de ahí se manda la llamada al destinatario final.

Figura 2. **Red de telefonía pública conmutada PSTN**



Fuente: <http://actualizaciontelecomu.blogspot.com/troncales-dentro-deuna-pstn-unatroncal.html>.

Consulta: 14 de julio de 2011.

## **2.1.2. Componentes de una PSTN**

La conmutación de circuitos es la técnica que permite que dos terminales, un emisor y un receptor, se comuniquen a través de un circuito único establecido para tal propósito.

En esta técnica se produce un retardo inicial hasta que se logra establecer el enlace a través de todos los nodos que forman el circuito. A continuación se describen las partes de una red PSTN.

### **2.1.2.1. Centrales de tránsito**

Son las encargadas de proporcionar las funciones para poder realizar una llamada, de las cuales, la más importante es la de conexión o conmutación de los abonados emisor y receptor. El componente principal de una central de conmutación es el equipo de conmutación, compuesto por una serie de dispositivos y circuitos automáticos.

### **2.1.2.2. Central local**

Permite la conexión del usuario a la red troncal, dispone de nodos de pequeña y media capacidad con diferentes tecnologías de acceso. Consiste de líneas telefónicas conectadas a un concentrador o conmutador llamado central. Cada central proporciona servicio a los usuarios que están conectados a esta.

Las diferentes centrales se encuentran aisladas de las demás zonas, ciudades o regiones.

Para interconectar las diferentes centrales se requiere de un sistema de señalización conocido como SS7. En una red de señalización SS7 existen dos componentes básicos que son: el punto de señalización SP (*Signalling Point*, por sus siglas en inglés) y el enlace de señalización SL (*Signalling Link*, por sus siglas en inglés) que identifica el camino digital para transferir señales SS7 entre diferentes puntos de señalización.

Una central digital que use SS7 se conoce como SP y dentro del sistema SS7 se le asigna un número de identificación único conocido como código del punto de señalización SPC (*Signalling Point Code*, por sus siglas en inglés).

Las principales ventajas de utilizar el SS7 son:

- Puede ser empleado en diferentes servicios de telecomunicaciones.
- Un solo enlace de señalización soporta cientos de troncales.
- Capacidad de establecer una llamada a través de varias centrales en tiempos menores a 1 segundo.
- Confiabilidad para escoger posibles enlaces alternos para la señalización, eliminando así los problemas de la red.

### **2.1.2.3. Troncales**

Es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y uniendo varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión generalmente digital, a distancia más eficiente y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera con las mismas características. Utiliza los enlaces digitales E1 y T1 que soportan hasta 30 canales o líneas de voz para la intercomunicación.

Una línea troncal de enlace digital E1 utiliza un solo par de cables y soporta 30 llamadas simultáneas con la red exterior.

#### **2.1.2.4. Bucle local**

Es el cableado que se extiende entre la central telefónica o el conmutador y las dependencias del usuario. Está compuesto por un cable de par trenzado de cobre que va desde la central telefónica hacia la dirección donde reside el abonado.

Las conexiones al bucle local pueden ser utilizadas para transportar información utilizando el protocolo ISDN para telefonía analógica y DSL para telefonía digital.

En ISDN, se tiene un acceso básico y uno primario. El acceso básico consiste en dos canales B *full dúplex* de 64 kbps y un canal D *full dúplex* de 16 kbps. Luego, la división en tramas, la sincronización y otros bits adicionales proporcionan una velocidad total a un punto de acceso básico de 192 kbps.

Para el caso del acceso primario, éste se utiliza para usuarios que requieren mayores capacidades, como usos de PBX. La estructura para el canal de 1,544 Mbps es 23 canales B más un canal D de 64 kbps y, para velocidades de 2,048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 kbps.

A diferencia de la telefonía analógica, para tecnología digital se utiliza la línea de abonado digital (ASDL, por sus siglas en inglés) la cual consiste en una transmisión analógica de datos digitales sobre el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional.

Es una tecnología de acceso a internet de banda ancha, lo que implica llevar una velocidad mayor a una conexión tradicional por módem en la transferencia de datos, puesto que el módem utiliza la banda de voz e impide el servicio de voz mientras es utilizado. Esto se consigue mediante una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales entre 300 y 3400 Hz, función que realiza el enrutador ADSL.

En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación, que son el de envío de datos, el de recepción de datos y el de servicio telefónico normal.

## **2.2. Telefonía móvil**

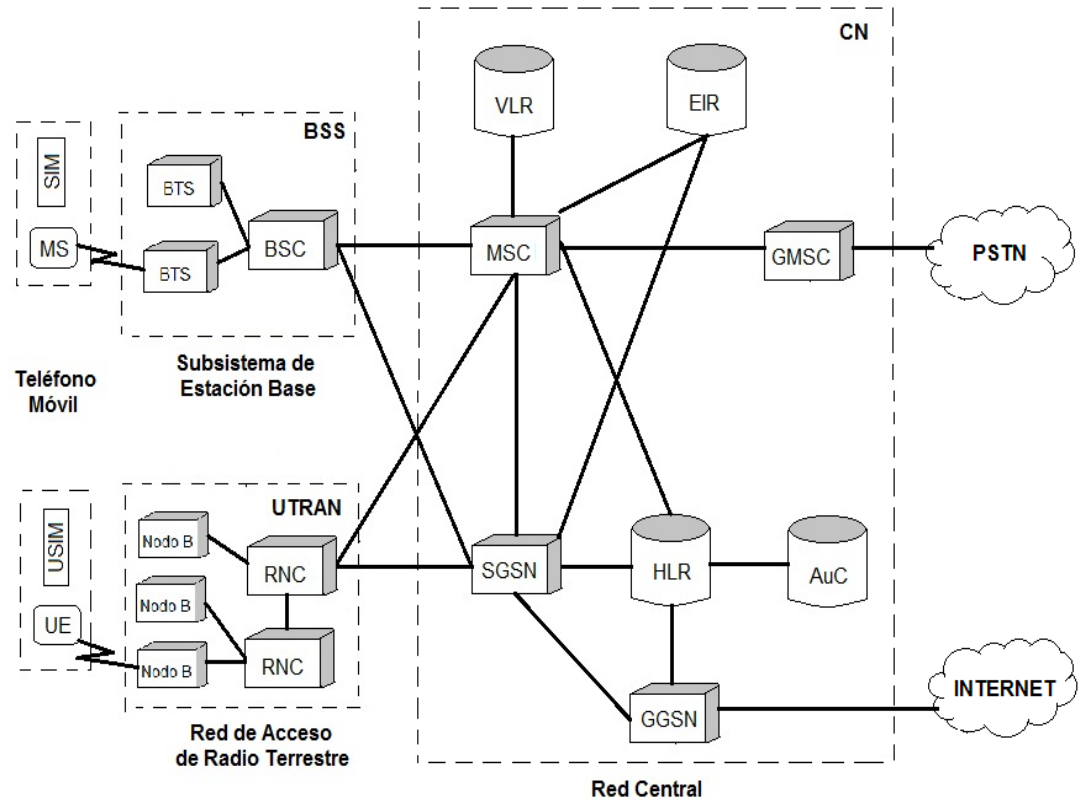
La red de telefonía móvil puede dividirse en tres partes fundamentales que son la estación o teléfono móvil, el cual es portado por el suscriptor; el subsistema de estación base, que controla los enlaces de radio con el teléfono móvil; y el subsistema de red, que es el encargado de conmutar las llamadas entre los usuarios móviles y los usuarios de telefonía fija.

Cada una de estas partes se compone de varios elementos que se relacionan entre sí para poder completar una llamada.

Las dos tecnologías más usadas son la GSM (*Global System for Mobile Communications*, por sus siglas en inglés) y la UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*, por sus siglas en inglés) las cuales son necesarias de integrar para que ambas tecnologías sean compatibles al momento de realizarse una llamada desde una red a otra como se muestra en la figura 3.



Figura 3. **Arquitectura de la red GSM/UMTS**



Fuente: [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialgsm/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_3.asp). Consulta: 29 de julio de 2011.

### 2.2.1. **La estación móvil GSM/UMTS**

Las redes de telefonía GSM y UMTS aunque son tecnologías diferentes poseen elementos análogos en sus características de funcionamiento. Para tal efecto se describen a continuación los diferentes elementos de acceso y control.

### **2.2.1.1. La estación móvil GSM**

Es la parte por la cual el usuario tiene acceso a la red GSM. Cada estación móvil está identificada por un código de seguridad asignado por el fabricante llamado IMEI (*International Mobile Equipment Identification*, por sus siglas en inglés) también necesita de una tarjeta llamada SIM (*Subscriber Identity Module*, por sus siglas en inglés), esta es una tarjeta inteligente que permite ser intercambiada entre cualquier estación móvil de la misma compañía y que pertenezca a la red GSM. Esta tarjeta provee el acceso a la red ya que contiene el número telefónico y los datos del usuario para establecer una conexión de red. La tarjeta posee la capacidad de almacenar datos en una memoria a través de la estación móvil.

### **2.2.1.2. La estación móvil UMTS**

El equipo de usuario UE (*User Equipment*, por sus siglas en inglés) es el equivalente a la estación móvil utilizado en las redes GSM. Contiene al Equipo Móvil ME (*Mobile Equipment*, por sus siglas en inglés) y la USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*, por sus siglas en inglés) el cual es el elemento principal para establecer la conexión a la red UMTS.

El USIM es una tarjeta removible y contiene los datos y procedimientos que identifican al usuario en la red. A diferencia de la estación móvil GSM, ésta soporta mayor capacidad de datos y mejoras en la calidad de voz.

## **2.2.2. Subsistemas de red de acceso de radio terrestre de una red GSM/UMTS**

El subsistema de estación base en una red GSM o UMTS es el dispositivo de interface entre la estación móvil y los sistemas de conmutación de la red celular. Está dividido en dos partes que son la estación base (BTS, por sus siglas en inglés) y el controlador de estaciones base (BSC, por sus siglas en inglés). Para una red UMTS, la BTS es conocida como Nodo B y la BSC es análoga a la RNC.

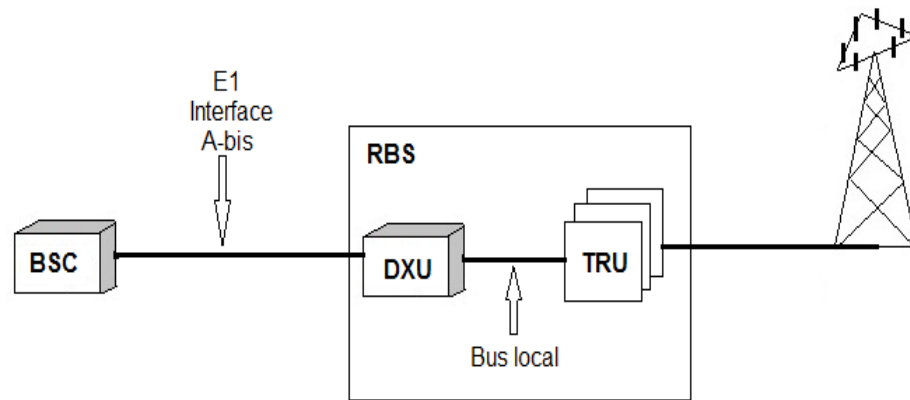
### **2.2.2.1. La estación base (BTS)**

La estación base (BTS, por sus siglas en inglés) es la parte central de cada célula y está formada por los radios transceptores. Realiza el enlace de radiofrecuencia a los terminales celulares, transmite información entre la celda y la estación de control y conmutación además de monitorear la comunicación de los abonados. Está conformado por la unidad de control, la unidad de energía, y las antenas dispuestas en sectores, como se muestra en la figura 4.

Sus principales funciones son:

- Codificación y decodificación de los canales.
- Diversidad en recepción.
- Búsqueda de las estaciones móviles.
- Recepción de las peticiones de canal desde las estaciones móviles.

Figura 4. **La Estación Base (BTS)**



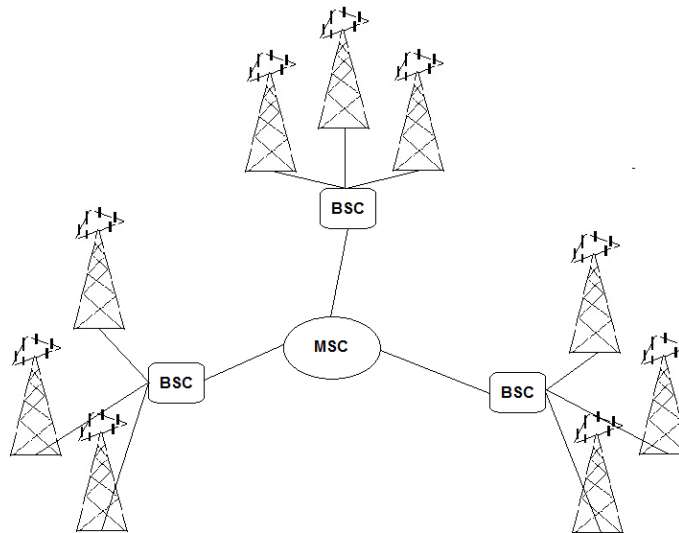
Fuente: Ericsson. Manual de mantenimiento de sistemas GSM RBS Modelos 2106/2206. p. 14.

#### **2.2.2.2. Controlador de estaciones base (BSC)**

El controlador de estaciones base (BSC, por sus siglas en inglés) fue diseñado para las redes celulares con alta cantidad de usuarios. Es el paso intermedio entre los radios transceptores de la BTS y el centro de conmutación de servicios móviles (MSC, por sus siglas en inglés). Generalmente un BSC tiene asociadas de 10 a 100 BTS.

La función principal del BSC es segmentar la red celular y controlar la congestión de tráfico, puesto que si cada estación base se comunicara directamente con el MSC, el tráfico colapsaría por la congestión. De esta manera una BSC permite el enrutamiento hacia la MSC de una gran cantidad de llamadas simultáneas, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Segmentación de red celular



Fuente: [http://www.deimos-dat.com/tecnologia/tecnologia2\\_2.html](http://www.deimos-dat.com/tecnologia/tecnologia2_2.html). Consulta: 02 de agosto de 2011.

En una red UMTS, la red de acceso de radio terrestre para UMTS, conocida como UTRAN, proporciona la conexión entre los equipos terminales y la red central. Está formada por los controladores de radio (RNC, por sus siglas en inglés) y los nodos B, estos permiten controlar la capacidad del sistema para mantener una conexión continua entre el terminal móvil y la red.

### 2.2.2.3. El nodo B

El nodo B es el equivalente de la BTS utilizada en GSM, y puede dar servicio a una o más células, según la sectorización, sin embargo por lo general se asigna una sola célula por cada nodo B.

Es el elemento responsable de la transmisión y recepción de radio con la estación móvil en una o más celdas UMTS. Un nodo B puede soportar el modo *dúplex* de división de frecuencia (FDD, por sus siglas en inglés) en la cual un enlace de subida y bajada comparten la misma frecuencia, y el modo *dúplex* de división de tiempo (TDD, por sus siglas en inglés) en donde el enlace de subida y bajada comparten la misma frecuencia.

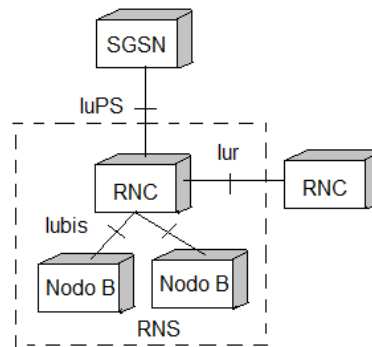
#### **2.2.2.4. Controlador de radio de red (RNC)**

El RNC es el dispositivo de control de los sistemas de red radio (RNS, por sus siglas en inglés) y el núcleo de la red y se encarga del control general de los recursos radio proporcionados por uno o varios nodos B. Realiza las funciones de la BSC en una red GSM.

El RNC es responsable de las decisiones de *handover* que requieren señalización a la estación móvil sin necesidad de involucrar al MSC ni al SGSN, lo cual no era posible en los dispositivos equivalentes en redes anteriores.

Las RNC se conectan entre sí mediante la interface Iur, como se muestra en la figura 6. Esta interface permite manejar los recursos de radio, lo que permite que ese procedimiento ya no sea realizado por la red central, y así permitir una movilidad continua, de manera que el cambio entre un RNC a otro no sea perceptible.

Figura 6. Interfaces RNS



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:RNC\\_Interfaces.svg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:RNC_Interfaces.svg). Consulta: 19 de septiembre de 2011.

