



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

Tecnologías IP de Datos para
Redes Telefónicas Inalámbricas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN PRESENTAN:
MARGARITA GABRIELA SÁNCHEZ ALVAREZ
ENRIQUE LÓPEZ AMBÍA

DIRECTOR DE TESIS: FRANCISCO JOSÉ RODRIGUEZ RAMIREZ

MÉXICO, D.F.

2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tecnologías IP de Datos para Redes Telefónicas Inalámbricas.

Agradecimientos

Margarita Gabriela Sánchez Álvarez

Para Enrique

Por su grandioso amor, por ser un apoyo y por su solidaridad conmigo aun
cuando esto le complicara la vida

Para mis amados hijos, Luís Enrique y Héctor,

Por motivarme con su cariño y comprensión a ser una mejor persona cada
día

Para mi Hermano Sergio.

Por ser un guía y apoyo durante mucho tiempo en mí camino

Para mi Hermano Juan Carlos.

Que siempre motiva a todos con su actitud positiva y progresista.

Para mis hermanos Eduardo, Sergio, Guillermo, Juan Carlos y Antonio.

Por compartir una infancia feliz en tiempos difíciles.

Para mi Mamá.

Por empujarme a ser una persona independiente.

A mis abuelos, Emilio (q.e.p.d) y Conchis (q.e.p.d).

Por el inmenso cariño y comprensión para su niña consentida.

Para Tamara Vázquez Díaz (q.e.p.d.).

Por ser la mejor amiga y apoyo de la juventud. Por encararme con la realidad de nuestra mortalidad.

Para Eva y Pamen.

Que me acogieron en su familia con cariño cuando mas lo necesitaba.

Para Elsa Cano.

Por el cariño, amistad y preocupación que nos ha dado durante todo este tiempo.

Para Lulú y Memo.

Por ayudarme a conseguir trabajo en mis años de estudiante.

A mi gran amiga Rosaura Maldonado Calderón.

Por ser una gran guía y apoyo en el ámbito laboral y humano.

**A mis amigos y maestros del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)
plantel Azcapotzalco**

A todos los maestros que me han guiado, especialmente:

Enrique Arenas

Francisco Rodríguez

Lilian Fernández Reyna.

Ana Violeta Fernández Reyna

Esteban Salinas Elorriaga. (q.e.p.d).

Enrique López Ambía.

Para mis hijos Luis Enrique y Héctor.

Por ser la luz y alegría de cada día, porque ellos me han enseñado el valor de vivir y ser padre.

Para Mago.

Por el tiempo juntos desde mis 17 años.

Para mi Abuela Carmen Martinez Ortega, Pamen (q.e.p.d),

Por Enseñarme el valor de la familia, el amor a la literatura y la música, por cuidarme cada día de la infancia, por ser la Reyna de las brujas.

Por su ingenio, su humor y prudencia, por apoyarme aun cuando no estaba de acuerdo.

Porque la extraño todos los días.

Para mi Mamá.

Por su amor incondicional.

Por enseñarme a perdonar y a amar dándolo todo, por su sacrificio permanente por nosotros, hijos, nietos, bisnietos, nueras y yernos.

Para mis hermanos, cómplices y amigos.

Luis Alfonso, Eva, Raymundo, Maricarmen, Lenika, Sergio Arturo, Mauricio, Nora, Jose Ricardo, Genaro Rafael, Jorge Manuel y Thierry

Para los maestros que marcaron mi vida

Laura Ortega

Concepción Monsalve (q.e.p.d)

Elsa Cano Bonilla

Enrique Arenas Sánchez

Francisco José Rodríguez Ramirez.

Esteban Salinas Elorriaga (q.e.p,d)

Indice General

Agradecimientos	4
Indice General	7
Índice de Tablas	12
Índice de Figuras	13
Introducción.	15
Técnicas y Tecnologías por par de cobre. (Digital subscriber line, xDSL)	19
Transmisión de alta Capacidad en pares telefónicos.	19
Códigos de Línea para Cobre.....	19
Familia de Productos xDSL.	20
Limitaciones de DSL	21
Aplicaciones de HDSL	22
Evolución de la Infraestructura Telefónica Inalámbrica.....	23
Historia de la telefonía móvil.....	23
Sistemas Móviles; hoy y en el futuro.....	27
Evolución de TDMA (IS-136)	27
Evolución de GSM.....	29
GSM1x: Migración de GSM a CDMA2000	31
Evolución de cdmaOne.	31
Arquitectura General de los Sistemas de Telefonía Móvil	33
Los teléfonos y las estaciones móviles.	33
El subsistema de estaciones base.	34
La Red Central.	35
Transmisión Dúplex.....	35
División de Frecuencia Dúplex.....	36
División de Tiempo Dúplex.....	36
Multiplexado.	37
Frecuencia.	37
Comunicaciones Inalámbricas de Acceso Múltiple.....	37
Reutilización de Frecuencia.....	38
Acceso Múltiple de División de Espacio.....	41
Acceso Múltiple de División de Tiempo.....	42
Acceso Múltiple de División de Código.....	43
Estándares PCS.....	46
Voz y Datos Celulares.	46
GSM.....	48
HSCSD.....	50
GPRS.....	52
D-AMPS/TDMA.....	55
PDC/JDC.....	56
D-AMPS+	57
cdmaOne.	57
cdmaTwo.....	59

iDen.....	59
3G: Tercera Generación.....	60
W-CDMA	61
CDMA 2000.....	62
IMT 2000.	62
3GPPS.....	62
3GPP2.....	62
¿Qué es 4G?	64
Tecnologías y Servicios de Datos de Valor Agregado en Redes Inalámbricas.	67
SMS. Servicio de Mensajes Cortos (Small Message Service).....	67
Beneficios del SMS.....	68
Elementos de red y arquitectura.....	68
Elementos de Señalización.	70
Elementos de Servicio.....	70
Servicios SMS.....	71
EMS. Servicio Mejorado de Mensajes (Enhanced Message Service).	72
Limitaciones prácticas de EMS	73
WAP 1.....	74
¿Por qué es necesario WAP?	74
Tecnología Proxy WAP.	77
Envío WAP (WAP Push).....	81
¿Qué puede ser enviado con el PPG?.	85
Entidad de Contenido.....	85
SMS y Envío WAP.	86
Contenido Activo.....	86
Protocolo de Acceso de Envío (PAP: Push Access Protocol).	86
Conjunto de Características	87
Control de Almacén.	87
Interfase Aérea.	87
Control PPG	87
WAP 2.....	87
Medio Ambiente de Aplicaciones Inalámbricas. (WAE).	90
El Modelo de Programación WAP 2.	91
El Protocolo de Capas WAP.....	92
Capas de Protocolos para Redes que Soportan IP.	93
Servicios Mejorados WAP 2.0.....	95
Wireless Village.....	97
Arquitectura del Sistema.....	98
Servidor WV.	99
Elemento de Servicio de Presencia.....	99
Elemento de Servicio de Mensajería Instantánea.	100
Elemento de Servicios de Grupo.....	100
Elemento de Servicio de Contenido.....	100
Servicio de Punto de Acceso.....	100
Autenticación y Autorización.	100
Servicio de Descubrimiento y Acuerdos de Servicio.	101

Administrador de Perfiles de Usuario.....	101
Cliente Integrado WV.....	102
Cliente CLI.....	102
Interfases y Protocolos.....	102
CSP. Protocolo Cliente Servidor.....	102
CLP. Protocolo de Línea de Comando.	102
SMCNP. Protocolo del Servidor de Red Central Móvil.....	103
Descargas Genéricas de Contenido basadas en la especificación OMA.	104
Descarga OMA.	104
Extensiones Específicas de Tipos de Medios.	105
Beneficios de las Descargas OMA.	106
Servicios de Mensajería Multimedia (MMS).	106
La Estructura de la Mensajería MMS Definida por OMA.	107
Interface Cliente MMS /MMS Proxy-Relay.....	110
Interconexión de Correo Internet y MMS.....	110
Operación entre MMS Proxy-Relay a Proxy-Relay.	111
Descubrimiento de elementos MMS Proxy-Relay pares.	111
Estructura del Cliente MMS.	111
Direccionamiento MMS.....	112
Direccionamiento en redes Inalámbricas.	112
Conceptos de presentación Multimedia.	113
Consideraciones de Seguridad.	114
Adaptación de Contenido (Transcoding).	114
Arquitectura MMS definida por 3GPP.	115
MMSNA.	116
MMSE.....	116
MMS Relay/Server.	116
Base de Datos de Usuarios MMS	117
Agente de Usuario MMS.	117
Aplicaciones MMS de valor agregado.....	117
Direccionamiento MMS.....	117
Arquitectura MMS de Referencia.....	118
Qué es Openwave.	119
MMSC.....	120
La aplicación de Mensajería Multimedia.....	121
MMS Client/Relay (MM1).	122
MMS Almacenamiento de Datos (MM2)	122
Transformación de Codificación (Transcoding).	122
Servicios a Clientes Web y Wap.....	123
Servicios de Notificación MMS.....	123
Soporte a Aplicaciones Externas (MM3) y dispositivos que no son MMS..	123
Interoperabilidad MMSC (MM4).	123
Consulta al HLR (MM5).....	123
Servicios de Almacenamiento de Cuentas y Datos. (MM6).....	123
Servicios de Valor Agregado (MM7).	123
Plataforma de Mensajería.	124

Directorio LDAP.....	124
Almacén de mensajes y acceso	124
Resolución de Direcciones.....	124
Aprovisionamiento y Auto Aprovisionamiento.....	125
Reportes:	125
Filtrado de Mensajes	125
Operaciones, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento (OAMP).	125
Funciones Programables	126
Facturación.....	126
Módulo de Extensiones de Facturación.	126
Modulo Marco de Extensiones Openwave	126
API de Auto Aprovisionamiento	126
API de resolución de Números de Teléfono Externos.....	126
API de interceptación legal.....	126
API de Firma Única	127
Adecuación del Esquema del Directorio.....	127
Arquitectura del Sistema MMSC de Openwave.	127
Componentes del MMSC.....	128
Arquitectura de Servicios del Suscriptor.	129
Arquitectura MMS Cliente/Relay (MM1)	129
Arquitectura MMS de Almacenamiento de Datos (MM2).	130
Arquitectura de Soporte a Aplicaciones Externas y dispositivos que no son MMS (MM3).	131
Arquitectura de Interoperabilidad MMSC (MM4).	133
Arquitectura de consulta al HLR. (MM5).....	133
Arquitectura de Almacenamiento de Cuentas/Datos (MM6).	134
Arquitectura de Servicios de Valor Agregado. (MM7).	135
Arquitectura de Servicios de Clientes WAP y WEB	136
Arquitectura Funcional OAMP	137
Administración Centralizada de Configuración.....	138
Servidor de Administración Centralizada	139
Aprovisionamiento.....	139
Arquitectura de Facturación (MM8).....	141
Supervisión SNMP.....	144
Características Arquitectónicas.....	144
Soporte a Hospedaje de Múltiples Proveedores de Servicios	145
Escalabilidad, Capacidad y Desempeño.	145
Alta Disponibilidad	146
Confiabilidad y Recuperación de Desastres	147
Protocolo Ligero de Aplicación de Directorio v3. LDAP V3..	148
Seguridad.	148
Ejemplos de Hardware requerido para implementar un sistema MMSC	149
Las 10 tendencias de vanguardia de aplicaciones Móviles.....	154
Conclusiones.	157
Bibliografía.	158

Apéndice A. PCM.....	160
Apéndice B. Sistema de Señalización 7.....	163
Arquitectura de la red SS7.....	163
Elementos de Señalización	164
SSP.....	165
STP.....	165
Traducción de Títulos Globales.....	166
SCP.....	166
Ligas de Señalización.....	167
El Protocolo SS7.....	168
Parte de Transferencia de Mensaje.....	169
Parte ISDN (ISUP).....	169
Parte de Usuario Telefónico (TUP).....	170
Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP).....	170
Parte de Capacidad de Aplicaciones de Transacciones (TCAP).....	170
Parte de Operaciones, Administración y Mantenimiento (OAMP) y ASE.....	170
Apéndice C. Cómo se calcula la eficiencia espectral.....	171
Apéndice D. Envío WAP. Consulta de Capacidades del Cliente (Client Capabilities Query).....	172
Apéndice E. Agente de Perfil de Usuarios. UAPROF.....	172
Apéndice F. Redes IP.....	175
Evolución de las redes Abiertas.....	175
Capas en el proceso de comunicación.....	176
El modelo de referencia OSI.....	177
Capa Física.....	177
Capa de Enlace.....	178
Capa de Red.....	178
Capa de Transporte.....	178
Capa de Sesión.....	179
Capa de Presentación.....	179
Capa de Aplicación.....	179
Uso del Modelo.....	179
Modelo OSI vs. Modelo TCP/IP.....	180
Capa de Aplicación.....	181
Capa de Transporte.....	181
Capa de Red.....	181
Capa de Enlace.....	181
Direccionamiento IP.....	181

Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de Usuarios por Plataforma.....	25
Tabla 2. Categorías y características PCS.....	46
Tabla 3. Eficiencia espectral en tecnologías PCS	47
Tabla 4. Frecuencias de GSM.....	48
Tabla 5. Uso de bits en una Ranura GSM.....	49
Tabla 6. Codecs de D-AMPS.....	56
Tabla 7. PDC comparado con otras tecnologías TDMA.	56
Tabla 8. Codecs cdmaOne	58
Tabla 9. Versiones cdmaOne	59
Tabla 10. Comparacion entre tecnologias 4G, Wimax y LTE.....	66
Tabla 11. Componentes del MMSC.....	128
Tabla 12. Componentes de la plataforma Openwave	137
Tabla 13. Configuración Pequeña: hasta 5 MPS	149
Tabla 14. Configuración Media: hasta 100 MPS	150
Tabla 15. Configuración Grande: hasta 500 MPS	152
Tabla 16. Tipos de Codecs más comunes en telefonía.	162
Tabla 17. Ligas de Señalización	168

Índice de Figuras

Figura 1 Codigo AMI y 2BQ1	19
Figura 2. Codigo de línea 2B1Q	20
Figura 3. Tipos de Ruido en líneas ADSL	22
Figura 4 Evolución Móvil	27
Figura 5. Ruta evolutiva para cdmaOne	31
Figura 6. Evolución de CDMA	32
Figura 7. Arquitectura de los sistemas de telefonía móvil	33
Figura 8. Equipo terminal y Estación Móvil	34
Figura 9. Patrón Hexagonal de células	39
Figura 10. Región Celular	39
Figura 11. Grupos de 3 células.	40
Figura 12. Uso del Espectro en FDMA.	41
Figura 13. Sistema AMPS Original	41
Figura 14. Patrón de reutilización de frecuencia CDMA.	45
Figura 15. Ranura, Trama y Trama múltiple GSM	49
Figura 16. Ranuras HSCSD.	51
Figura 17. Red típica GPRS	53
Figura 18 Evolución a 3G	63
Figura 19. Elementos de red de un SMSC.	69
Figura 20. Modelo EMS.	73
Figura 21. Ejemplos de Imágenes EMS	73
Figura 22. Modelo de Programación WAP	75
Figura 23 Arquitectura de Capas WAP	76
Figura 24. WAP vs TCP	78
Figura 25. Modelo Internet WAP	80
Figura 26. Marco de Referencia Wap Push	81
Figura 27. Modelo de Solicitud tradicional.	82
Figura 28. Alerta utilizando Envío WAP	82
Figura 29. Protocolo de Documento Multi Parte de Acceso de Envío.	85
Figura 30. El Modelo de Programación WAP 2.0	91
Figura 31. Modelo Opcional de Agente (Proxy) WAP	92
Figura 32. Gateway WAP 1.	93
Figura 33. Agente (Proxy) WAP HTTP con Perfil TCP y HTTP.	94
Figura 34. Modelo Dual de Capas WAP Opcional.	95
Figura 35. Ejemplo de servicio WV IMPS	97
Figura 36. Arquitectura Wireless Village.	98
Figura 37. Elementos Funcionales de un servidor Wireless Village.	99
Figura 38. Perfiles de Usuario WV IMPS.	101
Figura 39. Interfases y Protocolos de WV IMPS	103
Figura 40. Ejemplos de Mensajes Multimedia.	106
Figura 41. Alcances de la arquitectura MMS en diferentes redes	107
Figura 42. Red MMS típica.	108
Figura 43. Arquitectura Lógica de la liga entre el Cliente MMS y el MMS Proxy-Relay	110
Figura 44. Arquitectura General del Cliente WAP/MMS	111

Figura 45. Elementos Arquitectónicos de MMS. 3GPP.	116
Figura 46. Arquitectura Referencial MMS 3GPP.	118
Figura 47. Arquitectura de Aplicaciones de Openwave.	121
Figura 48. Openwave MMSC referido a la arquitectura de referencia MMS.	122
Figura 49. Vista del MMSC.	127
Figura 50. Arquitectura de servicios MMS cliente/relay (MM1).	130
Figura 51. Arquitectura de servicios MM2.	131
Figura 52. Arquitectura MM3 para soporte de aplicaciones externas y dispositivos que no son MMS.	132
Figura 53. Flujo básico de datos entre diferentes MMSC. MM4	133
Figura 54. Arquitectura de Búsqueda HLR (MM5).	134
Figura 55. Arquitectura de Almacenamiento Cuenta/Datos (MM6).	135
Figura 56. Arquitectura de Servicios de Valor Agregado. (MM7).	136
Figura 57. Servicios de Cliente WEB y WAP.	137
Figura 58. Arquitectura de Administración Centralizada.	138
Figura 59. Arquitectura de Administración Centralizada de Servers.	139
Figura 60. Arquitectura de auto aprovisionamiento MO.	140
Figura 61. Arquitectura de Auto Aprovisionamiento MT.	141
Figura 62. Facturación de Prepago con sistemas separados de cargo y un motor de tasación.	142
Figura 63. Sistema de Facturación de Prepago con un solo servidor de facturación.	142
Figura 64. Sistema de facturación de prepago con sistema de cargos de prepago.	143
Figura 65. Sistema de facturación de prepago con de Administración de Facturación.	143
Figura 66. Sistema de facturación de prepago con el Servidor de Facturación de Tiempo Real de Openwave.	144
Figura 67. Arquitectura de Supervisión SNMP.	144
Figura 68. Componentes compartibles en una instalación multi proveedor.	145
Figura 69. Arquitectura de red SS7.	164
Figura 70. Elementos/Terminales de señalización.	164
Figura 71. Ligas de Señalización.	167
Figura 72. Capas del Protocolo SS7 vs el Modelo OSI.	169
Figura 73. Operación de Consulta de Capacidades del Cliente.	172
Figura 74. Arquitectura UAPROF.	174
Figura 75. Modelo OSI. Comunicación entre capas.	180
Figura 76. Modelo OSI vs TCP/IP.	181
Figura 77. Rangos de Direccionamiento IP.	182
Figura 78. Redes Clase A, B y C.	183
Figura 79. Subred de Clase B.	183

Introducción.

El mercado de comunicaciones ha experimentado cambios radicales en los últimos 15 años, México no ha sido ajeno a este cambio. A partir de la privatización de Telmex en 1992 y la apertura de las telecomunicaciones muchas cosas han cambiado.

El mercado evolucionó significativamente, de proveer servicios de voz analógica y prácticamente ningún servicio de datos (salvo de forma incipiente con circuitos analógicos que en el mejor de los casos alcanzaban los 9600bps), a redes de voz con servicios adicionales como buzón de voz, conferencia tripartita, llamada en espera y transferencia de llamada y datos digitales en las que no son raras las velocidades superiores a los 100Mbps. Telmex pasó de 2 millones de líneas de cobre fijas a 15 millones en 15 años. Los servicios de datos son la única área en la telefonía fija en la que Telmex no es un monopolio ya que la oferta de servicios por empresas tales como Axtel, Alestra, Metrored, etc, compite frontalmente con la de ellos, y en muchos casos la superan. Fueron creadas varias redes de fibra óptica a lo largo y ancho del país así como conexiones de fibra óptica entre México y Europa. La convergencia tecnológica ha dado lugar al llamado triple play en el que empresas como Cablevision o Cablemas ofrecen servicios de video, voz y datos de forma cotidiana con más de 6 millones de usuarios. La competencia es una realidad y en los últimos años se ha visto la decadencia de los servicios de voz pura, Telmex hoy en día lucha por conseguir se modifique su título de concesión para poder proveer video.

Las redes de fibra óptica que utilizan MPLS como medio de transporte son la regla y han sido el habilitador principal para el crecimiento de Internet. Las redes troncales de acceso a la columna vertebral de Internet se basan en estas tecnologías. Las Empresas como CISCO Systems o Juniper se han visto confrontadas a la competencia de empresas Chinas como Huawei y ZTE que por medio del dumping y comprar el mercado han logrado desplazar tecnologías completas. Las principales empresas de infraestructura y tecnología de telecomunicaciones se han visto forzadas a consolidarse Alcatel se fusionó con Lucent, Nokia con Siemens, Nortel fue adquirida por Ericsson. Esto ha generado una oferta mas pobre desde el punto de vista de las opciones que los proveedores de servicios para seleccionar de una gama heterogénea de opciones. Sin embargo también ha generado que los esfuerzos de desarrollo tecnológico se centren en sistemas más abiertos y basados en estándares comunes que permiten la interacción y sobre todo el lanzamiento de nuevos servicios de forma rápida.

Actualmente el acceso a Internet por diferentes medios (ADSL, Cable, Satélite, LAN, WAN, WiMax, 3G, LTE) es fácilmente utilizado en todos lados.

Los proveedores de servicios de acceso a internet fijo, tales como las compañías de telefonía tradicional fija se han visto convertidos en simples portadores de información y ancho de banda, en el caso de las empresas que pueden dar servicios de video, datos y voz (triple play) los servicios de valor agregado se han visto restringidos enormemente ya

que la oferta en el Internet abierto es enorme. Empresas como Google y Mac han modificado las reglas del mercado cortando la posibilidad de los proveedores de servicios de crear su propia oferta.

El crecimiento que las “redes sociales” y “cloud computing” han tenido en los últimos 5 años ha sido sorprendente y se calcula que más de 1000 millones de personas utilizan algún servicio de red social todos los días.

México es un país con una penetración de Internet del 30%; un crecimiento del 3000% en 5 años. Sin embargo cuando se habla de accesos de banda ancha este porcentaje se reduce a un 12% a Julio de 2011.

En el caso de los servicios de voz fija tenemos 19.895 millones de líneas, es decir 18.87 líneas por cada 100 habitantes con un crecimiento de 3.66% con respecto al 2010.

Es importante mencionar los accesos de televisión restringida, ya que cada vez son más importantes en términos de convergencia hacia el triple o cuádruple play (Voz, Datos, Video y Movilidad). Donde se tienen 10.10 Millones de usuarios de la misma, para el caso de las empresas de cable esta cifra es de 3.71Millones, usuarios que potencialmente pueden acceder a servicios de datos.

Tecnologías como WiMax no han logrado tener éxito mas allá de implementaciones para campus industriales y algunos fraccionamientos y las licitaciones de espectro han dado lugar a su lenta implementación. Es claro que esta tecnología será sustituida por LTE que permite una convergencia más directa hacia la banda ancha móvil convergiendo servicios celulares.

