



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

## **EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NÚCLEO EN LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL**

**Carlos Leonel Ramírez Martínez**  
Asesorado por la Inga. Ingrid Batres España

Guatemala, junio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NÚCLEO EN LAS REDES DE  
TELEFONÍA MÓVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**CARLOS LEONEL RAMÍREZ MARTÍNEZ**

ASESORADO POR LA INGA. INGRID BATRES ESPAÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Opympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Córdova Zerceda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NÚCLEO EN LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL,

---

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, el 7 de agosto de 2009.



Carlos Keonel Ramírez Martínez

Guatemala, 22 de febrero de 2010

Ingeniero  
Coordinador del Área de Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado: "**Evolución de las tecnologías de núcleo en las redes de telefonía móvil.**", elaborado por el estudiante **Carlos Leonel Ramírez Martínez.**

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones del mismo

Atentamente,



Inga. Ingrid Batres España  
Colegiado No. 8139  
ASESOR



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 03 de marzo de 2010

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

Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: **"EVOLUCION DE LAS TECNOLOGIAS DE NUCLEO EN LAS REDES DE TELEFONIA MOVIL"**, desarrollado por el estudiante **Carlos Leonel Ramírez Martínez**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Julio César Solares Peñate  
**Coordinador de Electrónica**





REF. EIME 12. 2010.

**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 Leonel Ramírez Martínez titulado: “EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NÚCLEO EN LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL”, procede a la autorización del mismo.**

  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



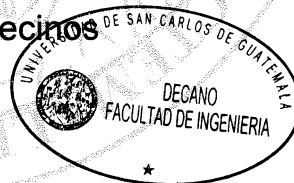
GUATEMALA, 7 DE ABRIL 2,010.



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: **EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NÚCLEO EN LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Ramírez Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, junio de 2010

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por permitirme la vida y la oportunidad de alcanzar este triunfo.
- Mis padres** Victor Leonel Ramírez Hernandez y Laura Martínez de Ramírez, por su amor y ser mi ejemplo a seguir.
- Mis hermanas** Laura María Ramírez y Maria José Ramírez, por su apoyo y cariño.
- Mi esposa** Susana Sandoval, por su amor, su comprensión y paciencia.
- Mi hija** Paula Valeria Ramírez, por su amor y por ser mi motivación para seguir adelante.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XXVII</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>XXIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XXXI</b>
<b>1. REDES DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.....</b>	<b>1</b>
1.1 Redes conmutadas.....	1
1.2 Conmutación de circuitos .....	3
1.2.1 Ventajas y desventajas de la conmutación de circuitos .....	4
1.2.2 El conmutador central .....	6
1.3 La red telefónica pública conmutada .....	8
1.3.1 Antecedentes .....	9
1.3.2 Digitalización de la PSTN.....	10
1.3.3 Topología de la red. ....	12
1.4 Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM) .....	14
1.4.1 Antecedentes .....	14
1.4.2 Arquitectura de la red GSM.....	16
1.4.3 Núcleo de red en GSM.....	19
1.4.3.1 Conmutación de circuitos en GSM .....	20
1.4.3.1.1 Subsistema de conmutación de red (NSS).....	21

1.4.3.1.1.1	Central de conmutación móvil (MSC).....	21
1.4.3.1.1.2	Registro de ubicación base (HLR) .....	23
1.4.3.1.1.3	Registro de ubicación visitante (VLR) .....	24
1.4.3.1.1.4	Registro de identificación del equipo (EIR) .....	25
1.4.3.1.1.5	Centro de autenticación (AuC).....	25
1.4.3.2	Conmutación de paquetes en GSM. ....	26
1.4.3.2.1	Núcleo de GPRS .....	26
1.4.3.2.1.1	Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN).....	27
1.4.3.2.1.2	Nodo de soporte de pasarela GPRS (GGSN).....	28
<b>2.</b>	<b>PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>29</b>
2.1	Introducción a la señalización .....	29
2.2	Tipos de sistemas de señalización.....	30
2.3	Señalización de red.....	32
2.3.1	Señalización de canal asociado.....	33
2.3.2	Señalización de canal común .....	33
2.3.2.1	Señalización relacionada a circuito .....	35
2.3.2.2	Señalización no-relacionada a circuito. ....	35
2.3.2.3	Modos de señalización de canal común.....	36
2.3.2.3.1	Señalización en modo asociado.....	36
2.3.2.3.2	Señalización en modo quasi-asociado .....	37
2.3.2.3.3	Señalización en modo no-asociado.....	38
2.4	Sistema de señalización número 7.....	39
2.4.1	Arquitectura de la red de SS7.....	40
2.4.1.1	Enlaces de señalización.....	41
2.4.1.2	Rutas de señalización .....	42
2.4.1.3	Tipos de nodos en la red SS7 .....	43
2.4.1.3.1	Punto de transferencia de señal (STP).....	43

2.4.1.3.2	Punto de conmutación de servicio (SSP).....	44
2.4.1.3.3	Punto de control de servicio (SCP).....	45
2.4.1.4	Protocolos del sistema de señalización número 7 .....	45
2.4.1.5	Parte de transferencia de mensajes (MTP) .....	47
2.4.1.5.1	MTP1 .....	47
2.4.1.5.2	MTP2.....	48
2.4.1.5.3	MTP3.....	48
2.4.1.6	Parte de usuario ISDN (ISUP) .....	49
2.4.1.7	Parte de control de conexión de señalización (SCCP) .....	51
2.4.1.8	Parte de aplicación de transacción de capacidades (TCAP). .....	52
2.5	Señalización de red en las redes de telefonía Móvil.....	52
2.5.1	Señalización de red en GSM.....	53
2.5.1.1	Interfaces de núcleo de red de GSM .....	53
2.5.1.1.1	Interfaz A .....	54
2.5.1.1.2	Interfaz B .....	54
2.5.1.1.3	Interfaz C .....	54
2.5.1.1.4	Interfaz D .....	55
2.5.1.1.5	Interfaz E .....	55
2.5.1.1.6	Interfaz F.....	55
2.5.1.1.7	Interfaz G .....	56
2.5.1.2	Parte de aplicación móvil (MAP).....	56
2.5.1.3	Parte de aplicación subsistema de estación base (BSSAP).....	58
<b>3.</b>	<b>REDES SOFTSWITCH.....</b>	<b>59</b>
3.1	Concepto de softswich.....	59
3.2	Arquitectura en capas.....	60
3.3	Arquitectura de softswitch.....	62
3.3.1	Plano de transporte:.....	62

3.3.1.1	Dominio de transporte IP:	63
3.3.1.2	Dominio de interacción	64
3.3.1.3	Dominio de accesos no IP	64
3.3.2	Plano de control y señalización de llamada	65
3.3.3	Plano de servicios y aplicaciones	65
3.3.4	Plano de gestión	66
3.3.5	Entidades funcionales	66
3.3.5.1	Función de controlador de pasarela de medios (MGC-F)	67
3.3.5.2	Función de enrutamiento de llamada y función de contabilidad (R-F/A-F)	68
3.3.5.2.1	Función de servidor <i>proxy</i> SIP (SPS-F)	68
3.3.5.3	Función de pasarela de señalización (SG-F) y función de pasarela de acceso de señalización (AGS-F)	68
3.3.5.4	Función de servidor de aplicación (AS-F)	69
3.3.5.4.1	Función de control de servicio (SC-F)	70
3.3.5.4.2	Función de pasarela de medios (MG-F)	70
3.3.5.5	Función de servidor de medios (MS-F)	71
3.4	Softswitch en las redes de telefonía móvil	72
3.4.1	Dominio de conmutación de circuitos	72
3.4.2	Dominio de conmutación de paquetes	73
3.4.3	Evolución del dominio de conmutación de circuitos	73
3.4.3.1	Arquitectura de la red softswitch en la telefonía móvil	75
3.4.3.1.1	Servidor del centro de conmutación móvil (MSC Server)	76
3.4.3.1.2	Servidor del centro de conmutación móvil pasarela (GMSC-Server)	76
3.4.3.1.3	Pasarela de medios (Media Gateway)	77
3.5	Protocolos de softswitch en las redes de telefonía móvil	78
3.5.1	H.323	78
3.5.2	Control de llamada independiente de portadora (BICC)	80

3.5.3	BICC <i>capability set 1</i> (CS1).....	80
3.5.4	BICC <i>capability set 2</i> (CS2).....	81
3.5.5	H.248/MEGACO.....	82
3.5.6	SIGTRAN.....	83
3.5.6.1	SCTP.....	84
3.5.6.2	Capas de adaptación de usuario (UA).....	85
<b>4.</b>	<b>SUBSISTEMA MULTIMEDIA IP (IMS).....</b>	<b>87</b>
4.1	Introducción al subsistema multimedia IP (IMS).....	87
4.2	Arquitectura de IMS.....	90
4.2.1	Servidor de abonado local (HSS) y función de localización de suscriptor (FLS).....	92
4.2.2	Función de control de sesión/llamada (CSCF).....	93
4.2.2.1	El CSCF <i>Proxy</i> (P-CSCF).....	94
4.2.2.2	El I-CSCF.....	95
4.2.2.3	El S-CSCF.....	96
4.2.3	Servidor de aplicaciones (AS).....	98
4.2.4	Función de recursos de medios (MRF).....	98
4.2.5	El BGCF.....	99
4.2.6	La pasarela PSTN/CS.....	100
4.3	Protocolos de IMS.....	100
4.3.1	Protocolo de inicio de sesión (SIP). .....	100
4.3.1.1	Funcionalidades del protocolo SIP.....	101
4.3.1.1.1	Descripción de la Sesión.....	102
4.3.1.1.2	Movilidad del Usuario.....	102
4.3.1.2	Entidades del protocolo SIP.....	103
4.3.1.2.1	Agente de Usuario (UA).....	103
4.3.1.2.2	Servidores de Re-direccionamiento.....	104

4.3.1.2.3 Servidores <i>Proxy</i> .....	104
4.3.1.2.4 Registrador .....	105
4.3.2 Protocolo <i>Diameter</i> .....	105
4.3.2.1 Entidades del protocolo <i>Diameter</i> .....	106
4.3.2.1.1 Cliente <i>Diameter</i> .....	106
4.3.2.1.2 Servidor <i>Diameter</i> .....	107
4.3.2.1.3 <i>Proxy</i> .....	107
4.3.3 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP) .....	107
4.3.4 Protocolo de control de RTP (RTCP) .....	108
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>109</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>111</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>117</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Red de conmutación simple .....	2
2. Red de conmutación de circuitos .....	4
3. Jerarquía genérica de una PSTN.....	14
4. Arquitectura general de una red GSM.....	17
5. Estructura de una red celular .....	18
6. Señalización de suscriptor y de red .....	31
7. Señalización en modo asociado.....	37
8. Modo de señalización quasi-asociada .....	38
9. <i>Link Set</i> entre dos puntos de señalización.....	42
10. Pila de protocolos básicos del sistema de señalización 7.....	46
11. Protocolos de señalización utilizados en GSM.....	53
12. Redes integradas verticalmente y horizontalmente.....	61
13. Entidades funcionales de la arquitectura de softswitch.....	67
14. : Arquitectura lógica del dominio de conmutación de circuitos.....	75
15. Puntos terminales en una asociación SCTP.....	84
16. Arquitectura de IMS del 3GPP.....	91





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>2G</b>	Segunda Generación
<b>3G</b>	Tercera Generación
<b>3GPP</b>	3rd Generation Partnership Project
<b>A-F</b>	Accounting Function
<b>AGS-F</b>	Access Gateway Signaling Function
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>AS</b>	Application Server
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>AuC</b>	Authentication Center
<b>BGCF</b>	Border Gateway Control Function
<b>BICC</b>	Bearer Independent Call Control
<b>BSC</b>	Base Station Controller
<b>BSS</b>	Base Station Subsystem
<b>BSSAP</b>	Base Station System Application Part
<b>BSSMAP</b>	Base Station System Management Application Part
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station
<b>CA-F</b>	Call Agent Function
<b>CAMEL</b>	Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic
<b>CAP</b>	CAMEL Application Part
<b>CAS</b>	Channel Associated Signaling

<b>CCBS</b>	Completion of Calls to Busy Subscribers
<b>CCS</b>	Common Channel Signaling
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CO</b>	Central Office
<b>CSCF</b>	Call Session Control Function
<b>DCS</b>	Digital Cellular System
<b>DNS</b>	Domain Name Server
<b>DSL</b>	Digital Subscriber Line
<b>DTAP</b>	Direct Transfer Application Part
<b>DTMF</b>	Dual Tone Multi-Frequency
<b>EDGE</b>	Enhanced Data rates for GSM Evolution
<b>EIR</b>	Equipment Identity Register
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>GERAN</b>	GSM/Edge Radio Access Network
<b>G-MSC</b>	Gateway Mobile Switching Center
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>HLR</b>	Home Location Register
<b>HSS</b>	Home Subscriber Server
<b>IAD</b>	Integrated Access Device
<b>IMEI</b>	International Mobile Equipment Identity
<b>IMS</b>	IP Multimedia Subsystem
<b>IMSI</b>	International Mobile Subscriber Identity
<b>INAP</b>	Intelligent Network Application Part
<b>ISDN</b>	Integrated Services Digital Network
<b>ISP</b>	Internet Service Provider
<b>ISUP</b>	ISDN User Part
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union

<b>ITU-T</b>	International Telecommunication Union- Telecommunication
<b>IVR</b>	Interactive Voice Response
<b>IW-F</b>	Interworking Function
<b>kbps</b>	Kilobit por Segundo
<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LDAP</b>	Lightweight Directory Access Protocol
<b>LE</b>	Local Exchange
<b>LNP</b>	Local number portability
<b>MAP</b>	Mobile Application Part
<b>Mbps</b>	Megabit por segundo
<b>MCU</b>	Multipoint Control Unit
<b>MGC-F</b>	Media Gateway Controller Function
<b>MG-F</b>	Media Gateway Function
<b>MGW</b>	Media Gateway
<b>Mhz</b>	Megahertz
<b>MMS</b>	Multimedia Messaging Service
<b>MRF</b>	Media Resource Function
<b>MS</b>	Mobile Station
<b>MSC</b>	Mobile Switching Center
<b>MS-F</b>	Media Server Function
<b>MSISDN</b>	Mobile Station Integrated Services Digital Network
<b>MTA</b>	Message Transfer Agent
<b>MTP</b>	Message Transfer Part
<b>NSS</b>	Network switching subsystem
<b>OAM</b>	Operations Administration and Maintenance
<b>OMC</b>	Operations and Maintenance Center
<b>OSI</b>	Open Systems Interconnection

<b>OSS</b>	Operations Support Systems
<b>PCM</b>	Pulse-Code Modulation
<b>PCS</b>	Personal Communication Services
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant
<b>PDH</b>	Plesiochronous Digital Hierarchy
<b>PLMN</b>	Private Land Mobile Network
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>RAN</b>	Radio Access Network
<b>RANAP</b>	Radio Access Network Application Protocol
<b>R-F</b>	Routing Function
<b>SCCP</b>	Signaling Connection Control Part
<b>SCP</b>	Service Control Point.
<b>SCTP</b>	Stream Control Transmission Protocol
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy
<b>SG-F</b>	Signaling Gateway Function
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>SIP</b>	Session Initiation Protocol
<b>SLF</b>	Subscription Locator Function
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol
<b>SONET</b>	Synchronous Optical Networking
<b>SPS-F</b>	SIP Proxy Server Function
<b>SS7</b>	Signaling System No. 7
<b>SSP</b>	Service Switching Point
<b>STP</b>	Signal Transfer Point.
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TDM</b>	Time-division multiplexing
<b>TDMA</b>	Time Division Multiplexing Access
<b>TS</b>	Time Slot

<b>TUP</b>	Telephone User Part
<b>UA</b>	User Agent
<b>UE</b>	User Equipment
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>UTRAN</b>	UMTS Terrestrial Radio Access Network
<b>VLR</b>	Visitor Location Register
<b>VoIP</b>	Voice over IP
<b>WAP</b>	Wireless Application Protocol
<b>WLAN</b>	Wireless Local Area Network
<b>WWW</b>	World Wide Web



## GLOSARIO

<b>AAA</b>	En seguridad informática, el acrónimo AAA corresponde a un tipo de protocolos que realizan tres funciones: Autenticación, Autorización y Contabilización ( <i>Authentication, Authorization and Accounting</i> en inglés).
<b>ADSL</b>	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> . Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en un par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional. Ésta tecnología se denomina asimétrica, debido a que la velocidad de descarga y de subida de datos no coinciden.
<b>Aprovisionamiento</b>	En telecomunicaciones, el aprovisionamiento es el proceso de preparación y equipamiento una red para que esta pueda proveer nuevos servicios a los usuarios.
<b>Autenticación</b>	La autenticación es el proceso por el que una entidad prueba su identidad ante otra. Normalmente la primera entidad es un cliente (usuario, ordenador, etc.) y la segunda un servidor (ordenador).



<b>Autorización</b>	Autorización se refiere a la concesión de privilegios específicos (incluyendo "ninguno") a una entidad o usuario basándose en su identidad (autenticada), los privilegios que solicita, y el estado actual del sistema.
<b>B2BUA</b>	Un B2BUA ( <i>Back-to-Back User Agent</i> ) es un elemento lógico de red SIP. Este reside en medio de ambos puntos de una llamada telefónica o sesión de comunicación y divide la sesión en dos extremos de llamada y media toda la señalización SIP entre ambos extremos de la llamada, desde el establecimiento hasta la finalización
<b>Bucle local</b>	En telecomunicaciones; el bucle local, bucle de abonado o lazo local es el cableado que se extiende entre la central telefónica (o conmutador) y las dependencias del usuario.
<b>Buffer</b>	En informática, un buffer de datos es una ubicación de la memoria en una computadora o en un instrumento digital reservada para el almacenamiento temporal de información digital, mientras que está esperando ser procesada.
<b>Cable <i>MÓDEM</i></b>	Un cable módem es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable.

<b>Canal</b>	Parte de la banda base precisa en la que se transmite una señal específica.
<b>Cifrado</b>	El cifrado es el proceso de convertir el texto plano en un galimatías ilegible, denominado texto cifrado o criptograma.
<b>Codec</b>	<i>Codec</i> es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos ( <i>stream</i> ) o una señal.
<b>Contabilización</b>	La contabilización se refiere al seguimiento del consumo de los recursos de red por los usuarios. Esta información puede usarse posteriormente para la administración, planificación, facturación, u otros propósitos.
<b>DS0</b>	<i>Digital Signal 0</i> , es la tasa básica de señal digital de 64 <i>kbps</i> , correspondiente a la capacidad de un canal de voz.
<b>DS1</b>	<i>Digital Signal 1</i> , esta formada por 24 canales de 8 bits (conocidos como <i>timeslots</i> o DS0), cada canal de 64kbps es multiplexado en un circuito portador DS1.

<b>E1</b>	Portadora E de nivel 1, transporta 32 <i>timeslots</i> pero uno se usa para sincronización de tramas y otro, normalmente, para señalización.
<b>Encriptar</b>	Encriptar es la acción de proteger información para que no pueda ser leída sin una clave.
<b>Enrutar</b>	Encaminamiento (o enrutamiento, ruteo) es la función de buscar un camino entre todos los posibles en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad.
<b>FDM</b>	La multiplexación por división de frecuencia es una forma de multiplexación de señal que involucra la asignación de rangos de frecuencias no superpuestos a diferentes señales o a cada "usuario" del medio.
<b><i>Frame relay</i></b>	Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual. Consiste en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos (" <i>frames</i> ") para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos.
<b>FTTX</b>	<i>Fiber to the X</i> . Término genérico utilizado para cualquier arquitectura de red que usa fibra óptica

para reemplazar los hilos de cobre de un trayecto destinado para telecomunicaciones.

***Full-duplex***

Capacidad de un sistema de comunicación de enviar y recibir información al mismo tiempo

***Gatekeeper***

En el protocolo H.343, un *gatekeeper* realiza las funciones de Control de Admisión de Llamada y servicios de traducción de números telefónicos a direcciones IP.

***Gateway***

En una red de comunicaciones, un gateway es un nodo equipado para interactuar con otra red que usa un protocolo diferente.

***Global Title***

EL *Global Title* (GT) es una dirección utilizada en el protocolo SCCP para enrutar mensaje de señalización en una red de telecomunicaciones. En teoría, un *global title* es una dirección única que se refiere a un destino único, sin embargo en la práctica los destinos pueden cambiar en el tiempo.

***Granularidad***

La granularidad en los datos se refiere a la finura en que los campos de datos pueden ser subdivididos.

***Handover***

Se denomina *Handover* (también *Handoff*) al sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente.

<b>Heartbeat</b>	Término utilizado para una señal que determina si un elemento se encuentra activo
<b>Hipertexto</b>	En informática, es el nombre que recibe el texto que en la pantalla de un dispositivo electrónico conduce a otro texto relacionado. La forma más habitual de hipertexto en documentos es la de hipervínculos o referencias cruzadas automáticas que van a otros documentos (lexias).
<b>Interfaz</b>	En electrónica, telecomunicaciones y hardware, una interfaz es el puerto (circuito físico) a través del que se envían o reciben señales desde un sistema o subsistemas hacia otros.
<b>Internet</b>	Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.
<b>IP</b>	Protocolo de Internet. Es un protocolo orientado a la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.
<b>JAIN</b>	<i>Java APIs for Integrated Networks</i> . Es una actividad dentro del Proceso de la Comunidad Java, para el desarrollo de APIs para la creación de servicios de telefonía (voz y datos).

<b>Jitter</b>	Variación en el retardo. Diferencia entre el tiempo en el que llega un paquete y el tiempo en que se cree que llegará.
<b>MÓDEM</b>	Un módem es un dispositivo que sirve para modular y demodular (en amplitud, frecuencia, fase u otro sistema) una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora.
<b>Multidifusión</b>	Multidifusión (inglés <i>multicast</i> ) es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen.
<b>Multiplexar</b>	En telecomunicación, la multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.
<b>Parlay</b>	Parlay es una API abierta de servicios para redes telefónica (fijas y móviles).
<b>Pasarela</b>	En una red de comunicaciones, un gateway (pasarela) es un nodo equipado para interactuar con otra red que usa un protocolo diferente.