Las principales funciones que realiza la RNC son:

- Control de los recursos de radio
- Control de registro y admisión
- Asignación de canal
- Control de *handover*
- Codificación y señalización
- Manejo del tráfico de los canales comunes y compartidos
- Manejo de base de datos para la unidad móvil
- Ubicar los parámetros para el enlace de radio
- Control de potencia

Tabla I. **Interfaces de la red GSM/UMTS**

Nombre	Descripción de la interface
A	Es la interface entre el BSS y el MSC. Ésta interface lleva la información para habilitar canales, intervalos de tiempo y asignación de servicios asignados por la BSS a los equipos móviles. También gestiona los mensajes requeridos para controlar el <i>handover</i> .
B	Es la interface entre el MSC y el VLR. La interface se utiliza cada vez que el MSC necesita obtener acceso a los datos con respecto a un equipo móvil ubicado en su área, por medio del protocolo MAP/B.
C	Es la interface entre el MSC y el HLR. Con esta interface, el MSC puede enviar información de facturación para el HLR después de que la llamada ha sido completada.
D	Es la interface entre el HLR y el VLR. Ésta interface intercambia los datos relacionados con la ubicación del equipo móvil y la gestión de los abonados.
E	Interface que permite la comunicación entre dos MSC.
F	Interface entre el MSC y el EIR. Las comunicaciones a lo largo de esta interface se utilizan para confirmar el estado de la IMEI y el acceso del equipo móvil a la red.
G	Interface que permite la comunicación entre dos VLR de diferente MSC. Transfiere la información de los suscriptores durante el procedimiento de actualización de su ubicación.
I	Interface entre el MSC y el equipo móvil. Los mensajes que se intercambian se transmiten de forma transparente a través de la BSS.
Um	Interface estándar de radio que se utiliza para el intercambio entre el ME y la BTS. Para la señalización, utiliza una versión modificada de RDSI.



Continuación de la tabla I.

Abis	Interface de la BSS para proveer enlaces internos hacia la BSC y la BTS, no ha sido totalmente estandarizada. Permite el control de los equipos de radio y de asignación de frecuencias de radio en el BTS.
Ga	Interface entre el SGSN y la función de cobro en la puerta de acceso (CGF, por sus siglas en inglés) para propósitos de facturación.
Gc	Interface entre el HLR y el GGSN.
Gf	Interface entre el SGSN y el EIR.
Gi	Interface entre el GGSN y el Internet.
Gn	Interface IP entre el SGSN y GGSN.
Gp	Interface IP entre SGSN de diferentes redes públicas.
Gr	Interface entre el SGSN y el HLR.
Gs	Interface entre el SGSN y el MSC.
Iu CS	Interface entre el RNC y el MSC. Es una evolución de la interface A de GSM usado como circuito de conmutación.
Iu PS	Interface entre el RNC y el SGSN.

Fuente: <http://what-when-how.com/roaming-in-wireless-networks/gsm-interfaces-and-protocols-global-system-for-mobile-communication-gsm-part-1/>. Consulta 17 de septiembre de 2011.

### 2.2.3. Subsistema de red central GSM/UMTS

Está formada por los elementos del núcleo de la red, controlan el tráfico de llamadas para evitar la saturación de los circuitos, así como la información de los abonados del operador, el registro en la red local o visitante y procesos de autenticación.

### 2.2.3.1. Centro de conmutación móvil (MSC)

La MSC es una central telefónica avanzada que proporciona conmutación de llamadas, administración de movilidad y servicios de transmisión de voz, datos, mensajes cortos y desvío de llamadas en redes GSM para los teléfonos móviles dentro de su área de servicio.

A diferencia de los servicios análogos utilizados anteriormente, la información de datos es codificada digitalmente y enviada al MSC, la cual reconstruye la señal codificada en una señal análoga.

Una MSC controla varios BSC y típicamente tienen la capacidad de cobertura de cerca de 1 millón de abonados. La interface entre la BSC y la MSC se le conoce como interface A, ésta interface lleva la información que habilita los canales e intervalos de tiempo y los asigna a los equipos móviles.

La entrega de los mensajes necesarios dentro de la red se lleva a cabo a través de esta interface. La BSC también se conecta a la RNC a través de la interface Iu-CS, ésta es una evolución de la interface A de GSM.

Las funciones principales de una MSC son:

- Coordinación de llamadas
- Función de trabajo con otros tipos de redes
- Control del *handover*
- Intercambio de señales entre diferentes interfaces
- Asignación de frecuencia

### **2.2.3.2. Registro de posición base (HLR)**

El HLR es la base de datos de la red para manejar el almacenamiento de los usuarios móviles. Desde que un teléfono se enciende y es reconocido por la red de su operador local, éste se registra a un HLR determinado.

Su función es proveer los datos necesarios a la MSC cuando se realiza una llamada, y confirma si el número está disponible y a que BSC se encuentra asociado dentro de toda la red, para luego enrutar la llamada hacia el número destino.

### **2.2.3.3. Registro de posición del visitante (VLR)**

El registro de posición del visitante (VLR, por sus siglas en inglés) es el encargado de identificar los permisos y el tipo de usuario que se está registrando en la red. Localiza en que parte de la red se encuentra el abonado y verifica su saldo para permitir realizar la llamada según el plan del abonado al que esté suscrito. Esta información se mantiene almacenada mientras el usuario esté conectado a la red y se refresca periódicamente para validar nuevamente el saldo del plan del abonado.

El VLR es el encargado de registrar un número cuando se realiza una llamada en *roaming* con operadores extranjeros, para ellos existen acuerdos entre protocolos con los diferentes operadores móviles que permitan que puedan estar interconectados a otros VLR y HLR, puesto que al momento de encender el teléfono se registra el número en una red extranjera y el operador extranjero accede a la información del usuario permitiendo el contacto con el HLR del operador móvil del país origen y solicita la información de las características del plan del usuario para permitirle realizar o no la llamada.

La interface B es la utilizada entre la MSC y el VLR. Esta es una interface interna que se utiliza cada vez que la MSC necesita acceso a los datos de una estación móvil ubicada en su área.

La interface entre el HLR y el VLR es la interface D; ésta interface permite el intercambio de los datos relacionados con la ubicación de las estaciones móviles y de la gestión de los abonados.

#### **2.2.3.4. Registro de identidad del equipo (EIR)**

Es la base de datos que guarda la información de los IMEI utilizados en una red GSM o UMTS. Sirve de respaldo para la MSC para determinar el estado del acceso de un equipo móvil para indicar si el número se encuentra con los permisos que pertenecen a la red o si posee restricciones por fraude.

La interface que se utiliza entre la MSC y el EIR es la interface F. Las comunicaciones a lo largo de esta interface se utilizan para confirmar el estado de los IMEI de los equipos móviles para acceder a la red.

#### **2.2.3.5. Centro de Autenticación (AuC)**

El centro de autenticación es el dispositivo encargado de verificar si el servicio ha sido solicitado por un abonado legítimo, puesto que éste contiene los códigos y claves para proteger tanto al abonado como al operador de la red. Los códigos y claves se generan para cada abonado por algoritmos definidos tanto en la AuC como en la SIM. En el procedimiento de autenticación se verifica que la SIM sea legítima pero sin transmitir sobre el canal de radio las informaciones personales del abonado.

El procedimiento de autenticación se repite cada vez que el equipo móvil se conecta a la red, se recibe una llamada o se actualiza la posición del equipo móvil. Generalmente el AuC se encuentra en la misma estación de trabajo del HLR y el EIR.

#### **2.2.3.6. Servicio general de paquetes por radio (GPRS)**

Esta tecnología permite el acercamiento de la red GSM a la red UMTS. La característica principal de GPRS es el envío y recepción de paquetes de datos a velocidades similares a las de telefonía fija, además de permitir comunicaciones de voz y datos simultáneos. Para ello utiliza la tecnología IP para poder acceder a los proveedores de internet.

La velocidad de transmisión puede alcanzar los 115 kbps, debido a la compresión y subdivisión de paquetes de datos que son enviados en intervalos a través de un canal compartido entre los usuarios, se establece este canal solamente en el momento de la utilización del canal y la gestión del abonado se lleva por volumen y no por velocidad de transmisión.

Para implementar GPRS a una red GSM debe actualizarse añadiendo un software a las centrales de conmutación en conjunto con dos dispositivos que son:

- El nodo de soporte de servicio (GPRS, por sus siglas en inglés) el cual dirige el tráfico hacia la BSC y al equipo móvil mediante la BTS. Dado que el BSC maneja solo voz se debe añadir una unidad de control de paquetes (UDP por sus siglas en inglés) para desviar los paquetes de datos GPRS hasta el SGSN.

- El SGSN asigna las direcciones IP y sigue los movimientos del usuario al cambiar de estación base para que no pierda la conexión.
- El nodo de soporte de paso GPRS (GGSN por sus siglas en inglés), es el encargado de mantener conectado el sistema a redes de internet y redes privadas. El servidor GGSN posee y gestiona las direcciones IP de los abonados a la red GPRS. También gestiona y protege la seguridad del GPRS de cualquier ataque fraudulento.

### **2.3. Red de telefonía IP**

El protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés) pertenecen al conjunto de protocolos TCP/IP, que permite el proceso y transporte de paquetes de datos llamados datagramas, define la ruta y envío de datos pero no garantiza su entrega.

A través del conjunto de protocolos TCP/IP se logra establecer la comunicación entre las diferentes redes de internet como las redes locales, redes regionales y *backbones*.

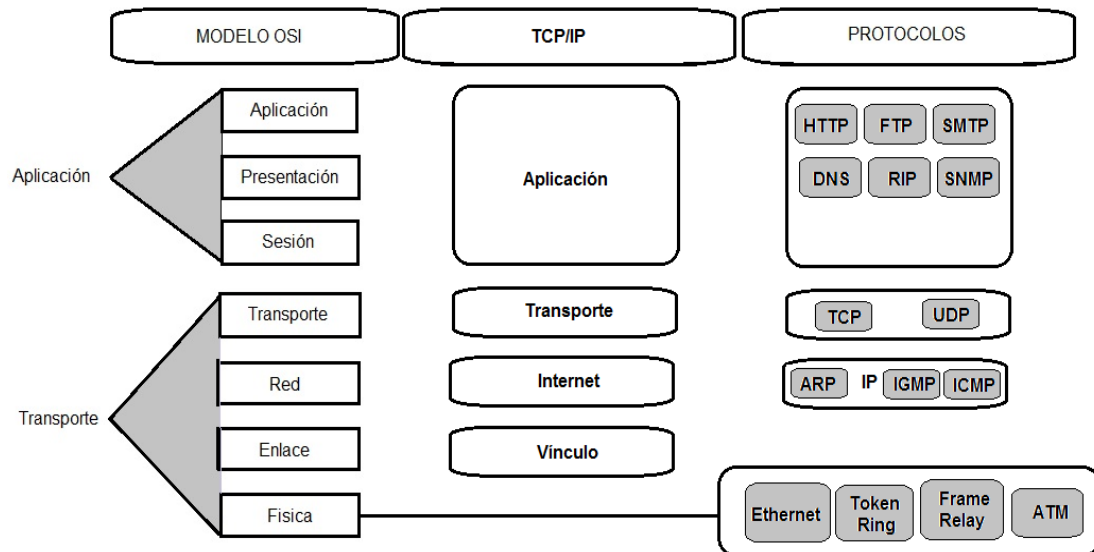
#### **2.3.1. Capas del protocolo TCP/IP**

Las capas se comunican a través de interfaces que permiten encapsular los datos y cada capa solicita servicios a la capa inferior y provee los resultados a la capa superior. El manejo de datos a través de pilas permite manejar las tareas y aumentar su velocidad de procesamiento.

El protocolo TCP/IP se divide en cuatro capas, como en la figura 7.

- Capa de aplicación: esta capa incorpora aplicaciones de red estándar a través de protocolos como Telnet, SMTP o FTP, que permiten acceder mediante una red a una máquina con otro proceso en ejecución.
- Capa de transporte: la capa de transporte brinda los datos de enrutamiento, junto con los mecanismos que permiten conocer el estado de la transmisión. Transfiere la información de punto a punto y establece una conexión remota para brindar gestión de la verificación de la entrega de los datos. Los principales protocolos y los más usados en la capa de transporte son TCP y UDP.
- Capa de Internet: es la capa responsable de proporcionar los paquetes de datos o datagramas y conectar las redes entre sí. El protocolo más importante es el protocolo IP ya que permite enrutar los paquetes de datos transmitidos desde el origen hasta el destino.
- Capa de acceso a la red: también es conocida como capa de enlace. El hardware de la red junto con ésta interface especifican la forma en la que los datos deben ser enrutados y ejecutan un control de errores sobre el flujo de datos entre los protocolos anteriores no importando el tipo de red utilizado.

Figura 7. **Modelo TCP/IP**



Fuente: <http://portaredes2.blogspot.com/2011/04/protocolo-tcpip.html>. Consulta: 01 de octubre de 2011.

### 2.3.2. **Direccionamiento IP**

El direccionamiento IP se refiere a la asignación de direcciones IP a un *host* exclusivo, para que los equipos de una red puedan comunicarse representados por una dirección en particular.

Una dirección de IP tiene un formato de dos partes que son la dirección de red y la dirección local. La dirección de red identifica la red a la que está conectado el nodo. La dirección local identifica a un nodo particular dentro de la red de una organización. Todas las computadoras tienen una dirección de IP única en el rango de sistemas con los que se comunica.



Las direcciones IP están compuestas por 4 números enteros de 4 bytes que varían entre 0 y 255. Se pueden diferenciar de la siguiente manera: los primeros dos bytes determinan la forma en que la dirección se dividirá en la parte de la red denominada *netID* o identificador de red; y los siguientes dos bytes son los equipos dentro de esa red llamados *hostID* o identificador de *host*.

De acuerdo a la cantidad de bytes que representan a una red, las direcciones IP se dividen en diferentes clases:

- Clase A: en las direcciones de clase A, el primer byte representa la red, y los siguientes tres bytes identifican al *host*, de tal manera que permite crear 126 redes que van desde 1.0.0.0 hasta 126.0.0.0 y cada una puede contener 16777214 *host*.
- Clase B: en estas direcciones los primeros dos bytes representan la red. Los primeros dos bits son 1 y 0, esto permite que existan 16384 redes posibles. Los dos bytes de la izquierda representan a los *host* y por lo tanto puede contener 65534 *host* cada red.
- Clase C: en una dirección IP de clase C, los primeros tres bytes representan la red. Los primeros tres bits son 1,1 y 0, esto permite que existan 2.097.152 redes. El cuarto byte o byte de la derecha representa los *host* que puede alcanzar los 254 equipos.
- Clase D: son direcciones IP reservadas para aplicaciones de envío de información en una red a múltiples destinos de una manera simultánea.
- Clase E: son direcciones IP reservadas para usos experimentales.

### **2.3.3. Subredes IP**

Una subred es una red dividida en varias direcciones lógicas con el propósito de mejorar el control del tráfico de datos entre diferentes subredes. Se debe al crecimiento de la red y permite expandir una red sin la necesidad de solicitar una nueva dirección IP lo que provoca cambios en la configuración de una red existente.

Los dos tipos de subredes que existen son la subred estática, en la cual todas las subredes pertenecientes a una red deben poseer la misma máscara de subred; y la subred de tamaño variable en donde las subredes de una misma red pueden tener diferente máscara de subred con el propósito de hacerlas más manejables que las estáticas.

En una subred, el identificador del *host* es subdividido en otra dirección de red y en otro número correspondiente al *host*. Esta división se realiza mediante una máscara de subred con un número de 32 bits que utiliza grupos de bits consecutivos con valores de 1 lógico para describir la parte del identificador de red y otro de valores 0 lógicos para describir la parte del identificador de *host* en una dirección IP.

### **2.3.4. Máscara IP**

La aplicación principal de una máscara de red es permitir la identificación de una red asociada a una dirección IP. Está compuesta por una combinación de bits que determinan el número de la red y cual parte le corresponde exclusivamente al *host*.

La máscara de red determina si debe enviar los datos dentro o fuera de la red. Se representa por cuatro bytes separados por puntos, similar a la dirección IP, y está compuesta por una secuencia de unos consecutivos y luego de ceros en notación binaria en lugar de los bits de la dirección IP que se desea enviar a otras IPs.

La representación de la máscara de red se define colocando en 1 todos los bits de red y los bits de *host* usados por las subredes. De esta manera una representación 10.10.10.0 / 24, el 24 sería la cantidad de bits puestos a 1 que contiene la máscara en binario comenzando desde la izquierda 11111111.11111111.11111111.00000000 y en su representación en decimal sería 255.255.255.0. Con esto se permite el enrutamiento entre dominios sin clases.