En los últimos 5 años los servicios de voz en telefonía celular pasaron de ser un símbolo de estatus social a una herramienta de la vida diaria en todos los estratos de la sociedad, principalmente en zonas donde la telefonía tradicional no existe o es muy cara. En zonas urbanas y en los sectores de más bajos ingresos económicos el uso del teléfono celular con planes de prepago ha generado un salto de 23millones de usuarios de telefonía celular a 92.12 millones a Julio de 2011, en tan solo 5 años. En países de América Latina como Chile y Argentina se tienen penetraciones de más del 100% de usuarios.

Los servicios de voz se han convertido en un “comodity”. Esto ha acarreado que aún cuando las empresas tienen ingresos superiores al alcanzar a un mayor número de personas, el ingreso promedio por usuario ha caído brutalmente (ARPU, average revenue per user) ya que los servicios de voz no son un diferenciador importante.

Esto ha dado lugar también a que la competencia en precios y promociones (llama gratis a los teléfonos de tu familia, etc) genere un cambio muy frecuente de usuarios entre proveedores (CHURN¹), reduciéndose la “lealtad” a un proveedor que no ofrece

¹ CHURN es la expresión común en el medio de las telecomunicaciones para indicar cual es el porcentaje de usuarios que dejan de ser clientes mensualmente. El CHURN va de la mano con el ARPU ya que ambos son un indicador de cual es el crecimiento y la viabilidad económica de una empresa. Normalmente es más

realmente servicios de valor agregado que incrementen dicha lealtad. Hay pocos servicios de valor agregado sobre los canales de voz tradicionales, la mayoría de ellos han sido poco promovidos tales como el servicio de Ring Back Tones, que permite sustituir el tono de confort que un usuario A escucha al llamar al usuario B por música, bromas o información. Este tipo de servicios en Asia, particularmente en India alcanzan a ser el 3% de los ingresos por servicios de valor agregado de una compañía celular, y no son servicios basados en tecnologías de acceso IP (aun cuando en su implementación la usen), para el caso de América Latina estos servicios están disponibles con una penetración que varía mucho de país en país. Los servicios de información y búsquedas por medio de voz son otro servicio con un gran potencial. Sin embargo su implementación utiliza los canales tradicionales de voz que se usan para una llamada telefónica y difícilmente se pueden identificar como servicios IP.

El Internet móvil se ha convertido en la nueva fuente de ingresos de los proveedores de telefonía móvil. Para mucha gente el acceso a internet jamás será cotidiano por medio de una computadora tradicional sea portátil o de escritorio. La mayor disponibilidad de teléfonos “inteligentes” que permiten el acceso por medio de tecnología IP en redes 2G, 2.5G o bien 3G es cada vez mayor.

En México la implementación de 3G por parte de Telcel y Movistar permite que existan 10 millones de usuarios de las redes 3G. Sin embargo las crisis recesivas de los últimos años han retrasado la puesta a punto de estas redes y las coberturas varían, con una sobresuscripción enorme que hace que el servicio sea de baja calidad. En el caso de empresas como IUSACELL, que aun utilizan CDMA las velocidades son mayores sin embargo la cobertura existe solo en zonas específicas del país.

Por muchos años la industria de las telecomunicaciones había sido tradicionalmente un coto cerrado donde nadie, excepto los iniciados que saben suficiente respecto a la tecnología podían desarrollar servicios. Esta situación cambió rápidamente, muchas empresas, las más importantes Google y Mac, así como desarrolladores independientes han creado una masa crítica de aplicaciones y dispositivos móviles que han permitido un crecimiento exponencial de los servicios de valor agregado.

La consolidación, como se mencionó previamente, ha permitido que las tendencias a las tecnologías propietarias sea cada vez menos y grupos como el 3GPP proponen estándares que son seguidos más como guías que como reglas estrictas.

Dos de los principales fabricantes de teléfonos móviles, Nokia y RIM (Black Berry) están a punto de colapsar por no poder mantener el nivel competitivo en sus sistemas operativos ante el avance del IOS de Mac y Android de Google. Estos últimos han creado toda una industria nueva con las tabletas que son computadoras muy ligeras para personas que no requieren del poder de cómputo de una laptop o de una desktop. En el

barato conservar a un cliente que recuperarlo, una empresa de telefonía celular nos indicó que invierte más o menos \$408.00dólares en recuperar a un cliente que se va. Un churn del 3.5% en un millón de usuarios implica pérdidas millonarias mensuales, son 35mil usuarios que pagan un promedio de 200 pesos, es decir 7millones de pesos mensuales menos.

caso de Apple Mac una arquitectura muy estable pero cerrada, en el caso de Google una arquitectura abierta pero más inestable por permitir al fabricante de hardware hacer la implementación que le convenga.

Debe quedar claro que muchas de las aplicaciones que vemos actualmente son versiones móviles de las aplicaciones que tradicionalmente corren en una computadora personal, y que la capacidad de computo de los dispositivos móviles permite hoy en día tener experiencias muy completas, sin embargo la dependencia de la capacidad del dispositivo continúa siendo la principal limitante para el usuario final y para el usuario con un dispositivo poderoso la limitante es la disponibilidad de una red robusta que permita que acceda a dichos servicios.

Las aplicaciones IP para telefonía móvil no son necesariamente los juegos, widgets o applets que se encuentran en los teléfonos, sino la infraestructura de servicios que habilita su uso.

Esta tesis está organizada de la siguiente manera:

- Metodología usada en el desarrollo de esta tesis.
- Descripción de las redes IP en el contexto de la tecnología de redes en general.
- Evolución de la Infraestructura telefónica inalámbrica donde se explican como surgieron las redes inalámbricas, los cambios que han sufrido, los diferentes estándares de transmisión así como una descripción de los medios de transporte de datos y presentación para Internet. En esta sección también se describen las diferentes interfaces de desarrollo de aplicaciones (API's) para estas plataformas.
- Descripción de las aplicaciones actuales más exitosas y cuáles son sus funciones y éxitos de mercado.
- Un caso práctico en el que se describe la aplicación MMS de Openwave Systems.
- Conclusiones.

Esta tesis tiene como objetivo presentar cada una de las principales tecnologías inalámbricas y las aplicaciones que están disponibles para ellas de una manera sencilla, que sirva como punto de partida para poder entender y trabajar en forma productiva en este ambiente de telecomunicaciones.

Técnicas y Tecnologías por par de cobre. (Digital subscriber line, xDSL)

Transmisión de alta Capacidad en pares telefónicos.

Ante la dificultad que representa el intento de llevar la fibra óptica hasta el suscriptor y ante la inversión presente en la planta externa, los fabricantes de equipos (muchas veces en competencia con los fabricantes de equipos de fibra), idearon la forma de aumentar las velocidades a transmitir sobre los pares de cobre, con la finalidad de explotar mejor la infraestructura instalada.

La tecnología xDSL transforma el cable de cobre de las redes de telefonía, vistas exclusivamente como una simple línea telefónica, en un canal digital de alta velocidad capaz de proporcionar opciones avanzadas de servicios de telecomunicaciones, en lugar de estar limitada a la capacidad de los módems tradicionales (28.8, 33.6 o 56 Kbps).

xDSL aplica tecnología electrónica avanzada utilizando las líneas existentes de cobre, para transportar tráfico con calidad de fibra a un costo reducido, ya que tiene el potencial de aumentar en forma considerable, la distancia a través de la cual la señal digital puede viajar mejorando enormemente, la necesidad de amplificación que requieren las tecnologías previas.

Códigos de Línea para Cobre.

La transmisión de información digital por cobre requiere del uso de código de línea. El código de línea permite incrementar el número de bits por cada ciclo de onda senoidal o baudio. Dos de los códigos usados para la transmisión de cobre son AMI y el 2B1Q

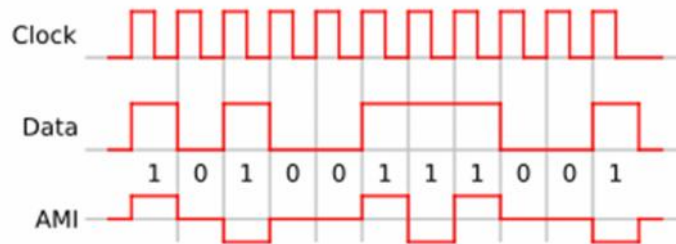


Figura 1 Código AMI y 2B1Q

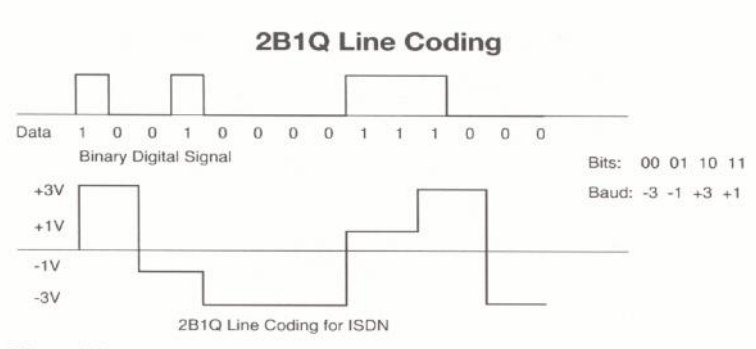


Figura 2. Código de línea 2B1Q

Otra opción presente para obtener transmisión de alta calidad usando el par de cobre es utilizar otras técnicas de modulación con las cuales es posible obtener una mejor relación bits/Ciclos. Estas técnicas son:

CAP (carreles Amplitud phase Modulation).- Es una derivación de QAM. De acuerdo a la técnica utilizada se puede transmitir desde 2 hasta 9 bits por ciclo. Permite una cancelación de eco más sencilla, una latencia menor, mayor madurez y mayor simplicidad que lo hace ser una opción más económica.

DMT (Discrete Multitone Modulation). Divide el ancho de banda disponible en canales de 4 KHz, cada canal tiene una eficiencia de 0-15 Bits/ciclo. Utiliza técnicas de codificación avanzada combinadas con modulación QAM, similar a la que se utiliza en un modem V.90. DMT es superior en temas de adaptación de velocidad a las condiciones variables del bucle.

Familia de Productos xDSL.

Dentro del concepto de línea Digital del Subscriptor, se encuentran varios productos que proporcionan distintas soluciones.

La primera solución de DSL, fue HDSL, pensada para proveer un T1 (1.5 Mbps) sobre 2 pares de cobre.

1.544 Mbps x 2 pares = 872 kbps por par usando el código 2B1Q

A partir de esta solución se han desarrollado varios productos más.

Algunos pretenden ser estandarizados (HDSL, ADSL) y otros tantos, son productos creados por diversos proveedores con el fin de diferenciarse. En términos generales los productos xDSL se pueden clasificar en simétricos y asimétricos.

Las soluciones DSL simétricas además de HDSL son:

SDSL (Symmetric DSL) utiliza un único par de cobre, se ofrece normalmente a 768 kbps. Dado que HDSL2 cubre la principal característica de usar un solo par de cobre, es muy probable que esta tecnología salga fuera del mercado.

IDSL (ISDK-DSL) toma el acceso básico (BRI) de la RDSI, compuesto por los canales 2B+D, opera a 144 kbps. Dos canales B a 64 kbps y un canal de señalización de 16 kbps, al igual que SDSL y dado que tiende a ser superado por HDSL2 tiende a quedar fuera también.

Las soluciones Simétricas son:

ADSL (Asymmetric DSL), sus principales ventajas son que soporta velocidades simétricas o asimétricas de banda ancha y al mismo tiempo un canal analógico de voz.

RADSL (Rate Adaptive DSL), su principal ventaja es que emplea un código de línea especial (DMT), que le permite ajustarse a las condiciones de la línea y en función de esto, ajustar las velocidades por separado para maximizar el rendimiento de cada línea individual.

CDSL (Consumer DSL), es más modesto en términos de velocidad y distancia que ADSL y RADSL, no emplea splitters (filtros) por lo que es mas simple su instalación y cableado.

VDSL (Very High Speed DSL), es el miembro mas reciente de la familia, es considerado el último objetivo de la tecnología DSL. Las velocidades son las más altas posibles y su despliegue esta asociado con la instalación de redes híbridas de fibra y cobre; empleando además tecnología ATM para el manejo de celdas de alta velocidad.

Limitaciones de DSL

Para implantar la línea digital de subscritor (DSL), es necesario enfrentar una serie de obstáculos, los cuales se dividen en dos tipos:
Internos propios de la línea y externos.

Los externos varían con la región geográfica y son del tipo intermitentes (rayos). Estos efectos fueron (supuestamente) tomados en cuenta durante la instalación de las líneas de cobre.

Los factores intrínsecos, propios del par trenzado, afectan en mayor o menor grado el desempeño de la DSL. Los 2 factores más importantes a considerar son: la atenuación, limitante en distancia y crosstalk ó diafonía, limitante en la tasa de bits por interferencia. El cuadro sinóptico muestra los factores Internos y Externos de las limitaciones DSL

Internos	Térmicos	Extremo Cercano (NEXT) Extremo Remoto (FERXT)
	Eco Atenuación Crosstalk	
	Infraestructura	Pupinizadores Derivadores Humedad en pozos, ductos, cables, empalmes Aislante (Papel, PVC, etc) Calibre Aislamiento electromecanico
Externos	Ruido Externo (Líneas de Alta Tensión, Lluvia, Cargas Electrostáticas) Interferencias de RADIO Fuentes de Ruido electromagnéticos.	

Figura 3. Tipos de Ruido en líneas ADSL

Aplicaciones de HDSL

Las aplicaciones de los productos DSL son muy variadas, van desde proporcionar enlaces dedicados tradicionales, hasta implementación en redes privadas y distribución de videos.

Las aplicaciones de HDSL pueden parecer obvias. Básicamente donde tenga sentido un T1o un E1. HDSL es ampliamente utilizado para ofrecer un acceso rápido a Internet, a los servidores de determinadas compañías. Las tecnologías limitan el tráfico “upstream” a una fracción de la velocidad “downstream”.

También se utiliza en redes universitarias o cualquier aplicación, donde tener u obtener el derecho de vía no sea un problema, campos privados con una instalación de cobre, etc. Algunas de las aplicaciones mas usadas en el mercado son las siguientes.

- o E1 (Fraccionado o completo)
- o Servidores IP etc.
- o Oficinal virtual
- o Redes Privadas
- o Campus Colegios y Universidades
- o Acceso a Internet.

Evolución de la Infraestructura Telefónica Inalámbrica.

Historia de la telefonía móvil.

Aun cuando comercialmente las redes telefónicas móviles existen desde los años 40's muchos consideran las redes analógicas de los finales de los 70's en los Estados Unidos de Norteamérica (en Europa a inicios de los 80's) como la primera generación (1G) de redes inalámbricas. Estas redes fueron diseñadas de manera similar a las redes fijas, donde una imagen analógica del sonido era transmitida en el aire y a través de las redes. El receptor y transmisor eran sintonizados a la misma frecuencia, y la voz que era transmitida se variaba en una pequeña banda para crear un patrón que el receptor pudiera reconstruir, amplificar y enviar a la bocina. Aunque esta tecnología era realmente revolucionaria en el área de la movilidad, estos sistemas tenían serias limitaciones. Los usuarios que deseaban viajar se desconectaban al moverse fuera del área de conexión inicial o cobertura, por consiguiente tenían que reconectarse. La funcionalidad de handover que hace posible que los teléfonos cambien fácilmente la antena desde la que reciben y a la que transmiten, no estaba disponible y esta limitante disminuía seriamente la movilidad. Otro problema era la falta de eficiencia, ya que muy pocos usuarios podían encajar en el espectro disponible. Los sistemas analógicos en general no son fáciles de optimizar con compresión o codificación. Los componentes que se utilizaban eran muy grandes y caros, consecuentemente, los teléfonos lucían como ladrillos.

A pesar de estos retos, los sistemas analógicos fueron exitosos en los EEUU (de acuerdo a los estándares de aquellos días), y los consumidores podían utilizar un aparato telefónico a lo largo de todo el país (donde existía cobertura). El Servicio Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS. Advanced Mobile Phone Service) fue introducido por primera vez en Nueva Jersey y Chicago en 1978, el interés se expandió a varias partes del mundo. La introducción en los EEUU esperaba las regulaciones de la FCC (Federal Communications Commission) y algunos países tales como Arabia Saudita y Japón lanzaron los servicios antes que los EEUU.

Al crecer los servicios, los operadores vieron la complejidad y carga del sistema, lo cual dio lugar al desarrollo de un estándar común para las redes centrales (core networks) : TIA-IS-41 (conocida solo como IS-41) . El core network es la infraestructura base que transporta la voz a y desde un usuario de una red radio móvil hacia un usuario de una red fija o móvil. Al iniciarse las discusiones sobre como introducir un sistema digital, una de las mayores preocupaciones era continuar soportando los sistemas analógicos y al mismo tiempo aumentar drásticamente las capacidades e introducción de transmisiones digitales.

En Europa, durante los 80's los países operaban con no menos de 9 estándares analógicos que competían entre sí, tales como el Nordic Mobile Telephony (NMT), Total Access Communications System (TACS). El roaming² Pan Europeo en este punto era solo un sueño lejano y la capacidad era un problema que crecía en dificultad. Los europeos, así,

² Roaming es la capacidad que tiene un aparato telefónico de operar en una red distinta a la origen, regionalmente con un mismo operador o regionalmente entre operadores diferentes. Existen convenios entre empresas para poder identificar a los teléfonos de otros operadores y darles el servicio, los teléfonos actualmente tiene cargada una lista llamada PRL (Preferred Roaming List) que define cómo ser reconocido en cada red.

vieron la necesidad de un sistema completamente nuevo, un sistema que pudiera alojar a ambas necesidades: un número creciente de usuarios así como características más avanzadas y una solución estándar en todo el continente. Dados los problemas de incompatibilidad y limitaciones de los sistemas analógicos, decidieron instaurar una solución completamente digital. El nuevo estándar, Groupe Spéciale Mobile (GSM), fue creado como la contraparte inalámbrica del ISDN (Integrated Services Digital Network) de la telefonía fija.

Aunque GSM inicialmente significaba Groupe Spéciale Mobile, por el grupo de estudio que lo creó, el acrónimo cambió poco después por Global System for Mobile Communications. No será la primera vez que el significado de un acrónimo cambie como veremos adelante. 26 compañías nacionales en Europa estandarizaron el sistema, y el proceso de trabajo para conseguirlo fijó el estándar de trabajo que ha probado ser exitoso en muchas ocasiones. Los países y compañías individuales comprendieron el poder de la estandarización internacional y la cantidad de dinero y energía que se puede perder al tratar de competir para dominar al mundo por sí mismos.

El resultado de éste y otros proyectos relacionados con la “*digitalización*” dieron lugar a 4 grandes sistemas inalámbricos 2G (segunda generación). Digital AMPS (D-AMPS) fue un agregado digital al AMPS (el cual es conocido actualmente como TDMA, sistemas que ha utilizado Telcel en México hasta este año). Con D-AMPS, el teléfono puede conmutar entre operación digital y analógica. IS-95, una solución basada en CDMA que Qualcomm introdujo a mediados de los 90’s, creció a finales del siglo 20. IS-95 es ahora más comúnmente conocido como cdmaOne (que es el utilizado en México por Iusacell, Pegaso y Unefon). En Europa y Asia, GSM rápidamente se convirtió en el estándar dominante con un alto grado de servicios adicionales tales como el popular Short Message Service (SMS). En Japón, el Personal Digital Cellular (PDC) se convirtió en el sistema número uno. Sin embargo, este sistema puso a Japón en una situación mala, con un sistema viejo que era incompatible con todos los demás. Esta situación empujó a los operadores japoneses a comenzar una agresiva estandarización y búsqueda de nuevas tecnologías. A fines de los 90’s, cdmaOne comenzó a ganar mercado en Japón y a presionar aún más a los operadores de PDC.

La Tabla 1 muestra la distribución de usuarios entre los diferentes sistemas hasta el verano de 2010³.

³ Fuente http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/KeyTelecom.html

Indicadores clave de las Telecomunicaciones en 2010 (Las cantidades son Estimados)									
	Global	Naciones Desarrolladas	Naciones en En Desarrollo	Africa	Estados Arabes	Asia- Pacífico	CIS	Europa	América
Celular Móvil (millones)	5,282	1,436	3,846	333	282	2,649	364	741	880
Por 100 habitantes	76.20%	116.10%	67.60%	41.40%	79.40%	67.80%	131.50%	120.00%	94.10%
Líneas Fijas (millones)	1,197	506	691	13	33	549	74	249	262
Por 100 habitantes	17.30%	40.90%	12.10%	1.60%	9.40%	14.00%	26.60%	40.30%	28.10%
Banda Ancha Móvil (millones)	940	631	309	29	34	278	72	286	226
Por 100 habitantes	13.60%	51.10%	5.40%	3.60%	9.70%	7.10%	25.90%	46.30%	24.20%
Fixed broadband subscriptions (millones)	555	304	251	1	8	223	24	148	145
por 100 habitantes	8.00%	24.60%	4.40%	0.20%	2.30%	5.70%	8.70%	23.90%	15.50%
Fuente: International Telecommunication Union (Octubre 2010)								via: mobiThinking	

Tabla 1. Distribución de Usuarios por Plataforma

Con el advenimiento de los sistemas digitales, el sonido de la voz fue muestreado y filtrado a través de varios modelos avanzados de voz (conocidos como codecs, codificación-decodificación), que básicamente imitan al oído humano. Los 0's y 1's resultantes son enviados en la red inalámbrica al receptor. Un usuario móvil digital que recibe una llamada puede escuchar una voz reconstruida, creada por las señales digitales que pasan por filtros que imitan el sistema de sonidos humanos. La digitalización hizo posible la compresión de varios suscriptores en el mismo espectro radial, incrementando así la eficiencia.

En resumen en las redes digitales, la voz es convertida a bits utilizando un software llamado Codec. En todos los codecs, hay un intercambio entre aprovechamiento del ancho de banda y la calidad de la voz. Las redes celulares, típicamente, utilizan codecs entre los 5 y 13kbps (kilo bits por segundo). Solo este tema podría ser motivo de una tesis

completa, valga mencionar que para reproducir la voz humana se pueden utilizar diferentes algoritmos, la calidad de los mismos varía dependiendo de la aplicación. En el apéndice A es explicado a grandes rasgos.

Los avances en estado sólido también han facilitado el desarrollo de teléfonos más pequeños que permiten más y más funcionalidades. Estas funcionalidades incluyen correo de voz, llamada en espera, y servicios avanzados adicionales tales como SMS. SMS utiliza los canales de control de GSM, TDMA y cdmaOne para transmitir mensajes de hasta 160 caracteres. A finales de los 90's, los operadores de GSM vieron un espectacular incremento en el uso de SMS. A fines del año 2000, hubieron más de 15mil millones de mensajes SMS enviados cada mes y mil millones solo en Alemania. Incluso el más despistado sabe que el mercado adolescente ha tomado el liderazgo en el uso de los servicios avanzados. Los SMS son perfectos para comunicarse en ambientes donde es difícil escuchar (como una discoteca o bar). También son una manera sencilla de notificar sin requerir de una llamada telefónica.