<b>Proxy</b>	En el contexto de las redes informáticas, el término <i>proxy</i> hace referencia a un programa o dispositivo que realiza una acción en representación de otro.
<b>Push to talk</b>	El Pulsar para Hablar, en inglés Push to Talk, comúnmente abreviado como PTT o PPH, es un método para hablar en líneas half-duplex de comunicación, apretando un botón para transmitir y liberándolo para recibir.
<b>QoS</b>	QoS o Calidad de Servicio ( <i>Quality of Service</i> , en inglés) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado ( <i>throughput</i> ). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio.
<b>Query</b>	En base de datos, <i>query</i> significa consulta. Es decir, un <i>query</i> es una búsqueda o pedido de datos almacenados en una base de datos.
<b>RADIUS</b>	<i>Remote Authentication Dial-In User Server</i> . Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1813 UDP para establecer sus conexiones.
<b>Registración</b>	Proceso por medio el cual el móvil se registra (enrola) en la red.

**RFC**

Las *Request For Comments* ("Petición De Comentarios" en español) son una serie de notas sobre Internet que comenzaron a publicarse en 1969. Se abrevian como RFC. Cada una de ellas individualmente es un documento cuyo contenido es una propuesta oficial para un nuevo protocolo de la red Internet (originalmente de ARPANET), que se explica con todo detalle para que en caso de ser aceptado pueda ser implementado sin ambigüedades.

***Roaming***

La itinerancia (en inglés, y popularmente, *roaming*) es un concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra. *Roaming* es una palabra del idioma inglés que significa vagar o rondar.

***Streaming***

*Streaming* es un término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al ordenador. Se podría describir como "hacer clic y obtener". En términos más complejos podría decirse que describe una estrategia sobre demanda para la distribución de contenido multimedia a través de Internet.

***Tandem***

Una central telefónica *tandem*, también llamada central de Clase 4, es una central telefónica utilizada



para comunicaciones de larga distancia en la PSTN, interconectando varias compañías telefónicas.

***Timeslot***

Ranura de tiempo. Intervalo de tiempo continuamente repetido o un periodo de tiempo en el que dos dispositivos son capaces de interconectarse.

***Toll-free***

Un número *toll-free* o número 800 (900 fuera de Estados Unidos) es un número telefónico especial, en donde la parte llamada es cargada con los costos de la llamada por la compañía telefónica.

**Transcodificar**

Se denomina transcodificar (*transcoding*) a la conversión directa (de digital a digital) de un códec a otro, en general con pérdida de calidad.

**Transreceptor**

En redes de computadoras y telecomunicación, el término transreceptor o transceptor se aplica a un dispositivo que realiza, dentro de una misma caja o chasis, funciones tanto de transmisión como de recepción, utilizando componentes de circuito comunes para ambas funciones.

**Troncal**

En lenguaje técnico de telefonía, una línea troncal es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder

establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

### **Unidifusion**

Unidifusión (*Unicast* en inglés) es el envío de información desde un único emisor a un único receptor.



## RESUMEN

Las redes de telefonía móvil de segunda generación, como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), al igual que sus antecesoras, reutilizan muchas de las tecnologías de la red tradicional de conmutación de circuitos, siendo el elemento principal del núcleo de red de GSM, la Central de Conmutación Móvil (MSC); un conmutador de circuitos muy parecido a una Central Local de la PSTN, con las funciones adicionales relacionadas a la movilidad de los usuario.

La señalización en las redes telefónicas se utiliza para intercambiar información entre los elementos que la conforman, el sistema de señalización utilizado en las redes de telefonía como la PSTN y GSM es el sistema de señalización número 7 (SS7). Los protocolos de SS7 presentan una arquitectura en capas, lo que le ha permitido evolucionar según la aparición de nuevos servicios y nuevas tecnologías.

Con el surgimiento de servicios de voz basados en conmutación de paquetes, principalmente sobre redes IP e Internet (VoIP), los tradicionales conmutadores de circuitos han evolucionado a una nueva arquitectura llamada “*softswitch*”, en donde la función de conmutación realizada en la MSC se separa en dos elementos independientes, el Servidor de Centro de Conmutación Móvil (MCS-S), y la Pasarela de Medios (Media Gateway).

Otro avance en la evolución de las tecnologías de núcleo en las redes de telefonía móvil es el Subsistema Multimedia IP, el cual es el marco de arquitectura de red que permite la entrega de servicios multimedia IP en las redes de telefonía móviles.

## OBJETIVOS

- **General:**

Describir la arquitectura, las tecnologías y los protocolos utilizados en el núcleo de las redes de telefonía móvil, su evolución y su futuro.

- **Específicos:**

1. Describir la arquitectura del núcleo de las redes telefónicas tradicionales conmutadas por circuitos
2. Enumerar los diferentes protocolos de señalización de las redes de telefonía móvil y su importancia en el desarrollo de éstas.
3. Explicar la evolución del núcleo de las redes telefónicas móviles conmutadas por circuitos y su convergencia con las redes IP.
4. Presentar el Subsistema Multimedia IP como el marco para la convergencia de las redes de telefonía móvil y las redes IP como Internet.



## INTRODUCCIÓN

El teléfono como medio de comunicación ha sido un éxito desde su invención y su utilización ha crecido de manera significativa en las últimas décadas. Con la aparición de la telefonía móvil, podemos tener comunicación prácticamente desde cualquier lugar, y la utilización de servicios adicionales a la tradicional comunicación por voz es cada vez mas común, la digitalización y el surgimiento de nuevas tecnologías de radio acceso permiten utilizar los dispositivos para la transmisión no solo de voz, sino también de texto, imágenes, video, datos, etc.; y a velocidades que antes eran inimaginables.

Con la aparición del Internet y de las redes de datos, el hombre ha experimentado otro tipo de comunicación el cual involucra acceso a un sinfín de información, comunicaciones instantáneas por medio de texto, comunicación por medio de voz y video en tiempo real, descargas de contenidos, etc.

Este trabajo presenta una descripción de las diferentes tecnologías y protocolos utilizados en el núcleo de las redes de telefonía móvil, pretende dar una idea general de la evolución de estas tecnologías, describiendo las tradicionales redes de conmutación de circuitos, su evolución hacia las arquitecturas en capas o “*softswitch*”, y presenta una introducción del Subsistema Multimedia IP (IMS), el cual tiene como visión la convergencia de las redes móviles de Tercera Generación y el Internet.



En el primer capítulo, se describen los principios de las redes de conmutación de circuitos, como la Red Telefónica Pública Conmutada y las redes móviles de Segunda Generación como GSM.

En su segunda parte, presenta los protocolos de señalización que han permitido el surgimiento y evolución de estas tecnologías, explica la importancia de estos en la evolución de redes de telefonía móvil.

El tercer capítulo trata sobre la evolución del núcleo de las redes móviles tradicionales basadas en conmutadores de circuitos hacia una arquitectura en capas, en donde los diferentes tipos de accesos convergen en una capa de control. Esta nueva arquitectura permite integrar diferentes tipos de aplicaciones y servicios, todo sobre una red común de transporte IP.

Por último, se presenta una descripción del Subsistema Multimedia IP, el cual provee los estándares para la integración de los diferentes servicios, la tarificación, autenticación y la Calidad de Servicio (QoS), en la convergencia de redes móviles e Internet.

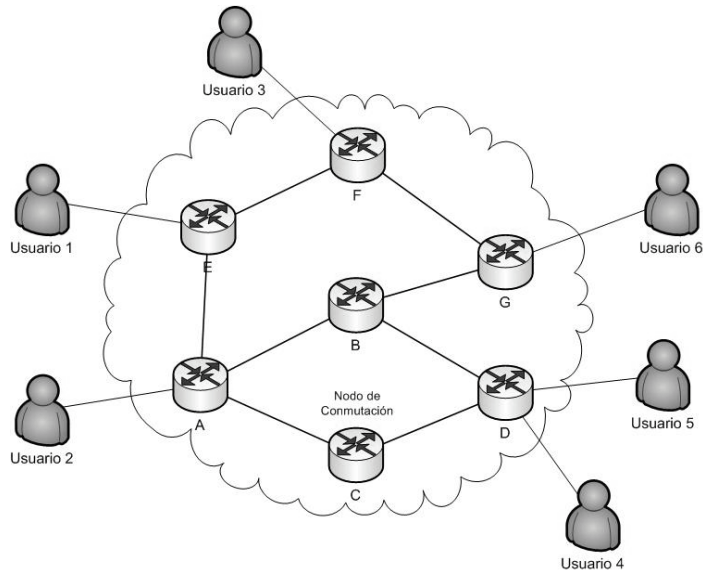
# **1. REDES DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS**

## **1.1 Redes conmutadas**

En una red conmutada, la comunicación desde un punto a otro se realiza mediante la transmisión de datos desde el origen hasta el destino a través de una red formada por elementos de conmutación intermedios. El contenido de los datos no es del interés de los puntos intermedios, sino que su único propósito es el de proporcionar el servicio de conmutación que permita el intercambio de los datos entre los nodos, hasta que estos alcancen su destino final.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de una red conmutada sencilla, en donde a los dispositivos finales de comunicación se les denomina estaciones, a los elementos intermedios cuyo objetivo es proporcionar la conmutación se les denomina nodos. Los nodos están conectados entre si mediante enlaces formando diferentes topologías. Cada estación se conecta a un nodo, llamándose a todo el conjunto red de comunicaciones conmutada.

**Figura 1.** Red de conmutación simple



En las redes de comunicaciones conmutadas, los datos que entran a la red procedentes de una estación, se encaminan hacia el destino mediante su conmutación de nodo en nodo. Generalmente existe más de un camino posible entre dos estaciones, lo cual permite poder elegir el más adecuado según sea la situación.

Entre los nodos de conmutación, existen los que únicamente se conectan con otros nodos y su única función es realizar la conmutación de los datos dentro de la red. También hay otros nodos que además de estar conectados a otros nodos, tienen conectadas una o más estaciones, por lo que además de sus funciones de conmutación, estos nodos aceptan datos desde y hacia las estaciones conectadas a ellos.

En las redes conmutadas se emplean dos tipos de tecnologías diferentes: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.

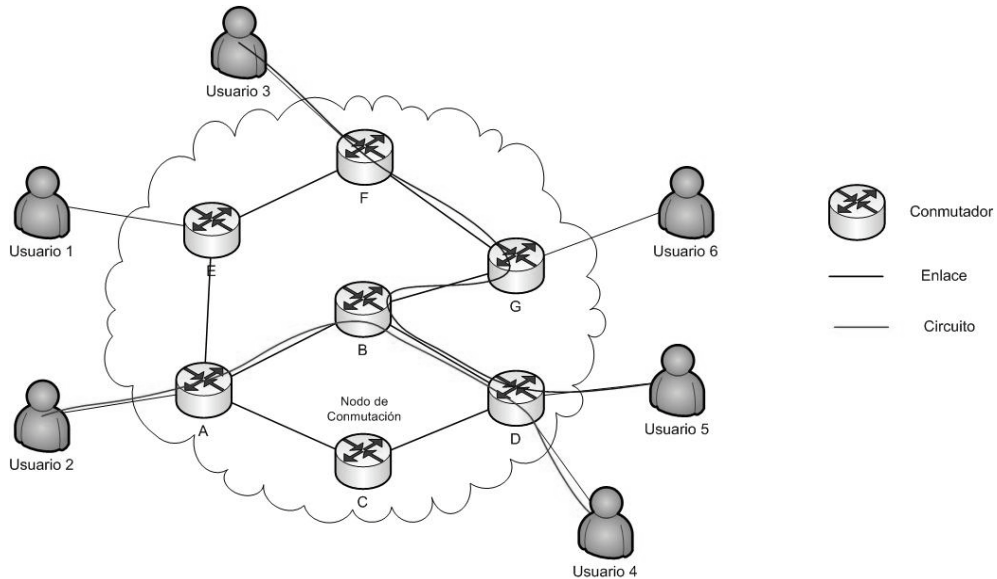
## **1.2 Conmutación de circuitos**

En la conmutación de circuitos, se debe establecer una conexión entre dos estaciones antes que estas se puedan comunicar, para ello debe existir una secuencia de enlaces conectados entre los nodos de la red. Durante el establecimiento de la conexión, se asignan recursos entre el origen y el destino. Generalmente, los recursos son intervalos de frecuencia en un esquema de multiplexación por división de espacio (FDM), o intervalos de tiempo en un sistema de multiplexación por división de tiempo (TDM).

El conjunto de recursos asignados para una conexión es llamado circuito. Una ruta es la secuencia de enlaces localizados entre los nodos conmutadores. La ruta que toman los datos desde su origen hasta su destino es determinada por los circuitos por los cuales estos transitan, y esta no cambia durante el tiempo de vida de la conexión. El circuito es desconectado cuando la conexión es cerrada.

En la figura 2 se muestra una red de conmutación de circuitos con dos circuitos establecidos en ella.

**Figura 2.** Red de conmutación de circuitos



### 1.2.1 Ventajas y desventajas de la conmutación de circuitos

En la conmutación de circuitos, los recursos se mantienen asignados durante toda la duración de la comunicación. Luego de que un circuito es establecido y hasta que el circuito es terminado los recursos se mantienen reservados, incluso si ningún dato transita por el circuito. Por lo tanto existe un desperdicio de capacidad del enlace cuando el circuito no transporta toda la cantidad de tráfico que este permite.

Esto es importante, ya que las frecuencias (en FDM) o los intervalos de tiempo (en TDM) están disponibles en cantidades limitadas para cada enlace, y el establecimiento de un circuito consume uno de estos recursos en cada enlace que conforma el circuito.

Como resultado, el establecimiento de circuitos para comunicaciones que portan menos tráfico que lo que la asignación permite puede llevar a un consumo de los recursos y congestión de la red, previniendo que otras conexiones sean establecidas. Si el circuito no puede establecerse entre origen y el destino debido a una falta de recursos, la conexión es bloqueada.

Otra característica de la conmutación de circuitos es el tiempo que implica el establecimiento de una nueva conexión. En toda red de comunicaciones, sea conmutada por circuitos o no, los nodos necesitan verificar dentro de sus tablas internas la información necesaria para determinar el enlace de salida por el cual deben enviar los datos entrantes, a esta acción de determinar el enlace de salida y transferir los datos entrantes se llama encaminamiento. La construcción de estas tablas es lo que se llama enrutamiento.

En la conmutación de circuitos, el enrutamiento debe realizarse para cada comunicación al momento de establecerse el circuito. Durante el establecimiento del circuito, se determinan los nodos conmutadores y enlaces que conformarán la ruta de comunicación y se transfieren mensajes por todos los enlaces entre el origen y el destino con el fin de poder hacer la asignación de recursos y construir las tablas de enrutamiento. En la conmutación de circuitos estas tablas de enrutamiento ya están previamente establecidas, lo que hace el encaminamiento de los datos en cada nodo sea casi inmediato. Por lo tanto, la conmutación de circuitos resulta adecuada para conexiones de duración larga, en donde el tiempo inicial de establecimiento del circuito es balanceado por el reducido tiempo de encaminamiento.

El identificador del circuito, el cual suele ser un rango de frecuencias en FDM o la posición de un intervalo de tiempo en una trama TDM, es cambiado en cada nodo durante el encaminamiento de los datos, por ende los nodos no necesitan tener el completo conocimiento de todos los circuitos establecidos en la red, en su lugar, solo necesitan conocer localmente los identificadores disponibles en un enlace. La utilización de identificadores locales en lugar de identificadores globales para los circuitos también permite a las redes poder manejar una gran cantidad de los mismos.

Por otro lado, las redes de conmutación de circuitos no reaccionan cuando ocurre un cambio en la topología. Por ejemplo, si un enlace falla, todos los circuitos que utilicen este enlace fallan y la comunicación es interrumpida.

Existen mecanismos especiales para manejar estos cambios de la topología, por ejemplo establecer un circuito de respaldo al mismo tiempo, o después de que es establecido el circuito principal para la comunicación; con esto los datos se puedan desviar hacia el circuito de protección al momento que ocurra una falla en algún enlace del circuito principal.

### **1.2.2 El conmutador central**

Es la parte central de todo sistema de conmutación de circuitos, generalmente es digital, su función es proporcionar una ruta transparente entre cualquiera de dos dispositivos conectados.

El camino es transparente en el sentido de que parece como si existiese una conexión directa entre los dispositivos. Generalmente la conexión debe permitir transmisión *full-duplex*. Los elementos que conforman el conmutador central son interfaz de red y unidad de control.

La interfaz de red incluye todas las funciones y el hardware necesarios para conectar las estaciones a la red al conmutador central. La unidad de control realiza tres tareas generales. En primer lugar establece conexiones, lo cual se realiza generalmente bajo demanda (es decir, ante la solicitud de un dispositivo conectado a la red). Para establecer la conexión, la unidad de control debe gestionar y confirmar la petición, determinar si la estación de destino está libre y construir una ruta a través del conmutador.

En segundo lugar, la unidad de control debe mantener la conexión. Dado que el conmutador digital utiliza una aproximación por división en el tiempo, esta segunda tarea puede precisar un control continuo de los elementos de conmutación. No obstante, los *bits* de la comunicación se transfieren de forma transparente (desde el punto de vista de los dispositivos del nodo). Por último, la unidad de control debe liberar la conexión, bien en respuesta a una solicitud generada por una de las partes o por razones propias.

Una característica importante de un dispositivo de conmutación de circuitos es si es bloqueante o no bloqueante. El bloqueo ocurre cuando la red no puede conectar a dos estaciones debido a que todos los posibles caminos entre ellas están siendo ya utilizados.



Una red bloqueante es aquella en la que es posible el bloqueo. Por su parte, una red no bloqueante se caracteriza porque permite que todas las estaciones se conecten simultáneamente (por parejas) y garantiza el servicio a todas las solicitudes de conexión posibles siempre que el destino esté libre. La configuración bloqueante resulta generalmente aceptable cuando una red sólo admite tráfico de voz, ya que se espera que la mayor parte de las llamadas telefónicas sean de corta duración y que, por tanto, sólo una fracción de los teléfonos estén ocupados todo el tiempo. Sin embargo, estas suposiciones pueden no ser válidas cuando se trata de dispositivos de procesamiento de datos. Por ejemplo, para una aplicación de entrada de datos, un terminal puede estar continuamente conectado a un computador durante horas. Por tanto, para aplicaciones de datos se necesita una configuración no bloqueante o “casi no bloqueante” (es decir, con una probabilidad de bloqueo muy baja).

### **1.3 La red telefónica pública conmutada**

La red telefónica pública conmutada (PSTN) es la red global formada por todas las redes telefónicas públicas conmutadas por circuitos. Originalmente era un sistema de teléfonos fijos analógicos, sin embargo en la actualidad es casi enteramente digital, e incluye teléfonos móviles como fijos. La única parte de la red que sigue utilizando tecnologías analógicas es el extremo del abonado final, conocido como “última milla” o “planta externa”, y en los últimos años se ha incrementado el despliegue de servicios digitales para el usuario final, como DSL, ISDN, FTTX y sistemas de cable *MÓDEM*.

La PSTN es bien conocida por proveer comunicaciones confiables a sus suscriptores. La frase “Confiability de 5 nueves”, que representa la disponibilidad de la red del 99.999% para los equipos de la PSTN, se ha vuelto un estándar dentro la industria de las telecomunicaciones.

### **1.3.1 Antecedentes**

Los primeros teléfonos no tenían ninguna red, eran para uso privado, conectados cada uno por pares. Los usuarios que querían hablar con diferentes personas tenían tantos teléfonos como fuera necesario.

Pronto, sin embargo se tomó ventaja del principio de la central telefónica, ya utilizado por las redes de telégrafos. Cada teléfono fue conectado a una central telefónica local, y las centrales fueron conectadas entre si por medio de líneas llamadas “troncales”. Las redes fueron conectadas entre sí de una manera jerárquica a lo largo de ciudades, países, continentes, etc. Este fue el inicio de la PSTN, sin embargo el término no se acuñó por muchas décadas.

Las primeras centrales telefónicas eran operadas manualmente por operadoras telefónicas quienes utilizaban tableros de conmutación o “switchboard” para establecer los circuitos que permitían las llamadas telefónicas. Luego surgieron las centrales electromecánicas las cuales permitían realizar el proceso de conmutación de una forma automatizada sin intervención humana.

Estas luego fueron sustituidas por centrales telefónicas completamente digitales las cuales utilizaban control por programa almacenado. Hoy en día, la PSTN es una red de computadores y otros equipos electrónicos que convierten la voz en datos digitales y proveen una multitud de sofisticadas funciones en el teléfono como servicios de datos, identificador de llamadas, conferencias tripartitas, mensajes de texto, etc.

La automatización introdujo el marcado por pulsos entre el teléfono y la central telefónica, y luego entre centrales, seguido por métodos de señalización más sofisticados que incluían tonos de multi-frecuencia, hasta la red del sistema de señalización número 7 que conecta las redes actuales. El sistema de señalización número 7 se tratará en el capítulo siguiente.

### **1.3.2 Digitalización de la PSTN**

Como se mencionó anteriormente, a pesar que las redes PSTN fueron creadas utilizando conexiones de voz analógicas a través de conmutadores operados manualmente, estas fueron reemplazadas por centrales telefónicas automatizadas y luego se utilizaron tecnologías de conmutación digital. Las centrales telefónicas hoy en día están conectadas mediante circuitos digitales entre ellas, y aún utilizan circuitos analógicos con sistemas de dos hilos para conectar a la mayoría de teléfonos.

El circuito digital básico utilizado en la PSTN es un canal de 64 *kbps*, originalmente diseñado por los Laboratorios Bell, llamado Señal Digital 0 o *Digital Signal 0* (DS0). Al realizar una llamada telefónica, el sonido es digitalizado a una tasa de 8 kHz, utilizando Modulación por Codificación de Pulsos (PCM) de 8 *bits*.