### **2.3.5. Enrutamiento IP**

El enrutamiento IP es el proceso de lograr que una máquina de una red se pueda conectar con otra máquina en internet. A través del enrutamiento se logra intercambiar información entre redes a través de paquetes de datos. Es en la capa de red con el protocolo IP en donde se produce este proceso.

Los paquetes de datos contienen una dirección IP origen y destino que se verifica en cada *host* y es comparada con una tabla de enrutamiento para decidir qué acción se va a tomar. Los enrutadores se conectan entre ellos en segmentos de redes IP. Los segmentos de red están conectados entre sí para transmitir los paquetes de datos desde un segmento de red a otro.

Existen dos tipos de enrutamiento IP:

- Enrutamiento estático: este tipo de enrutamiento es adecuado cuando los paquetes de datos de una red pueden ser intercambiados con un número pequeño de enrutadores en donde el *host* de destino y origen están en la misma red y con un solo servidor de paso.
- Enrutamiento dinámico: este enrutamiento se aplica en una red con más de una posible ruta al mismo destino desde un *host* origen. Una ruta dinámica es construida por información intercambiada por los protocolos de enrutamiento. Los protocolos son diseñados para distribuir información que se ajustan a las condiciones de la red, permitiendo decidir cuál es la mejor ruta para el *host* destino. El enrutamiento dinámico posee una ruta de respaldo que opera cuando una ruta primaria se vuelve inoperante a través de los protocolos de enrutamiento.

### **2.3.6. Componentes de la red IP**

Los componentes principales de una red IP son la red y la terminal. La terminal está dividida en tres partes: la dirección de red o segmento en que se encuentra, la dirección de *broadcast* que se refiere a todas las terminales en un segmento de red y las direcciones de las terminales que son útiles para cualquier terminal del segmento. El camino que toman las direcciones a través de la red se describen por medio de los siguientes elementos.

### **2.3.6.1. Conmutador de red**

Es un dispositivo de la red que filtra, direcciona y difunde tramas a alta velocidad con base en la dirección de destino de cada trama. Funciona como un dispositivo de puentes con múltiples puertos que establece una conexión cuando se requiera y finaliza cuando ya no se encuentra la sesión abierta.

Su principal finalidad es dividir una red LAN en múltiples dominios de colisión, basando su decisión de envío en la dirección física MAC destino que contiene cada trama. Mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes, debido a que funcionan como un filtro en la misma.

### **2.3.6.2. Enrutadores**

Los enrutadores son conmutadores de paquetes que operan al nivel de red del modelo OSI. Se interconectan en redes tanto en las áreas locales como en las extensas, y cuando existe más de una ruta entre dos puntos finales de la red, proporcionan control de tráfico y filtrado de funciones. Determinan la mejor ruta que los paquetes de datos deben tomar.

Los enrutadores son críticos en las redes interconectadas grandes y de área extensa que usan enlaces de telecomunicación. Se conectan a un servicio de banda ancha como IP sobre cable o ADSL.

El enrutador utiliza una máscara de subred para determinar si el destinatario de un paquete de información está en nuestra propia red o en una remota. La máscara de subred es la identificación única de un ordenador en una red de ordenadores y determina a qué grupo de ordenadores pertenece uno en particular.

Si la máscara de subred de un paquete de información enviado no se corresponde a la red de ordenadores, el enrutador determinará que el destino de ese paquete está en alguna otra red.

### **2.3.6.3. Servidor de paso**

Un servidor de paso (*Gateway*, en su traducción al inglés) es un dispositivo que actúa como traductor entre dos sistemas que no utilizan los mismos protocolos de comunicaciones, formatos de estructuras de datos, lenguajes o arquitecturas.

Un *gateway* permite realizar conversiones modificando el empaquetamiento de la información o su sintaxis para acomodarse al sistema de red destino.

Los traductores trabajan en el nivel más alto del modelo OSI, es decir en la capa de aplicación y dada su capacidad de traducción de direcciones permite aplicar una máscara IP para proporcionar acceso a internet en los equipos de una red de área local compartiendo una única conexión a internet, y por tanto, una única dirección IP externa.

### **2.3.6.4. Servidor proxy**

Es un servidor que opera en la capa de aplicación del protocolo TCP/IP. Este servidor es capaz de realizar una acción en un equipo en representación de otro equipo remotamente, esto quiere decir que si un equipo A solicita un recurso a un equipo C, lo hará mediante una petición de A hacia B, por lo que el equipo C no sabrá que la petición procedió originalmente del equipo A.

Su finalidad es interceptar las conexiones de red que un cliente hace a un servidor de destino, por razones de control, seguridad, rendimiento, filtrado, velocidad y anonimato.

Cuando un equipo de la red desea acceder a una información o a un recurso de la red, es realmente el proxy quien realiza la comunicación y a continuación traslada el resultado al equipo inicial.





### **3. SISTEMA MULTIMEDIA POR IP (IMS) *IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM***

#### **3.1. Definición de NGN**

La nueva generación de redes (NGN, por sus siglas en inglés) define un modelo de arquitectura de redes de referencia que permiten el desarrollo, la evolución y migración de los actuales servicios de comunicación a los diferentes servicios de IP en multimedia.

NGN permite pasar de un modelo conservador de redes verticales utilizado actualmente hacia un modelo horizontal de red unificando el soporte de todos los servicios multimedia como comunicaciones de voz sobre IP, video comunicación, mensajerías integradas en multimedia, servicios IPTV, domótica, y la convergencia progresiva de los servicios finales de los clientes en las redes de telefonía fija y móvil.

Las características que distinguen a las redes de nueva generación basadas en IP son:

- Arquitectura de red horizontal basada en una división transparente y clara de los planos de transporte, control y aplicación.
- El plano de transporte estará basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS.
- Interfaces abiertos y protocolos estándares establecidos por el 3GPP.
- Migración de las redes actuales a NGN.

- Acceso a los servicios independiente de la tecnología de la red existente.
- Soporte de servicios multimedia como voz, video y texto.

En referencia al modelo OSI, las capas que componen la arquitectura de redes de nueva generación son:

- **Aplicación:** en esta capa se introducen las aplicaciones y servicios de valor agregado a los usuarios. Consiste en un servidor de aplicación (AS, por sus siglas en inglés) y un servidor de funciones de recursos multimedia (MRF, por sus siglas en inglés). Estos servidores son conocidos como los servidores de media IP.
- **Control:** esta capa consiste de controladores de sesión responsables del encaminamiento de la señalización entre usuarios y de la involucración de los servicios. Los nodos en ésta capca introducen un ámbito de control de sesiones sobre el campo de paquetes. Son responsables por el control, incluyendo establecimiento de las sesiones.
- **Acceso:** puede representar todo el acceso de alta velocidad tales como: GSM, UMTS, UTRAN y tecnologías de acceso de banda ancha usada en las redes móviles xDSL, redes de cable, wireless, WiFi, etc.

### **3.2. Definición de IMS**

El sistema multimedia por IP (IMS, por sus siglas en inglés) es una arquitectura diseñada para establecer servicios de internet sobre redes de telefonía móvil y fija. Esta tecnología permite fusionar el internet con la telefonía celular existente, con la intención de habilitar servicios multimedia basados en IP para que sean accesibles desde redes UMTS, WLAN o DSL.

Sus especificaciones están dadas por el 3GPP y 3GPP2. La arquitectura de servicios de IMS permite que estos sean construidos por los mismos operadores o por terceros y aun así operar de manera integrada. De esta manera, los servicios pueden ser construidos de manera independiente y al mismo tiempo usar las características comunes que ofrece la infraestructura de IMS.

Se debe resaltar en que IMS no define las aplicaciones o servicios que pueden ofrecerse al usuario final, sino solamente define la infraestructura que los operadores o proveedores pueden emplear para construir sus propias aplicaciones y servicios.

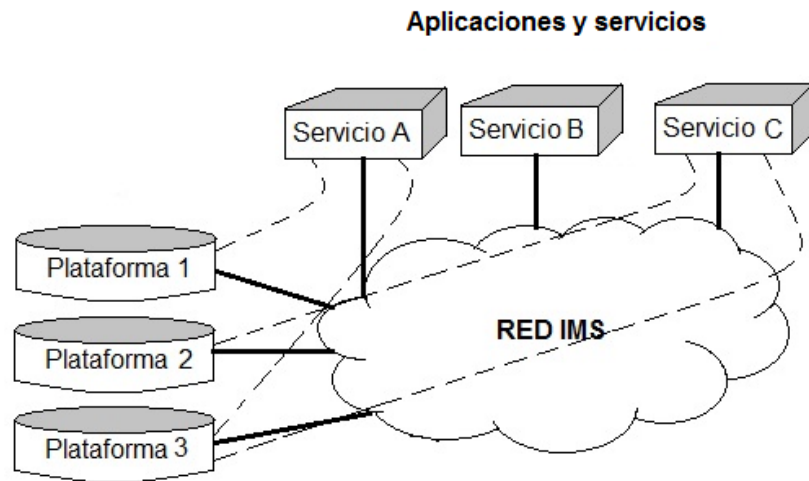
En este sentido, IMS no limita las aplicaciones y servicios, esto depende de la capacidad de la red de acceso y las características de los terminales las que fijan las restricciones.

### **3.3. Arquitectura de la red IMS**

IMS integra el concepto de convergencia de servicios soportados por redes de tecnologías fija, móvil o internet. Suministra una forma eficiente de implementar nuevos servicios.

La figura 7 muestra una representación simplificada de la implementación de servicios en una red IMS. Por ejemplo, un servicio A puede utilizar la información de presencia del suscriptor que se encuentra disponible en la plataforma 1 y permitir que otro servicio ocurra en la plataforma 2 simultáneamente.

Figura 8. **Implementación de servicios en una red IMS**



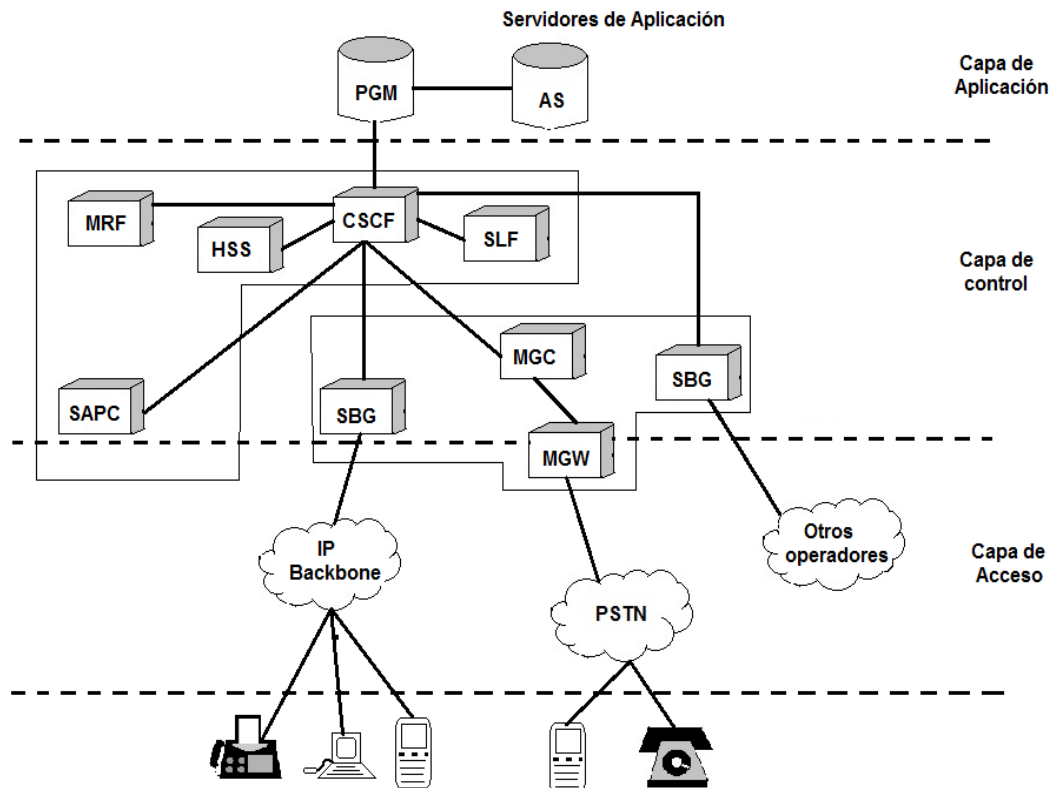
Fuente: [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialims/pagina\\_2.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialims/pagina_2.asp). Consulta: 21 de octubre de 2011.

La arquitectura IMS suministra una forma eficiente de implementar nuevos servicios sofisticados. Contiene una base de datos centralizada de los suscriptores. Esta base de datos puede ser accedida a través de protocolos abiertos por las plataformas de servicios.

Es decir que un servicio C puede utilizar otras capacidades de la red que están disponibles en las plataformas 2 y 3. Un servicio A puede utilizar las capacidades de red de las plataformas 1 y 3.

Para adaptar las funciones de IMS, la arquitectura de la plataforma se configura sobre la base de los nodos incluidos como la adición de servidores de aplicaciones, integración y verificación del sistema. A continuación, la figura 9 muestra más a detalle la arquitectura IMS.

Figura 9. **Arquitectura de una red IMS**



Fuente: [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialims/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialims/pagina_3.asp). Consulta: 21 de octubre de 2011.

El sistema de transporte está compuesto por nodos de enrutamiento para el acceso y nodos del núcleo de red para el tránsito, conectados por una red de transmisión.

Los nodos de interconexión son seleccionados en base a qué tipo de red y acceso a la aplicación IMS se requiere y el sistema ofrece apoyo a los nodos y las funciones de operación y mantenimiento, aprovisionamiento, facturación, etc.

### **3.3.1. Capas de control y acceso**

La capa de control comprende servidores de control de red para mantenimiento de llamadas o establecer, modificar y liberar sesiones. El elemento más importante de esta capa es de función de llamada sesión de control (CSCF, por sus siglas en inglés) también conocido como servidor SIP.

Esta capa también contiene un juego completo de funciones soportadas, como suministro, tarificación y mantenimiento. Las partes principales de la capa de control se describen a continuación.

#### **3.3.1.1. Terminal IMS**

El equipo móvil (UE, por sus siglas en inglés) se trata de una aplicación sobre un equipo de usuario que emite y recibe solicitudes SIP. Se materializa por un software instalado sobre un PC, un teléfono IP o sobre una estación móvil.

#### **3.3.1.2. Servidor local de abonados (HSS)**

El servidor local de suscriptores (HSS, por sus siglas en inglés) es la base principal de almacenamiento de los datos de los usuarios y de los servicios a los cuales se suscribieron.

Las principales informaciones almacenadas son las identidades del usuario, las informaciones de registro, los parámetros de acceso así como las informaciones que permiten la invocación de los servicios del usuario.

### **3.3.1.3. Función de control del estado de la llamada**

El control de llamada iniciado por un terminal IMS tiene que ser asumido por la red en la cual el usuario suscribe sus servicios IMS, ya que el usuario puede suscribir a una gran cantidad de servicios y algunos de ellos pueden no estar disponibles o pueden funcionar de manera diferente en una red visitada, entre otros por problemas de interacción de servicios.

#### **3.3.1.3.1. P-CSCF**

El nodo CSCF es el primer punto de contacto en el dominio IMS. Su dirección es descubierta por el terminal durante la activación de un contexto para el cambio de mensajes de señalización SIP. El P-CSCF actúa como un servidor SIP proxy cuando encamina los mensajes SIP hacia el destinatario apropiado y cuando termina la llamada (después de un error en el mensaje SIP recibido).

Las funciones realizadas por la entidad P-CSCF son:

- El encaminamiento del método SIP *REGISTER* emitido por el terminal a la entidad I-CSCF desde el nombre del dominio.
- El encaminamiento de los métodos SIP emitidas por el terminal al SCSCF cuyo nombre ha sido obtenido en la respuesta del proceso de registro.
- El envío de los métodos SIP o respuestas SIP al terminal.
- La generación de CDRs.
- La compresión y descompresión de mensajes SIP.

Antes de poder utilizar los servicios del dominio IMS, tales como establecer una sesión de multimedia o recibir un pedido de sesión, un usuario tiene que registrarse a la red. Puede que el usuario este en su red o en una red visitada, en ambos casos el procedimiento involucra un P-CSCF.

Por otra parte, todos los mensajes de señalización emitidos por el terminal o con destino al terminal son relevados por el P-CSCF. El terminal nunca tiene el conocimiento de las direcciones de la I-CSCF y de la S-CSCF.