El mayor impulsor detrás de los sistemas 3G inalámbricos fue una vez más la necesidad de una mayor capacidad de roaming global, pero esta vez, la motivación fue también más alta calidad de servicio (QoS) y más flujo de bits o velocidad de transmisión. El trabajo conceptual de 3G comenzó a inicios de los 90's, y en paralelo la Internet comenzó a ser exitosa. Así que la visión original era crear un sistema inalámbrico global de alta velocidad y calidad tan completa que pudiera ajustarse a las necesidades del Internet Móvil. En la complicación de conseguir un roaming global, los sistemas de legado o anteriores (Legacy Systems es el termino más usado en el medio) fueron una vez más el principal obstáculo. Con varios millones de usuarios, nadie quería abandonarlos. En los EE.UU. (al igual que posteriormente en México), existía otro problema: las frecuencias, subastadas previamente para facilitar la operación de las redes 2G habían bloqueado la implementación de sistemas digitales en la banda de 2GHz (la frecuencia PCS es 1900MHz, o 1.9MHz). Los operadores Europeos y Japoneses habían planeado la utilización de esta banda para 3G. Una intensa batalla surgió cuando más y más operadores vieron lo que estaba en juego. Después de varias rondas de discusiones, decidieron que debería de haber al menos tres ramas de estándares 3G y que ese esfuerzo de convergencia debería de iniciarse. Los tres estándares son WCDMA, CDMA2000 y Velocidades de datos mejoradas para Evolución Global (Enhanced Data Rates for Global Evolution :EDGE), donde WCDMA tiene actualmente dos modos diferentes (FDD y TDD).

.

Sistemas Móviles; hoy y en el futuro.

Evolucion Digital Inalambrica 1990-2010

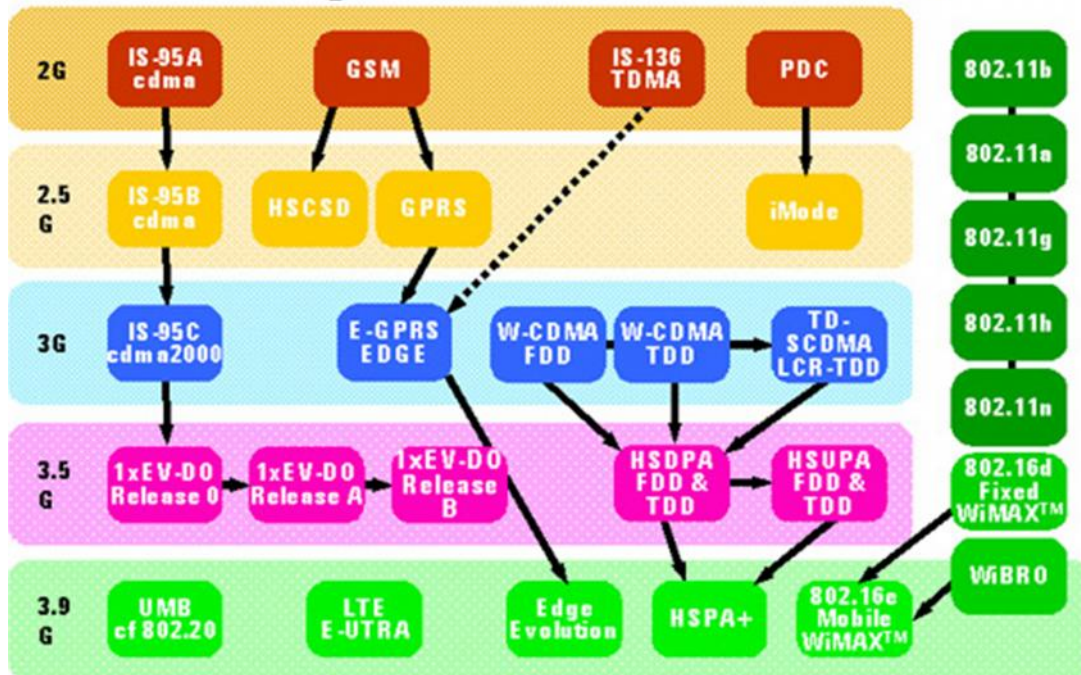


Figura 4 Evolución Móvil⁴

Evolución de TDMA (IS-136)

La mayor complejidad, costo, dificultad y tiempo derivarán en que TDMA/IS-136 se convierta en una “tecnología huérfana”. Las tecnologías huérfanas se caracterizan por lo siguiente:

1. Solo cubren una necesidad de mercado de corto plazo.
2. No ofrecen una base para evolucionar.

Tales huérfanos pueden ser tecnologías con un ciclo de vida limitado. HSCDS (High Rate Circuit Switched Data) que fue muy poco adoptada antes de ser abandonada, provee un ejemplo. Pueden ser tecnologías muy maduras al final de su ciclo de vida. TDMA cae en esta categoría.

Por su naturaleza inherente, las tecnologías huérfanas son abandonadas por alternativas más funcionales y ó más baratas. Por esta razón, solo proveen ventajas de corto plazo para los operadores y los usuarios finales. Para los fabricantes esto significa una rápida disminución en la producción y utilidades. Al reconocer esto, detienen sus gastos en investigación y desarrollo. Esto acelera el estatus de tecnología huérfana. Con esto, se va quedando más atrás de los avances. El quedarse atrás significa menos y menos beneficios al operador de la red. Eventualmente es abandonada.

⁴ http://www.agilent.com/about/newsroom/tmnews/background/fieldfox/fieldfox_img1.jpg

Otros ejemplos de tecnologías huérfanas incluyen el telégrafo (sustituido por el teléfono), telex (sustituido por el fax, que después fue sustituido por el e-mail) y la telefonía de circuitos conmutados (que está siendo sustituida por la telefonía de paquetes).

En TDMA los datos paquetizados fueron implementados en el Cellular Digital Packet Data (CDPD). Todo comenzó en 1992, cuando un grupo de operadores de redes inalámbricas del estándar AMPS formaron un consorcio para impulsar la introducción de servicios de datos. La tecnología CDPD habilita a los proveedores D-AMPS/AMPS para ofrecer ambos servicios, voz y servicios de Internet Móvil, aprovechando la misma infraestructura de red y canales.

CDPD es un agregado eficiente respecto al costo para los operadores TDMA, ya que solo una pequeña actualización funcional es necesaria en las estaciones base. Siendo una red de datos paquetizados, CDPD puede correr como una extensión de Internet, donde los usuarios pueden estar constantemente conectados (en forma similar a GPRS). Como consecuencia cada móvil CDPD tiene una dirección IP asignada, y todos los paquetes usados en la columna vertebral de la red CDPD son paquetes IP. En los primeros días de las redes CDPD, era utilizado principalmente para aplicaciones verticales, y no existían dispositivos o servicios disponibles para la red. Al aparecer WAP se incrementó la expectación por el Internet móvil a fines de los 90's, los operadores comenzaron a buscar maneras de llevar CDPD al mercado masivo. En mayo de 2000 AT&T introdujo sus servicios de PocketNet, corriendo servicios tipo WAP (HDML) sobre CDPD. Servicios orientados al cliente aparecieron al mismo tiempo y súbitamente CDPD era ya una tecnología para consumidores. Un aspecto interesante del relanzamiento de CDPD como una red orientada al consumidor fue la elección de teléfonos por parte de los clientes. La mayor parte de la gente seleccionó teléfonos de bajo precio por la voz y vieron el acceso a Internet como algo adicional. Aun cuando los desarrolladores hubieran deseado una mayor penetración de los teléfonos más avanzados y caros con pantallas más grandes los consumidores no estaban preparados para invertir en ellos dinero extra. Esta situación nos enseñó una importante lección respecto a la habilidad de la gente para adoptar tecnologías nuevas. Inclusive si existe algo nuevo, que es útil y atractivo, los usuarios deben ser inducidos lentamente a ella. En este caso, el movimiento de un teléfono orientado a voz a un dispositivo de alto nivel similar a un PDA, fue demasiado grande y los usuarios prefirieron seleccionar al teléfono como su segunda ó tercera opción para acceso a datos.

Vale mencionar que en México el número de usuarios de Internet móvil en Telcel, que usaba CDPD, fue de menos de 2500 en un lapso de 2 años, en su caso específico el hecho de haber seleccionado un solo modelo de teléfono, demasiado grande y feo, además de jamás haber realizado promoción comercial inteligente, educar a sus distribuidores en las bondades del servicio, en la falta de creatividad para desarrollar contenido vivo e interesante y una red CDPD terriblemente ineficiente los llevaron a un rotundo fracaso. Actualmente con una red GSM y GPRS (muy mal implementados) han logrado la cifra de 250 mil usuarios en poco más de un año gracias a la gran oferta de teléfonos y a una política de datos más abierta.

La mayor preocupación en CDPD es la falta de una ruta de evolución hacia 3G, para remediar este problema EDGE fue direccionado hacia una versión que pudiera correr en TDMA. Una ventaja clave en este sentido es el hecho de que los usuarios GSM y TDMA pueden hacer roaming entre ellas. Para facilitar esta función, dos versiones compatibles de EDGE eran necesarias: una que usara la estructura de canales de TDMA y otra que use los canales GSM. Los operadores TDMA pueden optar por migrar a GSM (Telcel lo está haciendo) y su ruta de actualización dependiendo de la disponibilidad de espectro.

Actualmente TDMA es principalmente utilizada en Norte América y Sudamérica, con operadores tales como AT&T, Cellular One, Telefónica Móvil y América Móvil.

Evolución de GSM.

GSM es con mucho el más grande sistema 2G, con más de 400 millones de suscriptores a finales de 2000 y agregando 10 millones de usuarios cada mes. Con su cobertura paneuropea y sistemas también instalados en Asia, Norte América, Sudamérica y Australia, GSM es hoy un verdadero sistema global. Como otros sistemas 2G, GSM maneja eficientemente la voz, pero su soporte a aplicaciones de datos e Internet es limitado. Una conexión de datos es establecida de la misma manera que una llamada de voz: el usuario llama y la conexión por conmutación de circuitos continúa durante toda la sesión. Si el usuario cuelga y desea reiniciar la sesión el proceso debe repetirse. Esto, junto con la limitante de que los usuarios pagan por el tiempo que están conectados, da lugar a la necesidad de datos paquetizados para GSM.

Con Datos de Circuitos Conmutados y Alta Velocidad (HSCDS. High Speed, Circuits Switched Data), la misma tecnología de conmutación de circuitos es usada como en GSM, pero múltiples ranuras de tiempo (Time Slots) pueden ser usadas para una conexión. En otras palabras, un usuario puede alcanzar hasta 57.6Kbps de velocidad de datos. El primer sistema HSCSD apareció en el año 2000, y los primeros lotes de terminales aparecieron como tarjetas para PC.

Datos paquetizados son introducido a los sistemas GSM al utilizar General Packet Radio Services. (GPRS). GPRS es una tecnología sobrepuesta que es agregada sobre la infraestructura ya existente de sistemas GSM. En otras palabras, GSM sigue manejando la voz, y los aparatos terminales son capaces de soportar ambas funciones. La actualización a GPRS es sencilla y no muy cara para los operadores, ya que solo unos cuantos nodos deben ser agregados. Las principales funcionalidades de GPRS son:

- **Siempre en línea.** Elimina el proceso de llamada (dial-up), poniendo las aplicaciones a un clic de distancia.
- **Es una actualización a las redes existentes** (GSM y TDMA). Los operadores no tienen que reemplazar sus equipos; GPRS se agrega a la infraestructura existente.
- **Es una parte integral de EDGE y WCDMA.** GPRS es la red central de datos paquetizados para estos sistemas 3G.

Mientras GPRS en un paso obvio de migración para las redes GSM, el siguiente paso requiere más evaluación. Los dos peldaños principales a subir son EDGE y WCDMA.

EDGE es una manera eficiente en costo de migrar a servicios 3G completos. EDGE no cambia mucho de la red central, que sigue utilizando GSM/GPRS. Más bien se concentra en mejorar la capacidad y eficiencia sobre la interfase aérea al introducir esquemas de codificación más avanzados, donde cada ranura de tiempo puede transportar más datos. Adicionalmente, EDGE adapta la codificación a las condiciones actuales, lo que significa que la velocidad puede ser aún mayor si la recepción radial es buena.

Una funcionalidad clave de EDGE es que comúnmente no requiere de espectro adicional y EDGE explota la capacidad y flujo de bits de GSM/GPRS así como de sistemas TDMA.

WCDMA es otra ruta de migración que puede ser utilizada con o sin EDGE. Algunos operadores que han adquirido licencias de WCDMA continuaran invirtiendo en EDGE para ganar la siguiente ventaja competitiva:

- Menor tiempo para comercializar servicios 3G al ofrecer EDGE. Así podrán captar a los adoptadores tempranos de tecnología y conservarlos una vez que introduzcan WCDMA.
- Una vez que WCDMA sea introducido, inicialmente tendrá cobertura limitada. La solución temporal en áreas rurales será GPRS o EDGE donde EDGE dará mayores flujos de bits y capacidad.

WCDMA, o UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), como se le llama en Europa, es una actualización para GPRS/EDGE en la red central y también introduce una interfase completamente nueva de radio. La nueva interfase de radio CDMA utiliza códigos para separar a los usuarios en lugar de las ranuras de tiempo de los sistemas TDMA tales como GSM/GPRS usan. Aun cuando la interfase es completamente nueva y diferente a la de GSM/GPRS, inclusive los primeros lotes de teléfonos WCDMA se predice que serán compatibles con GSM/GPRS. Esta compatibilidad es crucial ya que la interfase de radio nueva significa que la cobertura deberá ser construida desde cero una vez más. Se prevé que incluso varios años después de su introducción las áreas rurales continuarán únicamente con cobertura GPRS/EDGE. Este es un detalle importante a considerar cuando se desarrollan aplicaciones.

¿Cómo manejar una degradación paulatina del servicio cuando los 400Kbps de los sistemas WCDMA se remplacen por los 20Kbps de GPRS?. Así mismo, la naturaleza de los sistemas CDMA hace que el flujo de bits sea altamente dependiente de la distancia a la estación base. En otras palabras, inclusive con un sistema WCDMA se espera que se obtengan flujos de bits menores al alejarse de las antenas. EL RNC (Radio Network Controller) está ya remediando parte de éste fenómeno. El RNC puede distribuir la capacidad en la celda de acuerdo a la información de QoS que está asociada con los suscriptores. Así, un usuario que está pagando una tarifa adicional puede mantener un flujo de bits constante mientras que su teléfono pueda proveer el poder necesario para alcanzar la antena.

GSM1x: Migración de GSM a CDMA2000

La familia de estándares CDMA2000, incluyendo CDMA2000 1x y CDMA2000 1x EV-DO, pueden ser también una solución para operadores GSM. GSM1x, es una solución sobrepuesta que permite la coexistencia de redes de radio CDMA2000 1x con redes centrales GSM-MAP preexistentes o en espectro nuevo. Con GSM1x, los operadores GSM pueden de manera sencilla aprovechar la red central y servicios GSM y mejorar las capacidades de datos y la eficiencia espectral de radio acceso con una infraestructura CDMA2000.

Evolución de cdmaOne.⁵

CdmaOne tiene una ruta de migración similar a la de GSM, la cual involucra mayor flujo de bits de circuitos conmutados, redes siempre en línea y mayores velocidades. Puede parecer más compleja la ruta de migración de cdmaOne, ya que la evolución de la interfase de aire y la red central están claramente separadas.

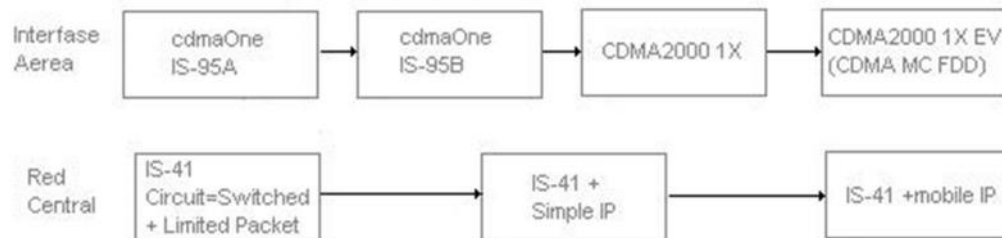


Figura 5. Ruta evolutiva para cdmaOne

La figura 2, trata de mostrar como la red central tiene su propia ruta de migración y que puede hacerse en forma independiente de la interfase aérea. En general se puede considerar que el núcleo de red completo de cdma2000 para 3G, basado en IP móvil, es más avanzado que GPRS y probablemente sea más cercano a WCDMA fase 2. Algunos operadores puede que seleccionen evitar el paso de IP Simple e implementar CDMA2000 con IP móvil directamente.

La interfase de radio de cdmaOne IS-95A soporta directamente llamadas de datos y flujo de datos a 14.4Kbps. SMS también está disponible pero nunca ha tenido el éxito que en

⁵ http://www.cdg.org/tech/a_ross/CDMARevolution.asp

GSM. Con IS-95B, la funcionalidad promedio mejora, pero el mayor paso es incrementar el flujo de datos. Al combinar varios canales de 9.6 o 14.4 hasta 115.2Kbps pueden ser alcanzados. Como siempre, este flujo es menor en realidad y está limitado por los teléfonos y la capacidad promedio del sistema. En Japón servicios con flujos de 64Kbps ya han sido lanzados.

La mayor parte de las redes cdmaOne están implementadas en las bandas de los 800Mhz y 1900Mhz (PCS) y han sido más adoptadas en los EEUU, Corea y Japón. En México se incluyen a Iusacell, UNEFON y Pegaso (Telefónica México está retirando el servicio CDMA por el estándar europeo GSM).

Con la tecnología cdmaOne, cada portadora (canal) es de 1.25Mhz de ancho (una portadora en GSM es de 200kHz y TDMA es de 30kHz). La radio interfase de cdma2000 1X es compatible con IS-95 A e IS-95B por lo tanto utiliza los mismos canales de 1.25Mhz. A través de una mejora en modulación, control de poder y diseño general, CDMA2000 1X provee flujos de bits promedio de hasta 144Kbps y también da al operador más capacidad para voz y datos.



Figura 6. Evolución de CDMA⁶

La red central de cdmaOne se basa en IS-41 igual que TDMA. La visión de la red central de cdma2000 3G es tener una arquitectura que se base en los estándares IP de la Fuerza de Trabajo de Ingeniería e Internet (Internet Engineering Task Force :IETF), con conectividad ilimitada IP (llamada IP Móvil).

⁶ http://www.cdg.org/3GPavilion/Detailed_Info/3G_fact_sheet.pdf

Arquitectura General de los Sistemas de Telefonía Móvil

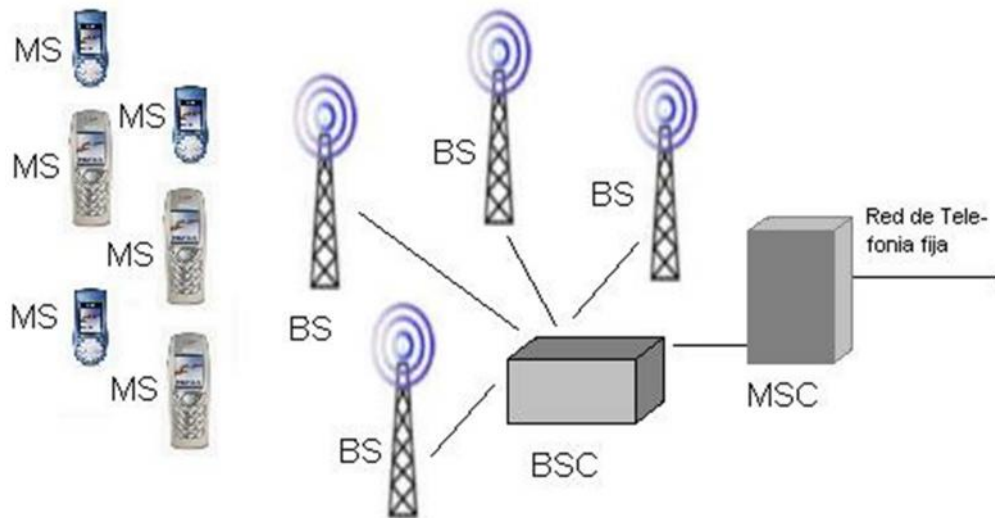


Figura 7. Arquitectura de los sistemas de telefonía móvil

La figura 4, un sistema móvil con cuatro Bases de Transceptoras (BTS, Base Transceiver Station), una Estación Base Controladora (BSC, Base Station Controller) y una Central de Conmutación Móvil (MSC, Mobile Switching Center). Esta figura también muestra seis estaciones móviles (MS, Mobile Station). En una red típica que cubre una región hay varios miles de BTS's, las BTS son comúnmente llamadas estaciones base o radio bases (RBD, Radio Base Stations).

Los teléfonos y las estaciones móviles.

Los aparatos telefónicos⁷ son la parte más conocida de equipo, ya que es lo que se utiliza para hacer llamadas (y acceder a servicios de datos). Cuando se habla de servicios avanzados el equipo es llamado MS, el cual consiste de un equipo terminal (TE, Terminal equipment) y una terminal móvil (MT, Mobile Terminal). El TE es un dispositivo que hospeda las aplicaciones y la interacción con el usuario, mientras que el MT es la parte que realiza la conexión a la red.

⁷ La palabra inglesa para referirse a la estación móvil es "handset", refiriéndose a un dispositivo manual, como suele ocurrir es difícil encontrar una palabra que exprese el sentido inglés al español. En el resto de este trabajo nos referiremos a teléfonos para indicar el aparato que en México llamamos genéricamente "celular" y en España "móvil", que consideramos es más clara, y cuando se trate de un dispositivo que no necesariamente sea un teléfono pero que sea un "handset" se indicará claramente el tipo de dispositivo (Palm, Modem etc).



Figura 8. Equipo terminal y Estación Móvil

Otras configuraciones combinan estas dos piezas en un solo dispositivo multipropósito. En algunos sistemas tales como GPRS (Global Packet Radio Services), EDGE (Enhanced Data Rates for GSM) y WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), los datos del suscriptor se almacenan en una tarjeta separada llamada Tarjeta de Identidad de Suscriptor (SIM. Subscriber Identity Card). Esta característica permite que el usuario cambie las tarjetas SIM cuando sale de trabajar y convertir su teléfono de trabajo en uno privado. Las tarjetas SIM pueden ofrecer servicios adicionales por medio del SIM Toolkit, que no cubriremos en esta tesis.

El subsistema de estaciones base.

Aunque la arquitectura varía un poco entre diferentes sistemas, siempre existe una antena que recibe señales de los teléfonos y las transporta a los sistemas móviles.

Las antenas se pueden encontrar en varios lugares altos para obtener la mayor cobertura posible. Conectado a cada antena normalmente hay una estación base que procesa la inicialización de llamadas y sus rutas hacia la red.

Una celda es la unidad geográfica básica de un sistema celular y se define como el área de cobertura de radio que un sistema de antenas de estación base provee. A cada celda se le asigna un número llamado Identificación Global de Celda (CGI. Cell Global Identity). El área de cobertura móvil consiste de un gran número de estas celdas, de ahí el nombre de sistema celular y teléfono celular.

Algunas veces una célula envía información en todas direcciones desde la estación base y algunas veces la antena tiene tres sectores que la rodean. La primera configuración es común en zonas rurales, donde es crucial obtener una cobertura tan amplia como sea posible. La siguiente, por otra parte, es especialmente útil para zonas de alto tráfico, y las

células pueden ser orientadas de manera más inteligente para poder lidiar con un mayor tráfico. Un ejemplo típico es un estadio, donde la carga en la red puede ser increíblemente alta por momentos. En éste caso, una célula es usualmente enfocada directamente en este punto de manera que maneje únicamente este tráfico. Así una estación base tiene una antena que habilita una interfase aérea con el MS. Cuando se inicia una llamada, hay comúnmente varios recursos (transeptor, fuerza, etc) dedicados al usuario en cuestión. Una diferencia mayor entre los sistemas 2G y 3G es que la disposición de la estación base es mucho más flexible en 3G. En 2G comúnmente hay un cierto tipo de recurso dispuesto para un cierto tipo de servicio, este tipo de limitación podría hacer a un sistema 3G multiservicio muy ineficiente.