El DS0 es la granularidad básica a la cual la conmutación se lleva a cabo en las centrales telefónicas. Los DS0 también son conocidos como “*timeslots*” debido a que estos se multiplexan juntos utilizando Multiplexación por División de Tiempo (TDM).

Múltiples DS0 son multiplexados juntos en circuitos de mayor capacidad llevando señales DS1, en Norte América y Japón se utilizan líneas llamadas T1s las cuales transportan 24 DS0s, en la mayoría de países restantes se utilizan líneas llamadas E1s las cuales llevan 32 DS0s (30 para llamadas mas 2 para señalización y ajuste).

Los *timeslots* son transportados desde el multiplexor inicial hasta la central por medio de un conjunto de equipos colectivamente conocidos como la red de acceso. La red de acceso y el transporte entre centrales telefónicas de la PSTN utiliza tecnologías digitales de transmisión óptica síncrona (SONET o SDH), sin embargo en algunas partes aún se utilizan tecnologías PDH.

### 1.3.3 Topología de la red.

La topología de una red describe los diferentes nodos de la red y cómo éstos se interconectan. Las políticas de los organismos reguladores juegan un papel importante en exactamente como las topologías de las redes de voz son definidas en cada país, sin embargo generalmente existen similitudes. Mientras las topologías en mercados competitivos representan una interconexión entre las redes de cada operador de servicios, en los mercados monopolistas son generalmente interconexiones entre las centrales del mismo operador.

Dependiendo de la región geográfica en que se encuentran las centrales telefónicas de la PSTN, generalmente son llamadas con diferentes nombres. Los tres tipos principales de nodos son:

- Central Local: Provee acceso a la red a los abonados. Está localizada en un extremo de la jerarquía de red.
- Central *Tandem*: La central *tandem* o concentradora, tiene la función de conectar entre si las Centrales Locales, provee un punto de suma de tráfico entre estas. En algunos casos, la central *tandem* provee el acceso de las centrales locales al siguiente nivel jerárquico de la red.

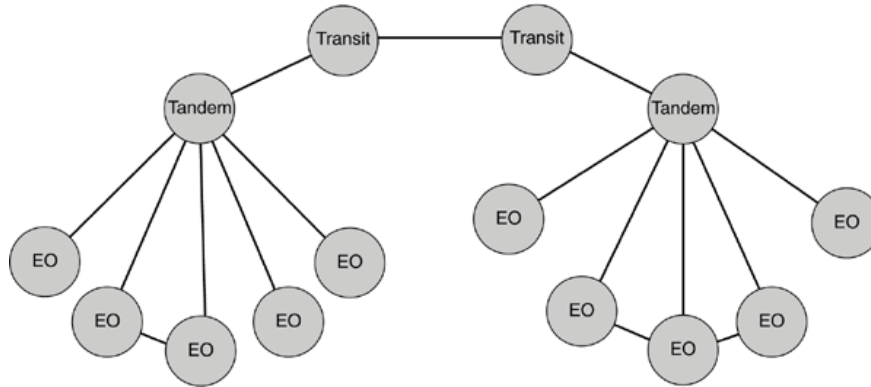
- Central de Tránsito: Provee una interfaz a otro nivel jerárquico de la red. Los conmutadores de tránsito generalmente son utilizados para añadir tráfico que es llevado a través de largas distancias geográficas.

Existen dos métodos principales de conectar nodos de conmutación. El primer enfoque es una topología de malla, en donde todos los nodos están interconectados. Este esquema no se adapta bien cuando se deben de conectar un gran número de nodos debido a que es necesario conectar cada nuevo nodo con todos los nodos existentes. Sin embargo, esta topología tiene sus ventajas, simplifica el enrutamiento del tráfico entre los nodos y evita el congestionamiento, ya que las comunicaciones involucran únicamente los nodos que están en comunicación directa.

El segundo enfoque es una topología jerárquica en donde los nodos se van agregando conforme se atraviesa desde punto de acceso del suscriptor hasta los niveles superiores de la jerarquía. Las redes PSTN utilizan una combinación de estos dos métodos, lo cual es impulsado en gran medida por los costos y los patrones de tráfico ente las centrales.

La figura 3 muestra una jerarquía genérica de la PSTN, en donde las Centrales Locales son conectadas localmente y por medio de nodos *tandem*. Los conmutadores de tránsito proveen el siguiente punto de agregación de tráfico para conectar múltiples nodos también entre diferentes redes. Si bien las topologías de red reales varían una con otra, estas generalmente son variaciones de este patrón básico.

**Figura 3.** Jerarquía genérica de una PSTN



Fuente: Lee Lee Dryburgh, Jeff Hewett **Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services**

## **1.4 Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM)**

El Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), pertenece a las tecnologías de telefonía móvil de segunda generación (2G), por su velocidad de transmisión así como por la característica que, a diferencia de sus predecesores, tanto los canales de voz y señalización son digitales. Esto significa que la comunicación de datos es fácilmente adaptable en el sistema.

### **1.4.1 Antecedentes**

GSM fue desarrollado en Europa y estandarizado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI).

La primera fase de las especificaciones de GSM se publicó en 1990. GSM utiliza TDMA como método de acceso y originalmente utilizó el rango de frecuencias de 900 Mhz., la primera red comercial GSM fue lanzada en 1991 por Radiolinja en Finlandia con el apoyo técnico de Ericsson en el mantenimiento de la infraestructura de la red.

El mismo año, apareció un derivado de GSM, conocido como *Digital Cellular System 1800* (DCS 1800), el cual era una traducción de GSM en el rango de 1800 Mhz. En los Estados Unidos de América se adaptó DCS 1800 al rango de 1900 Mhz y se llamó Personal Communication System 1900 (PCS 1900). Estas redes también pasaron a formar parte del estándar GSM.

La red GSM ha evolucionado a partir de su versión original y sus estándares se publican en forma de documentos llamados *Releases* indicando el año de publicación. Las nuevas versiones del estándar son compatibles con las versiones anteriores y con los teléfonos móviles GSM originales. Por ejemplo, en el *Release 1997* del estándar se añade la capacidad de conmutación de paquetes llamada *General Packet Radio Service* (GPRS). El *Release 1999* introduce velocidades de transmisión mas altas utilizando la tecnología llamada *Enhanced Data Rates for GSM Evolution* (EDGE).

Actualmente, el estándar de GSM está a cargo del organismo llamado *3rd Generation Partnership Project* (3GPP), entidad responsable de la estandarización del sistema de telefonía móvil de tercera generación (3G), el cual esta basado en la evolución de las especificaciones de GSM.



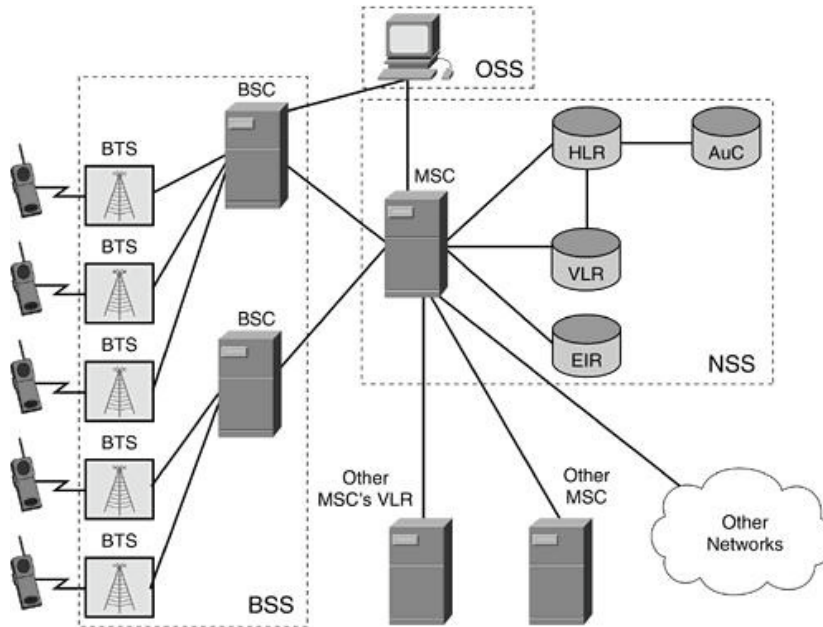
### **1.4.2 Arquitectura de la red GSM**

La arquitectura del sistema GSM tradicional se puede dividir en tres grandes áreas funcionales: El Subsistema de Estación Base (BSS), el Subsistema de Conmutación de Red (NSS), y el Subsistema de Operación y Soporte (OSS). Cada uno de los subsistemas esta compuesto por diferentes entidades funcionales que se comunican a través de interfaces utilizando protocolos específicos.

El Subsistema de Estación Base (BSS) es el encargado de realizar todas las funciones relacionadas con el acceso por radio, está conformado por la Estación Base Transreceptora (BTS) y el Controlador de Estación Base (BSC). El NSS es el “cerebro” de toda la red GSM y esta formado por la Central de Conmutación Móvil (MSC) y cuatro nodos de red inteligente llamados Registro de Ubicación Base (HLR), Registro de Ubicación Visitante (VLR), Registro de Identificación del Equipo (EIR) y el Centro de Autenticación (AuC). El OSS consiste en los centros de Operación y Mantenimiento (OMC) que son utilizados para realizar tareas de operación, administración y mantenimiento (OAM) de una forma remota y centralizada. El OSS provee el medio para que un proveedor de servicios pueda controlar y administrar la red. El OSS usualmente es de carácter propietario y no tiene interfaces estándares.

La figura 4 muestra la arquitectura general de GSM para ilustrar el alcance y las diferentes entidades que componen los tres subsistemas

**Figura 4.** Arquitectura general de una red GSM



Fuente: Lee Lee Dryburgh, Jeff Hewett **Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services**

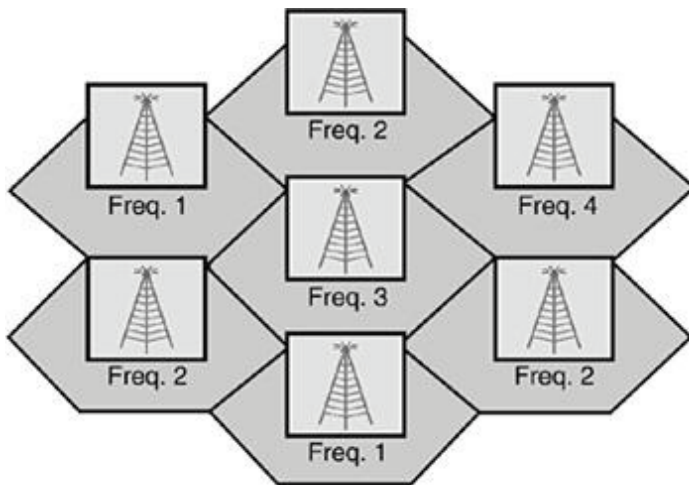
GSM utiliza una estructura celular. Cada célula o celda tiene una forma hexagonal para que las celdas se puedan encajar una junto a otra. A cada celda se le asigna un rango de frecuencias dado. El tamaño de la celda es relativamente pequeño por lo que las limitadas frecuencias pueden ser reutilizadas en otras celdas.

Cada celda contiene una estación base, y mucha de la planificación consiste en asegurarse que las estaciones base de diferentes celdas no se interfieran entre sí. Una desventaja de celdas pequeñas es que el número de estaciones base requeridas incrementa los costos de infraestructura.

La principal diferencia entre el sistema GSM 900 y GSM 1800/1900 esta en la interfaz de radio. Además de utilizar otra banda de frecuencias, ambas utilizan una estructura micro celular.

Como se muestra en la figura 5, esto permite la reutilización de frecuencias a distancias cortas, por lo que permite el incremento en la densidad de suscriptores. La desventaja es una alta atenuación de la interfaz de aire debido a la utilización de frecuencias altas.

**Figura 5.** Estructura de una red celular



Fuente: Lee Lee Dryburgh, Jeff Hewett **Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services**

Un punto interesante es que el tamaño de la celda varía, debido a que cada celda únicamente puede servir a un número finito de suscriptores (típicamente 600 a 800). Esto significa que las celdas se vuelven más pequeñas para áreas con alta densidad de población.

Si un móvil se mueve de una celda a otra durante una llamada activa, se sobre entiende que la llamada debe ser manejada por una nueva celda, esto se debería de realizar en una forma totalmente transparente para el suscriptor. Este proceso es conocido como *handover*. La Central de Conmutación Móvil (MSC) monitorea la intensidad de la señal proveniente del teléfono celular (conocido como MS). Cuando la potencia de la señal cae por debajo de cierto nivel, esto le indica que el usuario podría haber entrado a otra celda o está en el borde de la celda actual. La MSC también verifica si hay alguna otra celda recibiendo una señal más fuerte. Si es así, la llamada es transferida a esa otra celda.

La ubicación aproximada de una estación móvil (MS), incluso si esta inactivo, tiene que ser seguida para permitir que las llamadas entrantes sean entregadas.

### **1.4.3 Núcleo de red en GSM**

El núcleo de red de GSM ha tenido cambios desde las primeras fases del estándar, en sus fases iniciales el núcleo de GSM consistía en una red exclusivamente conmutada por circuitos y utilizada únicamente para comunicaciones de voz y envío de mensajes cortos (SMS). Luego se agregó la capacidad de transmitir datos por medio de conmutación de paquetes, permitiendo a GSM proveer de diferentes servicios y aplicaciones, por ejemplo: *Wireles Applicaton Protocol (WAP)*, acceso a redes corporativas, o acceso al Internet, todo esto desde el teléfono móvil.

La red GSM soporta entonces dos tipos de tráfico: conmutados por circuitos y conmutados por paquetes; debido a esto se ha dividido el núcleo de red en dos dominios diferentes: el Dominio de Conmutación de Circuitos y el Dominio de Conmutación de Paquetes, un dominio es el nivel más alto de un grupo de entidades físicas dentro de la red. Según el estándar, una red GSM se puede implementar en uno o ambos dominios.

#### **1.4.3.1 Conmutación de circuitos en GSM**

La conmutación de circuitos en la red GSM es realizada por el Subsistema de Conmutación de Red (NSS), el NSS realiza la conmutación utilizando las mismas tecnologías de conmutación de circuitos de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN), pero con funciones adicionales debidas al hecho que los teléfonos no se encuentran fijos en una misma ubicación. Cada una de estas funciones maneja diferentes aspectos de la administración de la movilidad. Al igual que en PSTN la red se puede dividir en dos diferentes planos: el plano de señalización y el plano del usuario.

El plano de señalización incluye todos los protocolos utilizados para establecer una ruta de circuitos entre las terminales. Adicionalmente, la invocación de servicios también ocurre en el plano de señalización. El plano de usuario incluye los datos transmitidos sobre las rutas de circuitos entre terminales, así como la voz codificada que se intercambia entre los usuarios.

A partir del *Release 4* del 3GPP el núcleo de red de GSM de conmutación de circuitos sufrió otro cambio importante, con la introducción de una nueva arquitectura llamada *softswitch*, la cual permite que las tecnologías de tercera generación (3G) puedan tener un núcleo de red común con GSM, de este tema se tratará en el tercer capítulo.

#### **1.4.3.1.1 Subsistema de conmutación de red (NSS)**

El Subsistema de Conmutación de Red (NSS) es también conocido como Núcleo de Red De Conmutación de Circuitos, es el responsable de llevar a cabo las funciones relacionadas con el procesamiento de las llamadas con el suscriptor. Esta conformado por la Central de Conmutación Móvil (MSC) y cuatro nodos de red inteligente conocidos como Registro de Ubicación Base (HLR), Registro de Ubicación Visitante (VLR), Registro de Identificación del Equipo (EIR) y el Centro de Autenticación (AuC).

##### **1.4.3.1.1.1 Central de conmutación móvil (MSC)**

La Central de Conmutación Móvil (MSC) es el nodo más importante en la red GSM, constituye la interfaz entre el sistema de radio y las redes fijas. La MSC realiza todas las funciones necesarias para manejar los servicios de conmutación de circuitos desde y hacia las estaciones móviles.

La MSC actúa de manera similar a una central telefónica tradicional de PSTN, la cual realiza todas las funciones de conmutación y señalización para las estaciones móviles (MS) localizadas en un área designada como el área de dicha MSC.

La principal diferencia entre una MSC y una central telefónica fija es que la MSC tiene que tomar en cuenta el impacto de la asignación de los recursos de radio y la naturaleza móvil de los suscriptores, y además es la encargada de manejar los procedimientos de registración, y actualización de la ubicación de las estaciones móviles, así como los procedimientos requeridos para el *handover* entre distintas MSC.

Se puede llamar a la MSC de diferentes formas, dependiendo del rol que este llevando en la red. Todos esos términos se pueden referir a la misma MSC, pero realizando diferentes funciones en diferentes momentos.

El *gateway* MSC (G-MSC) es el MSC que determina en cuál MSC está ubicado el suscriptor a quien se dirige la llamada, es decir la MSC visitada, esto lo hace interrogando al HLR. También interconecta la red con la PSTN. Todas las llamadas entre móvil a móvil y PSTN a móvil son enrutadas por medio de la G-MSC. El término es válido únicamente para el contexto de una llamada debido a que cualquier MSC puede asumir las funciones de G-MSC y MSC Visitada, sin embargo, algunos fabricantes diseñan MSC dedicadas de alta capacidad las cuales no tienen conexión con el Subsistema de Estación Base. Estas MSC son las G-MGS para todas las llamadas que maneje.

El MSC Visitada (V-MSC) es la MSC en donde un usuario esta localizado en un momento dado. El VLR asociado con esa MSC tiene los datos de dicho suscriptor. El *anchor* MSC es el MSC en donde se inicia un *handover* y el *relay* MSC es hacia donde se lleva a cabo el *handover*.

#### **1.4.3.1.1.2 Registro de ubicación base (HLR)**

El HLR es una base de datos central que contiene información de cada suscriptor autorizado para utilizar el núcleo de la red de GSM. Cada red GSM tiene al menos un HLR.

El HLR contiene todos los datos administrativos relacionados con cada suscriptor que esta registrado en la red GSM, junto con su ubicación actual. La ubicación de cada estación móvil que pertenece al HLR esta almacenada con el fin de poder encaminar las llamadas hacia el suscriptor móvil que es atendido por dicho HLR.

La información respecto a la ubicación es simplemente la dirección del VLR en el que actualmente está registrado al abonado, también almacena información adicional, la cual incluye la información de servicios suplementarios, información sobre la suscripción a servicios básicos, y restricción a servicios (como permisos de *roaming*). El HLR no tiene control directo sobre las MSC.



Cada suscriptor móvil se identifica en el HLR mediante una pareja de números identificadores, los cuales son el IMSI y el MSISDN. Aunque pueden existir varios HLR lógicos y físicos en la red, cada pareja de IMSI/MSISDN únicamente puede estar asociado con un HLR lógico.

#### **1.4.3.1.1.3 Registro de ubicación visitante (VLR)**

Al igual que el HLR, el VLR contiene datos de los suscriptores. Sin embargo, este únicamente contiene un subconjunto de datos (información administrativa seleccionada) necesarios para el control de llamadas y aprovisionamiento de los servicios del suscriptor para cada móvil que esta localizado en el área controlada por el VLR. Los datos en el VLR únicamente son almacenados mientras un suscriptor se encuentra ubicado en el área atendida por el VLR en particular.

Un VLR es responsable por una o más áreas de una MSC. Cuando un suscriptor deambula en el área de una MSC nueva, se lleva a cabo un proceso de actualización de ubicación, el HLR solicita que sea removida la información del suscriptor guardada en el VLR, y actualizada en el nuevo VLR.

No obstante, que el VLR puede ser implementado como una unidad independiente, generalmente los fabricantes de equipos de conmutación implementan el VLR con la MSC, por lo que el área geográfica controlada por una MSC corresponde a la controlada por el VLR.

La proximidad de la información del VLR con la MSC acelera el acceso a la información que requiere la MSC durante una llamada.

#### **1.4.3.1.1.4 Registro de identificación del equipo (EIR)**

El EIR es una base de datos que contiene el listado de todos los equipos válidos para ser utilizados en la red. Cada MS está identificado por su IMEI. Un IMEI es marcado como inválido si este ha sido reportado como robado o no es de un tipo aprobado.

El EIR contiene un listado de MS robados. Debido a que la identidad del abonado puede ser cambiada simplemente insertando un nuevo SIM, el robo de terminales GSM es atractivo. El EIR permite bloquear que las llamadas puedan ser establecidas desde MS robados. Esto es posible debido a que cada MS tiene su propio número IMEI.

#### **1.4.3.1.1.5 Centro de autenticación (AuC)**

El AuC es una base de datos protegida que guarda una copia de la clave secreta que está guardada en la tarjeta SIM del suscriptor y es utilizada para la autenticación y cifrado del canal de radio.

### **1.4.3.2 Conmutación de paquetes en GSM.**

La conmutación de paquetes en GSM se realiza por medio del sistema llamado Servicio General de Paquetes Vía Radio o *General Packet Radio Service* (GPRS), el cual permite a las redes de segunda (2G) y tercera generación (3G) proveer servicios de datos orientados a paquetes.

GPRS se agregó al estándar de GSM en el *Release 97*. Las redes GSM con soporte de GPRS usualmente son conocidas como 2.5G por ser un paso previo a las redes de tercera generación (3G). GSM combinado con GPRS provee velocidades moderadas de transmisión de datos entre 56 a 116 *kbps*, mediante la utilización de canales de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) que se encuentren libres.

#### **1.4.3.2.1 Núcleo de GPRS**

El núcleo de red de GPRS es común tanto para redes GSM (2G) como para redes UMTS (3G). Está formado por el Nodo de Soporte de Servicio GPRS (SGSN) y el Nodo de Soporte de Pasarela GPRS (GGSN).