#### **3.3.1.3.2. I-CSCF**

El consultorio I-CSCF es el punto de contacto dentro de una red de operador para todas las sesiones destinadas a un usuario de este operador. Pueden existir varias I-CSCF dentro de una red.

Las funciones realizadas por la entidad I-CSCF son:

- La asignación de un S-CSCF a un usuario que quiera registrarse.
- El encaminamiento de los métodos SIP recibidos desde otra red, al SCSCF.
- La obtención de la dirección del S-CSCF por parte del HSS.
- La generación de CDRs.

#### **3.3.1.3.3. S-CSCF**

El servidor CSCF asume el control de la sesión. Este nodo mantiene un estado de sesión con el fin de poder involucrar servicios. En una red de operadores, distintos SCSCF pueden presentar funcionalidades distintas. Las funciones realizadas por el S-CSCF durante una sesión incluyen:



- La emulación de la función *REGISTER*, puesto que acepta los métodos SIP de registro y pone al día el HSS.
- La emulación de la función *Proxy Server* ya que acepta los métodos SIP y los encamina.
- La emulación de la función *AGENT USER* ya que puede terminar métodos SIP por ejemplo cuando ejecuta servicios complementarios.
- La interacción con servidores de aplicación después de haber analizado las peticiones de los servicios correspondientes.
- La generación de CDRs.

#### **3.3.1.3.4. Función de control de paso**

La función de control de paso (BGCF, por sus siglas en inglés) selecciona la red, en la cual el acceso STCF debe ocurrir, minimizando el recorrido de la sesión de llamada. Si el conjunto BGCF y STCF se encuentran en la misma red, entonces el BGCF escoge al MGCF, que es responsable del funcionamiento con la red STCF. En caso contrario, el BGCF envía señalización de la sesión al BGFC o MGFC de la otra red, dependiendo de la configuración.

#### **3.3.1.3.5. Controlador de información de media**

La función de control de media (MGCF, por sus siglas en inglés) proporciona el funcionamiento de señalización entre los elementos de la red IMS y los elementos de red en SS7. Controla un conjunto de MGW a través de señalización H.248, que permite el establecimiento de recorridos para las sesiones que necesitan funcionamiento desde el punto de vista de tráfico entre la red IMS y el protocolo SS7.

### **3.3.1.3.6. Función de recursos de media**

La función de recursos de media (MRF, por sus siglas en inglés) contiene funciones para la manipulación de los flujos de multimedia, tales como conferencias, reproducción de mensajes multimedia y servicios de conversión de medios.

El MRF se compone de dos elementos:

MRFC: controla los recursos de media del elemento MRFP. Tiene las siguientes funciones:

- Es un nodo de señalización que hace referencias al S-CSCF o a un servidor de aplicación cuando este es requerido.
- Controla una o más MRFPs.
- Proporciona soporte de facturación en línea.

MRFP: le proporciona un soporte al MRFC en las siguientes actividades:

- Carga de procesamiento en la conversión de servicios multimedia.
- Proporciona un conjunto de codificadores/decodificadores y mezcla funciones para manipular audio y video.

### **3.3.1.3.7. Función de localización de suscriptores**

La función de localización de suscriptores se usa para localizar en cual HSS un determinado suscriptor esta registrado. Esta función aplica solo cuando existen varios nodos HSS implementados en la red. El SLF permite que el I-CSCF, el S-CSCF y servidores de aplicación externos encuentren la dirección del HSS en el cual se encuentra registrada la información del usuario.

### **3.3.2. Capa de aplicaciones**

La capa de aplicaciones es la capa superior de la arquitectura y se incluyen aplicaciones y contenidos de servidor para ejecutar servicios de valor añadido para el usuario. Permite que servicios genéricos definidos en IMS sean implementados como servicios en un servidor de aplicación SIP.

#### **3.3.2.1. Servidor de Aplicaciones (AS)**

El servidor de aplicaciones (AS, por sus siglas en inglés) proporciona presencia y funcionalidad de gestión de grupos.

La información de presencia, junto con la posibilidad de construir la lista de contactos y grupos es clave para apoyar las funciones de comunicación que IMS ofrece a los usuarios.

Mediante el uso de presencia como un facilitador en la estructura convierte a la red en una jerarquía más horizontal, con la cual es más fácil escalar, suministrar e implementar nuevas aplicaciones.

### 3.3.2.2. Presencia y gestión de grupos (PGM)

La presencia y gestión de grupos (PGM, por sus siglas en inglés) proporciona capacidades de presencia, de grupos y gestión de datos para aplicaciones IMS. El uso de la presencia, el grupo y la gestión de datos dependerá de que aplicaciones están estandarizadas y en desarrollo.

Los nodos que componen el PGM y sus funciones son:

- *Aggregation Proxy* (AP): gestiona el acceso de usuarios a los documentos almacenados en los nodos XMDS.
- *Presence Server* (PS): almacena y distribuye el estado de presencia del usuario. Gestiona la suscripción entre usuarios y refuerza las reglas de suscripción entre los mismos. El servidor de presencia y administración de documentos XML (XMDS) gestiona las reglas de autorización específica para habilitar un servicio de presencia y notifica a los suscriptores de los cambios en estos documentos.
- *Resource List Server* (RLS): gestiona las suscripciones a la lista que contiene múltiples recursos (a diferencia de las suscripciones a los recursos individuales).
- *Shared XMDS*: almacena los documentos XML que pueden ser compartidos entre varios servidores de aplicaciones AS.
- *Presence XMDS*: almacena los documentos XML usados por el servidor de presencia PS.

### **3.4. Protocolos e interfaces de IMS**

IMS utiliza protocolos estándar, de modo que una sesión multimedia entre dos usuarios IMS, un usuario IMS y otro que esté en internet, o entre dos usuarios que estén en internet se efectúa usando los mismos protocolos.

De este modo, IMS hace posible converger el mundo IP con la telefonía móvil celular a través de dos técnicas de acceso de radio: Celular para dar el acceso en movilidad y Wi-Fi para proporcionar acceso fijo.

#### **3.4.1. Protocolo de configuración de acceso (XCAP)**

El protocolo de configuración de acceso (XML CAP, por sus siglas en inglés) es un protocolo que permite que el equipo de usuario pueda almacenar y recuperar documentos XML desde un servidor mediante HTTP.

Esto es muy útil para diversas aplicaciones, incluyendo libros de direcciones de red almacenada, lista de recursos y el establecimiento de políticas de autorización.

Con el fin de actualizar y modificar la información de presencia, la interface XCAP permite el acceso de usuarios al PGM a través de la AP. La interface de usuarios web para el grupo y gestión de datos (WUIGM, por sus siglas en inglés) es la interface para los clientes XCAP capaz de acceder a través de servidores XMDS a la AP. WUIGM es un nodo lógico opcional dentro de PGM.

### **3.4.2. Protocolo de inicio de sesiones (SIP)**

El protocolo de inicio de sesiones (SIP, por sus siglas en inglés) es un protocolo de señalización de capa de aplicación que define la iniciación, modificación y la terminación de sesiones interactivas de comunicación multimedia entre usuarios. Es utilizado para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de internet.

El protocolo SIP soporta las funciones para el registro, establecimiento, mantenimiento y liberación de las sesiones IMS, lo que incluye capacidades de enrutamiento de sesiones e identificación de usuarios y nodos, y también habilita todo tipo de servicios suplementarios.

El protocolo SIP tiene una estructura similar a HTTP, e incluso comparte los códigos de respuesta. Esto facilita el desarrollo de los servicios, puesto que es similar a construir aplicaciones Web.

La interface SIP entre el PS y el S-CSCF se usa después de que una petición SIP coincida con los factores predeterminados en el S-CSCF para el PS. Esta interface se conoce como el control de la interface de servicio IMS (ISC, por sus siglas en inglés) y es la interface estándar de SIP entre el S-CSCF y cualquier servidor de aplicaciones AS.

### **3.4.3. Protocolo Diameter**

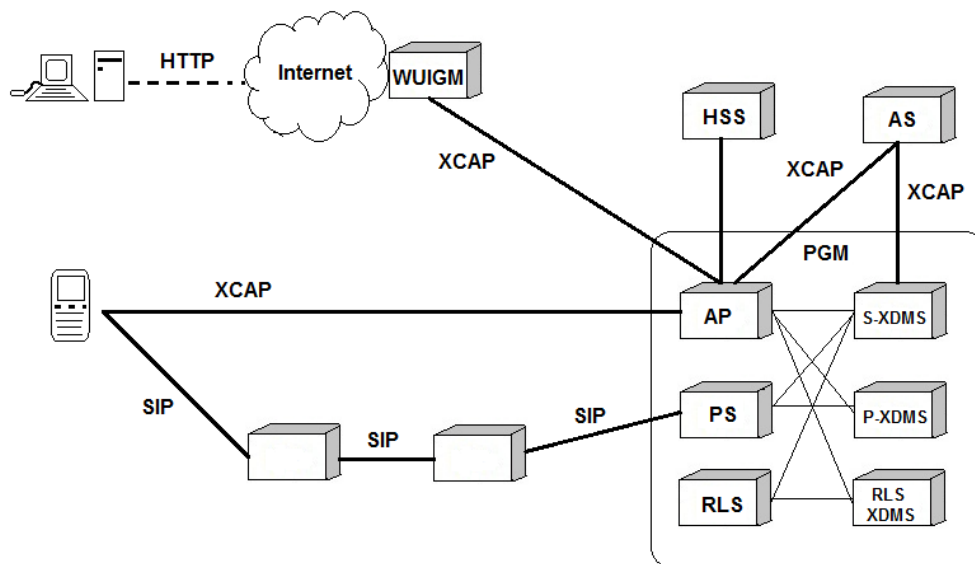
Diameter es un protocolo de red para la autenticación de los usuarios que se conectan remotamente a internet a través de la conexión por línea conmutada. Provee servicios de autorización para aplicaciones de acceso de red o movilidad IP.

Su desarrollo se basa en el protocolo *RADIUS*, el cual proporciona un protocolo base que puede ser extendido para proporcionar servicios de autenticación, autorización y auditoría a nuevas tecnologías de acceso.

Diameter está diseñado para trabajar tanto de una manera local como en roaming. Usa protocolos de transporte fiables como TCP.

El AS utiliza la interface Diameter para solicitar al HSS la autenticación del usuario y una interface de XCAP hacia servidores de aplicaciones a fin de permitir acceso a la información de presencia.

Figura 10. **Protocolos de la capa de aplicación de la arquitectura de red IMS**



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*. p. 109.

### 3.5. Servicios de IMS

Los servicios de IMS provienen de varias organizaciones estandarizadas como 3GPP para llamadas de voz, mensajería, localización y presencia. Se utiliza el OMA (*Open Mobile Alliance*) para funciones de PTT y presencia; para servicios de llamada se refiere a la ETSI TISPAN. Otras organizaciones se ven involucradas para servicios de televisión abierta IPTV.

Los servicios no estandarizados son proporcionados por operadores y desarrolladores de servicios especializados. Algunos servicios en IMS son:

- Mensajería instantánea
- Juegos interactivos
- VPNs móviles
- *Push-to-Talk*
- Video compartido en tiempo real
- Documentos compartidos
- Carpetas compartidas
- Videoconferencia
- Videotelefonía
- Correo de voz
- FAX y PBX
- Conferencia basada en Web



Los servidores de aplicación deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Soporte para un amplio rango de servicios para usuarios finales.
- Rápido despliegue y creación del servicio.
- Configuración sencilla del servicio.
- Evolución independiente entre servicios e infraestructura.
- Soporte para ambientes multi-jugador.
- Acceso universal a los servicios.

### **3.5.1. Habilitadores**

Las funcionalidades comunes definidas por IMS son genéricas en su estructura e implementación y pueden ser reutilizadas virtualmente por todos los servicios en la red. Estas son:

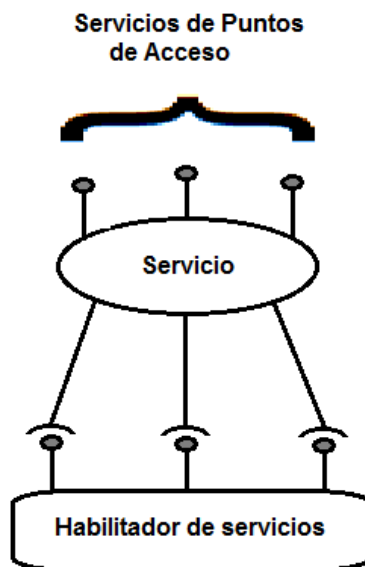
- Presencia
- Localización
- Mensajería
- Gestión de movilidad (de terminal y de usuario)
- Gestión de la sesión
- Gestión de las políticas
- Contabilidad
- Tarifación
- Facturación

### 3.5.2. Modelo lógico

El servicio usa a los habilitadores para proveer alguna funcionalidad. El acceso al servicio es a través de un punto de acceso a servicios. Por ejemplo:

- SIP (En IMS es el punto de referencia ISC)
- HTTP (en IMS es el punto de referencia Ut)

Figura 11. Modelo lógico de los habilitadores



Fuente: <http://www.dataprix.com/introduccion-las-bases-datos/modelos-bd>. Consulta: 13 de octubre de 2011.

### **3.6. Registros de filtrado**

La información de suscripción del servidor de aplicaciones es el conjunto de todos los criterios de filtrado que están almacenados dentro del HSS para el perfil de usuario de un abonado específico.

#### **3.6.1. Contenido de criterios de filtrado**

La información de suscripción del servidor de aplicaciones es el conjunto de todos los criterios de filtrado que están almacenados dentro del HSS para el perfil de usuario de un abonado específico.

La información es enviada por el HSS hasta el S-CSCF a través de la interface Cx durante el proceso de registro. Se puede enviar más de un criterio de filtrado si la identidad del usuario pertenece a diferentes perfiles de usuario.

El filtrado se hace únicamente con mensajes de solicitudes SIP, por el cual son llamados criterios de filtrado iniciales (iFC, por sus siglas en inglés). El S-CSCF aplica criterios de filtrado para determinar si es necesario reenviar la solicitud SIP a servidores de aplicaciones para el filtrado de las llamadas. El criterio de filtrado se describe usando XML establecido en el 3GPP.

La arquitectura IMS permite al proveedor establecer diferentes aplicaciones en el mismo dominio. Diferentes servidores de aplicación pueden ser desplegados para diversas aplicaciones o grupos de usuarios.

El S-CSCF decide a cual servidor de aplicación envía una solicitud SIP, esta decisión se basa en información de filtro entregada por el HSS. Cuando el HSS transfiere la información y dirección de más de un AS, el S-CSCF debe contactar cada servidor de aplicación en el orden previsto.

El S-CSCF utiliza la primera respuesta de un AS como entrada para el segundo y así sucesivamente.

El servidor de aplicación usa reglas de filtrado para decidir que aplicaciones serán servidas al usuario en la sesión. Durante la ejecución del servicio, el servidor puede comunicarse con el HSS para adquirir información adicional del suscriptor o aprender de los cambios en el perfil de usuario.

Se definen 3 criterios de filtrados principales:

- *Application Server address*: dirección usada para tener acceso al AS por un suscriptor.
- *Default handling*: indica si se cuelga el diálogo o se continúa cuando el AS no responde.
- *ICF Priority*: si hay más de un iFC asignado para un suscriptor, la prioridad describe el orden en el que el S-CSCF las evalúa.

### **3.6.2. Selección de aplicaciones**

En la arquitectura de redes horizontal se utilizan registros de filtrado a través de la selección de aplicaciones para que el S-CSCF pueda determinar cuándo involucrar un servidor de aplicaciones en particular.

Un disparo de aplicaciones está dado por un punto de disparo que define los puntos de disparo de servicios (SPT, por sus siglas en inglés) para determinar si el AS indicado tiene que ser contactado o no.

Si hay una coincidencia entre el SPT y la solicitud, entonces el S-CSCF reenvía el diálogo hasta el AS especificado en la dirección del AS.

Una expresión de punto de disparo es construida de expresiones enlazadas a través de los operadores booleanos *AND*, *OR* y *NOT*. La ausencia de un disparo de servicios indicará un disparo incondicional al AS.