Así un número de estaciones base están conectadas a un controlador (BSC) para GSM y a una Red de Radio Control (RNC) para WCDMA. Mucha de la inteligencia del sistema móvil radica aquí. El BSC/RNC administra muchas de las funciones avanzadas relacionadas con radio, paso de estafeta (handover⁸), asignación de radio canales, Calidad de Servicio (QoS), y los datos de la configuración de célula. Funcionalidades de balanceo y admisión de cargas avanzado también radican en el BSC/RNC. Los controladores y las estaciones base en conjunto se llaman subsistema de estaciones base.

La Red Central.

La red central tradicionalmente ha estado equipada con conmutadores (switches) y funcionalidades de manejo de suscriptores. Estas funcionalidades incluyen manejo de administración, autenticación, seguridad, y mantenimiento. Al introducirse servicios más avanzados, la red central se convierte más en una red de datos en la cual los servicios de circuitos y paquetes conmutados comparten la misma infraestructura. La función tradicional de la red central es dirigir el tráfico que entra a la red móvil desde otras redes hacia la radio base adecuada y dirigir llamadas desde una estación móvil en el sistema, hacia la red destino correcta.

La red destino para servicios de datos puede ser otra red móvil, una línea en una red telefónica fija o la Internet. Sin embargo, el advenimiento de servicios avanzados de datos cambia esta situación, y crea la necesidad de elementos tales como centros SMS, o gateways WAP.

Transmisión Dúplex.

Un solo canal de comunicaciones puede ser utilizado únicamente para transmitir información en un sentido, tal como la transmisión de televisión o radio. Los radios de dos vías utilizan el mismo canal, pero requiere que uno detenga su transmisión para poder recibir y viceversa, el usuario presiona un botón para hablar y lo libera para escuchar. La comunicación real de dos vías dúplex requiere de dos canales.

⁸ Handover. Es la forma en que las celdas se van delegando el control de una llamada móvil

División de Frecuencia Dúplex.

La división de frecuencia dúplex (FDD: Frequency Division Duplex) utiliza dos bandas de frecuencia separadas, esto significa que el móvil transmite a una frecuencia y recibe a otra. La frecuencia de transmisión que utiliza la estación base se llama *downlink* o frecuencia de bajada y la frecuencia a la que el móvil transmite se llama *uplink* o frecuencia de subida.

La mayoría de los sistemas celulares utilizan FDD, de manera que los gobiernos dan concesiones en pares: una parte para la frecuencia de bajada y otra para la de subida. Esto se conoce como espectro apareado. Los pares son usualmente del mismo tamaño, esto quiere decir que el canal de comunicaciones es simétrico: la misma cantidad de información puede ser transmitida desde y hacia el móvil. Esto es ideal para conexiones de voz, pero no para muchas aplicaciones de Internet. La navegación en la red es inherentemente asimétrica: los usuarios “*bajan*” páginas y gráficos, pero envían solo “clicks” del ratón. Una conexión simétrica a Internet desperdicia la mayor parte del ancho de banda que podría ser utilizado para otras aplicaciones.

El espectro apareado siempre utiliza la frecuencia más alta para la bajada (downlink), y la más baja para la subida (uplink). Esto es porque las frecuencias altas tienen un rango ligeramente más corto, y la estación base puede incrementar la potencia de transmisión para compensarlo. Los móviles pueden transmitir utilizando una potencia ligeramente más baja, lo cual incrementa la vida de las baterías y reduce el riesgo de radiación dañina para el ser humano.

División de Tiempo Dúplex.

La división de tiempo dúplex (TDD: Time División Duplex), utiliza un solo canal, pero alterna entre transmisión y recepción, esencialmente una versión mas rápida y automatizada del sistema de cambio descrito anteriormente. Su gran ventaja es que el ancho de banda puede ser fijado en forma dinámica entre el uplink y el downlink, permitiendo enlaces de datos asimétricos. La distinción entre ambos puede ser eliminada completamente en una red punto a punto, donde cada nodo transmite directamente al otro sin utilizar una estación base. TDD es común en redes inalámbricas locales de corto alcance.

Multiplexado.

En una célula, los operadores móviles quieren permitir tantos usuarios como sea posible. Esto se logra al utilizar tecnologías de acceso múltiple, las cuales permiten que el espectro sea compartido entre varios usuarios. Los sistemas analógicos normalmente separan las conversaciones al subdividir el espectro en bandas de frecuencia delgadas y al utilizar transductores direccionales en las estaciones base. Los sistemas digitales también dividen la frecuencia en ranuras de tiempo, o codifican la transmisión de manera que más de un usuario puede utilizar las mismas ondas al mismo tiempo.

Frecuencia.

Todos los sistemas de radio utilizan algún tipo de división de frecuencia, parten el espectro disponible en sub-bandas, cada una de las cuales puede ser sintonizada para uno o más usuarios. Los ejemplos incluyen la transmisión de radio, televisión y redes analógicas celulares. Los sistemas celulares también utilizan división de frecuencia de acceso múltiple (FDMA: Frequency Division Multiple Access), pero lo combinan con otros esquemas de multiplexado.

Comunicaciones Inalámbricas de Acceso Múltiple.

Los objetivos de los sistemas de comunicación inalámbrica de acceso múltiple, es decir celulares o PCS (Personal Communications Systems) son:

- Calidad de servicio de voz similar al de las redes fijas.
- Cobertura geográfica cercana al 100%.
- Bajo costo de equipos, tanto en las MS como en la infraestructura fija.
- Número mínimo de estaciones base.

Los gobiernos han fijado un ancho de banda limitado en estos servicios, así que se debe obtener una alta eficiencia espectral, medida en Erlangs⁹ por unidad de área de servicio, por MHz. Los operadores celulares tienen 25Mhz cada uno, divididos en las dos direcciones de comunicación (Tx/Rx). El servicio PCS en los EE.UU. tiene tres bandas de 30Mhz y tres secciones de 10Mhz también subdivididas.

⁹ Erlang. Unidad sin dimensión de la intensidad del tráfico telefónico. Numéricamente es igual al rango de veces que se llama y el promedio de duración de llamada en cierto tiempo. Se llama así en honor al ingeniero noruego que popularizó el concepto.

http://www.cdg.org/tech/a_ross/DefAtoF.asp#anchor887396

La implementación práctica de sistemas celulares que tengan cientos de canales se volvió práctica con la disponibilidad de sintetizadores de frecuencia de bajo costo. El control por microprocesador permite el manejo de diálogos complejos de mensajes que implementan protocolos sofisticados de control de llamadas.

La solución celular, originalmente diseñada por los laboratorios Bell de Telefonía en los 70's, hace uso de múltiples estaciones fijas, o células (el termino se refiere a veces al equipo o a la zona de servicio). Cada sitio atiende a las MS en un área geográfica limitada. Cuando un suscriptor se mueve entre células, mensajes por aire son usados para transferir el control desde la célula anterior y la siguiente. Esta transferencia se llama handoff o handover (pasar la estafeta).

El sistema original, en los EEUU, fue llamado Sistema Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS: Advanced Mobile Phone System). Sistemas similares, con pequeñas variaciones, como el Telefonía Móvil Nórdica (NMT: Nordic Mobile Telephone) en Escandinavia y Sistema de Comunicaciones de Acceso Total (TACS: Total Access Communications System) en el Reino Unido, China y otros países. La ubicación espectral está en la región de los 800-900 Mhz.

Varios cientos de canales están disponibles en el rango espectral. Un canal en una estación base es usada para cada conversación. Cuando ocurre el handoff, la estación del suscriptor recibe la orden, vía un mensaje, de terminar el uso del canal anterior y sintonizar el nuevo, en el cual encontrará la nueva célula.

Reutilización de Frecuencia.

La reutilización de frecuencias es un concepto central para la telefonía celular. Aun cuando existen cientos de canales disponibles, si cada frecuencia fuera asignada solo a un celular, la capacidad total del sistema sería igual al número total de canales, ajustado para la probabilidad de bloqueo en erlangs: solo unos cuantos miles de suscriptores por sistema. Al reutilizar los canales en múltiples células, el sistema puede crecer sin límites geográficos.

La reutilización es dependiente, en forma crítica, del hecho de que la atenuación del campo electromagnético en las bandas celulares tiende a ser mayor en la distancia, de lo que es en el vacío. Medidas tomadas repetidamente han mostrado que la intensidad del campo decae en R^{-n} , donde $3 < n < 5$. En el vacío $n=2$. Es realmente fácil ver que el concepto celular falla completamente por la interferencia, que crece sin límite si la propagación es exactamente al vacío.

La reutilización celular es fácilmente entendida si se considera un sistema ideal. Si asumimos que la propagación es uniforme R^{-n} , y que las fronteras de la célula son puntos de señal igual, entonces un área plana de servicio está cubierta en forma óptima por matrices de células hexagonales.

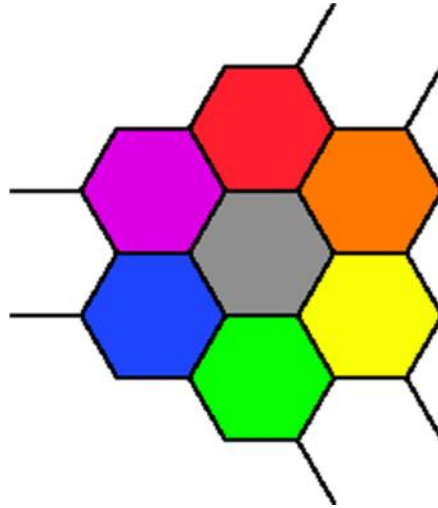


Figura 9. Patrón Hexagonal de células

Siete conjuntos de canales son utilizados, cada conjunto celular es un color. Esta unidad de siete células se replica en el área de servicio.

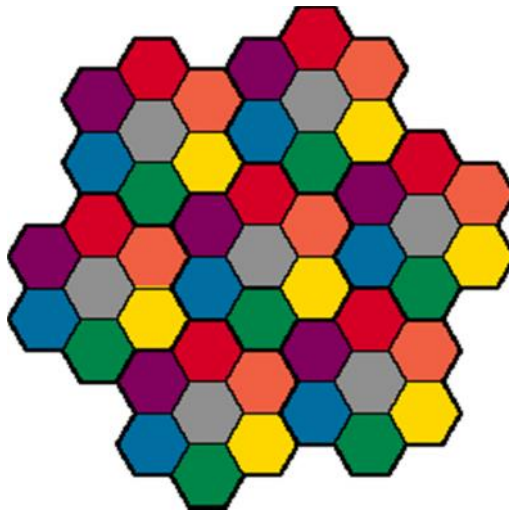


Figura 10. Región Celular.

Ninguna célula de un mismo color es adyacente, así no existen células adyacentes utilizando el mismo canal. Aún cuando el sistema real no luce como estos hexágonos ideales en un plano, la reutilización de 7 vías es típica y se usa en la práctica.

La capacidad del patrón de K-vías es simplemente el número total de canales disponibles divididos entre K. Con $K=7$ y 416 canales, hay aproximadamente 57 canales disponibles por celda. A una carga típica de 0.05 Erlangs por suscriptor, cada sitio puede soportar 1140 usuarios.

La única red analógica celular que aún se utiliza ampliamente es AMPS (Advanced o American Mobile Phone System). Utiliza espectro apareado de 25Mhz, dividido en canales de 30khz. Esto da una capacidad total de 832 canales en cada dirección, aunque no todos pueden ser utilizados para conversaciones telefónicas. Aproximadamente 42 son necesarias para control de la información, y el espectro completo es normalmente dividido entre dos operadores celulares competidores. Esto da al operador un máximo de 395 llamadas. Estas llamadas se refieren solo a una célula aislada, no a la red completa.

Desafortunadamente, la interferencia significa que todas las células adyacentes no pueden reutilizar las mismas frecuencias, de manera que ninguna celda puede transmitir o recibir en todos los canales. Ya que el patrón se repite a sí mismo en grupos de tres celdas, se dice que tiene un tamaño de grupo (cluster size), de 3. En AMPS, esto da a cada celda 131 canales.

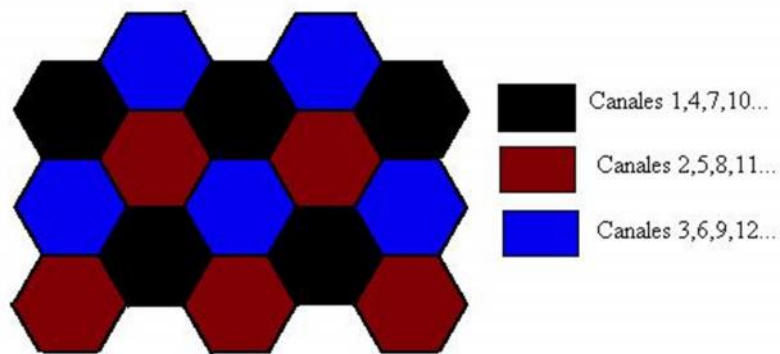


Figura 11. Grupos de 3 células.

El tamaño de los grupos es inusualmente de 3 en las redes reales, ya que las celdas, como se mencionó antes, no son exactamente hexagonales. La interferencia entre celdas sigue siendo muy grande, de manera que células muy grandes deben ser utilizadas. Los sistemas más comunes utilizan tamaños de grupos de 7 o 12, pero otras son posibles y necesarias, dependiendo de la estructura particular de la red y si incluye micro celdas.

El mayor problema con FDMA puro es que las frecuencias cercanas interfieren unas con otras, algo con lo que estamos familiarizados con las transmisiones de radio. Las frecuencias están separadas por un espacio, lo cual es un gran desperdicio de espectro.

Dado este desperdicio de espectro, la mayor parte de las tecnologías analógicas ya son obsoletas.

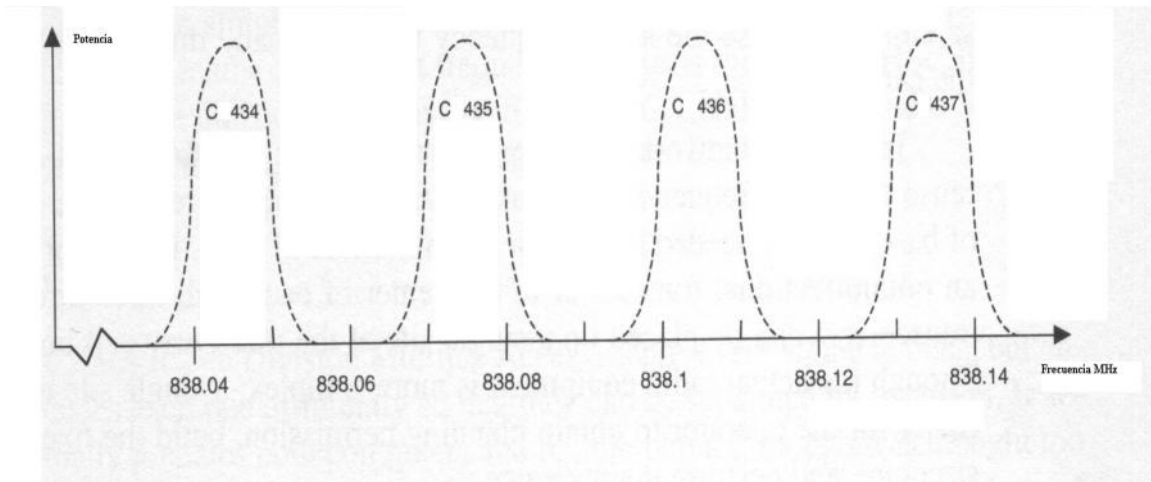


Figura 12. Uso del Espectro en FDMA.

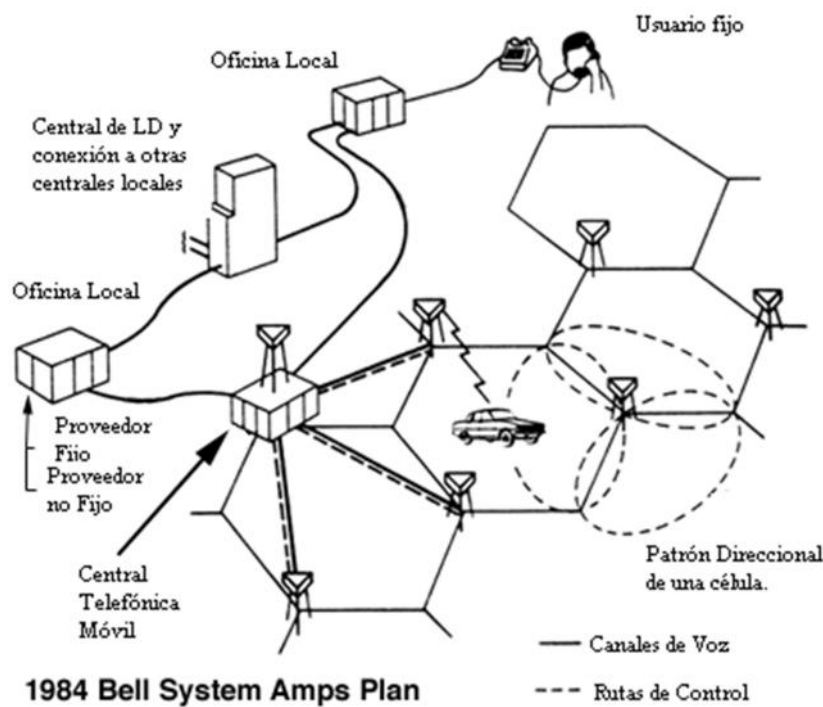


Figura 13. Sistema AMPS Original

Acceso Múltiple de División de Espacio.

El acceso múltiple de división de espacio (SDMA: Space División Múltiple Access), utiliza transmisores direccionales para cubrir solo una parte del arco en lugar de un círculo completo, como en una célula. Es más valioso en sistemas de satélite, los cuales, frecuentemente, necesitan un haz angosto enfocado, para prevenir que la señal se expanda demasiado y se debilite. Un solo satélite puede reutilizar la frecuencia para cubrir diferentes regiones en la superficie terrestre.

En las redes celulares, la interferencia significa que SDMA no puede en realidad reutilizar las mismas frecuencias. Puede, sin embargo, ser usada para reducir el número de estaciones base necesarias para cubrir un número determinado de células. En lugar de poner un transductor omnidireccional al centro de cada célula, tres transductores direccionales se colocan en un solo sitio en la vecindad de la célula de tres vías.

Aunque el equipo de radio real es más complejo, un solo sitio hace más fácil para el operador obtener permisos de planeación, construir la infraestructura fija y realizar el mantenimiento.

Acceso Múltiple de División de Tiempo.

Los sistemas digitales más actuales, incluyendo el estándar Europeo GSM, se basan en TDMA (Time División Múltiple Access). Para los consumidores de los EE.UU. El término TDMA significa la versión digital de AMPS, pero desde un punto de vista de ingeniería es únicamente uno de muchos sistemas TDMA. Es utilizado también por los japoneses con el estándar PDC (Personal Digital Cellular), el segundo estándar celular más popular por número de usuarios.

TDMA trabaja dividiendo la banda en varias ranuras de tiempo, cada una correspondiendo a un canal de comunicación. Un teléfono celular normalmente solo transmite y recibe en una ranura, permaneciendo silencioso hasta que es su turno otra vez. El número de ranuras, longitud de ciclo y ancho de banda, dependen de la tecnología que se utilice.

Las frecuencias más amplias de GSM le dan la ventaja de la escalabilidad y de reducir el desperdicio de ancho de banda mostrado en la figura 9. Pero las cortas ranuras de tiempo pueden crear problemas con el mantenimiento de la sincronización entre teléfonos. A las radio señales les toma solo unos 3.3micro segundos para viajar un kilómetro, lo cual ocasiona un retraso en el viaje de ida y vuelta de la señal, de aproximadamente 400microsegundos, para un teléfono a solo 60Km de distancia de la estación base. La ranura de tiempo dura solo 577micro segundos, así que este retraso es suficiente para que un teléfono pierda su ranura por completo, aun cuando sea imperceptible para el escucha humano. En la práctica significa que las celdas GSM no pueden tener un radio mayor a 35Km, sin importar que tan potente sea la señal.

Acceso Múltiple de División de Código.

CDMA (Code Division Multiple Access) envía todas las señales simultáneamente, pero codifica cada una de manera diferente de modo que pueden ser separadas para los receptores.

CDMA es una tecnología de “espectro expandido” (spread spectrum), lo cual significa que distribuye la información contenida en una señal en particular o de interés en un ancho de banda mucho más grande que la señal original.

Una llamada CDMA se inicia a un rango estándar de 9600 bits por segundo (9.6Kbps). Este es luego expandido para ser transmitido a más o menos 1.23Mbps. Expandir el espectro significa que los códigos digitales son aplicados a los bits de datos asociados con el usuario en una célula. Estos bits de datos son transmitidos junto con la señal de todos los demás usuarios en la célula. Cuando la señal es recibida los códigos se remueven de la señal deseada, separando a los usuarios y regresando la llamada a la velocidad de 9600bps.

Las aplicaciones militares son el uso tradicional del espectro expandido. Debido al amplio ancho de banda de las señales de espectro expandido, son muy difíciles de interferir, congestionar y difíciles de identificar. Esto contrasta con las tecnologías de bandas de frecuencia mas angostas. Ya que una señal de banda ancha en espectro expandido es muy difícil de detectar, aparenta ser nada más que un ligero incremento en el “ruido de piso” o niveles de interferencia. Con otras tecnologías, la potencia de la señal esta concentrada en una banda más delgada, la cual la hace más fácil de detectar.

Existen dos tipos de sistemas de espectro expandido.

- Espectro expandido de salto de frecuencia, FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), es el tipo más simple. Utiliza señales FM de banda angosta, pero rápidamente conmuta entre cada una en un patrón significativamente aleatorio conocido únicamente por el receptor y el transmisor. Esto no evita que el enemigo sepa que existe una comunicación en curso, pero hace muy difícil escuchar o interferir. FHSS es utilizado actualmente en señales de radio de corto alcance, particularmente en bandas no licenciadas; la habilidad para cambiar de frecuencia rápidamente lo hacen útil para encontrar frecuencias que no están siendo utilizadas por otro.
- Espectro expandido de secuencia directa, DSSS (Direct Sequense Spread Spectrum), cubre un amplio rango de frecuencias, transmitiendo todas simultáneamente. Esto significa que el ancho de banda requerido es muy grande, usualmente en el orden de los megahertz en lugar de kilohertz. El ancho de banda

adicional es utilizado para enviar copias extra de la señal transmitida y se conoce como ganancia. A más ganancia mayor resistencia a la interferencia.

Todas las tecnologías celulares CDMA utilizan DSSS. El estándar original de Qualcomm tenía un ancho de banda de 1.25MHz, mientras que los sistemas de 3ª generación utilizan bandas aún más anchas. Pese a los, aparentemente, mayores requerimientos, utilizan el espectro de manera más eficiente que otros sistemas, ya que puede ser compartido por varias transmisiones distintas al mismo tiempo, pero cada una utilizando un código diferente.