#### 1.4.3.2.1.1 Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)

El SGSN es responsable de entregar los paquetes de datos desde y hacia las estaciones móviles, dentro de un área geográfica específica. Esta tarea incluye el enrutamiento y transferencia de paquetes, administración de la movilidad, administración de los enlaces lógicos, autenticación y funciones de tarificación. El registro de ubicación del SGSN guarda información acerca de la ubicación de la estación móvil (celda actual, VLR), así como los perfiles de todos los usuarios de GPRS registrados en el SGSN.

Las funciones específicas del SGSN para las redes GSM, son:

- Velocidad de datos máxima por suscriptor de 60 kbps aproximadamente (150 kbps para EDGE).
- Conexión por medio *frame relay* o IP hacia la Unidad de Control de Paquetes (PCU) utilizando los protocolos Gb.
- Aceptación de los datos de subida para formar los paquetes IP.
- Encriptar los datos de bajada, y desencriptar los datos de subida.
- Manejar la movilidad a nivel de celda, para las estaciones móviles conectadas.

#### **1.4.3.2.1.2 Nodo de soporte de pasarela GPRS (GGSN)**

El GGSN es el componente principal de la red de GPRS. El GGSN es el responsable de la interacción entre la red GPRS y las redes externas de conmutación de paquetes, como el Internet o redes X.25.

Desde el punto de vista de una red externa, el GGSN actúa como un enrutador de una subred, debido a que el GGSN “oculta” la infraestructura GPRS de la red externa. Cuando el GGSN recibe datos direccionados a un usuario en específico, este verifica si el usuario está activo. De ser así, el GGSN traslada los datos hacia el SGSN que sirve al usuario móvil, de lo contrario, si el usuario está inactivo, los datos son descartados. Por otro lado, los paquetes originados en un móvil son enrutados a la red correspondiente por el GGSN.

El GGSN convierte los paquetes de GPRS provenientes del SGSN en formato apropiado del protocolo de paquetes de datos (PDP). (p. ej. IP o X.25) y los envía a la red de paquetes de datos correspondiente. En la dirección inversa, las direcciones de PDP de los paquetes entrantes son convertidas a direcciones de GSM del usuario destino. Los paquetes redireccionados son transmitidos al SGSN responsable. Es por esto, que el GGSN guarda en su registro de ubicación la dirección actual del SGSN y el perfil del usuario.

El GGSN es responsable de la asignación de la dirección IP y del enrutador por defecto para los terminales móviles conectados. El GGSN también realiza funciones de autenticación y tarificación.

## **2. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN**

### **2.1 Introducción a la señalización**

La ITU-T define la señalización como “el intercambio de información (de otra forma que no sea mediante la palabra) relacionada específicamente con el establecimiento, la liberación y otras formas de control de las comunicaciones, y con la gestión de la red, en la explotación automática de telecomunicaciones.”

En una red de telecomunicaciones, los elementos que conforman la red deben de intercambiar información entre ellos (por medio de señales), para poder coordinarse entre sí y poder brindar servicios de telecomunicaciones, como por ejemplo el establecimiento y liberación de circuitos para permitir una llamada telefónica. Este intercambio de información es la señalización, y al conjunto de elementos que permiten el intercambio de esta, se le conoce como red de señalización.

La función principal de la señalización sigue siendo la supervisión de circuitos, es decir, el establecimiento y liberación de circuitos entre centrales telefónicas.

En sus orígenes, el único servicio prestado era el servicio básico telefónico, en donde una vez que un circuito es establecido, ninguna otra señalización es realizada además de liberar la llamada. Sin embargo, en las redes modernas de telefonía puede ocurrir señalización mientras la llamada esta en progreso, especialmente para servicios suplementarios, como por ejemplo, introducir otro abonado a la llamada, o señalar el anuncio de otra llamada entrante (llamada en espera) a alguna de las partes. De hecho, desde la década de 1980, la señalización se lleva incluso cuando no hay llamadas en curso, esta es llamada señalización no relacionada a circuito, y es utilizada para transferir datos entre los nodos de la red, la señalización no relacionada a circuito es ampliamente utilizada en las redes de telefonía móvil para la comunicación con las bases de datos que forman parte de la red.

## **2.2 Tipos de sistemas de señalización**

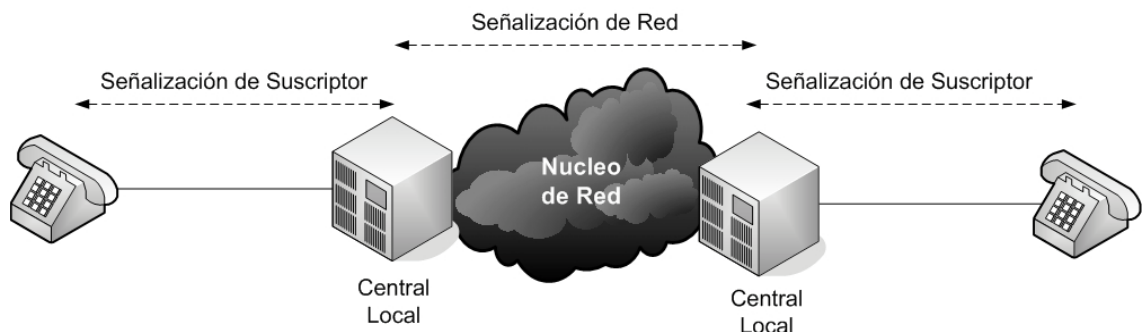
Para comprender de mejor manera donde se lleva a cabo la señalización, debemos revisar el proceso de la llamada telefónica; por ejemplo, si un suscriptor desea establecer una llamada, la llamada debe ser señalizada hacia el conmutador local del suscriptor. La señal inicial en este proceso es la condición de “descolgado” que el suscriptor causa al levantar el auricular. La acción de levantar el teléfono envía una señal a la red que indica que el suscriptor desea hacer uso del servicio de telefonía.

El conmutador local debe de responder la solicitud del servicio enviando de regreso un tono de marcado, el cual informa al suscriptor de que puede proceder con el marcado del número a quien se desea llamar.

El suscriptor tiene cierta cantidad de tiempo para responder al tono de marcado utilizando el teclado para indicar (mediante señales) los dígitos que conforman el número receptor. La red señala que esta recibiendo los dígitos marcados mediante el silencio (en oposición al tono de marcado). En este punto, la señalización es conocida como señalización de suscriptor y se lleva a cabo entre el suscriptor y el conmutador local. También es conocida como señalización de acceso

Cuando el número completo del receptor es recibido, o suficientes dígitos son completados para permitir proceder con el proceso de enrutamiento, el conmutador local del número origen inicia la señalización con los otros nodos que forman parte del núcleo de red. La señalización que se lleva a cabo entre los nodos del núcleo de red es conocida como señalización de red. También es conocida como señalización *inter-switch*, o señalización de *troncales*. En este trabajo solo se tratará la señalización de red, ya que esta es la que ocurre en el núcleo de la red telefónica. En la figura 6 se muestra diferencia entre la señalización de suscriptor y la señalización de red entre dos abonados.

**Figura 6.** Señalización de suscriptor y de red





## 2.3 Señalización de red

La señalización de red, se lleva a cabo entre los nodos del núcleo de red. Generalmente entre el conmutador local, a través del núcleo de red, hasta el conmutador local del destino. Es decir, entre los conmutadores del origen y el destino.

Los sistemas de señalización utilizados en el bucle local (es decir entre el suscriptor y el conmutador) difieren de la utilizada en el núcleo de red. El suscriptor debe únicamente generar un número limitado de señales: “colgado” y “descolgado”, los dígitos del número destino, y posiblemente algunos comandos para servicios complementarios. En comparación, un núcleo moderno de red debe realizar señalización bastante compleja, como la utilizada para soportar servicios manejados por bases de datos como la Portabilidad Numérica Local (LNP), validación de crédito, y *roaming* celular. Por lo tanto, la señalización de suscriptor es sencilla comparada con los sistemas de señalización de red modernos.

La señalización de red en sus inicios fue implementada utilizando técnicas y sistemas de Señalización por Canal Asociado (CAS). Sin embargo en las últimas décadas, esta ha sido remplazada por sistemas de Señalización de Canal Común (CCS). El sistema de señalización número 7 es casi el sistema de señalización tipo CSS exclusivamente utilizado.

### **2.3.1 Señalización de canal asociado**

La característica principal de la Señalización de Canal Asociado (CAS) es la relación determinística que existe entre las señales para el control de la llamada y la señal portadora (circuito de voz) que esta controla. Es decir, una capacidad de señalización fija dedicada es establecida para todas y cada una de las troncales en una forma fija y predeterminada.

En la señalización CAS, la señalización y el tráfico de voz viajan por la misma ruta a través de la red. La Señalización de Canal Asociado (CAS) es usualmente utilizada para señalización internacional, aunque actualmente los sistemas de Canal Asociado han sido reemplazados en su mayoría por sistemas de Canal Común (CSS) en las interfaces internacionales. En la señalización CAS, la información puede ser transmitida en la misma banda (señalización en banda) que el tráfico de usuario, así como fuera de ella (señalización fuera de banda).

### **2.3.2 Señalización de canal común**

En un sistema de señalización de Canal Común, la capacidad de señalización es proveída por un grupo de recursos comunes, donde dicha capacidad se utiliza según sea necesaria. Los canales de señalización pueden usualmente llevar información de señalización para cientos de circuitos de tráfico.

Generalmente, en un sistema TDM con portadoras E1/T1, la señalización es ubicada en su propio *timeslot* (TS). Los *timeslots* restantes son utilizados para tráfico de usuarios, excepto el TS 0 el cual se utiliza para sincronización, lo que da como resultado una separación lógica, no física de la señalización y el tráfico de usuario. En los sistemas de E1s usualmente se utiliza el TS 16 para señalización; e incluso algunos equipos de núcleo de red ignoran el TS 16, esperando que este sea utilizado para tráfico de señalización debido a que históricamente este *timeslot* ha sido utilizado por la señalización CAS digital.

Los sistemas CCS son basados en paquetes, la información es transmitida por medio de mensajes, los cuales son un bloque de información que esta dividida en campos que definen ciertos parámetros y luego en sub-campos. Las especificaciones de los sistemas de señalización (Recomendaciones y Estándares) definen la estructura del mensaje, incluyendo sus campos y parámetros.

Debido a que los sistemas de señalización CSS son basados en paquetes y no existe una atadura rígida entre la señalización y los circuitos que esta controla, esta puede operar en dos maneras distintas: Relacionada a Circuito, y No Relacionada a Circuito.

### **2.3.2.1 Señalización relacionada a circuito**

La señalización relacionada a Circuito se refiere a la función original de la señalización, la cual es establecer, supervisar, y liberar troncales. En otras palabras, esta es utilizada para iniciar, administrar, y liberar llamadas de servicios de telefonía básica. A diferencia que los sistemas CAS, la capacidad de señalización no es pre-asignada para cada circuito de tráfico. En su lugar, esta es asignada según sea requerido. Cada mensaje de señalización es relacionado a un circuito de tráfico. Debido a que no existe una relación dedicada entre el circuito y la señalización, es necesario de identificar el circuito de tráfico al cual se refiere un mensaje de señalización en particular. Esto se logra incluyendo un campo para referirse al circuito en cada mensaje de señalización.

### **2.3.2.2 Señalización no-relacionada a circuito.**

Debido al surgimiento de servicios suplementarios y la necesidad de comunicación de bases de datos en las redes de telecomunicaciones, por ejemplo en las redes celulares y redes inteligentes, la señalización no se limita exclusivamente a establecer, administrar y liberar circuitos de tráfico.

La señalización No-Relacionada a Circuito permite transmitir información relacionada con consultas y respuestas de bases de datos de telecomunicaciones, esta provee un medio de transferir datos libremente dentro de dos entidades de la red sin la restricción de que la señalización se limite al control de circuitos de tráfico.

### **2.3.2.3 Modos de señalización de canal común**

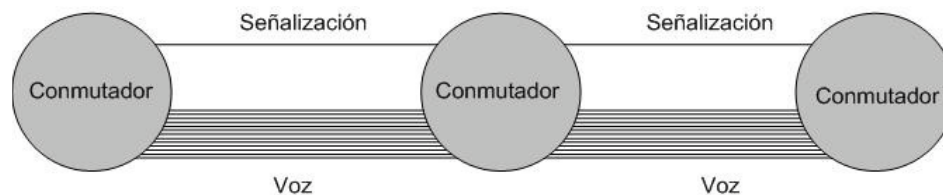
El modo de señalización se refiere a la relación entre el tráfico y la ruta de señalización. Debido a que la señalización CSS no emplea una relación fija y determinística entre los circuitos de tráfico y la señalización, existe una gran cantidad de posibilidades para la relación entre ambas partes. Estas diferentes posibilidades para la relación entre el tráfico y la ruta de señalización son conocidas como modos de señalización.

#### **2.3.2.3.1 Señalización en modo asociado.**

En el modo asociado, tanto la señalización como el tráfico de usuario toman la misma ruta a través de la red. Las redes que emplean únicamente señalización en modo asociado son mas fácil de diseñar y mantener; sin embargo, estas son menos económicas excepto para redes pequeñas. El modo asociado requiere que cada conmutador en la red tenga enlaces de señalación con cada uno de los conmutadores con los que esta interconectado.

Usualmente un mínimo de dos enlaces de señalización son utilizados por propósitos de redundancia, incluso si el tráfico de usuario entre dos conmutadores interconectados no justifique dicho aprovisionamiento. La figura 7 ilustra el concepto de la señalización en modo asociado.

**Figura 7.** Señalización en modo asociado



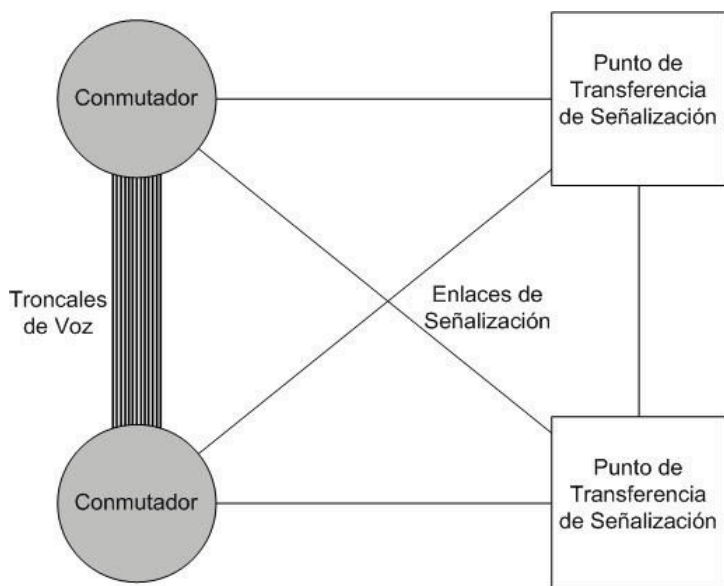
### 2.3.2.3.2 Señalización en modo quasi-asociado

En la señalización quasi-asociada, la señalización sigue diferentes rutas que el tráfico conmutado al cual esta se refiere, requiriendo que la señalización atraviese al menos un nodo intermedio. Las redes quasi-asociadas tienden a hacer un mejor uso de los enlaces de señalización, sin embargo, también tienden a crear redes mas complejas en donde las fallas tienen el potencial de convertirse en catastróficas.

La señalización quasi-asociada puede ser la opción mas económica de señalización para rutas poco cargadas debido a que esta evita la necesidad de enlaces directos. La señalización es enrutada a través de uno o más nodos intermedios.

En el modo de señalización quasi-asociada, los paquetes de señalización llegan en secuencia debido a que la ruta es fija para una llamada en específico (o transacción de base de datos) y es establecida al inicio de la misma, la figura 8 muestra el modo de señalización quasi-asociada.

**Figura 8.** Modo de señalización quasi-asociada



### 2.3.2.3.3 Señalización en modo no-asociado

En el modo de señalización no-asociado, la ruta que siguen los mensajes de señalización no es fija para una llamada o una transacción en particular. Los paquetes pueden llegar a su destino en diferente secuencia debido a que atraviesan diferentes rutas.

Los modos de señalización asociada y quasi-asociada aseguran una entrega secuencial de los mensajes, mientras que la señalización no-asociada no lo hace. El modo quasi-asociado es un caso limitado del modo no-asociado, en donde una ruta relativa es predefinida.

## **2.4 Sistema de señalización número 7**

El sistema de señalización número 7 (SS7) es prácticamente el único sistema de canal común (CSS) utilizado en las redes telefónicas actuales, este provee tanto de servicios relacionados a circuitos como no relacionados a circuitos.

SS7 es el protocolo utilizado en el establecimiento de la mayoría de llamadas telefónicas del mundo, dentro de la red telefónica pública conmutada y en las redes de telefonía móvil. Existe un único estándar internacional para los protocolos SS7 el cual se encuentra definido en la serie de recomendaciones Q.700 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, específicamente por el Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones (ITU-T). Sin embargo, existen muchas variantes nacionales para los protocolos SS7. La mayoría de variantes nacionales están basadas en dos variantes nacionales ampliamente desarrolladas y estandarizadas por ANSI y ETSI, las cuales a su vez están basadas en los protocolos internacionales definidos por la ITU-T.



### 2.4.1 Arquitectura de la red de SS7

SS7 puede emplear diferentes tipos de estructuras de redes de señalización. La elección entre estas diferentes estructuras puede estar influenciada por factores como aspectos administrativos y la estructura de la red de telecomunicaciones a la cual sirve el sistema de señalización.

Los nodos que conforman la red del sistema de señalización número 7 son llamados Puntos de Señalización o *Signalling Points* (SP). Un punto de señalización tiene la capacidad de realizar discriminación de mensajes (leer la dirección y determinar si el mensaje está dirigido a ese nodo) y encaminar el mensaje SS7 a otro punto de señalización. Cada punto de señalización es identificado por un número entero llamado Código Punto o *Point Code* (PC). Las redes internacionales utilizan PC de 14 *bits*. Las redes nacionales también utilizan PC de 14 *bits*, a excepción de Norte América y China, que utiliza PC de 24 *bits*, y Japón que utiliza PC de 16 *bits*.

El Código Punto nacional es único solo dentro de la red nacional de un operador en particular. Los Códigos Puntos internacionales son únicos solo dentro la red internacional. Diferentes operadores dentro de un país también puede tener el mismo Código Punto y también compartir el mismo Código Punto Internacional. Por lo tanto se debe de proveer información adicional de enrutamiento para que el Código Punto pueda ser interpretado correctamente, es decir, como una red internacional, como su propia red nacional, o una red nacional de otro operador.

### 2.4.1.1 Enlaces de señalización

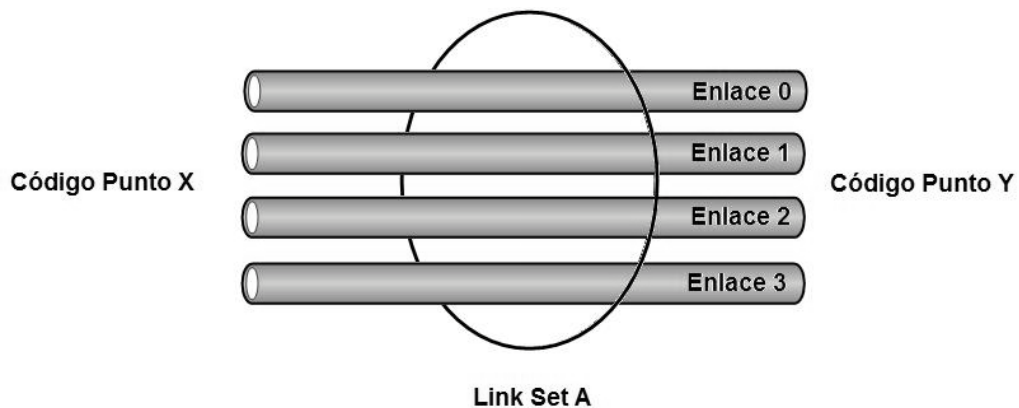
Los puntos de señalización son conectados entre cada uno por medio de enlaces de señalización o *Signalling Links* (SL) sobre los cuales se lleva a cabo la señalización. El ancho de banda de los enlaces de señalización es normalmente 64 *kilobits* por segundo (*kpbs*), lo que corresponde a un *timeslot* en un sistema TDM. Sin embargo, en años recientes, se han introducido enlaces de alta velocidad que utilizan un portador E1 completo (2 *Mpbs*) para señalización. Los enlaces generalmente son diseñados para transportar únicamente 25 a 40 por ciento de su capacidad para que en el caso de falla, un enlace pueda llevar la carga de dos enlaces.

Para proveer de mayor ancho de banda y/o por redundancia, se pueden utilizar hasta 16 enlaces entre dos puntos de señalización. Los enlaces entre dos SP son agrupados lógicamente por razones administrativas y para compartir carga. A un grupo lógico de enlaces de señalización entre dos SP se le llama set de enlaces o *linkset*.

A un grupo de enlaces dentro de un *linkset* que tiene las mismas características se le llama grupo de enlaces o *link group*. Normalmente los enlaces en un *linkset* tienen las mismas características, por lo que el término *link group* puede ser sinónimo de *linkset*.

En la figura 9 se muestran cuatro enlaces de señalización entre el código punto X y el código punto Y, agrupados en el *link set A*.

**Figura 9.** *Link Set* entre dos puntos de señalización.



#### 2.4.1.2 Rutas de señalización

Las rutas en el sistema de señalización Número. 7 son aprovisionadas estáticamente en cada SP. No existen mecanismos de descubrimiento de rutas. Una ruta es definida como un camino previamente aprovisionado entre el origen y el destino para una relación en particular. A todas las rutas previamente aprovisionadas para un punto de señalización destino en particular, son llamadas *set de rutas* o *routeset*.

### **2.4.1.3 Tipos de nodos en la red SS7**

Existen tres diferentes tipos de nodos de la red SS7 según la función que desempeñan. Los tipos de puntos de señalización son:

- Punto de Transferencia de Señalización o *Signal Transfer Point* (STP).
- Punto de Conmutación de Servicios o *Service Switching Point* (SSP).
- Punto de Control de Servicios o *Service Control Point* (SCP).