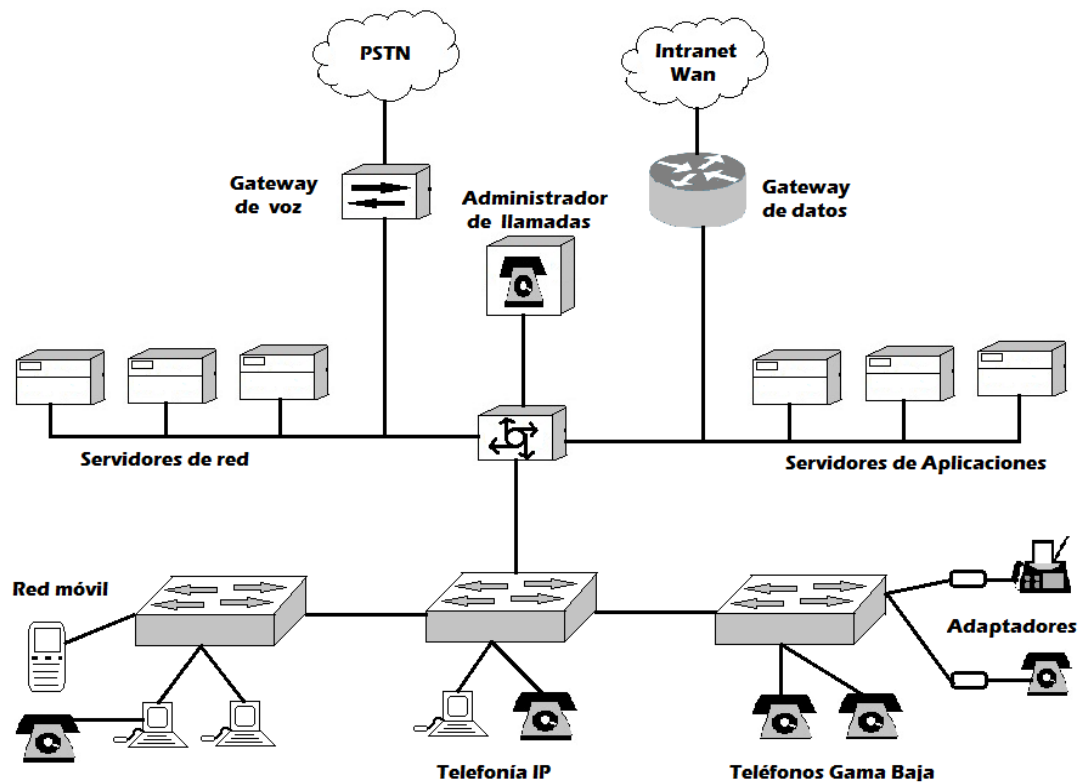
## 4. INTEGRACIÓN DE LA RED IMS A UNA RED TELEFÓNICA

### 4.1. Implementación de servicios en una red IMS

Son tres elementos a destacar para implementar una red IMS: los servidores de aplicación, los puntos terminales de usuarios y los servidores SIP, como se muestra en la figura 12.

- Los servidores de aplicación son elementos que se agregan a los servidores de red ya existentes y que dan lugar a un crecimiento de servicios dentro de la misma red. Estos servicios son: mensajería, VPN móvil, servicio PTT, correos de voz, fax, pbx, videoconferencia y videotelefonía basados en web. Para cada servicio se agrega un servidor de aplicación diseñado para su función específica.
- Los puntos terminales SIP comprenden los teléfonos, *gateways* y computadoras personales conectados a los protocolos SIP y que pueden realizar una comunicación directa.
- Los servidores SIP llevan a cabo funciones que pueden necesitar los puntos terminales. Comúnmente actúan en respuesta a una petición de un terminal SIP. Su función principal es direccionar la movilidad y presencia del punto terminal en un proxy.

Figura 12. Implementación de servicios IMS



Fuente: [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialims/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialims/pagina_3.asp). Consulta: 21 de octubre de 2011.

## 4.2. Estandarización

En noviembre del 2000, el protocolo SIP fue aceptado como el protocolo de señalización en 3GPP para la señalización de voz sobre IP. La estandarización de los protocolos IMS es un tratado internacional que fue especificado originariamente para las versiones 5 y 6, en el 2002 y 2004 respectivamente, en conjunto con el IETF (Ingeniería de internet para el refuerzo de tareas, por sus siglas en inglés).



Dado que el 3GPP requiere una red IP, se decidió seleccionar una norma ya existente por medio de SIP y que había sido adoptado también por los organismos de estandarización 3GPP2 y ETSI.

El estándar soporta múltiples tipos de tecnologías de acceso, incluyendo: GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, DSL, HFC, Wi-Fi, Wi-Max, Bluetooth, etc.

Es decir, que se permite pasar de un sistema a otro sin interrumpir la conexión, utilizar varios medios a la vez o compartirlos e intercambiarlos con varios usuarios.

Las principales características de estandarización tecnológicas de IMS son:

- El control de la sesión es realizado por el protocolo de control de llamada IMS basado en SIP y SDP. La señalización de IMS se realiza mediante el protocolo SIP, diseñado originariamente por el IETF para la gestión de sesiones multimedia en internet. SIP aporta las funciones para el registro, establecimiento, modificación y finalización de las sesiones IMS entre dispositivos diversos.
- Puesto que no todos los dispositivos son capaces de soportar los mismos servicios, al establecer la sesión se negocian las características de ésta mediante el protocolo SDP, también diseñado por el IETF. Mediante SDP, los extremos de una sesión pueden indicar sus capacidades multimedia y definir el tipo de sesión que desean mantener. En este intercambio de señalización se mejora también la medición de la calidad de servicio ya sea para el establecimiento o durante la sesión en curso.

- Con IMS es posible monitorear en todo momento la calidad del servicio en términos de latencia, ancho de banda y seguridad. La calidad del servicio en IMS es mucho más dinámica que en las tradicionales redes de telecomunicación.
- El transporte de red es realizado mediante IPv6. Entre las ventajas de IPv6 se pueden destacar la seguridad de la calidad de servicio, la autoconfiguración, un mayor espacio de direccionamiento, y que el tráfico en el plano de usuario se transfiere directamente entre terminales siguiendo el modelo punto a punto.
- La provisión de servicios multimedia es realizada por protocolos del IETF. Además de SIP y SDP en IPv6, IMS emplea otros protocolos estándar de internet para la provisión de servicios multimedia, como: RTP (*Real Time Protocol*) y RTCP (*Real Time Control Protocol*) para el transporte de flujos IP multimedia en el plano de usuario, RSVP (*Resource Reservation Protocol*) y DiffServ para asegurar la calidad de servicio extremo a extremo.

#### **4.3. Convergencia de servicios a IMS**

La convergencia de servicios se refiere a la implementación de uno o más servidores de aplicación para asociar estos servicios a la misma plataforma, como se muestra en la figura 13. Según su aplicación pueden estar capacitados para soportar convergencia de otros servidores y ser compatibles a sus funcionalidades.

Los dos conceptos de convergencia para redes y servicios fijos y móviles en IMS son los servicios únicos y servicios múltiples.

#### **4.3.1. Servicio único en IMS**

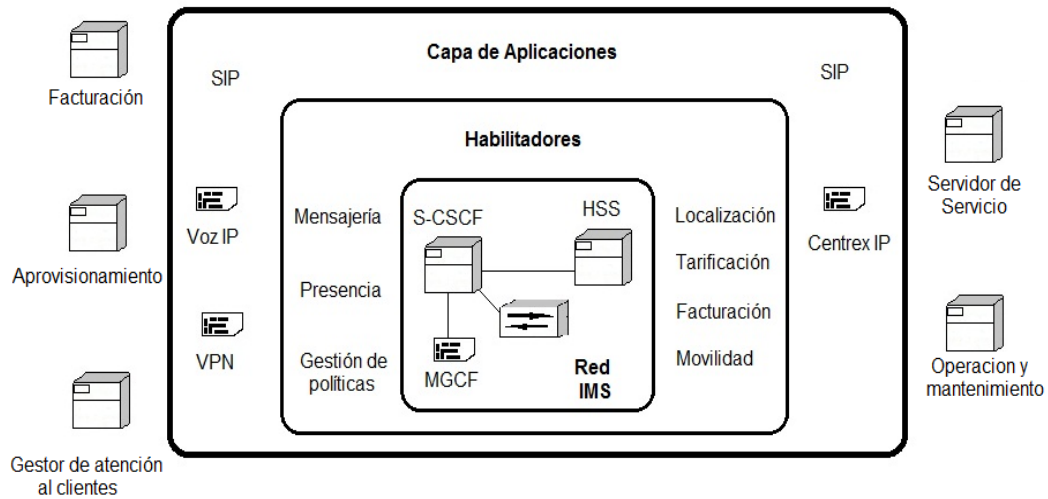
Es la estructura de implementación final de un plano de control IMS único donde tanto servicios como usuarios soportan las funciones e infraestructura de las redes existentes para la funcionalidad de los servicios actuales, con el objetivo de migrar hacia esta red única.

La infraestructura de convergencia IMS único permite la disponibilidad de aplicaciones desde cualquier tipo de acceso de redes fijas y móviles, facturación, gestión de presencia y de usuario, gestión de servicios, gestión de identidad y servicios de listas de contactos de red.

Desde el punto de vista del operador, el abonado está suscrito al dominio del operador que controla bajo perfiles de suscripción el acceso de éste a cualquier aplicación, este o no en su red.

Para el abonado, son importantes la movilidad, localización y accesibilidad garantizada, el acceso a los mismos servicios con la mejor opción de conexión en función de preferencias de usuario, coste o de ancho de banda requerido, tarificación simple y flexible que le permita control de gasto y dotando a estas comunicaciones de valores propios como calidad de servicio, seguridad, fiabilidad y alta disponibilidad de la red.

Figura 13. **Topología de servicios convergentes en IMS**



Fuente: <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com>. Consulta: 01 de marzo de 2012.

#### 4.3.2. **Servicios IMS múltiples**

Comprende la interconexión entre las capas de control con los nodos CSCF, HSS, MGCF, BGCF, MRF y SLF de dos redes que junto a su procedimiento de trabajo compatible pueden maximizar la acción conjunta para servicios futuros.

La interoperabilidad del sistema permite la convergencia progresiva de los servicios finales de los clientes fijos y móviles de las redes, de los sistemas y herramientas y también de los negocios entre operadores.

#### **4.4. Implementación de la red fija y móvil de telefonía a la red IMS**

IMS define la interacción con el servidor de aplicaciones a través de la interface ISC. El servidor de aplicaciones está conectado al núcleo de IMS, a través de un perfil del servicio (SP, por sus siglas en inglés) o de una identidad de servicio pública (PSI, por sus siglas en inglés). El perfil del servicio se configura a través de la interface de administración del HSS, creando en su orden lo siguiente:

- El servidor de aplicaciones, indicando la IP y el puerto
- El punto de selección de servicios indica la condición que debe cumplirse para que el núcleo de IMS decida redirigir una conexión al servidor de aplicaciones.
- El criterio inicial de filtrado (IFC)
- El perfil del servicio (SP)
- Se asocia el SP creado al usuario que requiere el servicio

##### **4.4.1. Enrutamiento entre IMS y las redes de telefonía**

El enrutamiento de señalización correspondiente a una sesión se realiza en el CSCF. El enrutamiento del dominio se hace a través de DNS para traducir los nombres de los equipos en identificadores binarios, con el objetivo de direccionar estos equipos asociados a la red.

Con el fin de enrutar las llamadas realizadas usando números marcados, el primer número debe ser internacionalizado por medio de una numeración nacional especificada por la Unión internacional de Telecomunicaciones (UIT) con una numeración E.164.

E.164 es el nombre del documento que especifica el formato, la estructura y la jerarquía administrativa de los números telefónicos. La UIT es la entidad encargada de conceder los códigos. Un número E.164 está compuesto por el código de país, código de zona o ciudad y un número telefónico local.

Para el ruteo de una llamada se utiliza un mapeo de número telefónico llamado mapeo de números telefónicos en E.164 (ENUM, por sus siglas en inglés).

El fin de este mapeo es ser contactado en cualquier parte del mundo con el mismo número a través de la ruta con mejor disponibilidad. El ENUM toma un número telefónico y lo enlaza a una dirección internet la cual es publicada en un sistema DNS.

Si la resolución de un ENUM no da lugar a ninguna información enrutable, lo que indica que el número no ha sido localizado, el intento de inicio de sesión se rompe con la llamada a la red PSTN o cualquier otra red donde la llamada originadora permanece activa o no.

#### **4.4.2. Servidor para las comunicaciones en serie de negocios**

El servidor para las comunicaciones en serie de negocios (BSC, por sus siglas en inglés) consiste en un grupo de aplicaciones de multimedia que giran alrededor de un usuario final con su aparato como presencia y mensajería.

El BCS proporciona un enfoque de comunicaciones unificadas para el usuario.

Es similar a la MSC de GSM y UMTS, pero es adoptada para el mercado empresarial por las siguientes características:

- Un conjunto completo de aplicaciones de comunicaciones unificadas para los servicios alojados de la empresa.
- Bloques de construcción como agenda con información de presencia, mensajería, búsqueda en el directorio y la integración con aplicaciones de negocios.
- Respuesta de la medición de latencia bajo diversas condiciones de carga de red y diversa mezcla de tráfico.
- Hace posible el uso de un teléfono PLMN / PSTN para llegar a los servicios Centrex de extensión a través de acceso múltiple.

#### **4.4.3. Sistema común de IMS**

El sistema común de IMS (ICS, por sus siglas en inglés) es una infraestructura con los componentes básicos del núcleo IMS para la gestión de sesiones, direccionamiento, suscripción y funciones, interoperabilidad de componentes IMS con los servidores de paso para lograr conectividad a otras redes.

También incluye el sistema de soporte para el manejo de aprovisionamiento, cobros, configuración de dispositivos, operación y mantenimiento y los habilitadores para asistencia de aplicaciones con información del usuario o la red.

El conjunto completo de funciones y capacidades hacen posible la disposición tanto en las redes cableadas como inalámbricas, lo que permite el uso de ICS como una plataforma para la convergencia de redes y servicios.

El sistema común ICS está compuesto por varios nodos lógicos. Algunos de éstos son obligatorios y tienen que ser incluidos en todos los ICS.

Hay otros nodos lógicos que son opcionales y pueden ser incluidos dependiendo de los requerimientos de los abonados y el ambiente para el cual el ICS fue preparado y desarrollado. Entre los nodos lógicos obligatorios están el CSCF, HSS y DNS.

#### **4.4.4. Arquitectura ICS**

La arquitectura del sistema común de IMS sirve como base en materia de núcleo de red de IMS, sobre la cual varios servicios pueden ser construidos.

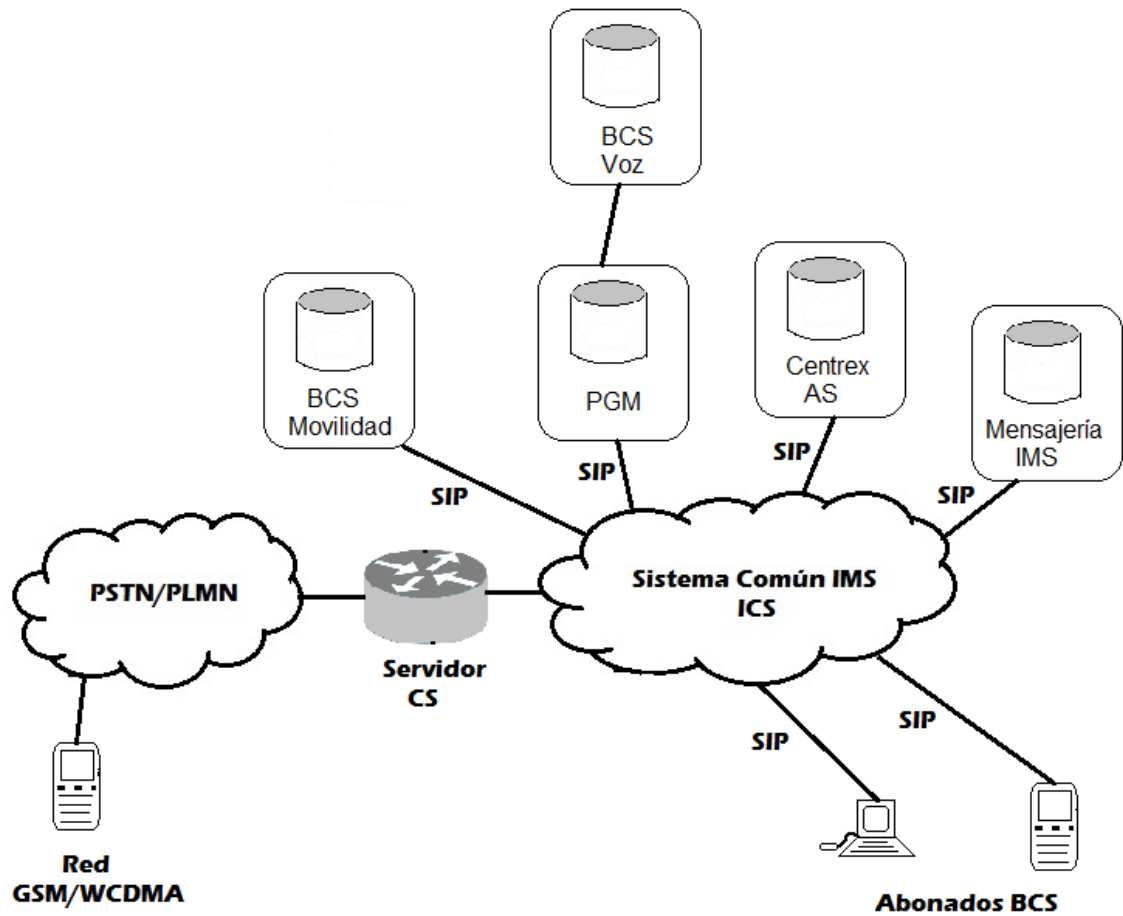
Ha sido diseñado para atender aspectos de red de servicios coexistentes, a través de interfaces externas.