Si más de un teléfono puede usar la misma frecuencia al mismo tiempo, lo mismo aplica para las estaciones base. Esto significa que cada célula puede utilizar todo el espectro disponible, un ahorro mayor ya que cada celda en otros sistemas puede utilizar cuando mucho un tercio del mismo. Las celdas están diseñadas para superponerse. En lugar de una frontera de celda, CDMA tiene una región de paso de estafeta (handoff region), donde la unidad móvil está conectada simultáneamente a dos estaciones base. Esto permite un paso de estafeta suave, y significa que la ubicación exacta del usuario puede ser obtenida por triangulación, midiendo la distancia entre el teléfono y cada estación base.

CDMA ofrece la respuesta al problema de capacidad. La clave es la alta capacidad de uso de ondas portadoras de ruido, como fue sugerido inicialmente por Claude Shannon¹⁰. En lugar de separar el espectro y el tiempo en ranuras no adyacentes a cada usuario se le asigna una instancia diferente de la portadora de ruido. Aunque las formas de onda no son estrictamente ortogonales, casi lo son. Las aplicaciones prácticas de este principio siempre han utilizado pseudo ruido generado digitalmente, en lugar de ruido térmico real. Los beneficios básicos se conservan, y los transmisores y receptores se simplifican ya que grandes porciones pueden ser implementadas utilizando dispositivos digitales de alta densidad.

El mayor beneficio de las portadoras de tipo ruido es que la sensibilidad a la interferencia es fundamentalmente alterada. Los sistemas tradicionales de frecuencia ranurada deben ser diseñados con un rango de re uso que satisfaga el peor caso de interferencia, pero solo una pequeña fracción de los usuarios experimenta el peor caso. El uso de portadoras tipo ruido, con todos los usuarios ocupando el mismo espectro, hacen que el ruido efectivo sea la suma de todas las señales de los demás usuarios. El receptor correlaciona su entrada con la portadora de ruido deseada, mejorando la relación señal a ruido en el detector. La mejora sobrepasa el ruido sumado lo suficiente para proveer la adecuada SNR (relación señal a ruido) en el detector. Dado que la interferencia es sumada, el sistema ya no es sensible al peor caso de interferencia, sino a la interferencia promedio. La reutilización de frecuencia es universal, es decir, múltiples usuarios utilizan cada portadora CDMA de frecuencia. El patrón de reutilización es:

¹⁰ http://www.cdg.org/tech/a_ross/CDMARevolution.asp

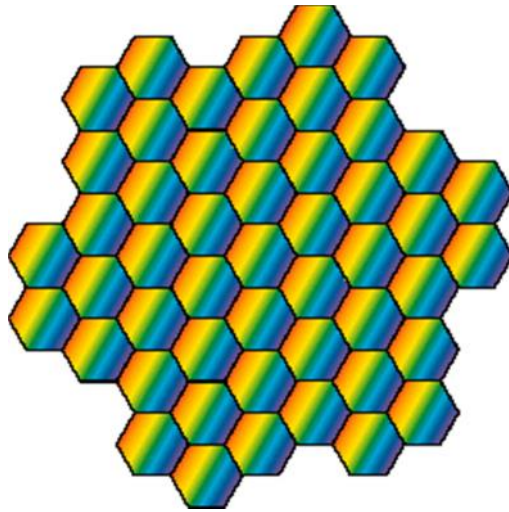


Figura 14. Patrón de reutilización de frecuencia CDMA.

Las celdas en colores indican que la frecuencia completa paso banda de 1.25MHz es utilizada por cada usuario, y que la misma paso banda se reutiliza en cada celda.

Estándares PCS.

Las tecnologías inventadas a fines de los 90's son llamadas colectivamente PCS (Personal Communications Services). Este término se originó en la FCC para describir un grupo particular de licencias en las bandas de 1900Mhz, pero ha sido utilizada por la gente de mercadotecnia para incluir a cualquier sistema digital que provea alta calidad de voz y datos de banda angosta. En un esquema mayor, es la segunda generación de tecnología inalámbrica, entre los teléfonos analógicos y la banda ancha móvil multimedia.

Existen tres categorías principales de PCS en uso actualmente, todas proveen diferentes características como se muestra en la tabla 2. Los teléfonos digitales celulares son, con mucho, los más populares, ofreciendo voz de alta calidad y datos limitados, usualmente solo texto. Otros servicios que utilizan tecnología celular se concentran solo en datos, para hacer la terminal más pequeña, barata o proveer gráficos simples. Las tecnologías no celulares son relativamente desconocidas, pero importantes para servicios de emergencia y algunas corporaciones grandes. Ellas, sin la necesidad de una estación base, pueden proveer soporte automático a llamadas de conferencia entre grupos predefinidos.

También clasificadas como PCS están los sistemas 2.5G, los cuales ofrecen rangos de datos más grandes a través de actualizaciones simples. La diferencia entre estas y las redes genuinas 3G está abierta al debate y, en realidad, solo depende de la velocidad; un sistema 2.5G debe proveer un desempeño similar a aquel del modo rápido, y uno 3G debe ser significativamente más rápido.

Tecnología		Voz	Máxima velocidad de datos	Estación Base Requerida.
Telefonía Celular Digital	GSM	Si	14.4kbps	Si
	HSCSD	Si	57.6kbps	Si
	GPRS	Si	115.2kbps	Si
	D-AMPS	Si	9.6kbps	Si
	PDC	Si	14.4kbp	Si
Solo Datos	cdmaOne	Si	64kbps	Si
	CDPD	No	19.2kbps	Si
	Mobitex	No	4.8kbps	Si
No Celular	MCDN	No	128kbps	Si
	Tetra	Multiuso	28.8kbps	No
	IDEN	Multiuso	64kbps	No

Tabla 2. Categorías y características PCS

Voz y Datos Celulares.

Con mucho la categoría más grande de sistemas PCS es el grupo de estándares utilizado para las redes de telefonía celular digital. Aunque fueron diseñadas principalmente para

voz, también pueden soportar la transmisión de datos en varios rangos. Los rangos mostrados en la tabla anterior son aquellos que utilizan circuitos de voz, normalmente conectándose a una computadora portátil. Otros proveen servicios de datos mucho mas lentos que pueden operar en forma simultánea a la transmisión de voz, normalmente desplegando mensajes de texto simple en el mismo teléfono.

La mayoría de los sistemas PCS están basados en TDMA. FDMA es demasiado despilfarradora del ancho de banda, mientras que CDMA no había sido inventada en el momento de la estandarización. La excepción es cdmaOne, la cual, los científicos coinciden, es la más avanzada tecnología. Sin embargo, esto no significa que sea necesariamente superior a las otras, por ejemplo GSM ofrece la mejor cobertura, mientras que D-AMPS es compatible con redes viejas que siguen en uso.

El debate entre los proponentes de los diferentes sistemas es acalorado, incluso se le llama “*guerra religiosa*”. La mayor parte del debate se centra en la eficiencia espectral, lo cual significa cuanta capacidad un sistema puede comprimir en la frecuencia disponible. Ya que los operadores cuentan con una pequeña rebanada de espectro, es en su beneficio el aprovechamiento eficiente de ella. También del público en general, ya que el espectro total es finito, el uso eficiente mantiene los costos bajos. Hasta cierto límite, cualquier sistema puede hacer un uso más eficiente al instalar más estaciones base de baja potencia, lo cual era parte de la lógica detrás de las subastas de espectro, si los operadores deben pagar por el espectro, están obligados a invertir en equipo para usarlo más eficientemente.

Desafortunadamente la eficiencia espectral depende de tantas variables que no es fácil calcularla con precisión. La Tabla 3 trata de hacer esto para los cuatro sistemas más importantes, con los resultados más significativos en la última columna. Nótese que en general son muy aproximados aunque muestra que GSM es generalmente menos eficiente que los otros. Esto se debe, en parte, a que provee mayor calidad y conexiones más seguras que en los otros sistemas TDMA, aunque cdmaOne ofrece beneficios similares sin los requerimientos adicionales de espectro. Esto se debe a que fue estandarizado más de una década *después que GSM, y en este tiempo la tecnología ha avanzado mucho.*

Sistema	Ancho de Banda por Canal	Llamadas por canal	Celdas por canal	KHz por llamada	Kbps por llamada	Hz por bps ¹¹
GSM	200kHz	8	+ - 4	100	14.4	7
D-AMPS	30kHz	3	+ - 7	70	9.6	7
PDC	25kHz	3	+ - 7	58	9.6	6
cdmaOne	1250kHz	+ - 15	1	83	16	5

Tabla 3. Eficiencia espectral en tecnologías PCS

¹¹ Ver apéndice C. Cómo se mide la eficiencia espectral.

GSM.

La tecnología GSM es utilizada por más de 2 mil millones de usuarios a enero 2007¹². Una razón para su éxito es su alta calidad de voz, pero principalmente a su temprana estandarización en Europa. Una de sus mayores ventajas, como se vio anteriormente, es su fácil actualización a mejores tecnologías de alta velocidad de datos.

Actualmente opera en 4 diferentes rangos de frecuencia (en México Telcel transmite en GSM900).

Clasificación GSM	Frecuencia de subida	Frecuencia de bajada	Tamaño de celda
GSM450	450.4-457.6MHz o 478-486Mhz	460.4-467.6Mhz o 488.8-496Mhz	El más grande
GSM900	880-915Mhz	925-960Mhz	Grande
DCN1800	1710-1785Mhz	1805-1880Mhz	Pequeño
PCS 1900	1850-1910Mhz	1930-1990Mhz	El más pequeño

Tabla 4. Frecuencias de GSM.

Originalmente fue diseñado para frecuencias alrededor de los 900Mhz, para reutilizar el espectro de las redes analógicas TACS en Europa. Después fue adaptado para bandas de 1800Mhz licenciadas en Europa y después en la banda de los 1900Mhz en los EEUU para diferentes redes digitales. Estas frecuencias más altas a veces son llamadas DCN (Digital Communications Network) aunque son GSM. Las últimas variantes usan frecuencias más bajas a 450Mhz, para poder reemplazar las redes analógicas escandinavas (NMT:Nordic Mobile Telephony)

Como se mencionó anteriormente, GSM codifica los datos en ondas utilizando modulación de fase, utilizando las diferentes partes de la forma de onda para representar la información. A este método específico se le llama GMSK: Codificación de corrimiento mínimo Gaussiano (Gaussian minimum shift keying), cuya descripción sale de las fronteras de esta tesis, el cual obtiene una relación de símbolos y datos de 270.8kbps en cada uno de sus canales de 200kHz. La transmisión es en un solo sentido, de manera que GSM utiliza pares de canales separados para envío y recepción.

Como todo aquel que ha tratado de enviar datos sobre GSM sabe, el rango práctico es una pequeña fracción del máximo de 270kbps. La principal razón es que, como otros sistemas TDMA, GSM divide los canales en un cierto número de ranuras de tiempo, en este caso ocho. Cada teléfono transmite y recibe en un octavo del tiempo, reduciendo el rango de datos, en el mismo factor a aproximadamente 33.9kbps.

Algo de esta capacidad es efectivamente desperdiciada. Se deja vacía para contrarrestar el retraso de propagación, el tiempo que le toma a la señal en viajar de la estación base al teléfono móvil. A la velocidad de la luz, a las señales de radio les toma tan solo 3.3ms en

¹² <http://www.gsmworld.com>

viajar un kilómetro, lo que se suma a un retraso de alrededor de 100ms para un teléfono a 30Km de la estación base. Cada una de las ranuras tarda 557ms, así que el retraso es suficiente para hacer el 27% de las ranuras inutilizables.

Cada ranura de 577ms tiene espacio para exactamente 156.25bits. Cada bit puede ser fijado para cuatro diferentes usos, cuya proporción se muestra en la siguiente Tabla:

Tipo de Datos	Bits por Slot	Rango equivalente de datos	Proporción Total.
Encabezado y Cola	14.25	3.1kbps	9.1%
Secuencia de Entrenamiento(Training)	26	5.6kbps	16.6%
Quita (Stealing)	2	0,5kbps	1.3%
Trafico	114	24.7kbps	73%

Tabla 5. Uso de bits en una Ranura GSM

- El encabezado y la cola son espacios vacíos al inicio y final de la ranura. Sirven para separar las ranuras de sus vecinas, negando el retraso por propagación a cualquier distancia de hasta 35km de la estación base. Más allá de estos límites, los teléfonos GSM no pueden ser utilizados, inclusive si hay una señal clara disponible.
- La secuencia de entrenamiento es un patrón fijo a mitad de la ranura. Se utiliza para ayudar al receptor a fijarse dentro de la ranura, pero no incluye ninguna información importante. También actúa como un encabezado o cola si la ranura es dividida posteriormente, como ocurre cuando un codec de rango a la mitad es utilizado.
- Los dos bits de quita identifican si la ranura es utilizada para llevar datos o información de control. El nombre viene de la percepción de que la ranura esta siendo “robada” de la llamada para ser utilizada por el propio sistema GSM.
- Los bits de tráfico están disponibles para otros usos, los cuales incluyen información de control y corrección de errores, así como voz y datos activos. En un sistema típico GSM la carga es de 24.7kbps.

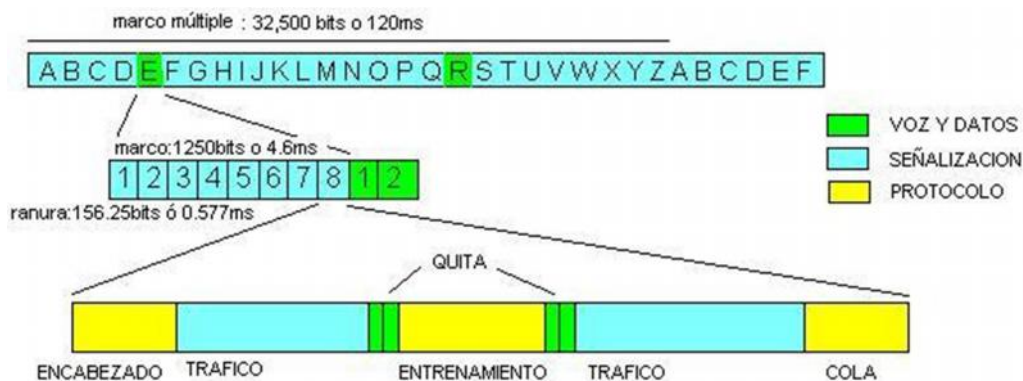


Figura 15. Ranura, Trama y Trama múltiple GSM.

Un ciclo de 8 ranuras de tiempo es conocido como trama (frame), como se ilustra en la Figura 12. No todos los marcos están abiertos al usuario; por cada 24 que portan voz o datos, uno necesita ser “quitado” de la señalización y otro reservado para otros tipos de tráfico, tales como mensajes cortos o CLI (Caller Line Identification, identificador de llamada). Esto significa que otra unidad estructural es necesaria, conocida como trama múltiple o múltiples tramas. Cada uno contiene 26 tramas etiquetadas de la A a la Z, las dos tramas de “quita” son E y R en la Figura 12, pero cada uno de ellos se mueve uno a uno para ayudar con el tiempo.

La señalización reduce la capacidad total por usuario a 22.4kbps. La FEC (Forward Error Correction: Corrección Anticipada de Errores) y el cifrado reducen la velocidad en al menos un tercio más, aunque la cantidad precisa depende en cómo la red y el teléfono codifican la voz y datos. Originalmente, en 1982, GSM utilizaba un codec de voz que requería 12kbps. De entonces a ahora, los avances en microelectrónica han permitido que los teléfonos utilicen codecs de voz de mitad de rango. Esto aumenta el ancho de banda requerido por llamada y duplica la capacidad, con una ligera pérdida de calidad. Los datos no pueden tomar ventaja de los codecs de “mitad de rango”, lo cual es una razón por la cual algunos operadores cobran más por los datos que por la voz.

Existe también un codec “*mejorado de rango completo*”, el cual utiliza el mismo rango de bits que el codec de “*rango completo*” pero provee mejor calidad. La mayoría de los teléfonos y redes soportan los tres codecs, aunque por la menor calidad del codec de mitad de rango normalmente no se anuncia. Algunos operadores utilizan el codec mejorado de rango completo como estándar, pero lo bajan a mitad de rango si la red se satura. Otros ofrecen el rango mejorado a ciertos usuarios, normalmente los que pagan mayores tarifas.

Los primeros esquemas de envío de datos en GSM deben utilizar el codec de rango completo de solo 9.6kbps. Una mejora, no soportada por todos los teléfonos o redes, elimina el codec totalmente y lo lleva a 14.4kbps. Este rango es mayor que el del codec de voz ya que los datos pueden perder algo de la corrección de errores; de hecho es más tolerante a errores que la voz muy comprimida ya que no importa el orden en que llegan los paquetes.

La FEC anticipa que ocurrirán errores y trata de prevenirlos al enviar código extra de corrección. La mayoría de los protocolos de datos, incluyendo a los de la Internet, utilizan una estrategia distinta: esperan a que los errores ocurran, después solicitan la información dañada para que sea re enviada. Los usuarios de estos protocolos pueden omitir la FEC totalmente, obteniendo un rango de datos de 21.4kbps. Algunos errores ocurrirán, requiriéndose retransmisión que reduce la velocidad efectiva.

HSCSD

Alta Velocidad de Datos de Circuitos Conmutados (High Speed Circuit Switched Data) es una actualización muy simple a GSM que da a cada usuario más de una ranura de tiempo en el múltiplex. Estandarizado por el ETSI en 1997 y lanzado comercialmente en 2000, es el equivalente a unir dos líneas telefónicas y sumar sus capacidades.

Todas las redes o terminales capaces de soportar HSCSD utilizan el codec de datos mejorados, de manera que cada canal puede manejar 14.4kbps. El estándar permite hasta cuatro líneas unidas de esta manera, para un máximo de 57.6kbps. Pasos intermedios de 28.8kbps y 43.2kbps también son posibles, y, en realidad, son más comunes. Es posible tener velocidades asimétricas; por ejemplo tres ranuras de la radio base al teléfono y solo dos en sentido inverso.

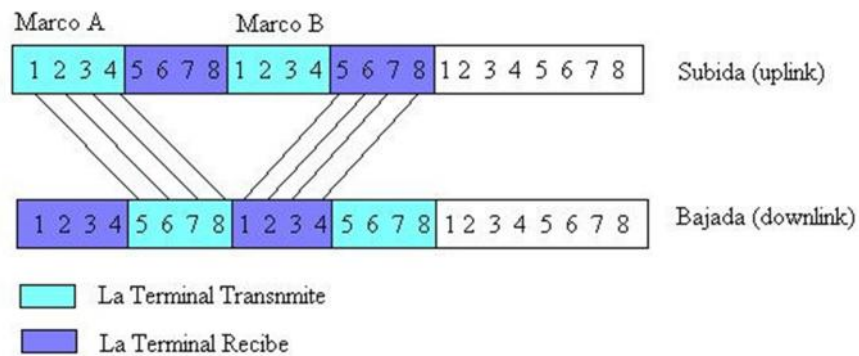


Figura 16. Ranuras HSCSD.

El límite de 4 canales no fue seleccionado en forma aleatoria. Sería posible agregar hasta 8 canales en una ranura de tiempo, pero esto haría que el diseño del teléfono fuera mas complejo, y HSCSD se supone sea una actualización simple. Con cuatro canales, un teléfono nunca debe recibir o transmitir simultáneamente; cada ranura de tiempo en una trama de subida GSM es apareada con su correspondiente opuesto de bajada. Otro problema de agregar canales adicionales incluye el consumo de energía y capacidad.

Muchas redes GSM están ya cerca del límite de su capacidad. HSCSD de rango completo significa que cada cliente necesita hasta 4 veces más ancho de banda que una llamada normal, y hasta 8 veces más que una llamada que utilice codecs de mitad de rango. La mayor parte de la gente no esta dispuesta a pagar cuatro u ocho veces más que el costo de una llamada de voz, especialmente cuando la percepción es que los datos deben ser gratis. Por esta razón los operadores han decidido no implementar esta solución en absoluto, esperando a que aparezca otro sistema más eficiente.

El diseño de las terminales HSCSD es difícil. Cuatro ranuras de tiempo necesitan transmitir cuatro veces más que en un teléfono GSM normal., con su correspondiente consumo adicional de batería e incremento en la emisión de radiación. Además de los riesgos para la salud, existe un problema más inmediato: las primeras terminales han acabado en llamas.

Por los problemas de sobrecalentamiento, la mayoría de los dispositivos HSCSD son asimétricos, permitiendo una mayor velocidad de bajada que de subida. Felizmente, la navegación en la Internet es asimétrica. Desafortunadamente, el sistema de espectro apareado significa que no existe manera de aprovechar el ancho de banda de subida no utilizado, significando que algunas ranuras de tiempo serán desperdiciadas.

GPRS

De todos los esquemas inalámbricos para Internet, GPRS (General Packet Radio Service) es el más popular entre los operadores. Diseñado para datos, promete dar a todos los usuarios una conexión permanente de alta velocidad a la Internet.

Teóricamente puede proveer velocidades de hasta 171.2kbps utilizando ocho ranuras de tiempo en forma simultánea. Esto es tres veces más rápido que una conexión en redes fijas (dial up) y diez veces más rápido que los servicios de datos sobre circuitos conmutados en redes GSM. Al permitir que la transmisión de información sea más rápida, inmediata y eficiente en las redes inalámbricas, GPRS puede ser un servicio relativamente más barato de datos móviles si se le compara con SMS o con datos en circuitos conmutados.

GPRS facilita las conexiones instantáneas donde la información puede ser enviada o recibida inmediatamente, sujeta a la cobertura de radio. No es necesaria una conexión con modem, Es por esto que a veces se llama “conexión permanente”. La immediatez es una de las ventajas de GPRS comparado con circuitos conmutados. Una alta immediatez es una característica importante para aplicaciones críticas tales como autorizaciones de tarjetas de crédito, donde es inaceptable mantener al cliente esperando por treinta segundos adicionales.

GPRS facilita la utilización de aplicaciones que previamente no estaban disponibles en una red GSM dada la limitante en velocidad de los circuitos conmutados (9.6kbps) y la longitud de los SMS (160 caracteres). GPRS permite completamente la utilización de las aplicaciones de escritorio tales como navegación, mensajería instantánea, etcétera, en la red móvil. Otras nuevas aplicaciones de GPRS incluyen la transferencia de archivos y automatización de casas (habilidad para manejar en forma remota accesorios domésticos).