#### **2.4.1.3.1 Punto de transferencia de señal (STP)**

Un punto de transferencia de señal (STP) es responsable de transferir mensajes de SS7 entre los puntos de señalización, estos actúan de una manera similar a un enrutador en una red IP.

Generalmente, el STP únicamente recibe los mensajes en un enlace de señalización y los transfiere a otro. El único mensaje que no es simplemente transferido es el que está relacionado con la administración de la red y la traducción del *global title*. El STP encamina cada mensaje entrante hacia un enlace de señalización de salida basado en la información de enrutamiento contenida en el mensaje SS7. Específicamente, esta información se encuentra en la etiqueta de enrutamiento MTP3.

Un STP puede existir de dos formas: STP autónomo o STP integrado (SP con STP). Los STP autónomos generalmente se encuentran “emparejados” para el propósito de redundancia. Bajo operaciones normales, la pareja de STP comparte la carga. Si uno de los STP falla u ocurre un aislamiento causado por una falla en un enlace de señalización, el otro STP toma la carga completa mientras el problema en su otro par es corregido.

Los STP integrados combinan la funcionalidad de un SSP y un STP. Estos son tanto la fuente como el destino de tráfico de usuario MTP. Estos también pueden transferir mensajes entrantes a otros nodos.

#### **2.4.1.3.2 Punto de conmutación de servicio (SSP)**

Un punto de conmutación de servicio (SSP) es un conmutador de voz que incorpora funcionalidades de SS7. Este procesa tráfico en la banda de la voz (voz, fax, *MÓDEM*, etc.) y también lleva a cabo señalización número 7. Todos los conmutadores con funcionalidad SS7 son considerados SSP independiente que sean conmutadores locales (central local) o conmutadores *tandem*.

#### **2.4.1.3.3 Punto de control de servicio (SCP)**

Un punto de control de servicio (SCP) actúa como una interfase entre una base de datos de telecomunicaciones y la red SS7. Las compañías telefónicas y otros proveedores de servicios de telecomunicaciones emplean bases de datos que pueden ser consultadas para proveer datos relacionados con la provisión de servicios. Típicamente, la solicitud (comúnmente llamada consulta o *query*) origina en un SSP. Un ejemplo popular es la llamada a números gratuitos (conocido como *toll-free*). El SCP provee del número de enrutamiento (traduce el número *toll-free* a un número enrutable) al SSP para permitir que la llamada sea completada.

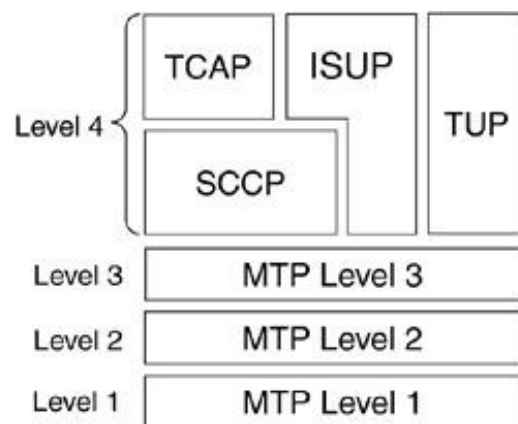
Los SCP forman los medios para proveer la funcionalidad de núcleo de las redes celulares, la cual es la movilidad del suscriptor. Ciertas bases de datos móviles (llamadas registros) son utilizadas para mantener la huella de la localización del suscriptor, así las llamadas entrantes puedan ser entregadas.

#### **2.4.1.4 Protocolos del sistema de señalización número 7**

El sistema de señalización número 7 está formado por un conjunto de protocolos (o pila de protocolos), el cual ha evolucionado según han ido apareciendo nuevos tipos de servicios adicionales a los clásicos servicios de voz, como por ejemplo servicios específicos de redes celulares, o servicios de red inteligente.

Este conjunto de protocolos también ha tenido cambios debido al surgimiento de nuevos tipos de transporte, diferentes al tradicional sistema TDM, como por ejemplo IP o enlaces ATM. En la figura se muestra la pila de protocolos tradicionales utilizados en el sistema de señalización número. 7.

**Figura 10.** Pila de protocolos básicos del sistema de señalización 7.



El conjunto de protocolos de SS7 puede ser separado en cuatro niveles funcionales:

- Nivel 1 es el Nivel Funcional de Enlace de Datos de Señalización.
- Nivel 2 es el Nivel Funcional de Enlace de Señalización.
- Nivel 3 es el Nivel Funcional de Red de Señalización.
- Y el Nivel 4 son los usuarios de MTP y consiste en los protocolos SCCP, ISUP, TUP o cualquier otro usuario de MTP.

A pesar que el conjunto de protocolos del sistema de señalización número 7 utiliza una estructura en capas o niveles, este no puede ser comparado en una relación uno a uno con el modelo de referencia OSI. Los protocolos MTP proveen de funcionalidades de capa 1, 2 y parcialmente de capa 3 del modelo OSI, mientras que las funcionalidades de capa 3 que MTP no provee son realizadas por SCCP u otros protocolos usuarios de MTP.

#### **2.4.1.5 Parte de transferencia de mensajes (MTP)**

Los protocolos MTP se dividen en 3 diferentes niveles, llamados MTP1, MTP2 y MTP3 respectivamente, estos realizan las funciones necesarias para transportar la información de un Punto de Señalización a otro. Los protocolos MTP transfieren el mensaje de señalización, en la secuencia correcta, sin ningún tipo de pérdida o duplicación de la información. Provee una transferencia y entrega confiable de los mensajes de señalización. El MTP fue diseñado originalmente para transferir señalización relacionada a circuito debido que en sus orígenes no existía ningún protocolo no-relacionado a circuito.

##### **2.4.1.5.1 MTP1**

Este provee el nivel funcional de Enlace de Datos de Señalización para enlaces de banda angosta (64 *kbps*). Para enlaces de banda ancha, la funcionalidad de enlaces de datos se describe en las recomendaciones de la ITU-T Q.2110 o Q.2111.



MTP1 representa la capa física de SS7, es decir la capa que es responsable de la conexión de los Puntos de Señalización en la red de transmisión por la cual estos se comunican. Principalmente, este involucra la conversión de mensajes en señales eléctricas y el mantenimiento de los enlaces físicos por los cuales esos se transmiten. MPT1 normalmente utiliza *timeslots* de portadoras-E o portadoras-T.

#### **2.4.1.5.2 MTP2**

Los enlaces de señalización son proveídos por una combinación de MTP1 y MTP2. MTP2 asegura una transferencia confiable de los mensajes de señalización. Este encapsula los mensajes de señalización en paquetes SS7 de longitud variable. Los paquetes SS7 son llamados Unidades de Señalización (SU). MTP2 provee la delimitación de los SU, alineación de los SU, monitoreo de errores en el enlace de señalización, corrección de errores por medio de retransmisión y control de flujo. El protocolo MTP2 es específico para enlaces de señalización de banda angosta (56 ó 64 *kbps*).

#### **2.4.1.5.3 MTP3**

MTP Nivel 3 provee el nivel funcional de Señalización de Red para enlaces de señalización de banda angosta, con únicamente ligeras modificaciones descritas en las Recomendación ITU-T Q.2210 para enlaces de señalización de banda ancha.

MTP3 provee funcionalidades de enrutamiento para el transporte de mensajes de señalización a través de la red SS7. El enrutamiento del mensaje es realizado de acuerdo con la dirección del Código Punto.

MTP3 también es responsable de la administración de la red; cuando cambia la disponibilidad de los enlaces de datos MTP2, MTP3 establece enlaces alternativos según se requiera y se propague la información relacionada con la disponibilidad de las rutas a través de la red.

#### **2.4.1.6 Parte de usuario ISDN (ISUP)**

El protocolo ISUP es responsable de establecer y liberar los circuitos entre centrales telefónicas, necesarios para realizar una llamada telefónica. Como su nombre lo indica, ISUP fue creado para proveer señalización de núcleo de red compatible con la señalización de acceso de ISDN.

La combinación de la señalización de red de acceso de ISDN y la señalización de núcleo de red de ISUP provee un mecanismo de transporte de principio a fin para la señalización entre suscriptores. Hoy en día, el uso de ISUP en la red ha superado por mucho la utilización de ISDN en el lado de acceso. ISUP provee señalización, tanto para tráfico de ISDN como no relacionado a ISDN; de hecho, la mayoría del tráfico de señalización ISUP se origina de la señalización de acceso analógica, como la utilizada en los servicios de telefonía básica.

Los principales beneficios de ISUP son su velocidad, su aumentado ancho de banda de señalización, y la estandarización en el intercambio de mensajes. Proporcionando tiempos de establecimiento de llamada más rápidos que la Señalización de Canal Asociado (CAS).

ISUP hace un uso más efectivo de los recursos en las troncales. La diferencia en el tiempo de espera post-marcado utilizando troncales ISUP es bastante notable para el suscriptor que realiza una llamada que debe atravesar varias centrales telefónicas.

Adicionalmente a la eficiencia en cuanto a velocidad, ISUP permite que mayor información relacionada con la llamada sea intercambiada debido a que utiliza Señalización de Canal Común (CCS). La señalización CAS limita bastante la cantidad de información que puede ser intercambiada en las troncales debido a que se comparte una pequeña cantidad de espacio con el tráfico de voz. ISUP define muchos mensajes y parámetros, por lo tanto, permite que sea transferida información acerca de la llamada dentro de la red y hacia los usuarios finales.

A pesar de que los mensajes y parámetros pueden variar dentro de diferentes países, cierta variante provee una manera estándar de intercambiar información dentro de equipos de diferentes fabricantes dentro una red nacional, y en gran medida, a nivel internacional.

#### **2.4.1.7 Parte de control de conexión de señalización (SCCP)**

El protocolo SCCP provee funciones adicionales de enrutamiento, control de flujo, segmentación, orientación a conexión y corrección de errores en el sistema de señalización número 7.

SCCP fue desarrollado después de MTP, y junto con MTP3, provee funcionalidades de capa de red del modelo de referencia OSI. Debido a que SCCP es un protocolo compatible con la Capa 3 del modelo OSI, en teoría puede ser transmitido por cualquier red compatible con el modelo de referencia OSI.

Debido a que MTP fue originalmente diseñado para transferir mensajes de control de llamada provenientes de TUP, este fue por lo tanto, diseñado para transferir únicamente señalización relacionada a circuito.

En combinación con MTP, el SCCP puede transmitir mensajes que no son relacionados a circuitos. Estos mensajes son utilizados para soportar servicios adicionales como por ejemplo, servicios de llamadas sin costo o *toll-free*, portabilidad numérica local (LNP) y finalización de llamadas para suscriptores ocupados (CCBS) en redes inteligentes así como movilidad, *roaming*, y servicios de mensajes cortos (SMS) en las redes móviles.

#### **2.4.1.8 Parte de aplicación de transacción de capacidades (TCAP).**

TCAP define los mensajes y protocolos utilizados para la comunicación entre aplicaciones (llamadas subsistemas) en los nodos de la red. Tiene como propósito principal el de facilitar diálogos múltiples y concurrentes entre el mismo subsistema en diferentes nodos, utilizando identificadores de transacciones para diferenciar a estos, haciendo una analogía con el protocolo TCP/IP, podríamos decir que realizan una función similar a los puertos del protocolo TCP en facilitar la multiplexación de conexiones entre las misma direcciones IP en el Internet. Los protocolos usuarios de TCAP son el protocolo INAP para redes inteligentes y el protocolo MAP para redes de telefonía móvil.

### **2.5 Señalización de red en las redes de telefonía Móvil.**

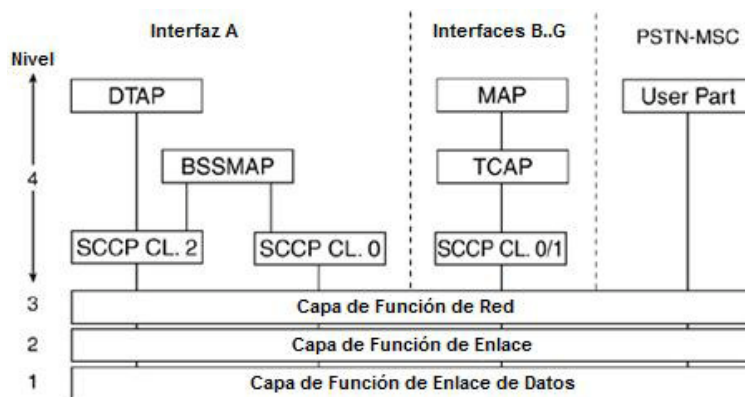
En las redes de telefonía móvil, también ocurre señalización en el núcleo de la red, como es de esperarse, los sistemas de señalización de las redes móviles son una evolución del sistema de señalización número 7 utilizado en las redes tradicionales como la PSNT.

La señalización es utilizada por ejemplo, para permitir la movilidad del suscriptor, la registración del suscriptor, el establecimiento de la llamada, etc.

## 2.5.1 Señalización de red en GSM

Las diferentes entidades funcionales que forman el núcleo de red de GSM están conectadas entre si por medio de enlaces de señalización. La conexión entre las diferentes entidades es conocida como “punto de referencia” o “interfaz”. En la figura se muestran los diferentes protocolos que se manejan en cada interfaz de GSM.

**Figura 11.** Protocolos de señalización utilizados en GSM.



### 2.5.1.1 Interfaces de núcleo de red de GSM

Dependiendo de la interfaz así son los protocolos de señalización que se utilizan entre cada nodo de la red GSM, a continuación se describen las principales interfaces utilizadas.

### **2.5.1.1.1 Interfaz A**

La interfaz A existe entre el Subsistema de Estación Base, mas específicamente entre el BSC y la MSC. Esta administra la asignación de los recursos de radio indicados hacia el móvil, y la administración de la movilidad. Esta interfaz utiliza los protocolos BSSAP (BSSMAP y DTAP).

### **2.5.1.1.2 Interfaz B**

La interfaz B maneja la señalización entre la MSC y el VLR. Esta utiliza los protocolos MAP/B. La mayoría de las MSC están asociadas con el VLR, haciendo la interfaz B “interna”. Cada vez que la MSC necesita acceder los datos relacionados con el móvil que esta localizado en su área, este interroga el VLR y utilizando el protocolo MAP/B sobre la interfaz B.

### **2.5.1.1.3 Interfaz C**

La interfaz C se encuentra el HLR y la GMSC. Cada llamada que se origina afuera de la red GSM (como por ejemplo en la PSTN) debe de pasar a través de la GMSC para obtener la información de enrutamiento requerida para completar la llamada, para esto se utiliza el protocolo MAP/C sobre la interfaz C. La MSC también puede opcionalmente trasladar la información de cobro hacia el HLR luego de que la llamada es liberada.

#### **2.5.1.1.4 Interfaz D**

La interfaz D esta entre el HLR y el VLR, esta utiliza el protocolos MAP/D para intercambiar datos relacionados con la localización de la Estación Móvil, y algunos datos adicionales del suscriptor.

#### **2.5.1.1.5 Interfaz E**

La interfaz E conecta diferentes MSC. La interfaz E intercambia información que esta relacionada con las MSC origen y MSC destino durante un *handover* entre diferente MSC utilizando el protocolo MAP/E.

#### **2.5.1.1.6 Interfaz F**

La interfaz F conecta la MSC con el EIR y utiliza el protocolo MAP/F para verificar el status del IMEI que obtiene la MSC de la Estación Móvil.



### **2.5.1.1.7 Interfaz G**

La interfaz G interconecta dos VLR de diferentes MSC, y utiliza el protocolo MAP/G para transferir información del suscriptor, por ejemplo, durante el procedimiento de actualización de la ubicación.

### **2.5.1.2 Parte de aplicación móvil (MAP)**

El protocolo MAP es una extensión de los protocolos SS7 que fue agregada para soportar redes celulares. Este define la operación entre la MSC, el HLR, VLR e EIR, y entre las redes fijas. Este existe en dos variantes no compatibles: GSM-MAP y ANSI41-MAP. Mientras GSM-MAP únicamente soporta GSM, ANSI-41 soporta AMPS, NAMPS, D-AMPS/TDMA, CDMA (CDMA One y CDMA 2000), y GSM. GSM-MAP es la versión internacional, mientras ANSI-41 es la versión norteamericana.

El protocolo MAP es utilizado para definir las operaciones entre los componentes de la red (como MSC, BTS, BSC, HLR, VLR, EIR, MS y SGSN/GGSN en GPRS). Esta involucra la transferencia de información entre sus componentes utilizando señalización no relacionada a circuito. La señalización MAP permite la actualización de la localización, *handovers*, funcionalidades de *roaming*, autenticación, enrutamiento de llamadas entrantes, y SMS. MAP especifica una serie de servicios y los flujos de información entre los componentes de GSM para implementar estos servicios.

MAP puede ser considerado como una extensión de la serie de protocolos SS7 creado específicamente para redes GSM y ANSI-41. MAP utiliza los servicios del protocolo TCAP sobre las capas de los protocolos SCCP y MTP.

TCAP se encarga de la correlación entre las operaciones individuales, y sus subcapas de transacciones manejan las transacciones desde el origen hasta el fin. La capa del componente TCAP correlaciona los comandos y respuestas dentro del dialogo MAP.

El protocolo MAP se diferencia de otros protocolos de señalización encontrados comúnmente en el sistema de señalización número. 7 por ser basado en texto en lugar de ser un protocolo orientado a *bit*. Los protocolos basados en texto se basan en mensajes definidos junto con sus respectivos parámetros. Estos protocolos son fáciles de decodificar, ya que no requieren decodificación basada en la posición de *bits*, haciéndolos más fácil de entender y solucionar problemas debidos

Los protocolos MAP son llamados de acuerdo con la interfaz en donde se lleva a cabo el protocolo. Por ejemplo, la señalización MAP entre la G-MCS y el HLR es llamada MAP/F, por encontrarse en la interfaz F.

### **2.5.1.3 Parte de aplicación subsistema de estación base (BSSAP)**

El protocolo BSSAP es utilizado en la interfaz A, para transferir mensajes entre la MSC y el Subsistema de Estación Base (BSS). BSSAP utiliza los servicios de los protocolos de capa inferior SCCP y MTP para proveer funciones necesarias para la Administración de la Movilidad (MM), Administración de Conexiones (CM) y Administración de Recursos de Radio (RR). BSSAP puede separarse en la Parte de Administración de Aplicación del Subsistema de Estación Base (BSSMAP) y la Parte de Transferencia Directa de Aplicación (DTAP).

DTAP es utilizado para transferir mensajes de MM y CM entre el MSC y la Estación Móvil, la información de aplicación de estos mensajes no son interpretados por el Subsistema de Estación Base. La descripción de los protocolos de Capa 3 para el intercambio de información entre MSC y Estación Móvil están contenidos en la Serie 04 de las especificaciones de GSM.

BSSMAP soporta otros procedimientos entre el MSC y el Subsistema de Estación Base relacionadas con la Estación Móvil, como por ejemplo administración de recursos, control de *handover*, relacionados con una celda, o relacionados con todo el Subsistema de Estación Base. La descripción de los protocolos de capa 3 para el intercambio de información BSSMAP esta contenida en la especificación GSM 08.08.

## **3. REDES SOFTSWITCH**

### **3.1 Concepto de softswich**

Las redes tradicionales de conmutación de circuitos como la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN), así como las tradicionales redes de telefonía móvil de segunda generación como GSM, requieren de tres funcionalidades básicas: enrutamiento, transmisión y tarificación.

Para la PSTN, la mayoría de la inteligencia de llevar a cabo estas funciones reside en los conmutadores localizados en las Oficinas Centrales (CO) que están estratégicamente ubicados alrededor del país, y del mundo. De igual manera para GSM estas funciones son llevadas a cabo por el Centro de Conmutación Móvil (MSC), con la adición de las funcionalidades relacionadas al manejo de la movilidad de los suscriptores.

Estos nodos conmutadores de circuitos contienen dos elementos claves: la "fabrica de conmutación" la cual realiza la conexión física y la "lógica de conmutación" la cual provee las funciones de enrutamiento y control de llamadas, así como prestaciones especiales de llamadas, e interactúa con otros sistemas como la tarificación.

Con el surgimiento de servicios de voz basados en redes de conmutación de paquetes, incluidas las redes IP e Internet, comúnmente referidos como Voz sobre IP (VoIP), se hace necesario que estas funcionalidades sean migradas a tecnologías de Internet, si se quiere que las redes de VoIP sean totalmente operacionales de extremo a extremo. Para esto, los tradicionales conmutadores de circuitos han evolucionado a una nueva arquitectura llamada “*softswitch*”, la cual provee de un camino para la futura integración de las aplicaciones de voz, video y datos.

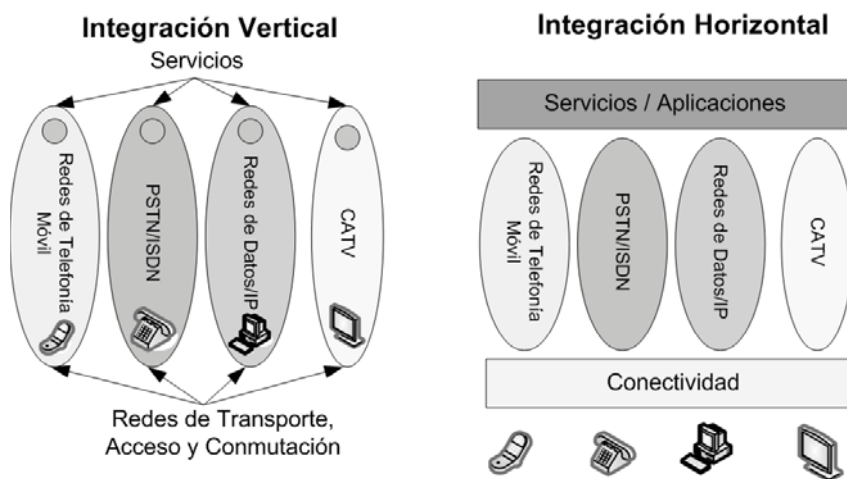
En un *softswitch* se reemplaza gran parte del hardware de conmutación con funcionalidades de software manejadas por un sistema computacional. Otra característica del *softswitch* es que la función de conmutación se encuentra físicamente separada de la función de la lógica de control, permitiendo así a diferentes dispositivos, posiblemente ubicados en diferentes lugares, de realizar estas operaciones. Adicionalmente, el *softswitch* provee de los mecanismos para cerrar la brecha de conectividad entre los servicios existentes conmutados por circuitos y los servicios en evolución basados en conmutación de paquetes (VoIP), proporcionando un camino de migración más fácil en el futuro.