Un nodo lógico representa una o más funciones relacionadas en una arquitectura IMS. Un nodo lógico es implementado en uno o más elementos de red. Un Elemento de red puede implementar uno o más nodos lógicos.

La configuración actual para una arquitectura IMS es determinada durante el proceso de dimensionado teniendo en cuenta el número de aplicaciones, el volumen de tráfico, y otros parámetros generales. El sistema común de IMS hace referencia solo a la parte software de los elementos de red como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Disposición de elementos BSC hacia la red del sistema común IMS



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*. p. 56.

La figura 14 muestra la disposición de los siguientes nodos lógicos:

- Presencia, grupo y gestión de datos: se refiere a la presencia, grupo y gestión de datos (PGM, por sus siglas en inglés), y es un habilitador para aplicaciones y servicios IMS. Proporciona la posibilidad de almacenar y mantener información relacionada con la presencia en un servidor encargado de ello. Este producto incluye también la funcionalidad de mantenimiento de grupo y datos. Un operador puede suscribir u obtener la información de presencia de uno o varios usuarios con presencia y entidad a un servidor de presencia. El mantenimiento de grupos y datos proporciona la posibilidad a un cliente de mantener documentos compartidos que sean usados por diferentes aplicaciones. La opción de presencia básica proporciona los componentes funcionales para la presencia básica relacionada con los casos de uso específico en el estándar soportado.
- BSC *Voice*: la unidad de negocios por voz (BSC *Voice*, por sus siglas en inglés) contiene los servicios de voz y telefonía de negocios a empresas, incluidas las llamadas de grupo de distribución en cola, operadora automática y desvío de llamadas. Además incluye el control de costos en restricción de llamadas y optimización en ruteo de la llamada. Esta información la genera fuera de línea.
- Movilidad BSC: este nodo realiza el registro en el CSCF sobre terminales que no son SIP y enruta llamadas al dominio IMS. Debido a los registros, un suscriptor de multimedia puede tener múltiples contactos registrados en el CSCF sin que estos contactos estén asociados con terminales SIP. De esta manera, pueden tomar ventaja los servicios de IMS como cobros, aprovisionamiento de usuarios, autogestión y enrutamiento.

- Mensajería IMS: el nodo de mensajería de IMS provee al operador con la arquitectura y el mecanismo para ofrecer un servicio que permite a los usuarios finales un intercambio de voz, texto, video, imágenes o incluso mensajes de la aplicación de datos con cualquiera, en cualquier momento y desde cualquier lugar y desde cualquier dispositivo.
- Servidor de paso CS: el servidor de paso de la conmutación de circuitos (*CS Gateway*, por sus siglas en inglés) es el responsable de la señalización y los medios de interconexión entre redes PLMN/PSTN y la red IMS.
- *Centrex AS*: el nodo central de intercambio de servicios (*Centrex*, por sus siglas en inglés), son nodos virtuales creados por un proveedor de servicios sobre una central digital pública. Este servidor permite la realización de pruebas como llamadas en espera, transferencia de llamada o el control de desvío de llamadas de terceros.

#### **4.5. Servidores de implementación de la red IMS**

El propósito de la implementación de los servicios de telefonía fija y móvil al sistema común de IMS es el reemplazo de los circuitos de conmutación actuales con el mismo núcleo de red.

Que los usuarios puedan añadir o quitar los medios de comunicación durante una sesión en curso, intercambios entre sesiones, dispositivos y conexiones fijas o móviles, así como iniciar una nueva sesión con la mensajería, actualizar la sesión a una llamada de voz o de vídeo, o añadir un nuevo participante.

El elemento que ahora se agrega a la red para la implementación de la red IMS a las redes de telefonía es el servicio de telefonía multimedia (MMTel, por sus siglas en inglés).

#### **4.5.1. Servicio de telefonía multimedia (MMTel)**

El MMTel es un proyecto entre diferentes organizaciones de normalización de redes. Define un servicio de telefonía evolucionado que permite comunicación en tiempo real multimedia en banda ancha para servicios de telefonía. Ese entonces un conjunto de servicios estandarizados utilizados en las capas superiores de la arquitectura.

Combina interoperabilidad, calidad, fiabilidad, eficiencia, servicios de regulación y es complementario a la telefonía tradicional. En la convergencia de telefonía fija y móvil, una sola sesión permite a las demás partes de la arquitectura de medios de comunicaciones multimedia para su interoperabilidad.

Las tecnologías de acceso móviles para MMTel son los tipos de acceso de paquetes de alta velocidad (HSPA, por sus siglas en inglés) y LTE también conocida como 4G.

Proporciona un estándar de red a la interface de red NNI que permite a los operadores la interconexión de sus redes y que a su vez permite a los usuarios que pertenecen a operadores diferentes para comunicarse entre sí, con una interface UNI, usando el conjunto de medios y servicios suplementarios definidos dentro del servicio MMTel.

Las partes del MMTel son:

- Sistema común IMS (ICS), el cual incluye los nodos CSCF, SLF, HSS, SBG, MGCF/MGW y MRFP
- El servidor de aplicación de telefonía multimedia MTAS.
- Nodos de soporte del sistema: EMA, DNS/ENUM
- Servicios asociados de acceso de banda ancha fijas, cobros y sistemas de gestión.

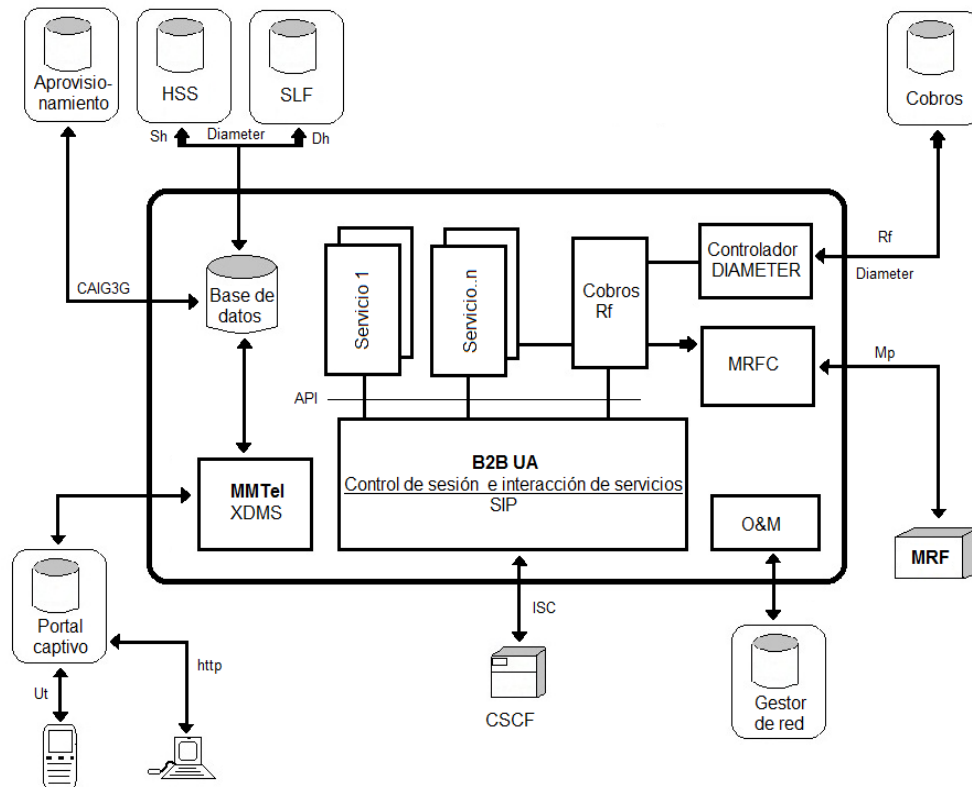
#### **4.5.2. Servidor de aplicación de telefonía multimedia (MTAS)**

El nodo principal del MMTel es el servidor de aplicación de telefonía multimedia (MTAS). Es en este servidor de aplicaciones donde toda la lógica de servicios reside, como la ejecución de los servicios complementarios. Es totalmente compatible con el estándar 3GPP.

Otro foco principal del MTAS es la fiabilidad y alta disponibilidad. El MTAS está utilizando el esquema de redundancia N+1, característica que es fiable y muy rentable. La redundancia N+1 significa que sólo un nodo adicional es aplicado para la redundancia que cubre todos los servidores implementados, en vez de instalar un nodo extra para cada servidor activo.

MTAs está compuesto por varios nodos funcionales que manejan el plano de señalización de servicios MMTel, tales como SIP B2B UA, control de sesión y manejo servicios de interacción, subsistemas TISpan para manejar solicitudes no SIP y servicios MRFC, como se muestra en la figura 15.

Figura 15. **Arquitectura del servidor de aplicación de telefonía multimedia (MTAS)**



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*. p. 171.

El MTAS solicita la identidad pública de usuario (PUI, por sus siglas en inglés) con información agrupada del HSS con el fin de determinar cuáles PUI comparten la misma información del servicio.

Esto permite que los MTAS puedan almacenar en caché solamente una copia de los datos de los servicios con el fin de optimizar el uso de memoria y garantizar la coherencia de los datos.

Se describe a continuación los nodos de la arquitectura MTAS.

- SIP B2B UA: como servidor SIP, el MTAS actúa como un agente de usuario con orientación en dirección opuesta (UA B2B, por sus siglas en inglés) como el SBG o MGC.
- Protocolo Diameter: el MTAS utiliza la pila Diámetro TSP como protocolo base con identificador de instancia independiente. Utiliza también la aplicación de contabilidad del protocolo Diameter para enviar y recibir la información contable para cobros fuera de línea a través de la interface Rf.
- MRFC: el control de medios en función de recursos (MRFC, por sus siglas en inglés) controla los recursos de media del elemento MRFP orientado a la señalización de un servidor de aplicación cuando este es requerido. Controla una o más MRFP y proporciona soporte de facturación en línea. No tiene interface externa Mr, opera con una interface externa del MRFP llamada interface Mp con texto codificado sobre SCTP/IP. El MRFC gestiona la configuración de los enlaces al MRFP y muestra el estado operacional del enlace.
- MMTel XDMS: el servidor de gestión de documentos XML en MTAS funciona como un puente para el suscriptor accediendo al nivel de los datos de configuración de los servicios de telefonía los cuales se almacenan en el HSS. La interface XCAP es usada cuando se accede por medio del portal captivo. El protocolo de configuración de acceso está basada en HTTP. Esta interface permite al usuario leer y actualizar la información de suscripción en un documento XML.

- Almacenamiento de datos de abonados: el propósito principal de la manipulación de los datos de abonado en la MTAS es ir a buscar los datos de servicio de telefonía desde el HSS, con lo cual la memoria caché actualiza lo que sea necesario por los servicios de telefonía. Los datos se almacenan como datos transparentes en el HSS, previamente codificados en XML y MTAS les permite acceso usando la interface Sh.



## **5. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTEGRAR IMS A LA RED TELEFÓNICA**

La UICC (*Universal Integrated Circuit Card*, por sus siglas en inglés) es la tarjeta inteligente utilizada en terminales móviles en redes GSM y UMTS.

Una dirección ISIM (Módulo Multimedia de Identidad de Servicios IP, por sus siglas en inglés) es una aplicación que se ejecuta en una tarjeta inteligente UICC en un teléfono móvil 3G en el subsistema multimedia IP. Contiene parámetros para identificar y autenticar a un usuario en la red IMS.

### **5.1. Pruebas de registro**

Para la conexión y control de llamadas hay dos tipos de mensajes SIP, éstos son los mensajes de peticiones y respuestas. Estos mensajes SIP son definidos por códigos de petición y códigos de respuesta.

#### **5.1.1. Códigos de petición**

Los códigos de petición realizadas para el establecimiento de llamadas por protocolos SIP son:

- *INVITE*: solicita el inicio de una llamada. Los campos de la cabecera contienen la dirección origen y destino, el asunto y prioridad de la llamada, peticiones de enrutamiento de llamada, la ubicación de usuario y características deseadas de la respuesta.

- *BYE*: solicita la terminación de una llamada entre dos usuarios.
- *REGISTER*: informa a un servidor de registro sobre la ubicación actual del usuario.
- *ACK*: confirma que se ha iniciado una sesión.
- *CANCEL*: cancela una solicitud pendiente.
- *OPTIONS*: solicita información a un *host* acerca de sus propias capacidades. Se utiliza antes de iniciar la llamada a fin de averiguar si ese *host* tiene la capacidad de transmitir VoIP, etc.

### 5.1.2. Códigos de respuesta

Los códigos de respuesta a las peticiones realizadas para el establecimiento de llamadas por protocolos SIP son:

- 1xx Informativo: solicitud recibida, se continúa para procesar la solicitud. Por ejemplo, 180, *RINGING*.
- 2xx Solicitud exitosa: la solicitud fue recibida de forma adecuada, comprendida y aceptada. Por ejemplo, 200, *OK*.
- 3xx Re direccionado: más acciones deben ser consideradas para completar la solicitud. Por ejemplo, 302, *MOVED TEMPORARILY*.
- 4xx Error de cliente: la solicitud contiene mal la sintaxis o no puede ser resuelta en este servidor. Por ejemplo, 404, *NOT FOUND*.
- 5xx: Error de servidor: el servidor ha errado en la resolución de una solicitud aparentemente válida. Por ejemplo, 501, *NOT IMPLEMENTED*.
- 6xx: Fallo global: la solicitud no puede ser resuelta en servidor alguno. Por ejemplo, 600, *BUSY EVERYWHERE*.

### 5.1.3. Flujo de mensajes SIP para establecer una conexión

La arquitectura SIP utiliza el protocolo para descripción de sesión (SDP, por sus siglas en inglés). SDP es una herramienta inicial para la conferencia en multidifusión de IP desarrollada para describir sesiones de audio, video y multimedia. La descripción de sesión se puede usar para mediar los tipos de medios compatibles.

Los servidores proxy reenvían peticiones desde la aplicación móvil hacia el siguiente SIP Proxy o hacia el destino si conoce su IP. Los SIP Proxy reciben los mensajes SIP pero no lo interpretan, simplemente buscan en su base de datos que puede ser en DNS, la dirección privada del destinatario para el reenvío de la petición.

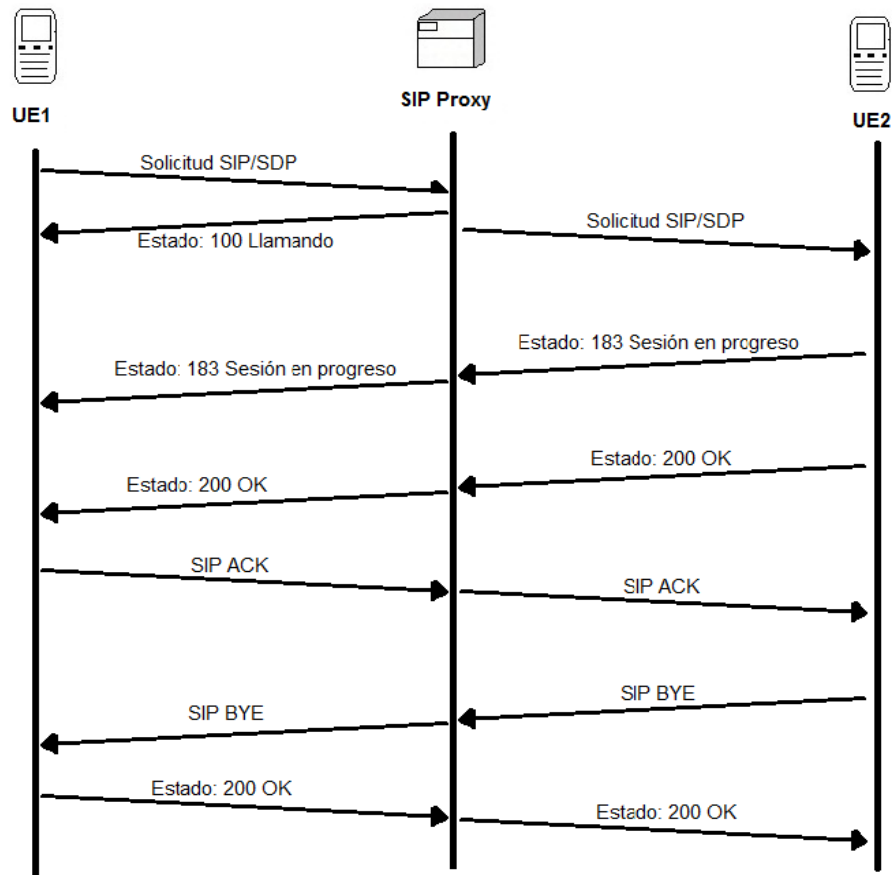
Luego debe conectarse a la red de acceso IP del operador (IP-CAN, *Connectivity Access Network*, por sus siglas en inglés) ya sea fija o móvil, con el fin de obtener una dirección IP siguiendo el procedimiento propio de cada tecnología de red de acceso. Esta red proporciona el acceso al IMS local o a un IMS visitante. Después que se han cumplido con estos requisitos, entonces se debe determinar la dirección del proxy del P-CSCF.