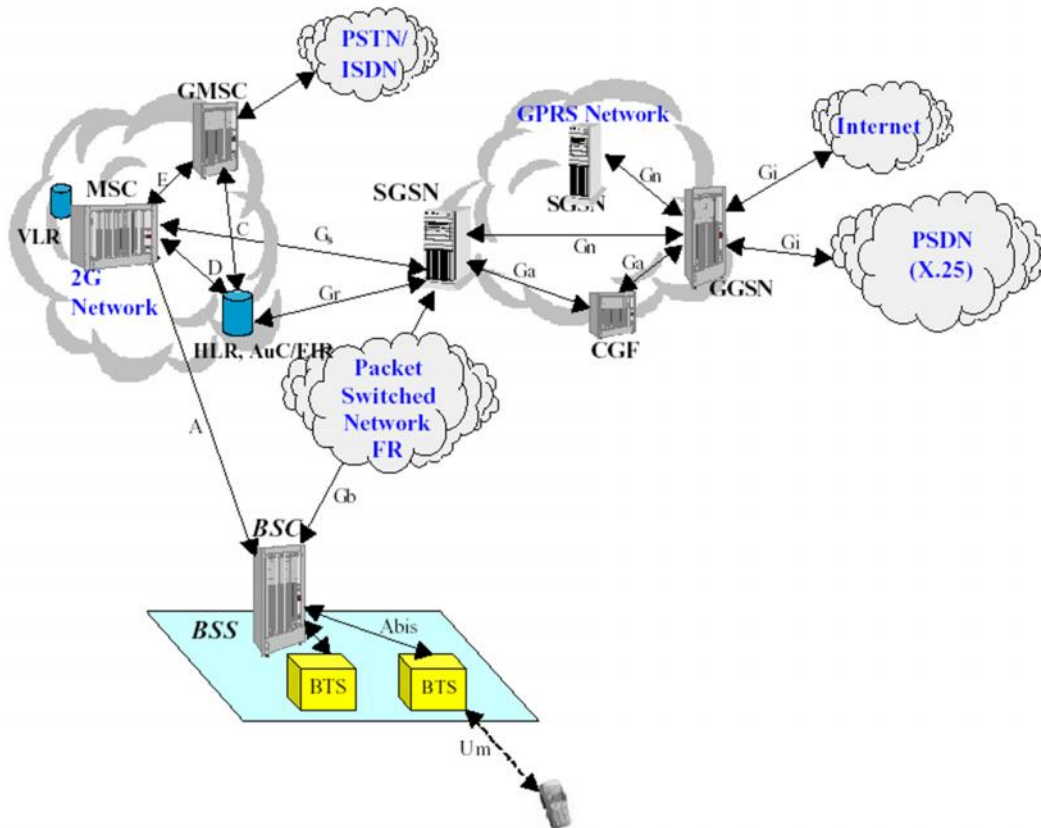


Figura 17. Red típica GPRS¹³

Las redes GPR consisten de una Red Móvil Publica Terrestre basada en IP (PLMN:Public Mobile Land Network), Estacion Base de Servicios (BSS:Base Station Services), y de Centrales de conmutación Movil (MSC: Mobile Switching Centers) para acceso a la red de circuitos conmutados y bases de datos.

Los Nodos Servidores GPRS de Soporte (SGSN: Serving GPRS Support Nodes) y el Nodo Portal GPRS de Soporte (GGSN: Gateway GPRS Support Nodes) forman una PLMN. El soporte a usuarios foráneos (roaming) se integra a través de varios PLMN's. El SGSN y GGSN se interfasan con el Registro de Ubicación de Usuarios Locales (HLR: Home Location Register) para obtener perfiles de usuarios y así facilitar la completación de llamadas. El GGSN provee la conexión a la Red externa de Datos Paquetizados (PDN: Packet Data Network), por ejemplo una troncal de Internet basada en X25, ATM o Frame Relay. El BSS consiste de Estaciones Base Transceptoras (BTS: Base Transceiver Stations) y Controladores de Estaciones Base(BSC: Base Station Controllers) . La BSC recibe y transmite por medio de las interfaces aéreas (CDMA/TDMA), proveyendo conectividad de voz y datos inalámbricos a los móviles. El BSC enruta las llamadas de datos a la red PLMN de paquetes conmutados por medio de un enlace Frame Relay (FR) y las llamadas de voz al MSC. El MSC conmuta las llamadas de voz a la red PLMN de circuitos conmutados tal como la PSTN o ISDN. El MSC incluye el Registro de Ubicación de Visitantes (VLR: Visitor Location Register)

¹³ www.trillium.com

para almacenar la información de suscriptores visitantes. El proceso inverso ocurre en las PLMN y BSS destino. Por la parte de datos, el BSC enruta las llamadas de datos al SGSN, y luego los datos son conmutados hacia la PDN externa a través del GGSN u otro suscriptor móvil.

GPRS involucra sobreponer una interfase aérea de paquetes a los circuitos conmutados existentes en la red GSM. Esto da al usuario la opción de usar servicios de datos basados en paquetes. Proveer a una red de circuitos conmutados con paquetes conmutados requiere de actualizaciones mayores. Sin embargo el estándar GPRS se implementa de una manera elegante, donde los operadores solo requieren agregar un par de nuevos nodos a su infraestructura y actualizando el software de algunos de los elementos preexistentes en la red.

Con GPRS, la información es dividida en dos paquetes separados pero relacionados, antes de ser transmitidos y reensamblados en el punto final de recepción. Los paquetes conmutados como ya se comentó en el capítulo sobre TCP/IP dividen los datos en partes que son transmitidas en forma desordenada buscando la mejor ruta y son re ordenados en el punto de recepción.

Los paquetes conmutados implican que los radio recursos GPRS son utilizados únicamente cuando el usuario está enviando o recibiendo datos. En lugar de dedicar un canal de radio a un usuario por un periodo fijo de tiempo, los recursos disponibles pueden utilizados y compartidos en forma concurrente por varios usuarios. Este uso eficiente del espectro significa que un mayor número de usuarios GPRS pueden, potencialmente, compartir el mismo ancho de banda y ser atendidos por una sola celda. El numero de usuarios soportado depende en la aplicación que se esté utilizando y cuantos datos son transmitidos. Dada la eficiencia espectral de GPRS, existe una menor necesidad de construir basándose en la capacidad sin utilizar que está disponible en horas pico. GPRS permite al operador maximizar el uso de los recursos de la red en una forma flexible.

Se debe tener en cuenta que GPRS es una opción que tiene ciertas limitantes. GPRS impacta la capacidad de las celdas de la red. Existen recursos de radio limitados que pueden ser instalados para diferentes usos, la definición de un uso inhabilita su uso simultáneo para otro. Por ejemplo, la voz y GPRS utilizan los mismos recursos de red. La medida del impacto depende en el número de ranuras de tiempo, si existe alguna, que se reservan para uso exclusivo de GPRS. Sin embargo, GPRS administra dinámicamente la selección de canales y permite una reducción en la carga del canal de señalización en horas pico al enviar los mensajes cortos sobre los canales GPRS.

Lograr la velocidad teórica máxima de 172.2kbps requeriría que un solo usuario utilizara las ocho ranuras de tiempo sin ninguna corrección de errores. Ningún operador permitiría esta situación. Los teléfonos móviles solo permiten la utilización de uno, dos o tres ranuras de tiempo y esta restricción limita severamente el ancho de banda disponible. El resultado es que la velocidades altas en sistemas GSM no estarán disponibles para

usuarios individuales hasta que esté disponible EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) o 3GSM (Universal Mobile Telephone System).

GPRS se basa en GMSK, EDGE se basa en un esquema de modulación que permite rangos de bits mucho más altos en la interfase aérea, llamado 8PSK ó modulación de codificación de corrimiento de ocho fases (eight-phase-shift-keying). Ya que 8PSK es utilizado en 3GSM, los operadores se verán en la necesidad de incorporarlo en algún momento para hacer la transición a sistemas 3G.

D-AMPS/TDMA

Como su nombre indica, D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System) está diseñado para ser compatible con la tecnología analógica AMPS, la cual fue ampliamente implementada en los Estados Unidos de América. Utiliza canales de 30Mhz igual que AMPS, pero divide cada uno en tres ranuras TDMA, así que a veces es llamado simplemente TDMA aunque también se le conoce como ADC (American Digital Cellular), NADC (North America Digital Cellular), USCD (U.S. Digital Cellular) o por el nombre de alguno de los estándares en que se basa IS-54 y ANSI-236.

D-AMPS utiliza la estructura de espectro apareado de AMPS. La diferencia está en que en lugar de utilizar una sola señal FM de radio en un canal de 30Mhz, permite que cada uno utilice 3 conversiones simultáneas. Los operadores de redes AMPS pueden, selectivamente, fijar canales para digital o analógico, permitiendo a ambos sistemas coexistir.

El esquema de modulación se llama DQPSK (differential quadrature phase shifting keying) y es más complejo que el de GSM. También requiere más potencia que GMSK, resultando en un desgaste más rápido de las baterías de los teléfonos y una mayor emisión de radiación, pero es 20% más eficiente espectralmente. La velocidad “cruda” de datos es de 48.6kbps, compartido entre tres usuarios. Cada uno ocupa el canal por un tercio del tiempo, dándole a cada uno 16.2kbps.

Las ranuras de tiempo duran 6.67ms, más de 10 veces que en GSM. Estas ranuras más grandes dan espacio para información de señalización, permitiendo que el estándar IS-54 no mande tramas de señalización separados. Sin embargo el estándar posterior ANSI-136 agregó una estructura de hiper tramas similares a la de GSM, permitiendo a los servicios avanzados, tales como mensajes de texto, ser transmitidos en uno o más tramas.

Las velocidades de transmisión se listan en la Tabla 6. Como ocurre con algunas versiones de GSM, los datos tienen acceso a mayor capacidad que la salida del codec de voz ya que requieren menor corrección de errores. Sin embargo la capacidad total es menor que la de GSM, lo cual implica que la calidad de voz es notoriamente inferior.

Tabla 6. Codecs de D-AMPS

	Voz en rango completo (full rate voice)	Voz en rango medio (half rate voice)	Datos
Codec	7.95kbps	3.73kbps	9.6kbps
FEC	5.05kbps	2.37kbps	3.4kbps

PDC/JDC.

Japón lanzó un sistema basado en D-AMPS, pero diseñado para ser compatible con su propio sistema analógico J-TACS. Este es conocido como PDC(Personal Digital Cellular) o bien como JDC (Japanese Digital Cellular). A pesar de ser utilizado en un solo país, el el segundo sistema más popular (detrás de GSM), gracias, en parte, al servicio de Internet móvil i-Mode.

J-TACS utilizaba canales de solo 25Mhz, lo cual significo que se requirieran cambios a D-AMPS, diseñado para 30Mhz. Las mismas ranuras de tiempo y modulación son usadas, resultando en un menor rango promedio de bits. Sin embargo, los codecs de voz D-AMPS y rangos de datos de 9.6kbps pueden ser alcanzados omitiendo parte de la corrección de errores y la sobrecarga de protocolo. Esto hace del sistema menos confiable, problema que se soluciona con celdas más pequeñas de manera que cada usuario tenga una liga relativamente limpia a la estación base.

Japón tiene una densidad de población más grande que los EEUU. De manera que celdas más pequeñas no significan un gran problema, los operadores las instalan de esta manera para poder tener una cobertura más densa. Sin embargo, la interferencia y el paso de estafeta (handover o handoff) ponen un límite práctico al tamaño de una celda en cualquier sistema, lo cual significó que el PDC sobrepasara sus límites en el año 2000. Para contrarrestar esto, los operadores introdujeron conmutación de paquetes, para utilizar la capacidad instalada más eficientemente.

El principal factor de éxito de PDC es i-mode, un sistema de Internet móvil desarrollado por NTT DoCoMo.

Tabla 7. PDC comparado con otras tecnologías TDMA.

Sistema	Canal	Ranuras	Tamaño de Ranura	Bits/Ranura	Modulacion	Rango de Datos "crudos"	Capacidad de Datos.
GSM	200Mhz	8	0.577	156.25	GMSK	33.0kbps	14.4kbps
D-AMPS	30Mhz	3	6.67ms	324	DQPSK	16.2kbps	9.6kbps
PDC	30Mhz	3	6.67ms	290	DQPSK	14kbps	9.6kbps

D-AMPS+

Cuando el ETSI diseñó GPRS, esperaba que pudiera ser aplicado en todos los sistemas basados en TDMA, incluyendo D-AMPS y PDC. El principio es simple: utilizar más ranuras en el múltiplex, incrementando la capacidad hasta que el usuario individual tenga el canal completo todo el tiempo.

GSM tiene ocho ranuras de tiempo, de modo que teóricamente permitiría que la capacidad se multiplicara por ocho. Desgraciadamente, D-AMPS tiene solamente tres, y cada una de ellas ya ofrece rangos de datos de 9.6kbps, comparado con los 14.4kbps de GSM. El resultado es que la capacidad máxima, inclusive si todas las ranuras son utilizadas, sea de solo 28.8kbps (3x9.6), muy lejos de los 115.2kbps que los entusiastas de GPRS presumen.

Otro problema es que para alcanzar inclusive este rango de datos las terminales deben ser capaces de transmitir y recibir simultáneamente. Un teléfono estándar D-AMPS transmite por un tercio del tiempo, recibe por otro tercio (en una frecuencia distinta) y permanece inactivo el otro tercio. Sin transmisión y recepción simultáneas, solo sobra una ranura de tiempo (comparado con las seis de GSM), limitando las velocidades a 19.2kbps en una dirección y 9.6kbps en la otra.

Esta tecnología no ha sido ampliamente implementada y en Japón se están realizando migración hacia CDMA y GSM para poder lanzar servicios de tercera generación.

cdmaOne.

La única tecnología CDMA disponible es cdmaOne de Qualcomm, ahora bajo supervisión independiente de la organización CDG (CDMA Development Group). Se estandarizó por la TTA como IS-95a.

Los sistemas CDMA pueden parecer superficialmente más simples que los TDMA. No incluyen estructuras de tramas y ranuras; cada teléfono transmite y recibe todo el tiempo, enviando muchos duplicados de la misma información que asegura que al menos uno llega a su destino.

El número de duplicados es conocido como la ganancia y depende del ancho de banda del canal y la longitud de código utilizada. cdmaOne utiliza códigos Walsh, un conjunto de 64 números, cada uno de 64 bits de longitud que han sido calculados para cancelarse mutuamente. Cada usuario tiene un código de Walsh distinto, por el cual se multiplica cada bit de datos antes de ser enviado. Así, cada bit es enviado 64 veces: la velocidad de bajada cruda por usuario es de 19.2kbps, pero el teléfono escucha a 1228.8kbps (64x19.2).

Los rangos tan altos de velocidad se consiguen al utilizar dos diferentes técnicas de modulación de fase, QPSK (Quadrature Phase Shifting Key) para la bajada y OQPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying) en la subida. El segundo tipo requiere mas re envío por corrección de errores, ya que los teléfonos no pueden coordinar sus transmisiones de la misma forma que las estaciones base. La corrección adicional significa que la velocidad de subida es mayor: 28.8kbps.

Los codecs son similares a los de GSM, produciendo la misma calidad de voz. Nótese que aunque el sistema aparenta ser asimétrico a favor de la subida no lo es; toda la capacidad extra es necesaria para corrección de errores.

Tabla 8. Codecs cdmaOne

	Voz	Datos
Codec	13kbps	14.4kbps
FEC (subida)	15.8kbps	14.4kbps
FEC (bajada)	6.2kbps	4.8kbps

Enviar cada bit 64 veces puede parecer un gran desperdicio, sin embargo, el mismo canal puede ser utilizado por diferentes teléfonos y por todas las estaciones base. Esto significa que estaciones base adyacentes pueden utilizar las mismas frecuencias, a diferencia de los sistemas FDMA y TDMA. Esto por si solo hace de CDMA muy eficiente en términos espectrales, ya que toda la frecuencia del proveedor puede ser utilizada en cada celda.

Al existir 64 códigos, hasta 64 usuarios, teóricamente, podrían compartir cada canal. Desafortunadamente, esto no funciona en la práctica, los sistemas reales cdmaOne típicamente usan de 10 a 20 usuarios por canal. Esto lo hace ligeramente más eficiente que otros sistemas y el prospecto de eficiencia mejorada a futuro es real.

Una gran desventaja de los sistemas CDMA es el consumo de energía. Al transmitir todo 64 veces, un teléfono CDMA puede consumir su batería 64 veces más rápido de lo necesario y eventualmente bañar a los usuarios con 64 veces más radiación. Esto se evita controlando completamente la potencia de transmisión. Los teléfonos deben estar lo más estáticos posible, con la potencia incrementándose al alejarse de la estación base. El objetivo es asegurar que la fuerza de la señal en la estación base sea la misma para cada usuario, asegurando que todo sea escuchado uniformemente.

Las estaciones base deben sincronizar sus transmisiones de manera precisa para prevenir la interferencia, Hacen esto utilizando señales de satélite GPS. Las estaciones base tienen integrado un receptor GPS y la posición de cada teléfono es calculada por triangulación midiendo el tiempo que tarda la radio señal en viajar de ida y vuelta a diferentes estaciones base.

Existen dos versiones del estándar cdmaOne, su única diferencia es la frecuencia para la que están diseñadas lo cual impacta en qué tan grandes pueden ser las celdas. Las dos

diferentes versiones se requieren por requerimientos de temporización, lo cual hace a CDMA muy sensitivo al tamaño de la celda.

Tabla 9. Versiones cdmaOne

Versión	Frecuencia de subida	Frecuencia de bajada	Tamaño de Celda	Compite con.
TIA/EIA/IS-95A	824-849Mhz	869-894Mhz	Más grande	(D-)AMPS
ANSI J-STD-008	1850-1910Mhz	1930-1990Mhz	Más pequeña	GSM

cdmaTwo.

Los teléfonos en cdmaOne transmiten y reciben a muy altas velocidades. La mayor parte de los datos son redundantes, pero no tienen por qué serlo. Un teléfono puede utilizar más de un código disponible de Walsh, multiplicando la capacidad de 16kbps por cualquier factor hasta llegar al número de llamadas por canal. El número máximo teórico es de 64, llevando las velocidades hasta 1Mbps. Esto es imposible en la realidad, pero un máximo real de unos 15 códigos aún provee una respetable velocidad de 140kbps.

Desgraciadamente, la falta de capacidad de los operadores y problemas con la electrónica de los teléfonos ha hecho que estas velocidades no sean obtenibles, pero cdmaOne tiene otra actualización para conseguir velocidades similares a las de GPRS y HSCSD. Conocida como cdmaTwo o IS-95b, utiliza códigos de Walsh para producir una velocidad de datos de 64kbps. Los operadores pueden instalarlo con una simple actualización de software, aunque se requiere cambiar de teléfonos.

IS-95B no es, como se mencionó en la sección de evolución de CDMA, la ultima posibilidad de crecer. Se verá con más detalle en la sección de estándares de tercera generación.

iDen.

La Red Digital Mejorada (Digital Enhanced Network) es un sistema propietario, pero de uso muy popular en México, Latinoamérica y los Estados Unidos de Norteamérica. Fue desarrollada por Motorola y es operada por varias compañías pero la más importante es Nextel. Dado el licenciamiento tecnológico neutral de la FCC, ocupa el mismo espectro PCS de 1900MHz que otros operadores han seleccionado para CDMA y cdmaOne.

3G: Tercera Generación.

Se ha dado en conocer a las diferentes generaciones de telefonía celular, como se mencionó previamente, por un número, de manera que las iniciales fueron la 1ª y 2ª. En estas dos primeras generaciones los servicios fundamentales son el de movilidad y voz, de forma incipiente mensajería de texto (SMS), acceso muy primitivo a datos a velocidades bajas. La Calidad de Servicio (QoS) para la voz se considera el principal objetivo en estas dos primeras generaciones.

Sin embargo con la evolución en los equipos terminales y el crecimiento exponencial en el acceso a servicios de datos en redes fijas, la demanda de servicios de datos móviles de alta velocidad impulsó a los cuerpos de estandarización y los fabricantes de equipos de telecomunicaciones a mejorar tanto la disponibilidad y cobertura de servicios de datos como la velocidad de acceso a los mismos.

La frontera entre 2.5G y 2G es difusa y es difícil decir cuando 2G se convierte en 2.5G desde un punto de vista técnico.

En general los sistemas GSM 2.5G incluyen al menos una de las siguientes tecnologías: High-Speed circuit-switched data (HSCSD), General Packet Radio Services (GPRS) y Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE). Un sistema IS-136 se convierte en 2.5G cuando introduce GPRS y EDGE. Un sistema IS-95 se llama 2.5G cuando implementa IS-95B o las actualizaciones CDMA2000 1xRTT.

Como se mencionó anteriormente el problema con GSM es su bajo rango de datos en la interfaz aérea. Cualquiera tratando de navegar la web con estos rangos sabe lo desesperante que puede ser. HSCSD es la forma más sencilla de mejorar esta situación, esto significa que una estación base use varias ranuras de tiempo en lugar de una sola para la conexión de datos. En las implementaciones comerciales normalmente se usan hasta 4 ranuras de tiempo, esta es una actualización vía software, de ahí la sencillez de implementación. Lo cual permite multiplicar los 9.6kbps o 14.4kbps por cuatro.

El problema sigue siendo que los recursos de radio son escasos dada la naturaleza de los circuitos conmutados. La siguiente solución es GPRS. Con esta tecnología, los rangos de datos llegan hasta 115kbps o más si uno deja de lado la corrección de errores. Sin embargo esa velocidad es teórica en condiciones ideales de la interfaz de radio con 8 ranuras de tiempo de bajada. Una buena predicción es un promedio de 10kbps por ranura de tiempo. Al ser una tecnología de paquetes conmutados no fija los recursos de radio de forma continua, únicamente cuando hay envío de datos. El rango máximo se considera si las 8 ranuras de tiempo son usadas de forma continua. La implementación de GPRS es costosa ya que requiere de modificar elementos de la red. Sin embargo la implementación de dichas modificaciones allana el camino para la implementación de 3G.

La tercera mejora para 2.5G en GSM es EDGE. La idea detrás de EDGE es un esquema diferente de modulación llamado corrimiento de codificación de octava fase (8PSK). Que incrementa los rangos estándar de GSM por tres. Únicamente requiere la actualización del software de las estaciones base si los amplificadores RF pueden manejar la envoltura de modulación no constante con el relativamente alto poder de radio que el pico promedio de EDGE necesita (es decir que un consumo de potencia por encima del promedio normal en la modulación). No sustituye pero permite la coexistencia con la vieja modulación GMSK que se revisó en la sección precedente.

Para el caso de CDMA (IS-95) las actualizaciones a IS-95B permiten velocidades de 64Kbps, aunque la mayoría de los operadores han migrado directamente a CDMA2000 1xRTT. Que fue descrito en el capítulo precedente. La versión norteamericana de 3G, CDMA2000, es en cierto modo una actualización del sistema IS-95, aunque muy importante. Las interfaces aéreas IS-95 y CDMA2000 pueden coexistir, así que la transición a 3G es relativamente poco compleja para la comunidad IS-95. Qualcomm tiene su propio estándar, llamado High Data Rate (HDR) y el estándar IS-856 lo describe. El término 1x Evolved Data Optimization (1xEV-DO) se utiliza para referirse a la forma no propietaria de la interface aérea de radio avanzada de CDMA. 1xEV-DO agrega un componente TDMA subyacente a los componentes de codificación que soporta aplicaciones de datos altamente asimétricas y de alta velocidad.

En términos

W-CDMA

Por definición, el ancho de banda para WCDMA es de 5Mhz o más. Estos 5Mhz son también el ancho de banda nominal de todas las propuestas 3G WCDMA.

Este ancho de banda fue seleccionado ya que:

- Es suficiente para proveer rangos entre 144 y 384Kbps (estos eran las velocidades objetivo de 3G) e inclusive 2Mbps en buenas condiciones.
- El ancho de banda siempre es escaso, y la más mínima disponibilidad debe ser aprovechada, especialmente si el sistema debe utilizar bandas de frecuencias ya en uso para sistemas 2G.
- Este ancho de banda puede resolver rutas múltiples (multipaths) que un ancho de banda más angosto, mejorando con esto el desempeño.