### **3.2 Arquitectura en capas**

Por razones históricas, las redes de telefonía ya sea fija o móvil, y las redes de datos han evolucionado de forma independientemente, con arquitecturas independientes tanto en las áreas de control como de conectividad.

En relación a estas diferencias el termino "integradas verticalmente" es utilizado para describir este tipo de redes dado que incorporan funciones muy diferentes relacionadas al control y la conectividad dentro de la misma red. En contraste con esto, una red basada en softswitch incorpora una arquitectura "integrada horizontalmente" y separa las funciones de conectividad, control y aplicación en capas o niveles específicos. La figura 12 ilustra la diferencia entre los conceptos de una red integrada verticalmente y horizontalmente

**Figura 12.** Redes integradas verticalmente y horizontalmente



En una red de arquitectura en capas, las funciones de control de llamadas y conectividad, están separadas en diferentes capas. Estas funciones en las redes tradicionales como GSM y PSTN estaban tradicionalmente combinadas dentro de un solo nodo en las redes de telecomunicaciones. En una arquitectura en capas de GSM y UMTS, la capa de conectividad esta basada principalmente en los protocolos de Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) y Protocolo Internet (IP), y esta provee de una conexión de extremo a extremo a través del núcleo de red.

Las redes de acceso y núcleo de red forman parte de la capa de conectividad que también provee las interfaces para las redes tradicionales, como la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) y la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN). La capa de control provee las funciones de análisis y control requeridas para el tráfico de conmutación de circuitos y utilizan señalización estándar SS7 para controlar la asignación de los recursos requeridos en la capa de conectividad. Por encima de la capa de control se encuentra la capa de aplicación, la cual provee acceso a diversas aplicaciones y servicios para los usuarios.

### **3.3 Arquitectura de softswitch**

La arquitectura de referencia para una red softswitch, define cuatro áreas funcionales mayores llamadas planos funcionales, los cuales especifican las funciones principales de una red de Voz sobre IP (VoIP) y su *softswitch* asociado, estos planos funcionales pueden ser divididos en dominios, y cada dominio contiene varias entidades funcionales.

#### **3.3.1 Plano de transporte:**

El plano de transporte es el responsable de transportar los mensajes a través de la red de Voz sobre IP (VoIP).

Estos mensajes pueden estar relacionados con señalización de llamadas, establecimiento y control de llamadas, o el contenido mismo de la llamada, el cual se puede tratar de voz, video o datos, lo que en este contexto se llamará el medio de comunicación. Los mecanismos de transporte subyacentes para estos mensajes pueden estar basados en cualquier tecnología que satisfaga los requerimientos para transportar este tipo de tráfico.

El plano de transporte también provee acceso para la señalización y medios provenientes de una red externa, o de terminales externas a la red de VoIP. Muchas veces los dispositivos y funciones del plano de transporte son controlados por funciones en el plano de control de llamada y señalización.

El plano de transporte esta dividido en tres dominios: el dominio de transporte IP, el dominio de interacción y el dominio de acceso no IP.

#### **3.3.1.1 Dominio de transporte IP:**

El dominio de transporte IP provee el eje central de transporte y los mecanismos de enrutamiento y conmutación para transportar los paquetes a través de la red de Voz sobre IP. Los dispositivos como enrutadores y conmutadores de paquetes IP pertenecen a este dominio. También pertenecen a este dominio los dispositivos que proveen de mecanismos y políticas para la Calidad de Servicio (QoS) del transporte de estos paquetes.



### **3.3.1.2 Dominio de interacción**

Los dispositivos del dominio de interacción son los principales responsables de la transformación de los medios y la señalización recibida de las redes externas hacia una forma que pueda ser enviada hacia los elementos que conforman la red de VoIP y viceversa. Este consiste en los dispositivos como Pasarelas de Señalización, Pasarelas de Medios, y Pasarelas de Interacción.

### **3.3.1.3 Dominio de accesos no IP**

El dominio de accesos no IP se aplica principalmente a las terminales no IP y redes inalámbricas de radio que acceden a la red de VoIP. Este consiste en Pasarelas de Acceso o Pasarelas Residenciales para las terminales o teléfonos no IP, terminales ISDN, Dispositivos de Accesos Integrados (IAD) para redes DSL, Cable *MÓDEM* y Adaptadores de Terminales Multimedia (MTA) para redes HFC, y Pasarelas de Medios para redes móviles de radio acceso (RAN) de segunda y tercera Generación. Nótese que las terminales IP, como los teléfonos SIP, se conectan directamente al dominio de transporte IP, sin pasar por ninguna Pasarela de Acceso.

### **3.3.2 Plano de control y señalización de llamada**

El plano de control y señalización de llamada controla la mayoría de elementos de la red VoIP, especialmente los del Plano de Transporte. Los dispositivos y funciones en este plano llevan a cabo el control de llamada basados en mensajes de señalización recibidos del Plano de Transporte, y son los responsables del establecimiento y liberación de las conexiones de medios a través de la red de VoIP controlando los componentes en el Plano de Transporte. El Plano de Control y Señalización consiste en los dispositivos como el Controlados de Pasarela de Medios (también llamado Agente de Llamada o Agente de Control), *Gatekeepers* y servidores LDAP.

### **3.3.3 Plano de servicios y aplicaciones**

El Plano de Servicios y Aplicaciones provee el control, lógica y ejecución de uno o más servicios o aplicaciones en la red VoIP. Los dispositivos en este plano controlan el flujo de una llamada basados en la lógica de ejecución de servicios. Estos logran esto a través de la comunicación con los dispositivos del Plano de Control y Señalización de Llamada. El Plano de Servicios y Aplicaciones consiste en dispositivos como Servidores de Aplicaciones y Servidores de Prestaciones. El Plano de Servicios y Aplicaciones también puede controlar componentes de servicios especiales, como Servidores de Medios, que realizan funciones como conferencias, IVR, procesamiento de tonos, etcétera.

### **3.3.4 Plano de gestión**

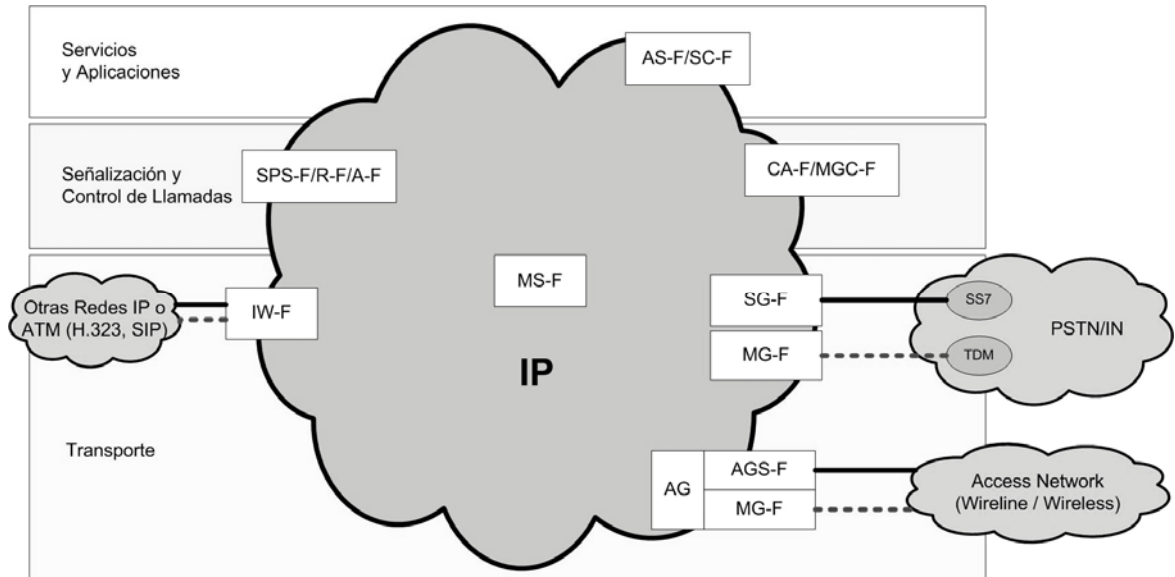
El Plano de Gestión es donde se llevan a cabo las funciones como el aprovisionamiento de un suscriptor o un servicio, soporte de operaciones, facturación y otras tareas de gestión de la red. El Plano de Gestión puede interactuar con cualquiera o todos los otros tres plano, a través de estándares de la industria (por ejemplo SNMP) o protocolos propietarios y Interfaces de Programación de Aplicaciones (API).

### **3.3.5 Entidades funcionales**

Las entidades funciones son las entidades lógicas en una red de VoIP, estas entidades lógicas pueden residir en un solo dispositivo o en varias combinaciones de plataformas multi-funcionales. Por lo tanto, existen un número virtualmente ilimitado de maneras de agrupar estas funciones dentro de entidades físicas.

El la figura 13 se muestran doce funciones diferentes. Entendiendo la autonomía de estas doce funciones como una característica importante de esta arquitectura de referencia.

**Figura 13.** Entidades funcionales de la arquitectura de softswitch.



### 3.3.5.1 Función de controlador de pasarela de medios (MGC-F)

También es llamada Agente de Llamadas o Controlador de Llamada. El MGC-F provee los mecanismos para manejar el estado de las llamadas entre los puntos finales de comunicación. Su rol principal es de proveer la lógica de llamada y señalización de control de llamada para una o más pasarelas de medios.

El MGC-F contiene como entidades secundarias a la Función de Agente de Llamada (CA-F) y la Función de Interacción (IW-F). La CA-F existe cuando el MGC-F maneja el control y mantenimiento del estado de la llamada, y la IW-F existe cuando el MGC-F realiza alguna interacción entre diferentes redes de señalización.

### **3.3.5.2 Función de enrutamiento de llamada y función de contabilidad (R-F/A-F)**

La R-F provee información del enrutamiento de llamadas hacia la MGC-F, mientras la A-F recoge la información de contabilidad de las llamadas para propósitos de facturación. El A-F por su parte puede tener un rol más amplio que abarca la funcionalidad común de Autenticación, Autorización y Auditoría (AAA) en redes de acceso remoto. El rol principal de ambas funciones es de responder las solicitudes de una o mas MGC-F, dirigiendo la llamada o su contabilización hacia los puntos terminales (otros MGC-F o servicios (AS-F)).

#### **3.3.5.2.1 Función de servidor *proxy* SIP (SPS-F)**

La realización más común del R-F y A-F es como un Servidor *Proxy* SIP.(SPS-F). La funcionalidad de un Servidor *Proxy* SIP se trata con detalle en el siguiente capítulo.

### **3.3.5.3 Función de pasarela de señalización (SG-F) y función de pasarela de acceso de señalización (AGS-F)**

La SG-F provee una pasarela para la señalización entre la red VoIP y la PSTN, ya sea basada en SS7/TDM o BICC/ATM.

Para redes de telefonía móvil, la SG-F también provee una pasarela para la señalización entre el núcleo de la red móvil basado en IP y la red PLMN basada ya sea en SS7/TDM o BICC/ATM.

El rol principal de la SG-F es el de encapsular y transportar protocolos de señalización de la PSTN (ISUP o INAP) o de la PLMN (MAP o CAP) sobre IP.

El AGS-F provee una pasarela de señalización entre la red de VoIP y las redes de acceso basadas en conmutación de circuitos, ya sea basadas en V5 o ISDN. Para las redes de telefonía móvil, el AGS-F también provee de una pasarela de señalización entre el núcleo de red basado en IP y la PLMN basada ya sea en TDM o ATM.

El rol principal de la AGS-F es de encapsular y transportar los protocolos de señalización V5 o ISDN (de las redes de telefonía fija), o BSSAP y RANAP (en las redes de telefonía móvil) sobre IP.

#### **3.3.5.4 Función de servidor de aplicación (AS-F).**

La AS-F es la entidad de ejecución de aplicaciones. Su rol principal es de proveer la lógica y ejecución de servicios a una o más aplicaciones y/o servicios.

Regularmente la combinación de AS-F y MGC-F provee servicios avanzados de control de llamada, como anuncios de red, llamadas tripartitas, llamadas de espera, etcétera. En lugar de conectar AS-F y MGC-F con un protocolo, los fabricantes usualmente utilizan un API entre el AS-F y MGC-F cuando son implementados en un solo sistema. En esta realización, el AS-F es conocido como "Servidor de Prestaciones".

#### **3.3.5.4.1 Función de control de servicio (SC-F)**

La Función de Control de Servicio (SC-F), es realizada por un AS-F cuando este aplica la lógica de servicio para controlar una entidad funcional en particular. Ejemplo de protocolos de SC-F incluye INAP, CAP y MAP, APIS abiertas incluidas JAIN y Parlay.

#### **3.3.5.4.2 Función de pasarela de medios (MG-F).**

La MG-F interconecta la red IP con los puntos de acceso finales o troncales de la red, o una colección de estos. Como tal, el MG-F sirve de pasarela entre la red de paquetes y la red externa, como la PSTN, redes móviles, etc. Por ejemplo, el MG-F puede proveer la pasarela entre la red IP la Red de Circuitos (por ejemplo IP hacia PSTN), o entre dos redes de paquetes (por ejemplo IP hacia 3G o ATM).

Su rol principal es de transformar los medios de comunicación de un formato de transmisión a otro, mas a menudo entre circuitos y paquetes, entre paquetes ATM y paquetes IP, o entre circuitos análogos/ISDN y paquetes, como en una pasarela residencial.

La MG-F puede realizar funciones de procesamiento de medios como transcodificación de medios, empaquetado de medios, cancelación de eco, manejo de *jitter* de buffer o compensación de pérdida de paquetes.

También puede realizar funciones de inserción de medios como generación de tonos de progreso de llamada, generación de DTMF, generación de ruido amigable, etcétera.

#### **3.3.5.5 Función de servidor de medios (MS-F)**

La MS-F provee la manipulación y tratamiento de medios de comunicación, de parte de cualquier aplicación. Su rol principal es de operar como un servidor que maneja los requerimientos de las AS-F o MGC-F para realizar procesamiento de medios de comunicación en forma de flujos de paquetes.



### **3.4 Softswitch en las redes de telefonía móvil.**

El 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) es el organismo que establece las especificaciones para el sistema de telefonía móvil de 3ra Generación, el cual es una evolución del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM). En sus especificaciones el 3GPP establece la arquitectura para el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), el cual abarca tanto las tecnologías de radio acceso de GSM (GERAN) como de UMTS (UTRAN).

El 3GPP divide la arquitectura de la red en Núcleo de Red o *Core Network* (CN) y Red de Acceso o *Access Network* (AS). El núcleo de red está lógicamente dividido en Dominio de Conmutación de Circuitos (CS) y Dominio de Conmutación de Paquetes (PS). Estos dos dominios difieren en la forma que estos soportan el tráfico de usuario. Estos se traslapan, ya que contienen algunas entidades en comunes. Adicionalmente el 3GPP establece que una PLMN puede ser implementada en un solo dominio.

#### **3.4.1 Dominio de conmutación de circuitos.**

El dominio de conmutación de circuitos se refiere al conjunto de todas las entidades del núcleo de red que permite conexión de "tipo conmutación de circuitos" para el tráfico de usuario, así como a todas las entidades que soportan la señalización relacionada.

Una conexión de "tipo conmutación de circuitos " es aquella en donde los recursos dedicados de la red son asignados al momento que se establece una conexión y se liberan al momento de finalizar la conexión.

### **3.4.2 Dominio de conmutación de paquetes**

El dominio de conmutación de paquetes se refiere al conjunto de entidades de núcleo de red que ofrecen conexiones de "tipo conmutación de paquetes" para el tráfico de usuario así como las entidades que soportan la señalización relacionada.

Una conexión de "tipo conmutación de paquetes" es aquella que transporta la información del usuario utilizando la concatenación autónoma de *bits* llamada paquetes, en donde cada paquete puede ser encaminado independientemente del paquete anterior. Las entidades específicas el dominio de conmutación de paquetes son las entidades específicas de GPRS, descritas en el capítulo 2.

### **3.4.3 Evolución del dominio de conmutación de circuitos**

El 3GPP en su especificaciones publicadas en su versión R4 establece un nuevo modelo para el núcleo de red de conmutación de circuitos en las redes móviles GSM/UMTS.

Este modelo introduce una separación de la conexión, el control, y los servicios para el dominio de conmutación de circuitos en el núcleo de la red.

El núcleo de red de conmutación de circuitos permite el soporte de diferentes transportes (por ejemplo ATM o IP) en una forma independiente de la portadora. Para el transporte ATM e IP, existe una estricta separación entre el nivel de control de llamadas y el nivel de control de la portadora. En el caso del transporte ATM o IP, el traspaso de la voz comprimida a tasas de *bits* variables es posible a través del núcleo de red de conmutación de circuitos.

El núcleo de red de conmutación de circuitos debe emplear el MSC Server, GMSC Server y los *media gateways*.

El GMSC Server y el MSC Server debe proveer las funciones de control de llamada y la administración de la movilidad, y el *media gateway* debe proveer las funciones de control de la portadora y la recursos de transmisión. El *media gateway* debe contener funciones de manipulación de flujo de datos.

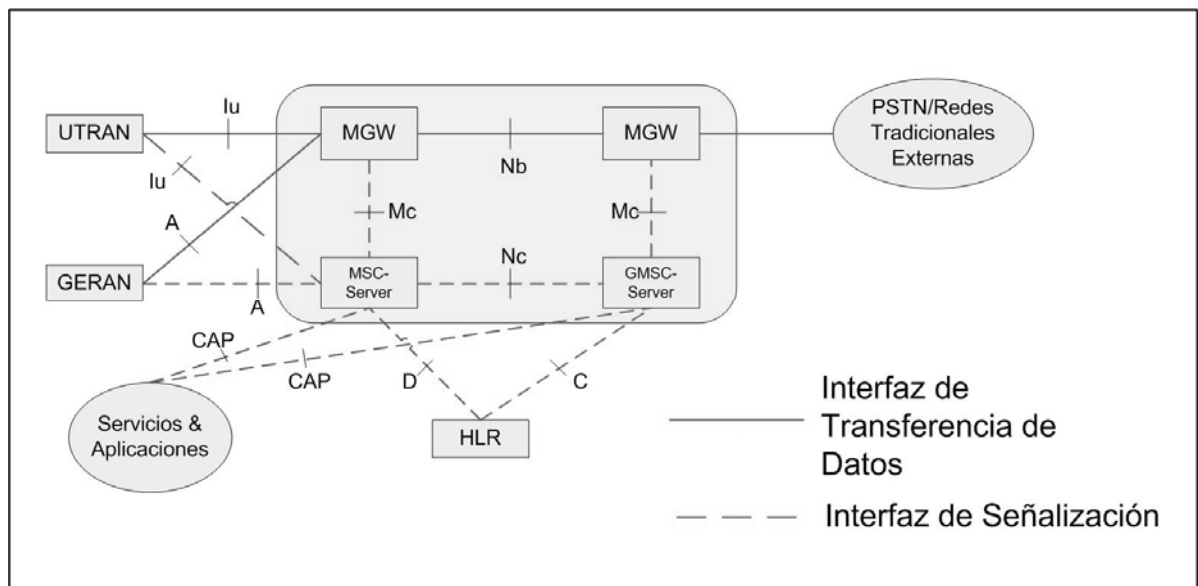
El GSMC Server y el MSC Server están conectados al *media gateway* por medio del punto de referencia *Mc*. Los MSC Server y el GMSC Server están conectados con el punto de referencia *Nc*. Pueden existir un número de nodos de transito de control de llamadas entre el MSC Server y el GSMC Server en el punto de referencia *Nc*. Los *media gateway* están conectados por medio del punto de referencia *Nb*.

Los usuarios conectados al núcleo de red de conmutación de circuitos no deben estar concientes si se está utilizando una combinación de MSC Server – *media gateway* o una MSC monolítica.

### 3.4.3.1 Arquitectura de la red softswitch en la telefonía móvil.

La arquitectura del domino de conmutación de circuitos se muestra en la siguiente figura

**Figura 14.** : Arquitectura lógica del dominio de conmutación de circuitos.



#### **3.4.3.1.1 Servidor del centro de conmutación móvil (MSC Server)**

El *MSC Server* comprende principalmente las partes de control de llamada y control de movilidad de una MSC de la arquitectura clásica de GSM. También está integrada con el VLR para contener los datos relacionados con el suscriptor móvil y los datos relacionados con el protocolo CAMEL.

El MSC Server finaliza la señalización entre el usuario y red y ésta la traduce en señalización sobre la interfaz *Nc*. También finaliza la señalización sobre la interfaz *Mc* con el *media gateway*.

El *MSC Server* controla las partes de modelo de estado de llamada que pertenecen al control de conexión para los canales de medios en un MGW. También contiene las “Funciones de Control de Llamada” en el modelo BICC.

#### **3.4.3.1.2 Servidor del centro de conmutación móvil pasarela (GMSC-Server)**

El *GMSC-Server* comprende principalmente la parte de control de llamada y control de movilidad de una GMSC para la arquitectura tradicional de GSM.

El GMSC-Server completa la señalización sobre la interfaz Nc y la interfaz de control de llamada para las redes externas. También completa la señalización sobre la interfaz *Mc* a través del *Media Gateway*.

El GMSC-Server controla las partes del modelo de estado de llamada que permite el control de conexión para los canales de medios de comunicación un *Media Gateway*. La GMSC-Server también contiene las "Funcionalidad de Control de llamada" para el modelo utilizado en el protocolo BICC.