Este proceso puede realizarse junto a la obtención de la dirección IP en conjunto, o pueden ser procesos por separado, eso depende de la red de acceso. Luego el UE IMS puede registrarse en la red IMS a través del P-CSCF.

Antes del envío de cualquier mensaje SIP, la terminal móvil necesita conocer la dirección del P-CSCF el cual es el su primer punto de contacto con la red IMS.

Para esto, la terminal móvil se corre en DHCP, y si éste responde a un nombre de dominio completo (FQDN, *Fully Qualified Domain Name*, por sus siglas en inglés) en lugar de la dirección IP del P-CSCF entonces la dirección será obtenida desde el DNS como cualquier otro servidor SIP como se muestra en la figura 16.

Figura 16. **Flujo de mensajes SIP para establecer una conexión IMS**



Fuente: <http://users.dcc.uchile.cl/~alneira/odisea>. Consulta: 24 de octubre de 2012.

#### 5.1.4. Procedimiento de autenticación

Durante el proceso de autenticación la terminal móvil se comunica con el P-CSCF por medio de mensajes SIP. Este procedimiento se usa entre el S-CSCF y el HSS para intercambiar información con el fin de realizar la autenticación entre el usuario y la red IMS. Es iniciado por el S-CSCF y sus objetivos son:

- Extraer los credenciales de autenticación del HSS.
- Divulgar los resultados de la autenticación a los nodos de la red IMS

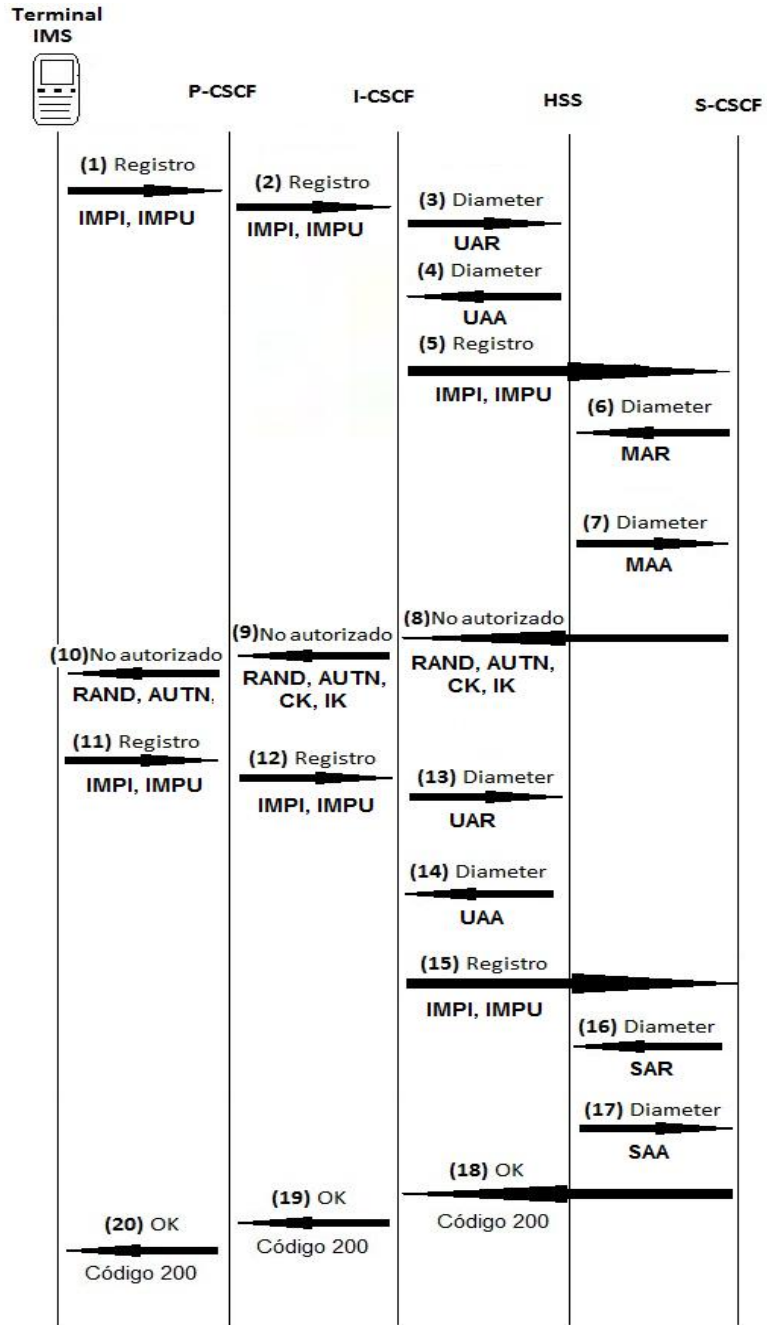
Este procedimiento se transforma en comandos de tipo MAR/MAA (Multimedia *Auth Request/Answer*).

Se observa que se tiene un amplio espectro de posibilidades para conectar una llamada. Por regla general una llamada responde al procedimiento de la figura 17 con su respectiva secuencia en el flujo de los mensajes de autenticación.

- (1), (2) En el mensaje SIP *REGISTER*, en el campo *REGISTER* se coloca el dominio de la red local del usuario.
- (3), (4) (5) La autorización la inicia el I-CSCF y se realiza entre éste y el HSS. El terminal IMS envía una solicitud de registro “SIP *Register*” al P-CSCF, quien lo reenvía la I-CSCF, luego este último envía el mensaje de solicitud de autorización UAR (*Command Code=300*, este es uno de los comandos asignados) al HSS a través de la interface Cx. El HSS envía su respuesta en el comando UAA al HSS indicando que se realizó la autorización con éxito.

- (6), (7) Después se inicia la autenticación por parte del S-CSCF enviando el comando de solicitud de autenticación MAR, pero dado que la terminal móvil no ha enviado aún sus credenciales esta autenticación es rechazada lo cual se informa al S-CSCF a través del mensaje de respuesta MAA, este rechazo de autenticación se transmite al equipo móvil a través de los diferentes nodos de la red por medio del mensaje SIP de respuesta con código 401 No Autorizado.
- (8), (9), (10) Este mensaje le solicita al origen que reinicie el proceso de registro pero enviando ciertas credenciales solicitadas en el mensaje 401.
- (11), (12) Al recibir dicho mensaje la terminal móvil envía la solicitud de registro nuevamente junto a sus credenciales.
- (13), (14) (15) El I-CSCF realiza nuevamente la autorización entre éste y el HSS enviando una solicitud de registro "SIP Register" al P-CSCF, quien lo reenvía la I-CSCF, luego este último envía el mensaje de solicitud de autorización UAR (con código 300) al HSS. El HSS envía su respuesta en el comando UAA al HSS indicando que esta vez se realizó la autorización con éxito.
- (16), (17) Después se inicia de nuevo la autenticación por parte del S-CSCF enviando el comando de solicitud de autenticación SAR con los credenciales autorizados, el S-CSCF envía un mensaje de respuesta SAA, indicando que se realizó la autenticación con éxito.
- (18), (19) (20) La solicitud fue recibida de forma adecuada, comprendida y aceptada con el código de respuesta 200, OK.

Figura 17. Registro de una terminal móvil en IMS



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*. p. 140.

En la tabla II se muestran los códigos de los comandos para el proceso de autenticación de la terminal móvil mostrados en la figura 17, del protocolo Diameter de los usuarios que se conectan remotamente a la red IMS.

Tabla II. **Acrónimos de autenticación de una terminal móvil en IMS**

<b>Comando</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Código</b>
<i>User authorization request</i> (Solicitud de autorización del usuario)	UAR	300
<i>User authorization answer</i> (Respuesta de autorización del usuario)	UAA	300
<i>Server assignment request</i> (Servidor de petición de asignación)	SAR	301
<i>Server assignment answer</i> (Servidor de respuesta de asignación)	SAA	301
<i>Location info request</i> (Solicitud de información de locación)	LIR	302
<i>Location info answer</i> (Respuesta de información de locación)	LIA	302
<i>Registration termination request</i> (Solicitud de finalización de registro)	MAR	303
<i>Registration termination answer</i> (Respuesta a la finalización de registro)	MAA	303

Fuente: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc4740.html#b>. Consulta: 07 de septiembre de 2012.



La identidad privada multimedia IP (IMPI, por sus siglas en inglés) es una identidad asignada de manera permanente por un operador de red local, proporciona el registro y autorización.

La identidad pública multimedia (IMPU, por sus siglas en inglés) es utilizado por cualquier usuario para solicitar comunicaciones a otros usuarios.

Las respuestas de autenticación *Random Challenge* (RAND, por sus siglas en inglés) y *Authontication Token* (AUTN, por sus siglas en inglés) le indican a la terminal móvil que el mensaje ha sido producido por la red local y vuelve a transmitir la respuesta de autenticación.

Por medio del intercambio de información, la terminal es capaz de calcular la clave de confidencialidad (CK) y la clave de integridad (IK).

## **5.2. Procedimiento de pruebas en llamada**

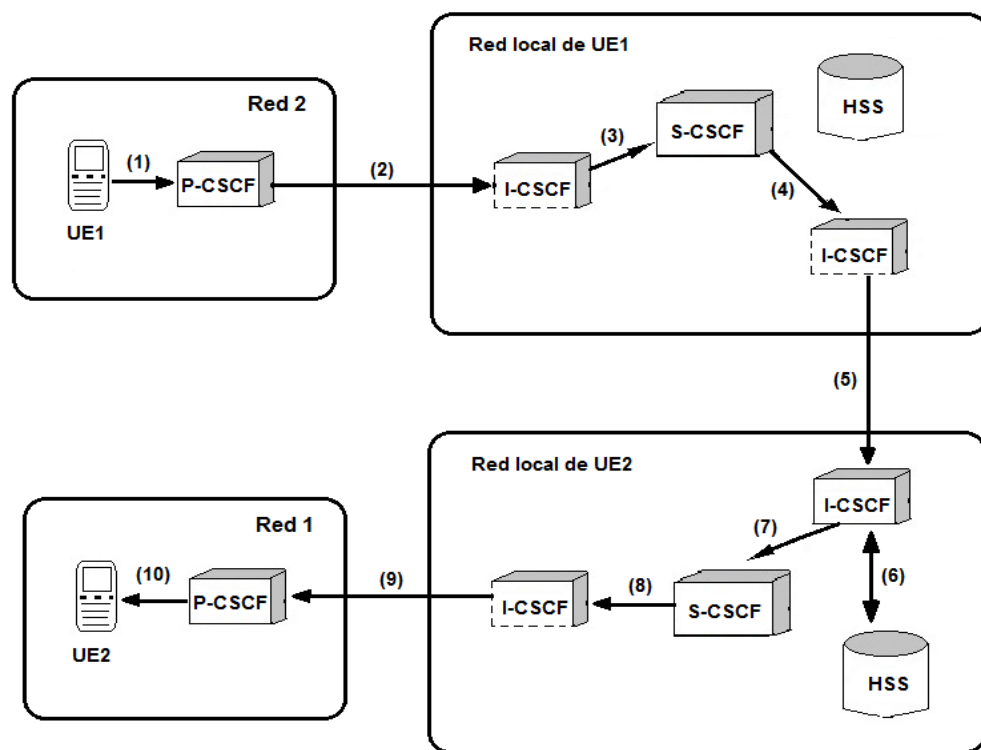
El servidor HSS es la base de datos central que contiene la información relacionada a un usuario. Si hay más de un HSS en la red, un SLF (*Subscriber Location Function*, por sus siglas en inglés) puede indicar la dirección del usuario a los correspondientes servidores HSS.

El servidor MRF provee los recursos multimedia a la red local y se divide en MRFC (*MRF Controller*) y MRFP (*MRF Processor*), que se comunican entre sí a través del protocolo Megaco/H.248.

El servidor SIP que sirve de paso en funciones de control (BGCP, por sus siglas en inglés) tiene la responsabilidad de escoger una red PSTN adecuada si la sesión así lo requiere.

La interacción con la red de circuito conmutado (CS, por sus siglas en inglés) se realiza a través del servidor de de paso de funciones de control (MGCF, por sus siglas en inglés) y u servidor de paso (MGW, por sus siglas en inglés), como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Flujo de llamadas IMS 3GPP punto a punto



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*. p. 155.

Las líneas punteadas en los servidores I-CSCF significan que la señalización es opcional, por lo que los flujos pueden pasar sin ser considerados por ellos.

A continuación se describe el procedimiento de prueba para dos equipos que se encuentran en redes ajenas y se han registrado a sus redes locales.

La terminal móvil UE1, en la red visitada 1, desea establecer una sesión IMS con la terminal móvil UE2, en la red visitada 2, con la siguiente secuencia:

- UE1 inicia la sesión con una invitación SIP ('SIP *Invite*'), a través del P-CSCF en la red visitada 1 (flujo 1).
- El P-CSCF envía la solicitud al S-CSCF asignado a UE1 (flujos 2 y 3), que realiza procedimientos de control basándose en el perfil de UE1.
- Usando parte de la información de dirección contenida en el mensaje de invitación SIP, el S-CSCF identifica el I-CSCF de la red local 2 y le envía la solicitud de UE1 (flujos 4 y 5).
- Asumiendo que ambas redes locales están en distintos dominios administrativos, el I-CSCF es requerido en la red local 2 para ocultar información interna. Una vez recibida la solicitud, el I-CSCF puede consultar al HSS por la ubicación del S-CSCF (flujo 6) para luego enviársela (flujo 7).
- El SCSCF realiza funciones de control basándose en el perfil de UE2. Si la sesión es autorizada, el S-CSCF envía la solicitud de invitación SIP al P-CSCF presente en la red visitada 2 (flujos 8 y 9).
- Luego de esto, el P-CSCF envía la solicitud a UE2. De esta forma se completa el proceso de invitación SIP a UE2.
- Luego de que UE2 recibió la invitación, este envía un mensaje de respuesta de oferta según protocolo SDP. Este mensaje recorre el mismo camino mencionado anteriormente.
- UE1 puede determinar los flujos de comunicación ofrecidos y envía una confirmación de respuesta.

- UE2 responde con un mensaje de reconocimiento (ACK: *Acknowledgement Response*).
- Después, UE1 puede realizar procedimientos de reserva de recursos, para asegurar calidad de servicio. UE2 es alertado con un tono de repique, y al momento de aceptar la solicitud, UE1 envía un mensaje SIP ACK, con lo que finaliza la etapa de configuración de la llamada.

En resumen, el procedimiento de conexión requiere de dos etapas que son la búsqueda del camino de señalización y la negociación de los recursos.

Un procedimiento de una etapa podría reducir los mensajes de señalización y aumentar la escalabilidad de IMS, es decir, que los servidores CSCF pueden ser asignados dinámicamente a los usuarios de tal modo que la capacidad es extensible.