La propuesta de 3G WCDMA para interfaces de radio puede ser dividida en dos grupos: redes síncronas y redes asíncronas. En redes síncronas todas las estaciones base están sincronizadas en tiempo unas con otras. Esto resulta en una red más eficiente en las interfaces de radio pero más cara en hardware para las estaciones base. Por ejemplo, podría ser posible conseguir la sincronización por medio de receptores GPS (Global Positioning System) en todas las estaciones base, aunque esto no es tan simple como parece. Los receptores no son muy útiles en centros urbanos con alto bloqueo (saturación y zonas “ciegas”) o en interiores.

Otras características de WCDMA incluyen el control rápido de potencia en tanto en la subida como en la bajada (uplink/downlink) y la capacidad de variar el rango de bits y parámetros de servicio en una base de marco-a-marco (frame-by-frame) utilizando expansión variable.

La propuesta de ETSI/ARIB fue la más popular para sistemas 3G, originalmente apoyada por Nokia y Ericsson y los gigantes de las telecomunicaciones japoneses, incluyendo NTT DoCoMo. Más tarde fue adoptada por otros fabricantes europeos, y se re bautizó como UTRAN. Es una selección atractiva para los operadores GSM ya que la red troncal está basada en la red GSM MAP, y las nuevas inversiones son bajas con respecto a las otras propuestas 3G. Esto significa que los servicios GSM están disponibles desde el día uno por medio de la red UMTS. Sería imposible atraer a usuarios de las redes existentes 2.5G a las redes 3G si estos servicios no estuvieran disponibles o fueran inferiores. La

especificación para esta propuesta ha sido desarrollada desde entonces por el consorcio 3GPP.

CDMA 2000.

La propuesta CDMA200 es compatible con los sistemas IS-95 de Norteamérica. Sus más importantes patrocinadores incluyen a los operadores existentes que usan IS-95, Qualcomm, Motorola y a Lucent hasta que se fusionó con Alcatel. La especificación para esta propuesta fue desarrollada por la 3G Partnership Project 2 (3GPP 2). Aunque CDMA2000 tiene menos apoyo que el esquema de 3GPP, es un área importante de desarrollo especialmente en las donde las redes IS-95 son utilizadas.

IMT 2000.

Éste es el “estándar paraguas” de todos los sistemas 3G. Originalmente propuesto por la ITU (International Telecommunications Union) para tener una sola especificación verdaderamente global para 3G, pero por razones políticas y técnicas no ocurrió. La IMT-2000 terminó por ser una colección de especificaciones de la interfaces de radio en lugar de una especificación unificada.

Dado el gran avance en los sistemas 3G, las propuestas IMT-DS e IMT-TC han sido desarrolladas por el Consorcio 3GPP. La IMT-MC ha sido adoptada por el otro consorcio de la industria el 3GPP2.

3GPPS.

Es una organización que desarrolla las especificaciones de los sistemas 3G basados en la interface de radio UTRA en la red troncal mejorada de GSM. 3GPP es también la responsable de la especificación a futuro de GSM. Estos trabajos pertenecen a la ETSI, pero ya que ambos, 3GPP y GSM, utilizan la misma red troncal (GSM-MAP) y el carácter internacional de GSM, tiene sentido desarrollar las especificaciones de ambos en el mismo sitio.

Los asociados a la 3GPP incluyen a ETSI, ARIB, T1, TTA (Telecommunications Technology Association), TTC (Telecommunications Technology Committee) y CWTC (China Wireless Telecommunications Standard)

3GPP2.

La iniciativa 3GPP2 es la otra organización de estandarización 3G. Promueve el Sistema CDMA2000, que también está basado en una forma de la tecnología WCDMA. En el mundo de la IMT-2000, esta propuesta es conocida como IMT-MC. La principal diferencia entre 3GPP y 3GPP2 está en la forma de manejar las interfaces aéreas, ya que 3GPP creó una interface completamente nueva, en tanto 3GPP2 especifica un sistema que es compatible con la tecnología previa IS-95. Esto fue necesario ya que en Norteamérica, los sistemas IS-95 ya utilizan frecuencias de radio que la WARC (World Administrative Radio Conference) especificó para 3G. Facilita la transición a 3G si los sistemas nuevos pueden coexistir con sistemas viejos usando la misma banda de frecuencia. El sistema

CDMA-2000 también utiliza la misma red troncal IS-95, IS-41 (que es de hecho un estándar ANSI: TIA/EIA-41).

En terminos generales la evolucion a 3G queda de esta manera.

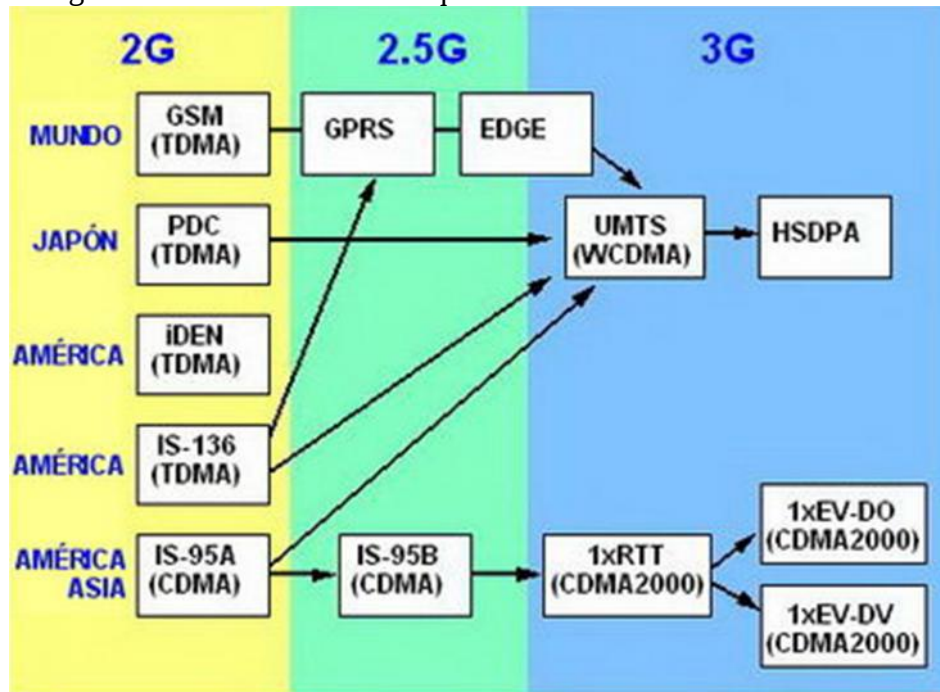


Figura 18 Evolución a 3G

¿Qué es 4G?

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (www.itu.ch) es una de las organizaciones que ha puesto las directivas o lineamientos de los atributos que deben tener algunos servicios o tecnologías como la telefonía celular.

Con la llegada de la 4G, la ITU-R (la división de radiocomunicaciones de la ITU) redactó un documento conocido como 4G/IMT, donde establece los requerimientos mínimos para los servicios de cuarta generación, y así poner orden desde el principio. En este documento la ITU ha establecido que la 4G "deberá ser una red completamente nueva, una red de redes y un sistema de sistemas integrados totalmente basados en el protocolo IP, resultado después de la convergencia de las redes cableadas e inalámbricas". Las redes 4G serán enteramente por conmutación de paquetes IP.

De acuerdo con la ITU, las redes de 4G serán capaces de proveer velocidades de datos de bajada de 100 Mbps y 1Gbps, en ambientes exteriores (móviles) e interiores (fijos), respectivamente

Las redes 4G tendrán calidad de servicio (QoS) y alta seguridad extremo a extremo. Ofrecerán cualquier tipo de servicio en cualquier momento, en cualquier lugar, con interoperabilidad transparente, siempre activo, con costo accesible, en un sólo recibo y totalmente personalizado.

Los puntos claves del documento 4G/IMT de la ITU-R para la cuarta generación son los siguientes:

Alto grado de coincidencia de la funcionabilidad en todo el mundo, manteniendo al mismo tiempo la flexibilidad necesaria para soportar una amplia gama de servicios y aplicaciones a un costo eficiente.

Compatibilidad de servicios con las redes móviles y con las redes fijas.

Capacidad de interconexión con otros sistemas de radio.

Alta calidad en los servicios móviles.

Aplicaciones, servicios y equipos amigables al usuario

Capacidad de conexión mundial (roaming)

Altas velocidades de datos para soportar servicios y aplicaciones avanzadas.

Por último las tecnologías de radio de 4G deberán incluir:

OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), un esquema de modulación multiportadora altamente eficiente

MIMO (Multiple Input Multiple Output), un sistema de múltiples antenas que minimiza los errores de datos y la velocidad.

Tecnologías contendientes por la 4G

En la actualidad hay dos tecnologías contendientes para la cuarta generación de telefonía móvil. Por un lado se encuentra WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), y por el otro LTE (Long-Term Evolution).

WiMAX es un sistema de comunicación digital inalámbrico definido en el estándar del IEEE 802.16 para redes de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network). Provee comunicaciones de banda ancha con cobertura de hasta 50 kms para estaciones fijas o de 5 a 15 kms para estaciones móviles. El estándar 802.16m, conocido como iMAX móvil, es el que se empleará por las compañías celulares para servicios de 4G. LTE, mientras tanto, es una tecnología definida por la organización 3GPP (3rd Generation Partnership Project, www.3gpp.org) en donde participan más de 60 operadores, fabricantes e institutos de investigación que están participando en conjunto para definir los estándares de LTE.

Ambas tecnologías técnicamente son muy similares, en la forma de transmitir las señales y en las velocidades de transmisión. Tanto LTE, como WiMAX, utilizan MIMO, es decir, la información es enviada en dos o más antenas por celda para mejorar la recepción. Ambos sistemas también utilizan OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), una tecnología que soporta transmisiones de video y multimedia. OFDM es una tecnología madura y altamente probada y que funciona separando las señales en múltiples frecuencias angostas, con bits de datos enviados a la vez en forma paralela.

Muchos expertos se han preguntado si LTE y WiMAX son tecnologías rivales o complementarias. Por ejemplo, desde la 2G, 2.5G y 3G, las tecnologías basadas en TDMA como GSM, tomaron un rumbo diferente a las tecnologías basadas en CDMA, debido a que tenían esquemas de modulación totalmente diferentes e incompatibles. Por el contrario, LTE y WiMAX tienen el mismo esquema de modulación (OFDM) y la misma forma de enviar las señales al aire por antenas múltiples (MIMO), además, ambas estarán basadas en el protocolo IP. En la tabla 1 se muestra una comparación de características técnicas entre ambas tecnologías.

Sobre la posibilidad de que LTE y WiMAX sean tecnologías complementarias, algunos expertos afirman que ambas tecnologías podrán co-existir en algunas regiones, y que los operadores podrán utilizar WiMAX para algunos servicios y LTE para otros.

Tabla 10. Comparacion entre tecnologias 4G, Wimax y LTE

Parámetros/Tecnología	WiMAX 802.16e	WiMAX 802.16m	LTE
Disponibilidad Infraestructura de red	2007	2010	2009
Disponibilidad equipo terminal	2008	2011	2010
Organización de estándares	IEEE & WiMAX Forum	IEEE & WiMAX Forum	3GPP
Frecuencia (MHz)	2300, 2500, 3300, 3500, 3700	Menor de 6 GHz	700, 850, 900, 1800, 1900, 2100, 2500
Ancho de banda del canal	3.5, 5, 7, 8.75, 10 MHz	Escalable 5-20 MHz	1.4, 1.6, 3.5, 10, 15, 20
Caudal eficaz del canal	~3.5 Mbps/Hz enlace de bajada 35 Mbps, 1 sector, canal 10 MHz	~5 Mbps/Hz enlace de bajada 50 Mbps, 1 sector, canal 10 MHz	~5 Mbps/Hz enlace de bajada 50 Mbps, 1 sector, canal 10 MHz
TDD: Time Division Duplex FDD: Frequency Division Duplex Fuente: Motorola.com			

Tecnologías y Servicios de Datos de Valor Agregado en Redes Inalámbricas.

Como se mencionó al inicio del presente trabajo el precio de los servicios de voz se ha reducido de manera sustancial y de manera sostenida durante los últimos años. Esto ha impulsado el desarrollo de servicios y las tecnologías de soporte para crear ingresos adicionales por medio de servicios de valor agregado.

Las tecnologías que revisaremos son las siguientes:

- SMS. Servicio de Mensajes Cortos (Small Message Service).
- EMS. Servicio Mejorado de Mensajes (Enhanced Message Service).
- Navegación: WAP/HTTP.
 - o WAP1
 - o WAP2
 - WAP PUSH
- MMS. Servicio de Mensajes Multimedia. (Multimedia Messaging Service).
- En forma muy básica:
 - Wireless Village IMPS. Mensajería Instantánea y Servidor de Presencia (Instant Messaging and Presence Server).
 - Descargas de Contenido.
 - o Descargas Genéricas de Contenido basadas en la especificación OMA

SMS. Servicio de Mensajes Cortos (Small Message Service).

SMS es un servicio globalmente aceptado que habilita la transmisión de mensajes alfanuméricos entre suscriptores móviles y sistemas externos tales como correo electrónico, paginación etc.

SMS apareció en Europa en 1991, donde las redes inalámbricas digitales se establecieron primero. El estándar Europeo GSM incluye este servicio en su definición.

En Norteamérica, SMS estuvo disponible inicialmente con BellSouth Mobility y Nextel en 1998.

SMS provee un medio “punto a punto” que permite el envío de mensajes de un móvil a otro. El servicio utiliza un SMSC, Centro de Servicio de Mensajes Cortos, el cual actúa como un sistema de almacenamiento y envío de los mensajes. La red inalámbrica provee el transporte de los mensajes cortos entre el SMSC y el móvil. En contraste con los servicios de transmisión de mensajes de texto, tales como la paginación (paging o

paggers), los elementos del servicio están diseñados para garantizar la entrega de los mensajes a su destino.

Una característica distintiva del servicio es un móvil activo capaz de enviar y recibir mensajes cortos en todo momento, independientemente de que una llamada este en proceso o no. SMS también garantiza que la red entrega el mensaje. Las fallas temporales son identificadas, el mensaje corto es almacenado en la red hasta que el destinatario está disponible.

EL SMS se caracteriza por entrega de mensajes fuera de banda y transferencia de mensajes en ancho de banda bajo. La aplicación inicial del SMS se enfocó en la sustitución de los sistemas de paginación alfanumérica al permitir mensajes de dos vías de propósito general y servicios de notificación, principalmente para correo de voz. Al madurar la tecnología de red varios servicios se han introducido incluyendo correo electrónico y fax, bancos interactivos, servicios de información. Las aplicaciones de datos inalámbricas incluyen la descarga y activación de las tarjetas SIM (subscriber identity module) para efectos de crédito, débito o perfil de usuario.

Beneficios del SMS.

Los beneficios para los proveedores de servicios del SMS son:

- Incremento de la completación de llamadas en redes alámbricas o inalámbricas al aprovechar las capacidades de notificación del SMS.
- Una alternativa a los servicios de paginación.
- Servicios de valor agregado tales como correo electrónico, noticias, tipos de cambio, horarios de líneas aéreas, trafico etc.
- Notificación de servicios administrativos tales como avisos de cargos, suspensión de servicios, OTA y suscripción a servicios.

Todos estos beneficios son obtenibles rápidamente con un costo incremental pequeño y la inversión inicial típicamente se recupera en pocos meses.

Los beneficios al usuario final son más en cuanto a la conveniencia, flexibilidad e integración sencilla de los servicios de mensajes y datos. La idea original era crear una extensión de la computadora. El éxito más grande ha sido en los grupos de jóvenes que intercambian mensajes y ahorran su tiempo aire.

Elementos de red y arquitectura.

Los elementos básicos del SMS en una red son los que se muestran en la figura siguiente:

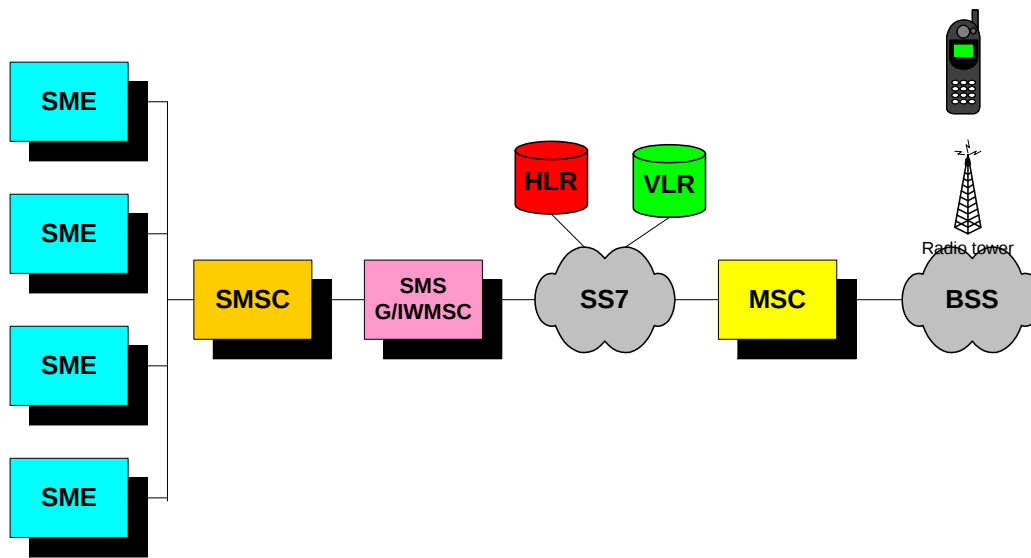


Figura 19. Elementos de red de un SMSC.

SME. Entidades de Mensajes Cortos (Small Message Entity).

Una entidad de mensaje corto es tal que puede recibir o enviar mensajes cortos. El SME puede estar en la red fija o en otro centro de servicio. La comunicación entre los SME y el SMSC se realiza por medio del protocolo SMPP (Simple Message Peer to Peer Protocol), que por medio de mensajes XML envía la petición de mensaje al mismo. Existen diferentes tipos de mensajes, que pueden ser invisibles para el usuario y que permiten la comunicación entre aplicativos de control y los equipos móviles, texto plano directo o binarios que pueden incluir ligas a páginas web.

SMSC. Centro de Servicio de Mensajes Cortos (Short Message Service Center).

Es responsable del manejo, almacenamiento y avance de los mensajes cortos entre el SME y la estación móvil.

(SMS-GMSC).Portal/Interconexión SMS/ Central de Conmutación Móvil **(SMS-Gateway/Interworking MSC)** EL SMS-GMSC es un MSC capaz de recibir mensajes cortos desde el SMSC, interrogar el HLR para información de enrutamiento, y enviar el mensaje corto al MSC que maneja a la estación móvil. El MSC de interconexión SMS (SMS-IWMSC) es un MSC capaz de recibir mensajes cortos desde la red móvil y enviarlo al SMSC correcto. El SMS-GMSC/SMS-IWMSC está típicamente integrado al SMSC.

HLR. Registro de Ubicación de Usuarios Locales (Home Location Register)

Es una base de datos que almacena perfiles de suscriptores y servicios. El SMSC interroga al HLR para obtener información de enrutamiento del suscriptor indicado por el SMSC. El HLR también informa al SMSC, quien ha iniciado previamente envíos de

mensajes cortos fallidos hacia una estación móvil específica, esa estación móvil es ahora reconocida por la red móvil y es accesible.

MSC. Centro de conmutación Móvil (Mobile Switching Center)

Desempeña las funciones de conmutación del sistema y el control de llamadas a y desde otro teléfono, y datos del sistema.

VLR. Registro de Ubicación de Visitantes (Visitor Location Register)

Es una base de datos que contiene información temporal de suscriptores. Esta información es necesaria para que el MSC pueda dar servicio a suscriptores de visita (roamers).

BSS. Sistema de Estaciones Base. (Base Station System).

Todas las funciones de radio transmisión se realizan en el BSS, su responsabilidad primaria es la de transmitir voz y datos entre las estaciones móviles.

MS. Estación Móvil (mobile station).

La MS es una terminal inalámbrica capaz de recibir y enviar mensajes cortos así como llamadas de voz. . La infraestructura de señalización de la red inalámbrica se basa en el Sistema 7 (SS7, ver apéndice B). El SMS usa la Parte de Aplicación Móvil (MAP), la cual define el método y mecanismos de comunicación en redes inalámbricas, y utiliza la Parte de Capacidad de Aplicaciones de Transacciones (TCAP). La capa de servicios SMS hace uso de las capacidades de señalización MAP y habilita la transferencia de mensajes cortos entre entidades iguales.

Elementos de Señalización.

La capa MAP define las operaciones necesarias para soportar SMS. Los cuerpos de estandarización de los EE.UU. e Internacionales han definido la capa MAP usando los servicios de la Parte de Capacidad de Transacciones de SS7. El estándar estadounidense es publicado por la TIA y es parte del IS-41. El estándar internacional es publicado por ETSI y se conoce como GSM MAP.

Las siguientes operaciones básicas MAP son necesarias para proveer control punta a punta en el servicio de mensajes cortos.

- Solicitud de información de rutas.
- Entrega de mensaje cortos punto a punto.
- Indicación de mensaje en espera.
- Alertas del centro de servicio.

Elementos de Servicio.

Se cuenta con dos servicios punto a punto SMS.

Mensaje Corto Originado por el Móvil (MO-SM).

Mensaje Corto Terminado por el Móvil (MT-SM).

Los MO-SM son transportados desde el móvil al SMSC y pueden ser destinados a otros suscriptores móviles o bien a usuario fijos tales como servicios de paginación o redes de correo electrónico. Los MT-SM son transportados desde el SMSC al móvil y pueden ser enviados del SMSC por otros usuarios móviles vía MO-SM u otras fuentes tales como sistemas de correo de voz, operadores, etc.

Para los MT-SM, un reportes siempre es devuelto del móvil al SMSC ya sea confirmando el envío al móvil o informando al SMSC de la falla en la entrega e identificando la razón de la misma. De manera similar para MO-SM, un reporte es siempre devuelto al móvil ya sea confirmando la entrega al SMSC o informando que el móvil encontró una falla e identificando la razón.

Dependiendo del método de acceso y la codificación de la portadora de datos, el SMS punto a punto, soporta hasta 190 caracteres en el SME. Para mensajes que requieren entrega inmediata se hace un solo intento de entrega por solicitud de servicio, Para mensajes que no requieren entrega inmediata, uno o más intentos de entrega son hechos hasta que una confirmación es recibida.

Servicios SMS.

- **Administración y Atención a Clientes.**El SMSC también puede transferir datos binarios que pueden ser interpretados por la estación móvil sin ser visibles para el cliente. Esta capacidad permite al operador administrar a los clientes por medio de capacidades de programación de la estación móvil (la tecnología OTA y WAP Push se basan en esta capacidad). Esto permite la reprogramación de las terminales de forma remota, activar o desactivar al móvil.
- **Descarga de contenido (EMS).** La capacidad de envío binario permite la descarga de contenido básico tal como tonos monofónicos, pequeños mapas de bits y algunos juegos.
- **Consulta de servicios.** Por medio de SMS se pueden enviar códigos de identificación y solicitud de noticias, cartelera, precios, trafico etc.
- **Chat/Mensajería instantánea.** Usando el mismo mecanismo se puede acceder a salas de pláticas, además de los mensajes persona a persona.
- **Compra vía SMS.** En Europa es común encontrar maquinas despachadoras a las que se envía un SMS y entrega un refresco con cargo a tiempo aire.
- **Alarmas.** Se pueden conectar sistemas de alarma que notifican eventos tales como fallas, renovación de inventarios etc.