#### **3.4.3.1.3 Pasarela de medios (Media Gateway)**

El *Media Gateway* completa la señalización sobre la interfaz *Mc* desde los GMSC Server. También termina la parte de portadora de la señalización sobre las interfaces *Iu* y la interfaz *Nb*.

El *Media Gateway* contiene las terminaciones de portadora y los equipos de manipulación de medios (por ejemplo transcodificadores, canceladores de *echo* y generadores de tonos). Este también realiza la conversión de medios y la conversión de protocolos de encuadre.

## 3.5 Protocolos de softswitch en las redes de telefonía móvil

### 3.5.1 H.323

H.323 es la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Estándares de Telecomunicaciones (ITU-T) para las comunicaciones multimedia (comunicaciones de video, audio y datos en tiempo real) basadas en paquetes.

H.323 se compone de una serie de protocolos secundarios los cuales forman una pila de protocolos para la señalización y transporte de medios. Este utiliza el protocolo H.225.0 para el registro, admisión, estado, señalización y control de llamadas.

También utiliza el protocolo H.245 para la descripción y control de los medios, el intercambio de capacidades del terminal y control general del canal lógico que transporta el flujo de medios de comunicación.

H.323 también define un conjunto de especificación para el control de llamadas, establecimiento de canales así como los *Codecs* para la transmisión de video y voz en tiempo real sobre redes que no ofrecen garantía de servicios o calidad de servicio (QoS).

Como transporte, H.323 utiliza RTP, un estándar del *Internet Engineering Task Force* (IETF) diseñado para manejar los requerimientos de la emisión en tiempo real de audio y video a través de Internet.

El estándar H.323 es una tecnología fundamental para la transmisión de comunicaciones de audio, video y datos en tiempo real sobre redes basadas en paquetes. Este especifica los componentes, protocolos y procedimientos que proveen comunicaciones multimedia sobre redes basadas en paquetes. Las redes basadas en paquetes incluyen las redes IP (incluyendo el Internet) o redes de área local (LAN), redes corporativas, redes de metropolitana (MAN) o redes de área amplia (WAN).

H.323 puede ser aplicado en una variedad de mecanismos: únicamente audio (telefonía IP); audio y video (videotelefonía); audio y datos, y audio, video y datos. H.323 también puede ser aplicado en comunicaciones multimedia multipunto. H.323 provee una multitud de servicios y por lo tanto puede ser aplicado en una amplia variedad de áreas: aplicaciones para el consumidor, negocios y entretenimiento.

El estándar H.323 especifica cuatro tipos de componentes, los cuales, cuando se interconectan proveen servicios de comunicaciones multimedia punto a punto y punto a multipunto.



Estos componentes son: terminales, pasarelas (*gateways*), guardianes (*gatekeepers*) y unidades de control multipunto (MCU).

### **3.5.2 Control de llamada independiente de portadora (BICC)**

BICC es un protocolo de señalización utilizado para establecer, supervisar y liberar portadores en una red de arquitectura en capas donde existe una separación entre las redes de control y conectividad.

El protocolo BICC esta basado en N-ISUP y permite al conjunto completo de servicios PSTN/ISDN a ser utilizados en las redes móviles, incluyendo todas los servicios suplementarios, sobre una variedad de redes basadas en paquetes. Existen dos versiones de BICC especificadas por la ITU, estas son llamadas *BICC Capability Set 1* y *BICC Capability Set 2*.

### **3.5.3 BICC *capability set 1* (CS1)**

Fue la primera versión de BICC, especificada en la recomendación de la ITU-T Q.1901. CS1 provee la manera de soportar servicios de ISDN de banda angosta sobre la capa de transporte ATM. Su mayor limitación es que este asume un modelo de red donde no existe separación física entre los nodos de control de llamadas y control de portadoras.

La consecuencia esto es una red donde se asume que existe un Servidor de Control por cada Pasarela de Medios (*Media Gateway*) con la funcionalidad integrada dentro del nodo. Esta es una limitación bastante grande en el contexto de un modelo de red integrado horizontalmente.

#### **3.5.4 BICC *capability set 2* (CS2)**

Para superar las limitaciones de BICC CS1, la ITU estandarizó BICC CS2 en su serie de recomendaciones Q.1902. Las características adicionales más importantes incorporadas en CS2 son:

- La inclusión de Centrales Locales (LE), Centrales de Conmutación Móvil (MSC), Centrales de Conmutación de Transito (TSC) y MSC Pasarelas (GMSC) en la arquitectura modelo.
- La separación física del Control de Llamada y el Control de Portadora. Esto permite físicamente separar los Servidores de Control y las Pasarelas de Medios (MGW). Inherente a esta separación esta el requerimiento que BICC CS2 soporta selección de MGW, permitiendo relaciones de muchos-a-muchos entre los Servidores de Control y los MGW.
- El soporte de tecnología de portadora IP.

El 3GPP especifica en su *Release 4* a BICC CS 2 como el protocolo de control de llamadas en la interfaz *Nc*, es decir entre MSC Server y GMSC Server, para el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS).

### 3.5.5 H.248/MEGACO

La arquitectura en capas en las redes de telefonía móvil, hace necesario de un protocolo que permita el control de las Pasarelas de Medios (MGW). El 3GPP especifica la utilización del protocolo H.248 para este fin. Este protocolo se lleva a cabo en la interfaz *Mc*, es decir entre la MGW y el MGC o MSC-Server.

El protocolo es el resultado de la colaboración del grupo de trabajo MEGACO del Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF) y el grupo de estudio 16 del ITU-T de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El IETF originalmente publicó el estándar en el RFC 3015, el cual fue reemplazado posteriormente por el RFC 3525. El termino *Megaco* es la designación del IETF. La ITU posteriormente tomo la propiedad del protocolo y se describe en la recomendación H.248.1.

H.248 opera en una configuración maestro-eslavo, donde el Controlador de Pasarela de Medios (MGC) controla la Pasarela de Medios (MGW).

La MGC envía los comandos para iniciar las conexiones y asociaciones en la red de la portadora subyacente, y puede solicitar la introducción de dispositivos como maquinas de anuncios, canceladores de ecos, dispositivos DTMF, etc. en la ruta de la portadora.

El MGW promulga los comandos del MGC y usualmente responde con notificaciones. Esta arquitectura de red minimiza el impacto en la capa de control cuando se realizan cambios en la tecnología de transmisión.

### **3.5.6 SIGTRAN**

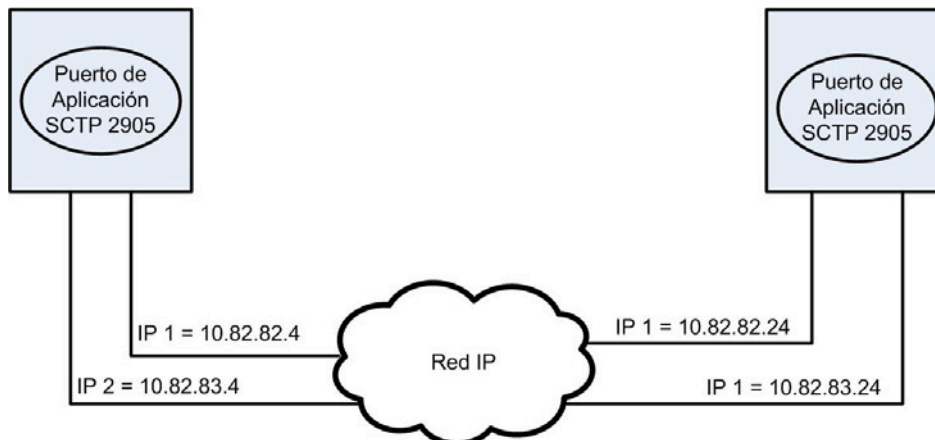
SIGTRAN es el nombre del grupo de trabajo de la IETF (*Internet Engineering Task Force*) que ha desarrollado una serie de protocolos que permiten transportar señalización SS7 por redes IP. SIGTRAN es una extensión de la familia de protocolos SS7 pero utiliza un protocolo de transporte IP llamado *Stream Control Transmisión Protocol* (SCTP) como vehículo de transporte subyacente. También se compone por una serie de capas de adaptación de usuario las cuales imitan los servicios de las capas inferiores de SS7 e ISDN. En una arquitectura softswitch, el *Signaling Gateway* (SG), convierte mensajes de señalización de canal común desde SS7 a SIGTRAN.

### 3.5.6.1 Sctp

El protocolo más significativo en la familia de protocolos SIGTRAN es Sctp (*Stream Control Transmission Protocol*), es el protocolo de nivel de transporte, alternativa a TCP y UDP

Sctp es un protocolo orientado a conexión. Cada extremo de la conexión es un punto final Sctp. Cada punto final esta definido por la dirección de transporte Sctp, la cual consiste en una o más direcciones IP y un puerto Sctp. Los dos puntos finales pasan información de estado en un procedimiento de inicialización para crear una asociación Sctp. Luego que la asociación ha sido creada, los datos de usuario pueden ser transmitidos. La Figura 14 muestra un ejemplo de dos puntos finales Sctp en una asociación.

**Figura 15.** Puntos terminales en una asociación Sctp.



Una característica importante de SCTP es el *multihoming* el cual provee una manera de redundancia a nivel de ruta. Esta característica permite a los puntos finales SCTP de soportar múltiples direcciones de transporte. Cada dirección de transporte es equivalente a diferentes rutas para enviar y recibir datos a través de la red. La siguiente figura muestra un ejemplo de *multihoming*.

En el caso de *multihoming*, una ruta de la red es seleccionada como la ruta principal. Los datos son transmitidos por la ruta principal mientras esta esté disponible. Si un paquete se pierde, por ejemplo debido a una falla en la ruta, la retransmisión se debe enviar por la ruta alternativa.

La retransmisión por la ruta alterna disminuye el tiempo de recuperación de fallas. Además, si la ruta principal falla, la ruta alternativa es automáticamente seleccionada como la ruta principal. El mecanismo de recuperación de falla de ruta es completamente transparente para la aplicación que está utilizando SCTP.

### **3.5.6.2 Capas de adaptación de usuario (UA)**

Las capas de adaptación de usuario (UA) encapsulan diferentes protocolos de señalización de conmutación de circuitos para transportarlos sobre una red IP utilizando SCTP.

Mientras cada capa UA es única en términos de encapsulado debido a que las diferencias propias de los protocolos de señalización, las siguientes son características comunes entre todas las capas UA.

El grupo de trabajo de SIGTRAN ha definido varias capas UA, entre las cuales se incluyen:

- La Capa de Adaptación de Usuario MTP Nivel 2 (M2UA), se define para transportar mensajes MTP Nivel 3 entre el *Signalling Gateway* y el *Media Gateway Controller* o base de datos IP.
- La Capa de Adaptación de Usuario MTP Nivel 3 (M3UA), se define para el transporte de mensajes de Parte de Usuario SS7 (como ISUP, SCCP y TUP) entre el SS7 SG y la MGC, o un Punto de Señalización IP (IPSP).
- La Capa de Adaptación de Usuario SCCP (SUA), se define para el transporte de mensajes de usuario SCCP (como TCAP o RANAP) desde un SG SS7 a un nodo de señalización basado en IP o base de datos, o entre dos puntos finales en la misma red IP.
- La Capa de Adaptación de Pares MTP Nivel 2 (M2PA), se define para transportar mensajes MTP Nivel 3 sobre SCTP. M2PA efectivamente reemplaza MTP Nivel 2. Este provee la habilidad de crear enlaces SS7 basados en IP.
- La Capa de Adaptación de Usuarios ISDN (IUA), es definida para el transporte de mensajes Q.931 entre una SG ISDN y un MGC. IUA soporta tanto líneas de Accesos de Tazas Primarias (PRI) como líneas de Accesos de Tazas Básicas (BRI).

## 4. SUBSISTEMA MULTIMEDIA IP (IMS)

### 4.1 Introducción al subsistema multimedia IP (IMS)

El Subsistema Multimedia IP es un marco arquitectónico para la entrega de servicios multimedia IP. Diseñado originalmente por la 3GPP como parte de la visión de evolución de las redes móviles más allá de GSM. Su formulación original se describe en el *Release 5* de las publicaciones del 3GPP y representa un acercamiento para la entrega de “Servicios de Internet” sobre GPRS. Esta visión fue luego actualizada para soportar no solo redes GPRS sino otras redes de acceso como *Wireless LAN*, CDMA2000 y redes fijas.

El Internet ha experimentado un dramático crecimiento en los últimos años. Esta ha evolucionado de ser una pequeña red que conecta algunos pocos sitios de investigación a una red masiva mundial. La principal razón de este crecimiento es la habilidad de proveer un gran número de servicios extremadamente útiles que son del gusto de millones de usuarios. El mejor ejemplo conocido es el *World Wide Web* y el correo electrónico, pero existen muchos más, como mensajes instantáneos, tele-presencia, VoIP (Voz sobre IP), video conferencia y pizarrones compartidos.



El Internet es capaz de proveer tantos nuevos servicios debido a que utiliza protocolos abiertos, los cuales están disponibles para los desarrolladores de servicios y aplicaciones.

Por otro lado, están las redes de telefonía móvil, que proveen un gran número de servicios, que incluyen, por supuesto, llamadas telefónicas, pero no se limitan a estas. Las redes celulares modernas proveen servicios de mensajería como SMS y MMS. Los usuarios móviles pueden utilizar conexiones de datos por medio del dominio de conmutación de paquetes, y utilizar servicios de Internet.

Sin embargo, las redes móviles no deben su atractivo por los servicios que ofrecen. Su mayor fortaleza es que los usuarios tengan cobertura virtualmente en cualquier lugar. Existen acuerdos internacionales de *roaming* entre operadores, los cuales permiten a los usuarios acceder a los servicios celulares incluso cuando no están en su red local.

A pesar que las redes móviles proveen acceso IP al Internet, lo que permite al usuario la utilización de todos los servicios que Internet provee (WWW, e-mail, mensajería instantánea, incluso VoIP), es necesario de un marco estandarizado que provea la Calidad de Servicio (QoS), tarificación e integración de los diferentes servicios, y estas son las razones principales para la creación de IMS.

Una de las razones de ser de IMS es la de proveer Calidad de Servicio (QoS) requerida en los diferentes tipos de sesiones multimedia. IMS realiza la sincronía entre establecimiento de una sesión con el aprovisionamiento de Calidad de Servicio (QoS) necesaria.

Otra característica importante de IMS es la capacidad de tarificar las sesiones multimedia de manera apropiada. IMS permite al operador conocer el tipo de sesión que el usuario está utilizando, con lo cual puede ofrecer escenarios alternativos de tarificación dependiendo el tipo de servicio.

La tercer razón de ser de IMS es la de proveer servicios integrados a los usuarios. A pesar que los grandes fabricantes de equipos y operados puedan desarrollar algunos servicios multimedia, los operadores pueden utilizar servicios desarrollados por terceros, combinarlos e integrarlos a sus propios servicios, proveyendo al usuario una gran gama de estos. IMS define interfaces estándares abiertas las cuales pueden ser utilizadas por los desarrolladores. De esta manera los operadores pueden tomar ventaja de una poderosa industria multi-proveedor de creación de servicios, evitando limitarse a un solo proveedor para obtener nuevos servicios.

IMS utiliza tecnologías y protocolos de Internet, para poder proveer de servicios de Internet a los usuarios ya sea en su red local como en una red visitante, es por esto que se dice que IMS en realidad une el Internet con el mundo celular; utiliza tecnologías de las redes móviles para proveer acceso ubicuo y tecnologías de Internet para proveer de servicios atractivos.

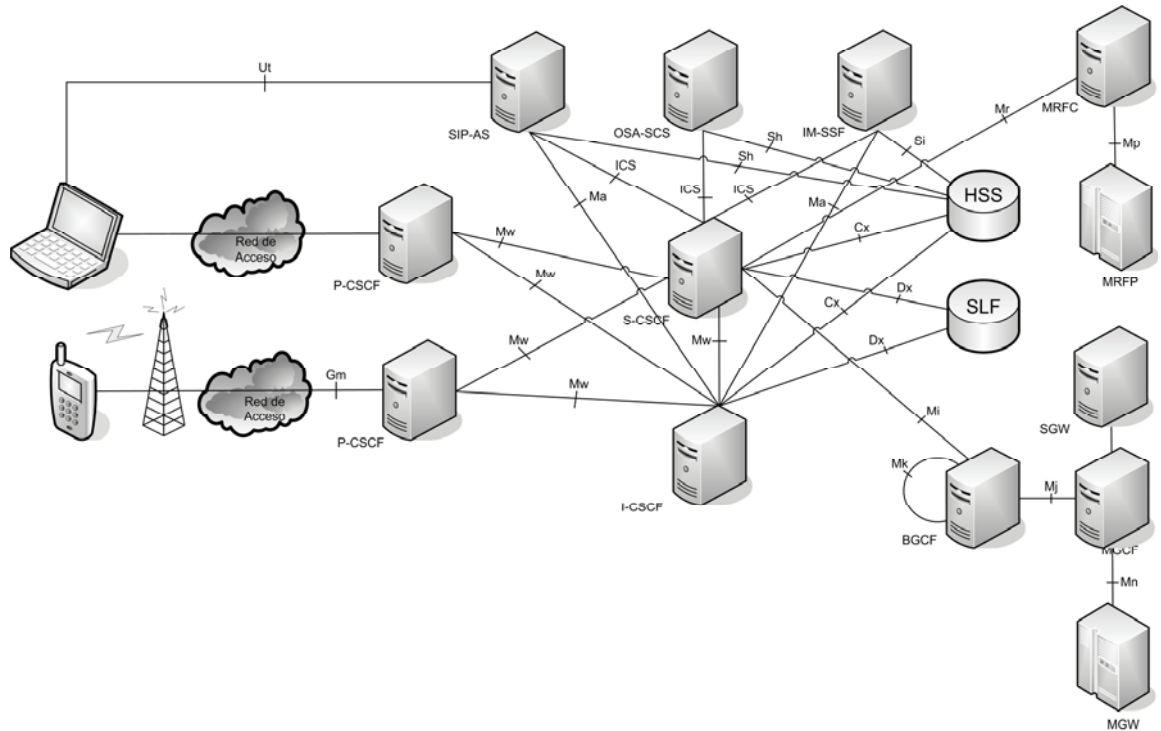
## 4.2 Arquitectura de IMS

La arquitectura de IMS se describe en los estándares publicados por el 3GPP, en sus publicaciones el 3GPP no estandariza nodos, sino funciones. Esto significa que la arquitectura de IMS es una colección de funciones enlazadas entre sí por interfaces estandarizadas. Los implementadores son libres de combinar dos funciones en un mismo nodo, o a su vez dividir una función en dos o más nodos.

La figura 16 provee una visión general de la arquitectura de IMS estandarizada por el 3GPP. En esta se muestra la mayoría de las interfaces de señalización en IMS, típicamente referidas por medio de un código de dos o tres letras.

La arquitectura de IMS está formada por la terminal de IMS, típicamente referida como Equipo de Usuario (UE), y Núcleo de Red de IMS. En el caso de un terminal móvil, esta es enganchada a una red de paquetes, como la red GPRS, por medio de un enlace de radio. Nótese que, a pesar de que en la figura se muestra una terminal IMS enganchada a la red utilizando un enlace de radio, IMS soporta otro tipo de dispositivos y accesos. (PDA) y computadoras son ejemplos de dispositivos que pueden conectarse a IMS. Ejemplos de enlaces alternativos son WLAN o ADSL.

**Figura 16.** Arquitectura de IMS del 3GPP.



Los nodos que conforman el Núcleo de Red del Subsistema Multimedia IP son:

- Una o más bases de datos de usuario, llamadas HSS (Servidor de Suscriptores Locales) y SLF (Función de Localización de Suscriptor).
- Uno o más servidores SIP, colectivamente conocidos como CSCF (Función de Control de Llamada y Sesión).
- Uno o más AS (Servidores de Aplicaciones).
- Uno o más MRF (Funciones de Recursos de Medios), cada uno dividido en MRFC (Controladores de Funciones de Recursos de Medios) y MRFP (Procesadores de Funciones de Recursos de Medios).

- Uno o mas BGCF (Función de Control de Pasarela de Salida)
- Una o más pasarelas PSTN, cada una formada por una SGW (Pasarela de Señalización), un MGCF (Función Controladora de Pasarela de Medios) y un MGW (Pasarela de Medios).

#### **4.2.1 Servidor de abonado local (HSS) y función de localización de suscriptor (FLS)**

El HSS (Servidor de Abonado Local) es un repositorio para información relacionada al usuario. Técnicamente el HSS es una evolución del HLR (Registro de Ubicación Local) utilizado en GSM.

El HSS contiene todos los datos de suscripción relacionados con el usuario, requeridos para manejar las sesiones multimedia. Estos datos incluyen, además de otros ítems, información de localización, información de seguridad (incluyendo tanto información de autenticación como de autorización), información del perfil del usuario (incluyendo que servicios está suscrito el usuario y cuáles no), y el S-CSCF (CSCF Servidor) asignado al usuario.

Una red puede contener más de un HSS, en caso de que el número de suscriptores sea demasiado grande para ser manejado por un solo HSS. Sin embargo, todos los datos relacionados con un usuario en particular están almacenados en un solo HSS.

Las redes con un solo HSS no necesitan una SLF (Función de Localización de Suscriptor). Por otro lado, las redes con más de un HSS si requieren de un SLF.

El SLF es simplemente una base de datos que mapea las direcciones de los usuarios hacia los HSS. Un nodo que consulta a un SLF, con la dirección del usuario como entrada, obtiene como respuesta el HSS que contiene toda la información relacionada con ese usuario.

Tanto el HSS como el SLF implementan el protocolo Diameter con una aplicación de Diameter específica para IMS.