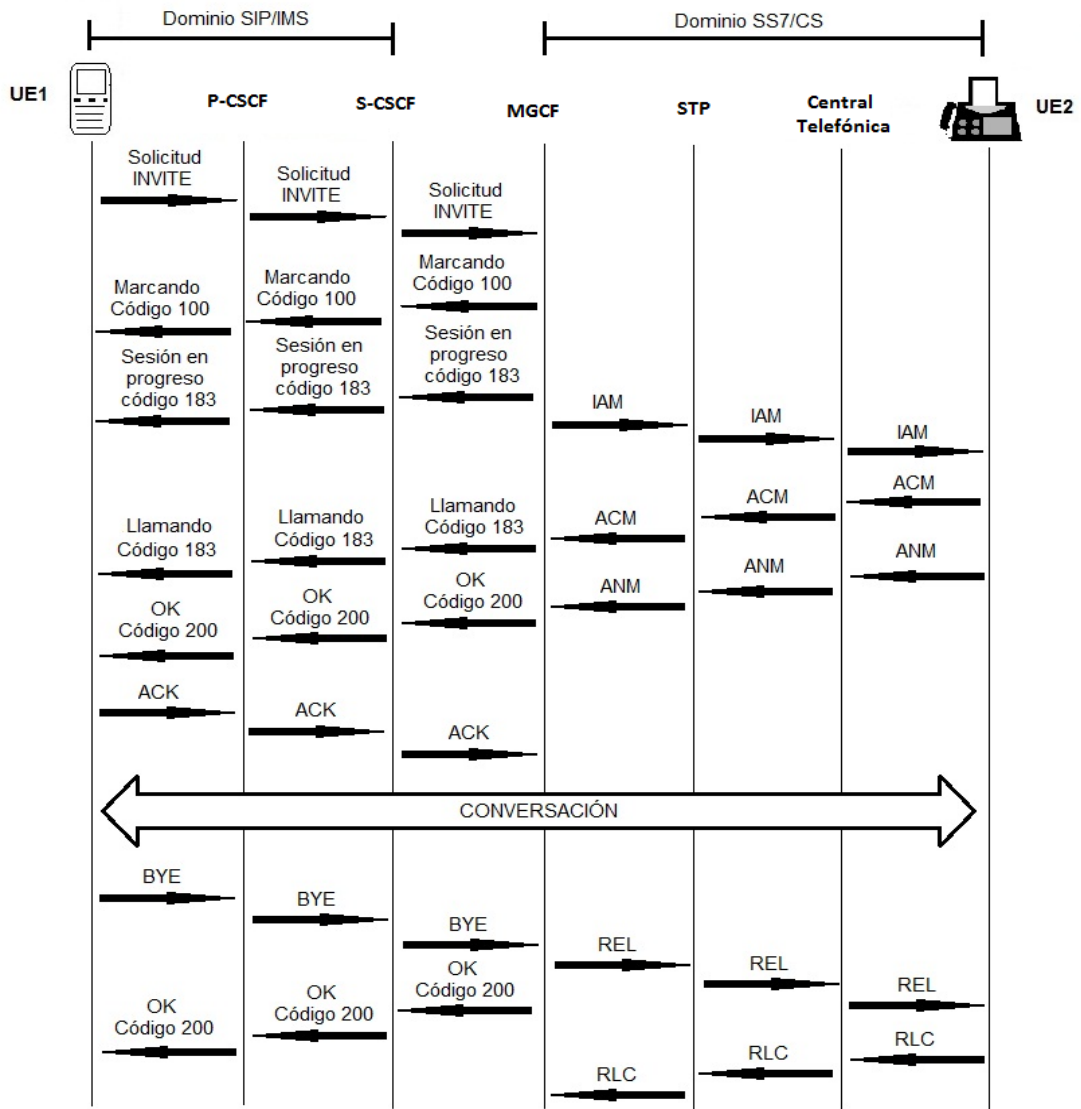
Para los operadores que aún dependen de sus redes tradicionales para ofrecer sus servicios, el proceso de conexión en IMS puede ser lento y en forma pausada, para lo cual se diseñaron las interfaces para que ambas redes puedan ser interoperables.

Por lo general las redes tradicionales están basadas en circuitos que usan el sistema de señalización SS7, de la ITU, que soporta sólo aplicaciones de telefonía de voz.

Por esta razón, los operadores que deseen incrementar los servicios a sus clientes están destinados a migrar a una red estandarizada de nueva generación. Cuando IMS interactúa con una red SS7, lo único que cambia es la capa de acceso, cuando se alcanza la red IMS todos sus procedimientos son iguales.

El MGCF es el nodo en IMS que sirve para convertir la señalización entre ambas redes en los dos sentido como se muestra en la figura 19.

Figura 19. **Interconexión entre una red IMS y una red basada en circuitos de conmutación SS7**



Fuente: Manual Ericsson. *IMS 5.0 Overview*, p. 210.

Cuando se origina una llamada en IMS con destino a una red SS7, existe todo un proceso en IMS hasta llegar al punto donde la señalización SIP se convierte en SS7, a partir de allí la red SS7 trabaja como lo hace normalmente.

Para que el MGCF pueda realizar la conversión de señalización, deben existir equivalencias entre todos los mensajes de solicitud y de respuesta entre SIP y SS7. Cuando el MGCF recibe una solicitud SIP, debe extraer de dicho mensaje los parámetros necesarios para generar el mensaje IAM equivalente en SS7. También deben convertirse las respuestas entre ambos sistemas de señalización.

Los mensajes SS7 convertidos a SIP obedecen a la siguiente conversión:

- *ACM (Address Complete Message)*: mensaje enviado hacia atrás (de regreso) para indicar que se ha reservado un circuito. El conmutador de origen responde al mensaje ACM conectando el origen al circuito. El conmutador de destino envía un mensaje de tono al origen.
- *ANM (Answer Message)*: cuando el destino responde, el conmutador de destino termina el ring y envía un mensaje de respuesta ANM al conmutador de origen, el cual inicial el proceso de facturación después de verificar que el origen está conectado a la línea reservada.
- *IAM (Initial Address Message)*: lo envía el conmutador hacia el destino para completar el circuito entre ambos extremos. Contiene el número de destino y como opcional puede contener el número de origen.

### 5.3. Características

Las características de IMS fueron tratadas en los capítulos anteriores por lo que las más relevantes se mencionan a continuación.

- Es una arquitectura de red horizontal basada en una división transparente y clara de los planos de transporte, control y aplicación.
- El plano de transporte está basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS
- Contiene interfaces abiertos y protocolos establecidos por el 3GPP.
- La autenticación se realiza mediante una tarjeta UICC (*Universal Integrated Circuit Card*, por sus siglas en inglés) en terminales móviles en redes GSM y UMTS.
- El módulo de Identidad Servicios (ISIM) es una aplicación que se ejecuta en una tarjeta inteligente UICC que contiene los parámetros para identificar y autenticar a un usuario en la red IMS.
- El protocolo SIP se utiliza para el establecimiento y presencia de una sesión.
- El protocolo XCAP se utiliza en la interface de usuarios web para aprovisionamiento de grupos y gestión de datos de los abonados.
- El protocolo Diameter se utiliza para la autenticación y facturación.
- El protocolo Diameter está basado en la tecnología Radius, la cual proporciona un protocolo base que puede ser extensible para nuevas tecnologías de acceso.
- El protocolo H248 del MRFC provee los recursos multimedia a la red local para el control del MRFP.

#### **5.4. Razones por las cuales se debe integrar una red IMS a una red telefónica**

En la actualidad las redes de internet utilizan un transporte mediante IPv6 o IPv4, por lo que la infraestructura de las redes existentes puede ser reutilizada.

Otra de las razones por las que IMS resulta ideal para los operadores son explicadas a continuación.

IMS fue diseñada para proveer conectividad IP a las redes de telefonía móvil de tercera generación de la familia GSM/GPRS/UMTS (3GPP) y otorgar a los usuarios una amplia selección de servicios.

IMS puede ofrecer los servicios de forma independiente, combinada con variantes, pero todos ellos tendrán una infraestructura común, reduciendo su ciclo de desarrollo y los costes de equipamiento y operación.

La identificación de los usuarios, servicios y nodos se realiza mediante un URI (*Universal Resource Identifier*), que evita que el usuario deba memorizar números de teléfono, pues se trata de nombres al estilo de servicios internet.

IMS ofrece para el acceso a otros usuarios o contenidos una interface gráfica similar a los actuales programas de mensajería instantánea (como MSN *Messenger*), con la ventaja de que integrará la telefonía fija y móvil multimedia, los accesos inalámbricos y cualquier sistema de comunicaciones que se implemente en el futuro.



IMS fue diseñado para dar soporte amplio y complejo a los servicios multimedia IP para un alto número de usuarios por medio de su escalabilidad.



## CONCLUSIONES

1. Las tecnologías de redes de telefonía convencionales GSM y UMTS están compuestas por medios de transmisión y conmutación que facilitan el intercambio de información de voz y datos con técnicas de acceso que permiten compatibilidad en ambas tecnologías para que sean integrables entre sí.
2. La arquitectura de red de telefonía móvil tiene compatibilidad con los sistemas de telefonía fija para hacer una red de uso mundial.
3. La arquitectura de red IMS permite pasar de un modelo de redes verticales utilizado actualmente hacia un modelo horizontal de red unificando el soporte de todos los servicios convergentes hacia las redes de telefonía fija y móvil.
4. IMS no define las aplicaciones que pueden ser ofrecidas al usuario final, sino la estructura y capacidades del servicio que los operadores pueden emplear para construir su propia oferta de servicios.
5. Un procedimiento de pruebas para la implementación de una red IMS en una red de telefonía convencional, es una herramienta que describe los protocolos y tipos de medios compatibles con mensajes de petición y respuestas siguiendo el procedimiento propio de cada tecnología de red de acceso.



## RECOMENDACIONES

1. La decisión de implementar o no una red IMS en una operadora telefónica debe considerar las necesidades del mercado y de las distintas necesidades tecnológicas de los operadores, así como las necesidades socioeconómicas y culturales indispensables para comercializar una nueva técnica para los servicios ya existentes.
2. Un estudio de la situación geográfica y socioeconómica de nuestro país por parte de los operadores de telefonía, determinará el impacto de integrar IMS en sus propias redes, pues habrán muchas personas interesadas en obtener nuevos y novedosos servicios, así como, también, habrán muchos a quienes ésta técnica no les será de ninguna utilidad, por falta de conocimiento o poder adquisitivo del mismo.
3. Considerar todos los problemas de escalabilidad existentes para integrar diversas redes heterogéneas y luego evolucionar para integrar redes IP incompatibles, y alcanzar así una completa red IP NGN.
4. Investigar soluciones a los problemas de escalabilidad en IMS en términos de configuración, seguridad y calidad de servicio para facilitar la transición a las redes IP.

5. Adoptar las especificaciones de acuerdo a los estándares 3GPP para el desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios, puesto que diferentes servicios accedidos por distintos tipos de usuarios pueden significar nuevos y variados requerimientos y características.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Adiptel. *Listado de códigos SIP*. [en línea]. [ref. 05 octubre 2012].  
Disponible en Web: <<http://www.adiptel.com/codigos-sip.php>>.
2. BRAVO L, Danny F. *Desarrollo de servicios en IMS*. [en línea]. [ref. 10 julio 2011]. Disponible en Web:  
<[http://artemisa.unicauca.edu.co/~dabravo/ims/2008-06-23\\_Presentacion-ims-ambiente-pruebas.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~dabravo/ims/2008-06-23_Presentacion-ims-ambiente-pruebas.pdf)>.
3. CASTAÑEDA SEGURA, Rodolfo. *Protocolos para voz IP*. [en línea]. [ref. 25 agosto 2011]. Disponible en Web:  
<<http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolos-Voip/4622897.html>>.
4. CASTILLO RUIZ, Javier. *Desarrollo de B2BUA para S-CSCF en IMS*.  
[en línea]. [ref. 19 agosto 2011]. Disponible en Web:  
<<http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3753>>.
5. COIMBRA G, Edison. *Public Switch Telephone Network*. [en línea].  
[ref. 14 julio 2011]. Disponible en Web:  
<<http://www.slideshare.net/edisoncoimbra/91-red-telefonica-publica-conmutada>>.

6. Comunidad de Programadores. *Enrutamiento IP*. [en línea]. [ref. 05 septiembre 2011]. Disponible en Web:  
<[http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/Redes/3301-Enrutamiento\\_IP\\_Estatico\\_y\\_Dinamico\\_en\\_Redес\\_Inalambricas.html](http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/Redes/3301-Enrutamiento_IP_Estatico_y_Dinamico_en_Redес_Inalambricas.html)>.
7. El Mundo de la Red. *Modelo OSI*. [en línea]. [ref. 07 junio 2011]. Disponible en Web: <<http://elmundoyseguro.blogspot.com/modelo-osi.html>>.
8. HUÉLAMO P. Javier. *Universal Mobile Telecommunication System*. [en línea]. [ref. 08 agosto 2011]. Disponible en Web:  
<[http://www.umtsforum.net/mostrar\\_articulos.asp?u\\_action=display&u\\_log=15](http://www.umtsforum.net/mostrar_articulos.asp?u_action=display&u_log=15)>.
9. HUIDOBRO, J. Manuel. *Centrex*. [en línea]. [ref. 05 mayo 2012]. Disponible en Web:  
<<http://www.coit.es/publicac/publbit/bit104/quees.htm>>.
10. *IMS Project for Millicom Guatemala*, Curso: 1555 FCP 121. Ciudad: Ericsson 2010. p. 15.
11. Laboratorio de redes avanzadas. *IPv6*. [en línea]. [ref. 18 septiembre 2011]. Disponible en Web: <<http://www.ipv6.itam.mx/publicacion>>.
12. LIZANA M., Rodrigo. *Subsistemas Multimedia IP (IMS) en 3GPP y 3GPP2*. [en línea]. [ref. 02 septiembre 2011]. Disponible en Web:  
<<http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8547/2/T%2011286%20CAPITULO%204.pdf>>.



13. LÓPEZ PAVEZ, Priscila Karen. *Comparativa de tecnologías emergentes de acceso a redes móviles y fijas*. [en línea]. [ref. 25 septiembre 2011]. Disponible en Web:  
<[http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/lopez\\_p/sources/lopez\\_p.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/lopez_p/sources/lopez_p.pdf)>.
14. *Manual Ericsson: IMS 5.0 Overview, Student Book* Curso: LZT 123 913B R1C. Ciudad: Ericsson 2009. p. 27.
15. PALET, Jordi. *Central telefónica digital*. [en línea]. [ref. 26 junio 2011].  
Disponible en Web:  
<<http://www.consulintel.es/html/Tutoriales/Articulos/rdsi.html>>.
16. Radio-Electronics. *Interfaces*. [en línea]. [ref. 01 septiembre 2011].  
Disponible en Web:  
<[http://www.radioelectronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/gsm\\_interfaces.php](http://www.radioelectronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm_interfaces.php)>.
17. Recursos VoIP. *SIP*. [en línea]. [ref. 18 septiembre 2011]. Disponible en Web: <<http://www.recursosvoip.com/protocolos/sip.php>>.
18. Technet. *Enrutamiento IP*. [en línea]. [ref. 07 septiembre 2011].  
Disponible en Web:  
<[http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc785246\(WS.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc785246(WS.10).aspx)>.
19. Telebits. *Central telefónica manual*. [en línea]. [ref. 17 junio 2011].  
Disponible en Web:  
<<http://www.flickr.com/photos/telebits/3700546809/>>.

20. Teleco. *Arquitectura IMS*. [en línea]. [ref. 25 octubre 2011]. Disponible en Web:  
<[http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialims/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialims/pagina_3.asp)>.
21. \_\_\_\_\_. *Global System Mobile*. [en línea]. [ref. 29 julio 2011].  
Disponible en Web:  
[http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialgsm/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_3.asp).
22. Telefónica. *Central telefónica automática*. [en línea]. [ref. 17 junio 2011].  
Disponible en Web:  
<<http://www.fundacion.telefonica.com/es/arteytecnologia/museo/educacion/recur/tema/18.html>>.
23. Three CX. *Voz IP*. [en línea]. [ref. 22 septiembre 2011]. Disponible en Web: <<http://www.3cx.es/>, Voip sip/enum>.
24. University of Cape Town, South Africa. *XCAP*. [en línea]. [ref. 18 septiembre 2011]. Disponible en Web:  
<[http://uctimsclient.berlios.de/xcap\\_server\\_howto.html](http://uctimsclient.berlios.de/xcap_server_howto.html)>.
25. UREÑA POIRIER, Héctor Delgado. *Tecnología IP Generation Network IP*. [en línea]. [ref. 11 julio 2011]. Disponible en Web:  
<[http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos\\_mejor/paginas/ip.htm](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/paginas/ip.htm)>.

26. ZARCO, Yare. *Componentes de la red telefónica*. [en línea]. [ref. 29 mayo 2011]. Disponible en Web:  
<<http://www.slideshare.net/yaretzidelangel/componentes-de-una-red-presentation-818060>>.