#### **4.2.2 Función de control de sesión/llamada (CSCF)**

El CSCF, el cual es un servidor SIP, es un nodo esencial dentro de IMS. El CSCF procesa señalización SIP en IMS. Existen tres tipos de CSCF, dependiendo de la funcionalidad que este provea. Todos ellos en conjunto se conocen como CSCF, pero cada uno pertenece a una de las siguientes tres categorías:

- P-CSCF (CSCF *Proxy*).
- CSCF (CSCF de Interrogación).
- S-CSCF (CSCF Sirviente).

#### 4.2.2.1 El CSCF *Proxy* (P-CSCF)

El P-CSCF es el primer punto de contacto, dentro del plano de señalización, entre una terminal IMS y la red IMS. Desde el punto de vista de SIP el P-CSCF actúa como un servidor SIP *Proxy* de entrada y salida. Esto significa que todas las solicitudes iniciadas por la terminal IMS o con destino a la terminal IMS atraviesan el P-CSCF. El P-CSCF reenvía las solicitudes SIP y responde en la dirección apropiada (por ejemplo hacia la terminal IMS o hacia la red IMS).

El P-CSCF es asignado a la terminal IMS durante la registración de IMS y no cambia para la duración de la registración, es decir, la terminal IMS se comunica con un solo P-CSCF durante la registración.

El P-CSCF incluye varias funciones, algunas de las cuales están relacionadas a seguridad. Primero, este establece un número de asociaciones de seguridad IPsec hacia la terminal IMS. Estas asociaciones de seguridad IPsec ofrecen protección de la integridad de los mensajes.

Una vez el P-CSCF ha autenticado al usuario, el P-CSCF afirma la identidad del usuario al resto de los nodos de la red. De este modo los otros nodos no tienen necesidad de autenticar al usuario más adelante, debido a que estos confían en el P-CSCF.

Adicionalmente el P-CSCF verifica la exactitud de las solicitudes SIP enviadas por la terminal IMS. Esta verificación previene que las terminales IMS generen solicitudes SIP que no están acorde con las reglas SIP.

El P-CSCF puede incluir un PDF (Función de Política de Decisión). El PDF puede estar integrado con el P-CSCF o funcionar como una unidad individual. El PDF autoriza los recursos del plano de medios maneja la QoS (Calidad de Servicio) sobre el plano de medios.

El P-CSCF también genera la información de tarificación hacia el nodo colector de tarificación.

El P-CSCF puede ser localizado tanto en la red local o la red de visita. Cuando la red de paquetes subyacente esta basada en GPRS, el P-CSCF siempre se localiza en la red donde se encuentra el GGSN (Nodo Soporte GPRS Pasarela). Así tanto el P-CSCF el GGSN pueden ubicarse en la red local o la red de visita.

#### **4.2.2.2 EI I-CSCF**

El I-CSCF es un servidor *proxy* SIP el cual esta localizado en el borde de un dominio administrativo. La dirección del I-CSCF es listada en los registros del DNS (Sistema de Nombre de Dominios) del dominio.



Cuando un servidor SIP sigue los procedimientos SIP para encontrar el siguiente salto SIP para un mensaje en particular, el servidor SIP obtiene la dirección de un I-CSCF del dominio de destino.

Además de la funcionalidad de servidor *Proxy* SIP, el I-CSCF es una interfaz hacia el SLF y el HSS. Esta interfaz esta basada en el protocolo Diameter. El I-CSCF recupera la información de ubicación del usuario y encamina las solicitudes SIP hacia el destino apropiado (normalmente un S-CSCF).

El I-CSCF también implementa una interfaz hacia los Servidores de Aplicaciones, con el fin de encaminar las solicitudes que son encaminadas a servicios en lugar que a usuarios regulares.

El I-CSCF normalmente se ubica en la red local, aunque en algunos casos especiales también puede ser ubicado en la red de visita.

#### **4.2.2.3 El S-CSCF**

El S-CSCF es el nodo central en el plano de señalización. El S-CSCF es esencialmente un servidor SIP, pero este también lleva a cabo control de sesiones.

Adicionalmente a las funcionalidades de servidor SIP, el S-CSCF también actúa como un registrador SIP. Esto significa que mantiene una atadura entre la ubicación del usuario (p. ej. la dirección IP de la terminal con que el usuario inicia la sesión) y la dirección SIP del usuario (también conocida como Identidad Pública del Usuario).

Al igual el I-CSCF, el S-CSCF también implementa una interfaz Diameter hacia el HSS, con el fin de obtener los vectores de autenticación del usuario así como el perfil del usuario, también informa al HSS el SCSF asignado al usuario durante la duración de la registración.

Toda la señalización SIP que tanto envía y recibe la terminal IMS, atraviesa el S-CSCF asignado. El S-CSCF inspecciona cada mensaje SIP y determina si la señalización SIP debe visitar a uno o más AS en su ruta hacia su destino final. Estos AS pueden potencialmente proveer servicios al usuario.

Una de las funciones principales del S-CSCF es de proveer servicios de encaminamiento SIP. Si el usuario marca un número telefónico en lugar de un Identificador de Recurso Uniforme (URI) SIP, el S-CSCF provee el servicio de traducción, normalmente basado en traducción de número DNS E.164.

El S-CSCF siempre está localizado en la red local.

### **4.2.3 Servidor de aplicaciones (AS)**

El Servidor de Aplicaciones (AS) es una entidad SIP que alberga y ejecuta servicios. Dependiendo del servicio el AS puede operar en modo *Proxy* SIP, modo SIP de Agente de Usuario (UA), o modo SIP Agente de Usuario Continuo (B2BUA). El AS tiene interfaces con el S-CSCF y el I-CSCF utilizando SIP y con el HSS utilizando Diameter. Los AS pueden proveer a las terminales IMS una interfaz utilizada para propósitos de configuración.

El AS puede ser localizado tanto en la red local como en una red externa de un tercero con el cual el operador local mantiene un acuerdo de servicio. En cualquier caso, si el AS es localizado afuera de la red local, este no tiene interfaz hacia el HSS.

### **4.2.4 Función de recursos de medios (MRF)**

El MFR provee una fuente de medios en la red local. El MRF provee a la red local la habilidad de ejecutar anuncios, mezclar emisiones multimedia (p. ej. un concentrador de conferencias centralizado), transcodificación entre diferentes *CODEC*, obtener estadísticas, y realizar cualquier tipo de análisis de medios de comunicación.

El MRF esta luego dividido en un nodo del plano de señalización llamado MRFC (Controlador de Función de Recursos de Medios) y un nodo en el plano de medio llamado MRFP (Procesador de Función de Recursos de Medios). El MRFC actúa como un Agente Usuario SIP y contiene una interfaz SIP hacia el S-CSCF. El MRFC controla los recursos en el MRFP por medio de un interfaz H.248.

El MRFP implementa todas las funciones relacionadas con los medios de comunicación, tales como ejecutar y mezclar los contenidos multimedia. El MRF siempre se localiza en la red local.

#### **4.2.5 EI BGCF**

El BGCF es esencialmente un servidor SIP que incluye funcionalidad de enrutamiento basado en números telefónicos. El BGCF es únicamente utilizado en sesiones que son iniciadas por un terminal IMS y dirigidas a un usuario en una red de conmutación de circuitos, como la PSTN o la PLMN.

Las principales funciones del BGCF son las de seleccionar la red apropiada donde ocurrirá la interacción con el dominio de conmutación de circuitos, así como seleccionar la pasarela PSTN/CS apropiada en caso de ocurrir una interacción en la red donde está localizada el BGCF.

#### **4.2.6 La pasarela PSTN/CS**

La pasarela PSTN provee una interfaz hacia una red de conmutación de circuitos, permitiendo a terminales IMS a hacer y recibir llamadas hacia y desde la PSTN (o cualquier otra red de conmutación de circuitos).

La pasarela PSTN se divide en SWG (Pasarela de Señalización), MGW (Pasarela de Medios) y MGCF (Función Controlador de MGW)

### **4.3 Protocolos de IMS**

#### **4.3.1 Protocolo de inicio de sesión (SIP).**

El Protocolo de Inicio de Sesión (SIP) es el protocolo elegido en IMS para el control de sesiones. SIP es especificado por el IETF como el protocolo para establecer y manejar sesiones multimedia sobre redes IP. SIP sigue el bien conocido modelo de cliente servidor, utilizado ampliamente por los protocolos desarrollados por el IETF.

SIP toma los principios de diseño del Protocolo de Transferencia de Correo Simple (SMTP) y especialmente del Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (HTTP).

SIP hereda la mayoría de sus características de estos dos protocolos. Esta es una fortaleza importante de SIP, debido a que HTTP y SMTP son los protocolos más exitosos del Internet.

SIP no diferencia entre la Interfaz Usuario a Usuario (UNI) y la Interfaz Red a Red (NNI). En SIP existe únicamente un protocolo que trabaja de inicio a fin. SIP es un protocolo basado en texto. Esto significa que es fácil de extender, depurar, y utilizar para desarrollar servicios.

SIP es un protocolo de aplicación basado en TCP/IP. SIP está diseñado para ser independiente de la capa de transporte subyacente, puede ser transportado por el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), el Protocolo de Data Grama de Usuario (UDP) o el Protocolo de Control de Flujo de Transmisiones (SCTP).

#### **4.3.1.1 Funcionalidades del protocolo SIP**

El objetivo principal del protocolo SIP es el de establecer, modificar y finalizar sesiones multimedia. Puede ser utilizado para invitar a nuevos miembros a una sesión existente o para crear una nueva sesión.

#### **4.3.1.1.1 Descripción de la Sesión**

SIP envía la descripción de la sesión ha establecer, esta contiene suficiente información al usuario remoto para unirse a la sesión. En sesiones multimedia sobre Internet, esta información incluye la dirección IP y el número de puerto donde los medios de comunicación necesitan ser enviados, los CODEC utilizados para codificar la voz y las imágenes de los participantes.

La descripción de la sesión es descrita utilizando formatos estándares, el formato más común para describir sesiones multimedia es el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP), definido en el RFC 2327. SDP es simplemente un formato de texto para describir sesiones multimedia, no un “protocolo” en si.

#### **4.3.1.1.2 Movilidad del Usuario**

El protocolo SIP no puede entregar una descripción de sesión a un potencial participante sin que este sea localizado. Frecuentemente, un solo usuario puede ser alcanzado en varias ubicaciones, por ejemplo en diferentes direcciones IP, es por ello que en SIP los usuarios son identificados por Localizador Uniforme de Recursos SIP (SIP URL). El formato de un SIP URL es similar a una dirección de e-mail, generalmente consiste en un nombre de usuario y un nombre de domino, (p. ej. empleado@compañia.com)

Para que un usuario SIP pueda ser encontrado necesita llevar a cabo el proceso de registro, en un servidor de registros. El usuario envía su dirección IP, y registra su ubicación actual en el servidor de registros, cuando el servidor es consultado por un usuario en particular, identificado con su SIP URL, este sabe la dirección en donde este puede ser alcanzado. Para eso SIP provee de dos modos de operación: modo de re direccionamiento y modo *proxy*.

En el modo *proxy*, el servidor contacta al usuario destino y entrega la descripción de la sesión recibida por el origen. En el modo de re direccionamiento, el servidor informa al usuario origen la dirección donde puede alcanzar al destino.

#### **4.3.1.2 Entidades del protocolo SIP**

##### **4.3.1.2.1 Agente de Usuario (UA)**

El Agente de Usuario (UA) es la entidad de SIP que interactúa con el usuario, usualmente manejados por el mismo usuario. Sin embargo, los Agentes de Usuarios (AS) pueden establecer sesiones automáticamente sin la intervención del usuario (p. ej. correo de voz SIP). Las sesiones usualmente son establecidas entre Agentes de Usuarios.



Los Agentes de Usuarios pueden ser aplicaciones de software corriendo sobre una computadores, teléfonos SIP, e incluso incluidos en dispositivos móviles como computadoras portátiles, PDA, o teléfonos móviles. Algunos de ellos incluso no son utilizados para telefonía y no tienen parlantes ni micrófonos.

#### **4.3.1.2.2 Servidores de Re-direccionamiento**

Los servidores de re-direccionamiento son utilizados para enrutar los mensajes SIP, pero a diferencia de los servidores *proxy* estos no pasan el mensaje hacia su destino. Los servidores de re-direccionamiento instruyen a la entidad que envía el mensaje (un Agente de Usuario o un *proxy*) a en cambio, intentar una nueva ubicación.

#### **4.3.1.2.3 Servidores *Proxy***

Los servidores *Proxy*, típicamente conocidos como *proxys* con enrutadores SIP. Un *proxy* recibe un mensaje SIP de un Agente de Usuario desde otro *proxy* y lo encamina hacia su destino. Encaminar la solicitud implica pasar el mensaje hacia el Agente de Usuario destino o hacia un *proxy* en la ruta. Los servidores *proxy* que encaminan un mensaje a más de un destino son llamados *proxy* de bifurcación. Un *proxy* de bifurcación puede encaminar los mensajes en paralelo o en secuencia.

#### **4.3.1.2.4 Registrador**

Un registrador se refiere a un servidor SIP que acepta registros. Un registrador usualmente es ubicado junto con un servidor de re-direccionamiento o un servidor *proxy*.

#### **4.3.2 Protocolo *Diameter***

Diameter es el protocolo elegido en IMS para realizar la función de Autenticación, Autorización y Contabilización (AAA).

Diameter es una evolución del protocolo RADIUS, el cual es un protocolo ampliamente utilizado en Internet para realizar la función de AAA. Por ejemplo, cuando un usuario marca hacia un Proveedor de Servicios de Internet (ISP), el servidor de acceso a la red utiliza RADIUS para autenticar y autorizar al usuario para acceder la red.

Diameter consiste en un protocolo base que es complementado con las también llamadas aplicaciones Diameter. Las aplicaciones Diameter son personalizaciones o extensiones de Diameter para adaptar una aplicación en particular en un ambiente dado.

IMS utiliza Diameter en un número de interfaces, a pesar que no todas las interfaces utilizan la misma aplicación Diameter. Por ejemplo, IMS define la aplicación Diameter para interactuar con SIP durante el establecimiento de una sesión y otra para realizar la contabilización de control de crédito.

Diameter opera sobre un transporte confiable que ofrece control de congestión. (p. ej. TCP, SCTP). Particularmente, Diameter no opera sobre UDP. A diferencia de RADIUS, los mensajes Diameter perdidos son retransmitidos en cada salto. Diameter provee mensajes de *heartbeat* a nivel de aplicación que monitorean el estado de la conexión y permiten la recuperación en situaciones de falla. Diameter también permite que los mensajes de contabilización sean encaminados a diferentes servidores que los mensajes de autenticación y autorización (este es el caso de IMS).

#### **4.3.2.1 Entidades del protocolo *Diameter***

##### **4.3.2.1.1 Cliente *Diameter***

Esta entidad funcional está localizada típicamente en el borde de la red y realiza el control de acceso. Ejemplos de clientes Diameter son Servidores de Acceso a la Red, y en IP Móvil, los agentes de movilidad o agentes externos.

#### **4.3.2.1.2 Servidor *Diameter***

Esta entidad funcional maneja las solicitudes de autenticación, autorización y contabilización para un campo o región en particular.

#### **4.3.2.1.3 *Proxy***

Es la entidad funcional que además de retransmitir mensajes Diameter, lleva a cabo las políticas de decisión relacionadas a la utilización de los recursos y aprovisionamiento. Un *proxy* puede modificar los mensajes para implementar políticas de decisión, como controlar el uso de los recursos, proveer control de admisión y aprovisionamiento.

### **4.3.3 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP)**

El protocolo RTP es utilizado en IMS para transportar medios en tiempo real, como video y audio. RTP se define

RTP fue desarrollado por el IETF, inicialmente se publicó como protocolo de multidifusión, aunque se ha usado en varias aplicaciones *unidifusión*. Se usa frecuentemente en sistemas de *streaming*, videoconferencia y sistemas *push to talk* (en conjunción con H.323 o SIP).

#### 4.3.4 Protocolo de control de RTP (RTCP)

RTCP es utilizado junto con RTP en IMS para transportar medios en tiempo real, como video y audio.

RTCP es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP). Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo. Se usa habitualmente para transmitir paquetes de control a los participantes de una sesión multimedia de *streaming*. La función principal de RTCP es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP. Este protocolo recoge estadísticas de la conexión y también información como por ejemplo *bytes* enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos o *jitter* entre otros.

## CONCLUSIONES

1. Las tecnologías de núcleo de las redes de telefonía móvil han evolucionado desde sus orígenes, donde su uso era básicamente para servicios de voz; con la demanda cada vez mayor de servicios multimedia (audio, video, datos) y la necesidad de convergencia de servicios para el usuario, independientemente del tipo de acceso, han surgido nuevas tecnologías y nuevos paradigmas, los cuales se adaptan mejor a estas necesidades.
2. Las redes conmutadas por circuitos se caracterizan por su confiabilidad y estabilidad, ya que los recursos se reservan durante toda la duración de la comunicación, y su simplicidad para la gestión de los nodos intermedios.
3. La señalización es parte esencial en una red de telefonía móvil, ésta se puede considerar como el sistema nervioso de la red, ya que sin ésta las redes estarían formadas por elementos pasivos que no podrían interactuar entre ellos.

4. Debido al surgimiento de servicios de voz basados en redes de conmutación de paquetes IP, las redes de telefonía móvil han tenido que adaptar su arquitectura de núcleo para poder integrarse a estas nuevas tecnologías basadas en conmutación de paquetes.
  
5. Una arquitectura de red en capas integrada horizontalmente permite el desarrollo de diferentes tecnologías en las capas de transporte, control y aplicaciones de forma independiente y transparente una con otra.
  
6. El siguiente paso en la integración de las redes móviles con el Internet es el subsistema multimedia IP, el cual permite el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones atractivos al usuario.

## RECOMENDACIONES

1. El desarrollo de las redes de telefonía móvil debe ser conforme a las especificaciones del 3GPP, para que estas puedan ser totalmente compatibles, independientemente del fabricante de la infraestructura de red y de las terminales móviles, además de permitir la compatibilidad con redes de diferentes países.
2. La implementación y desarrollo de nuevas tecnologías y servicios en las redes de telefonía móvil deberían de ofrecer mayores beneficios y ventajas a los usuarios finales, y no limitarlos en el uso de éstas.
3. Uno de los mayores atractivos del subsistema multimedia IP es que permite el desarrollo de servicios y aplicaciones por parte de terceras personas, y no necesariamente los tradicionales fabricantes de equipos y de infraestructura de red, por lo que es importante promover y capacitar a los futuros profesionales en el desarrollo de éstas.
4. Es importante dar a conocer a los futuros profesionales las nuevas tecnologías de núcleo en las redes de telefonía móvil, para que éstos se encuentren actualizados al enfrentar el mercado laboral.





## REFERENCIAS

1. 3GPP TS 23.002 version 3.6.0 Release 1999, **Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Network Architecture**, Septiembre, 2002
2. 3GPP TS 23.002 version 4.2.0 Release 4, **Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Network architecture**, Abril, 2001
3. 3GPP TS 23.205 version 4.11.0 Release 4, **Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Bearer-independent circuit-switched core network; Stage 2**, Septiembre, 2006
4. Ericsson, **GSM Layered Architecture Network Introduction**, 2005,
5. International Engineering Consortium (IEC), **Global System for Mobile Communication (GSM) White Paper**, <http://www.iec.org/online/tutorials/gsm/topic02.asp>, Diciembre 2009.

6. International Packet Communication Consortium, **Reference Architecture**, V. 1.2, Junio, 2002.
  
7. Miller, Mark A., **Softswitches Tutorial – Part 1**, Octubre, 2005.  
<http://www.voipplanet.com/backgrounders/article.php/3555296>,
  
8. Pointurier, Yvan, **Link Failure Recovery for MPLS Networks with Multicasting**, Estados Unidos, University of Virginia, School of Engineering and Applied Science, 2002.  
<http://www.cs.virginia.edu/~mngroup/projects/mpls/documents/thesis/node8.html>
  
9. UIT-T Recomendación Q.9, **VOCABULARIO DE TÉRMINOS RELATIVOS A LA CONMUTACIÓN Y LA SEÑALIZACIÓN**, 1988.
  
10. Wikipedia, **3GPP**, Diciembre 2009. <http://en.wikipedia.org/wiki/3gpp>.
  
11. Wikipedia, **GPRS Core Network**, Diciembre 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/GPRS\\_core\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/GPRS_core_network).
  
12. Wikipedia, **GSM**, Diciembre 2009, <http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>.

13. Wikipedia, **IP Multimedia Subsystem**, Diciembre 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/IP\\_Multimedia\\_Subsystem](http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multimedia_Subsystem).
  
14. Wikipedia, **Network switching subsystem**, Diciembre 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_and\\_Switching\\_Subsystem](http://en.wikipedia.org/wiki/Network_and_Switching_Subsystem).
  
15. Wikipedia, **Public switched telephone network**, Enero, 2010,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Public\\_switched\\_telephone\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Public_switched_telephone_network)
  
16. Wikipedia, **Real-time Transport Protocol**, Diciembre 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time\\_Transport\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol).
  
17. Wikipedia, **RTP Control Protocol**, Diciembre 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/RTP\\_Control\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/RTP_Control_Protocol)



## BIBLIOGRAFÍA

1. Camarillo, Gonzalo y Miguel Angel García Martín. **The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds**, 3ra edición, Estados Unidos, Wiley, 2008, 652pp.
2. Camarillo, Gonzalo. **SIP Demystified**, Estados Unidos, McGraw-Hill Professional, 2002, 264pp
3. Dryburgh, Lee y Jeff Hewett. **Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocols, Architecture, and Services**, Estados Unidos, Cisco Press, 2005, 696pp
4. Ohrtman, Frank. **Softswitch: architecture for VoIP**, Estados Unidos, McGraw-Hill, 2003, 359pp.
5. Russell, Travis. **Signaling system #7**, 5ta edición, Estados Unidos, McGraw-Hill Professional, 2006, 702pp

6. Stallings, William. **Comunicaciones y Redes de Computadoras**, 6ta. edición, Estados Unidos, Prentice Hall, 2000, 747pp.