Con toda la flexibilidad y poder del SMS se puede hacer la analogía con MS DOS respecto a Windows/MAC OS debido a sus limitaciones y capacidad.

EMS. Servicio Mejorado de Mensajes (Enhanced Message Service).

EMS fue impulsado inicialmente por Ericsson y adoptado por 3GPP¹⁴ como parte de la definición del estándar SMS. Sin embargo con la mejora de los anchos de banda y teléfonos su uso está limitado a teléfonos de gama muy baja.

EMS agregaba funcionalidad nueva al estándar SMS. Con ella, los móviles pueden agregar “vida” a los mensajes SMS en la forma de dibujos, animaciones, sonido y texto formateado. Esto da a los usuarios la oportunidad de expresar sentimientos, estados de ánimo y personalidad en mensajes SMS.

EMS utiliza la infraestructura ya existente de SMS, manteniendo la inversión baja y proveyendo facilidad de aprendizaje a los usuarios al usar los mismos teléfonos e interfaces conocidas. Sin embargo los móviles deben contar con la capacidad de reproducir y almacenar el contenido descargado por este medio.

EMS provee la capacidad de recepción y envío de sonidos, estos pueden ser sonidos predefinidos tales como el ring telefónico o melodías populares, descargables desde Internet y recibidas por un mensaje SMS o bien compuestas por el usuario usando el teclado del móvil o una PC.

Los móviles que soportan EMS incluyen un conjunto de dibujos predefinidos para insertarlos en mensajes SMS. Los dibujos pueden ser creados en el móvil usando un editor gráfico ínter construido. Los usuarios pueden dar forma al texto con diferentes tamaños y estilos. Varios dibujos pueden ser insertados en un mensaje y pueden ser combinados con sonidos o melodías.

Mensajes concatenados.

El estándar EMS soporta mensajes concatenados, lo cual significa que un móvil automáticamente combina varios mensajes cuando crea o recibe EMS's. esto es útil al momento de redactar y desplegar mensajes ricos en contenido, ya que la información que un SMS es limitado por estándar.

¹⁴ <http://www.3gpp.org/>

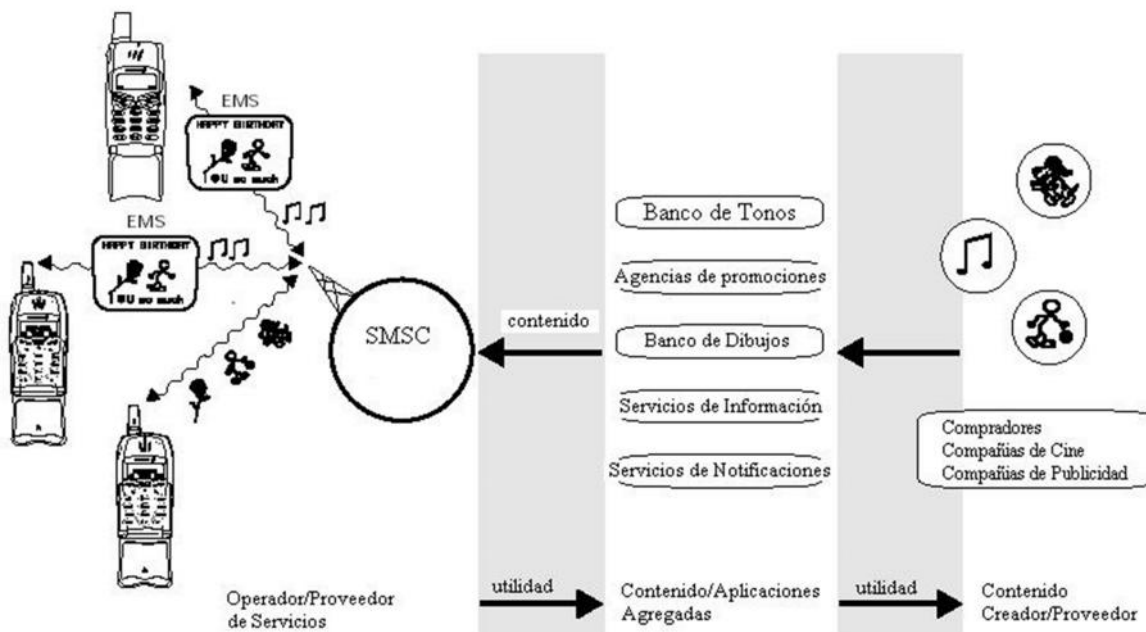


Figura 20. Modelo EMS.



Figura 21. Ejemplos de Imágenes EMS.

Limitaciones prácticas de EMS.

No todos los teléfonos tienen las mismas capacidades de despliegue o reproducción de sonidos. Los tonos requieren formatos especiales para superar las limitaciones de los móviles. Por ejemplo en un teléfono Nokia el contenido está limitado a:

- Una sola nota a la vez (monofónico).
- De 63bpm a 900bms (bms: beat per minute).
- Notas puntuales y silencios.
- Un rango de 4 octavas.

- Los teléfonos Nokia pueden tocar tonos formados por 3 mensajes cortos.

EMS es una tecnología que a nuestro parecer no está destinada a durar mucho, lo complejo del desarrollo de contenido, lo incomodo de los comandos de descarga desde el móvil, la necesidad de iniciar la descarga desde una computadora para que sea sencillo, aunado a que no todos los teléfonos en el mercado lo soportan, indican que es una solución de transición que empresas pequeñas como UNEFON tratan de capitalizar dada la baja inversión que requiere. Empresas como Iusacell, Telcel o Telefonica lo soportarán pero su impulso más importante estará en descargas avanzadas (Java, Tonos Polifónicos, Animaciones, MMS) que requieren la renovación del parque de teléfonos disponibles y plataformas adicionales al SMS que seguirá funcionando como el vehículo de notificación y descarga inicial.

WAP 1

Para el año 2001 había aproximadamente 530 millones de usuarios de telefonía celular. Se proyectaban más de cinco mil millones para finales de 2010. Una porción sustancial de los móviles tienen ya capacidades multimedia. Estas capacidades incluyen la capacidad de correo electrónico, entrar y recuperar información del Internet. Para poder guiar el desarrollo de este tipo de aplicaciones los líderes de la industria de las telecomunicaciones inalámbricas crearon el WAP Forum (Wireless Application Protocol Forum que ahora es la Open Mobile Alliance, OMA <http://www.openmobilealliance.org/Technical/wapindex.aspx>).

El protocolo WAP es el estándar mundial de facto para la presentación y entrega de, información y servicios de telefonía inalámbrica a los móviles. Los fabricantes de móviles representando el 90 del mercado mundial en todas las tecnologías se han comprometido y comercializado dispositivos con capacidades WAP. Proveedores de servicios que representan a más de 5,200 millones de suscriptores se han unido al WAP ForumTM.

¿Por qué es necesario WAP?

La especificación de WAP ha sido diseñada para fomentar una fácil y abierta interoperabilidad entre sus elementos claves. Cualquier solución que haya sido diseñada respetando la especificación puede inter operar con cualquier componente que cumpla con la misma especificación.

En la especificación se incluye una definición de programación WAP tal como se muestra en la Figura 19, la cual está fuertemente basada en el modelo de programación WWW. Esto facilita la adopción por la comunidad de desarrollo de software, permitiendo el aprovechamiento de herramientas preexistentes (servidores Web, herramientas XML etc.). En todos los casos en que ha sido factible se han aprovechado los estándares Internet preexistentes.

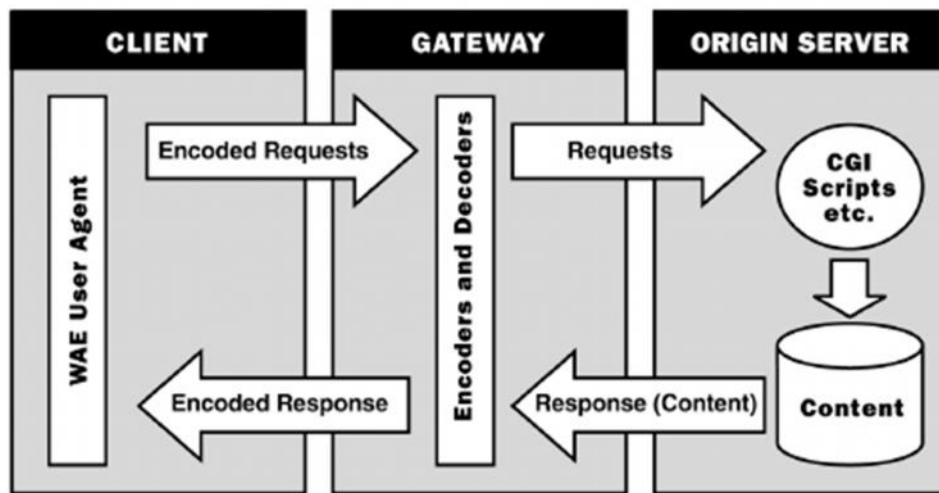


Figura 22. Modelo de Programación WAP.

La especificación, así mismo, define el Lenguaje de hipertexto inalámbrico (WML: Wireless Markup Language: Lenguaje de presentación de contenidos). WML es un lenguaje de hipertexto basado en XML (Extensible Markup Language) y está pensado para ser usado en la especificación de contenido e interfases de usuario para dispositivos de banda angosta, incluyendo teléfonos celulares y paginadores.

WML¹⁵ está diseñado teniendo en cuenta las limitaciones de los dispositivos de banda angosta. Estas limitaciones incluyen:

- Pequeñas pantallas y facilidades de entrada de datos limitadas, típicamente 8 a 12 caracteres por renglón.
- Dispositivos de entrada limitados o de propósito específico tal como un teclado telefónico de 12 botones y algunos de función específica. Un dispositivo mas sofisticado puede soportar algunas teclas programables, pero no soporta ni ratón ni dispositivo apuntador.
- Conexión de red de banda angosta con alta latencia. Dispositivo con conexiones de red de 300bps a 10kbps y de 5 a 10 segundos de latencia de ida y vuelta son comunes.
- Memoria y capacidad de cómputo limitadas.
- A diferencia de la estructura plana de los documentos HTML, los documentos WML están divididos en un conjunto bien definido de unidades e interacciones. Una unidad de interacción es llamada carta (card), y los servicios son creados permitiendo al usuario navegar adelante y atrás entre cartas de uno o varios documentos WML. WML provee un conjunto de comandos mas adecuados para

¹⁵ WAP WML
WAP-191-WML
19 February 2000

aplicaciones telefónicas que lo hacen mas apropiado que el HTML para ser implementado en dispositivos manuales. Desde el portal WAP, todo el contenido WML es accedido en el Internet usando el estándar HTTP 1.1. de modo que los servidores WEB tradicionales, herramientas y técnicas comunes son usadas para este nuevo mercado.

- Se incluye una especificación para micro navegadores en las terminales móviles que controlan la interfase de usuario y es análoga a la de los navegadores estándar WEB. Esta especificación define cómo el código de guiones WML debe ser interpretado en el móvil y presentado al usuario. La especificación del micro navegador ha sido diseñada para servicios inalámbricos de manera tal que el código sea pequeño y eficiente sin por esto dejar de ser flexible y poderoso.
- Un protocolo ligero para minimizar el ancho de banda, garantizando que una variedad de redes inalámbricas puedan correr aplicaciones WAP. Las capas de este protocolo se muestran en la figura siguiente.

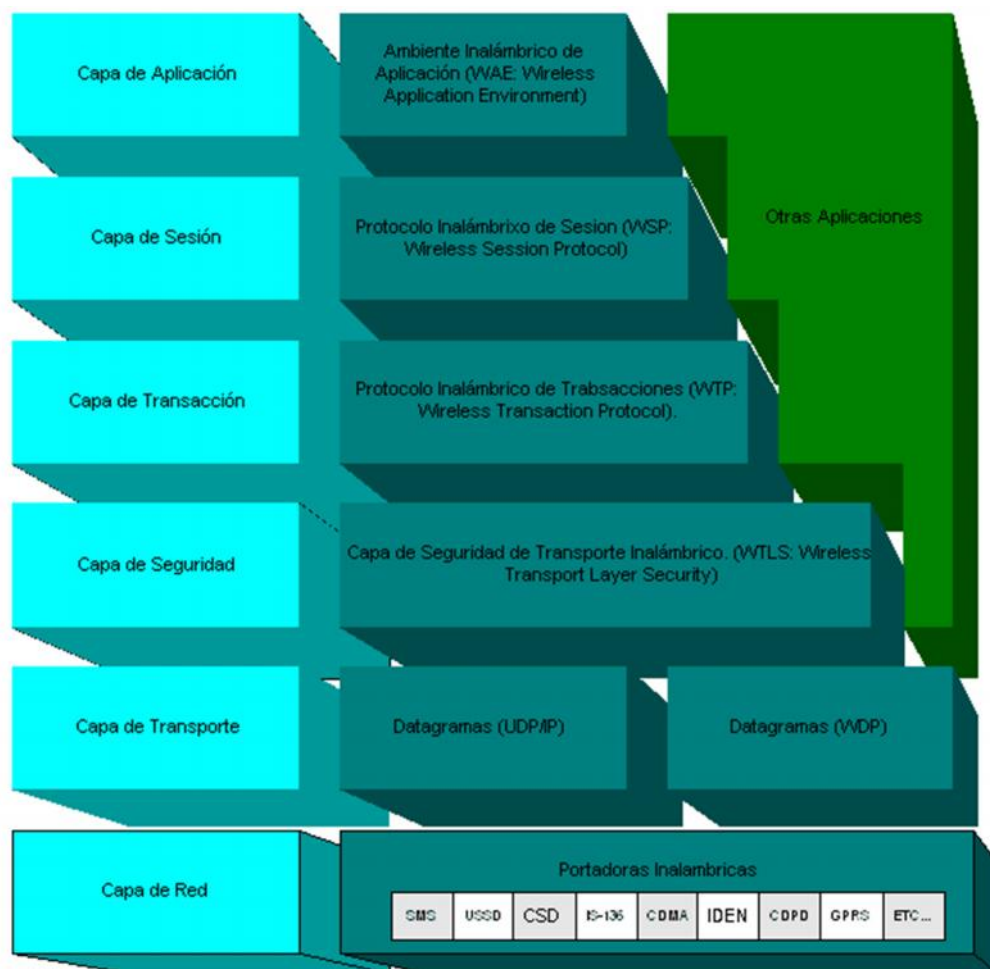


Figura 23 Arquitectura de Capas WAP

El marco de referencia para Aplicaciones Inalámbricas de Telefonía (WTA: Wireless Telephony Applications) permite el acceso a funciones de telefonía tales como control de llamadas, acceso a directorios y mensajes desde applets guiones WML. Esto permite que los operadores desarrollen aplicaciones seguras de telefonía integradas en servicios WML/guiones WMLS. Por ejemplo, servicios tales como reenvío de llamada pueden proveer una interfase de usuario que le permita al usuario seleccionar entre aceptar la llamada, reenviarla a otra persona o a su buzón de voz.

Tecnología Proxy¹⁶ WAP.

La especificación WAP utiliza tecnología estándar Proxy Web. Al utilizar los recursos de un Gateway¹⁷ WAP, la arquitectura WAP permite que los teléfonos móviles sean simples y relativamente baratos. Por ejemplo un gateway WAP típicamente tomará todos los servicios DNS para resolver los nombres de dominios usados en los URL's ahorrando capacidad de cómputo a los dispositivos móviles.

El gateway WAP también puede ser utilizado para servicios de aprovisionamiento de suscriptores y provee al operador de un punto de control para fraudes y utilización de servicios.

Un Gateway WAP típicamente incluye la siguiente funcionalidad:

- Protocolo Gateway. El protocolo gateway traduce solicitudes del protocolo WAP al protocolo WWW (HTTP y TCP/IP).
- Codificadores/Decodificadores de Contenido. Los traductores de contenido traducen contenido WEB a formatos compactos codificados para reducir el tamaño y número de paquetes viajando a través de la red inalámbrica de datos.
- Un PPG (Push Proxy Gateway) que permite la entrega de notificaciones binarias con ligas a URL's.

Esta infraestructura asegura que los usuarios móviles puedan navegar una gran variedad de contenido WAP y aplicaciones sin importar la red inalámbrica que sirva de transporte. Los desarrolladores de contenido son capaces de desarrollar contenido independiente de la red y el móvil, permitiendo que el contenido esté disponible para una mayor audiencia. Dado el diseño WAP Proxy, el contenido y las aplicaciones son alojadas en servidores WWW estándar y pueden ser desarrollados y probados utilizando tecnologías maduras WEB y CGI.

Un gateway WAP decrementa el tiempo de respuesta al dispositivo móvil al agregar datos de diferentes servidores en la WEB, y almacenando temporalmente información usada frecuentemente. El gateway WAP también puede conectarse con bases de datos de

¹⁶ Proxy. Un Proxy es un representante, alguien que actúa en nombre de un tercero. En el contexto de las comunicaciones la palabra Proxy expresa cualquier sistema que se antepone a otro y actúa en beneficio de otro sistema.

¹⁷ Gateway. Puerta de comunicaciones de red, es una combinación de programa y hardware que comunica dos tipos diferentes de redes

suscriptores y usa información de las redes inalámbricas, tales como información de localización, para, dinámicamente adecuar paginas WML para ciertos grupos de usuarios.

El protocolo definido en WAP optimiza los protocolos WEB estándar, tales como HTTP, para utilización en condiciones de ancho de banda bajo y alta latencia, frecuentemente encontradas en redes inalámbricas. Un número de mejoras a la sesión, transacciones, seguridad y capas de transporte provee funcionalidad HTTP mas adecuada para un ambiente de red inalámbrica.

Algunos ejemplos de estas mejoras incluyen:

1. Los encabezados de texto plano de HTTP son traducidos a código binario que reduce significativamente la cantidad de datos que deben ser transmitidos por la interfase aérea.
2. Un protocolo pequeño de establecimiento de sesión que permite que se suspenda y reinicie sin la sobrecarga del establecimiento de sesión inicial. Esto permite que una sesión se suspenda mientras está inactiva para liberar recursos de red o ahorrar baterías.

WAP provee del protocolo de transacciones inalámbricas (WTP: Wireles Transport Protocol) que permite el transporte confiable de data gramas de servicio WAP. WTP provee la confiabilidad tradicional de TCP, pero sin el comportamiento que hace que TCP sea poco aplicable en aplicaciones inalámbricas. Por ejemplo, TCP transmite grandes cantidades de información, incluyendo aquella necesaria para el manejo de la entrega de paquetes desordenados. Dado que existe una sola ruta posible entre el Proxy WAP y el móvil, no existe la necesidad de manejar esta situación. WTP elimina esta información y reduce la cantidad necesaria para cada transacción de petición y respuesta.

La solución WAP WTP también implica que la estructura TCP no es requerida en un teléfono, lo cual da lugar a ahorros importantes en el procesamiento, memoria y costo de los móviles.

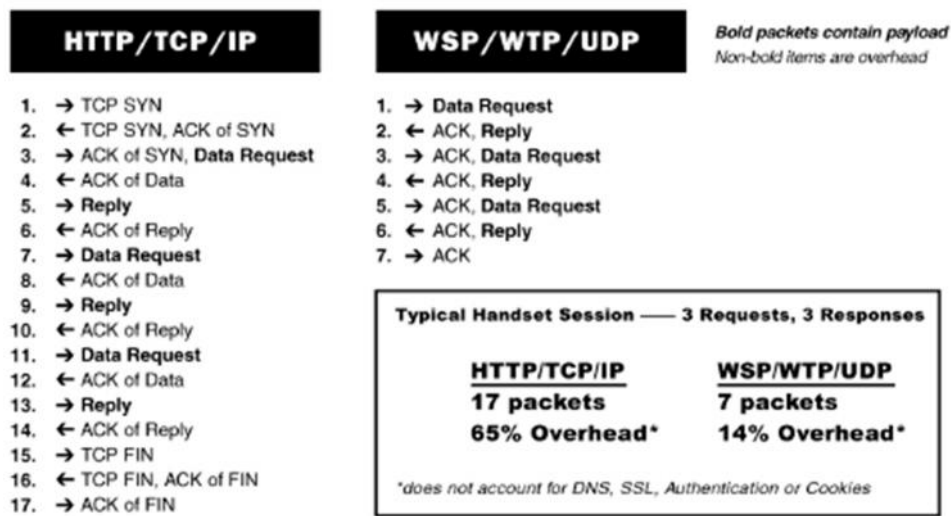


Figura 24. WAP vs TCP

En la figura 21 se ve una comparación entre el número de paquetes requeridos para procesar una solicitud de precio de una acción desde un navegador convencional usando HTTP1.0 y el mismo con un navegador WAP. El navegador WAP utiliza menos de la mitad paquetes que los que usa el modelo HTTP/TCP/IP para entregar el mismo contenido. Este tipo de mejoras son esenciales para el mejor aprovechamiento del ancho de banda limitado disponible.

Muchas aplicaciones en la WEB actualmente requieren de conexiones seguras entre el cliente y el servidor. La especificación WAP asegura que un protocolo seguro esté disponible para este tipo de transacciones móviles. El protocolo inalámbrico de seguridad de capa de transporte (WTLS: Wireless Transport Layer Security) se basa en el protocolo estándar de la industria de seguridad de capa de transporte (TLS), originalmente conocido como Capa de Seguridad de Conexiones, (SSL:Secure Socket Layer). WTLS está pensado para el uso de los protocolos de transporte WAP y se ha optimizado para su uso en canales de comunicación de banda angosta. WTLS asegura la integridad de datos, privacidad, autenticación y protección contra negaciones de servicio. Para aplicaciones WEB que usan técnicas estándar de seguridad de Internet con TLS, el gateway WAP automáticamente y de forma transparente maneja y administra la seguridad con una sobrecarga mínima.

El estándar WAP define un micro navegador que es el cliente pequeño y final, capaz de ser integrado en una cantidad de memoria reducida del dispositivo móvil. La utilización de la tecnología Proxy y compresión en las interfases de red reducen la carga de procesamiento en el dispositivo móvil de manera que una CPU barata puede ser utilizada en el móvil. Esto, adicionalmente, reduce el consumo de energía extendiendo el tiempo de vida de las baterías.

La especificación WAP también define nuevas funcionalidades que no han sido definidas en otros estándares, tales como el API para la integración de voz y datos y la base para la funcionalidad de “envío” (push) inalámbrico.

El WTA (Wireless Telephony Application), permite a los desarrolladores iniciar llamadas desde el navegador y responder a eventos de red conforme ocurren. El API WTA consigue esto proveyendo una interfaz a la infraestructura local de red telefónica. Esta interfase local permite a WML y a los guiones WML acceder a un conjunto específico de funciones de telefonía. La interfase de red permite a la aplicación supervisar e iniciar eventos de la red móvil, de manera que la aplicación pueda actualizar la información o realizar acciones basándose en dichos eventos. Esta información puede ser usada para mantener una lista actualizada de los números de teléfono marcados en una conferencia activa. Estos API's locales y de red son potentes características no disponibles en otros estándares.

El HTTP estándar no provee soporte para la funcionalidad de envío o “push”. La especificación WAP define mecanismos de envío que permiten a un servidor en la WEB enviar información al cliente. Esta es una característica sumamente importante porque

permite la creación de aplicaciones para alertar al suscriptor cuando información dinámica cambia. Esto permite la creación de servicios en los que se notifica al suscriptor de cambios trascendentes tales como cambios en valores de acciones, noticias, alertas climáticas, publicidad, recepción de correos, envíos de ligas a descargas de software etc.

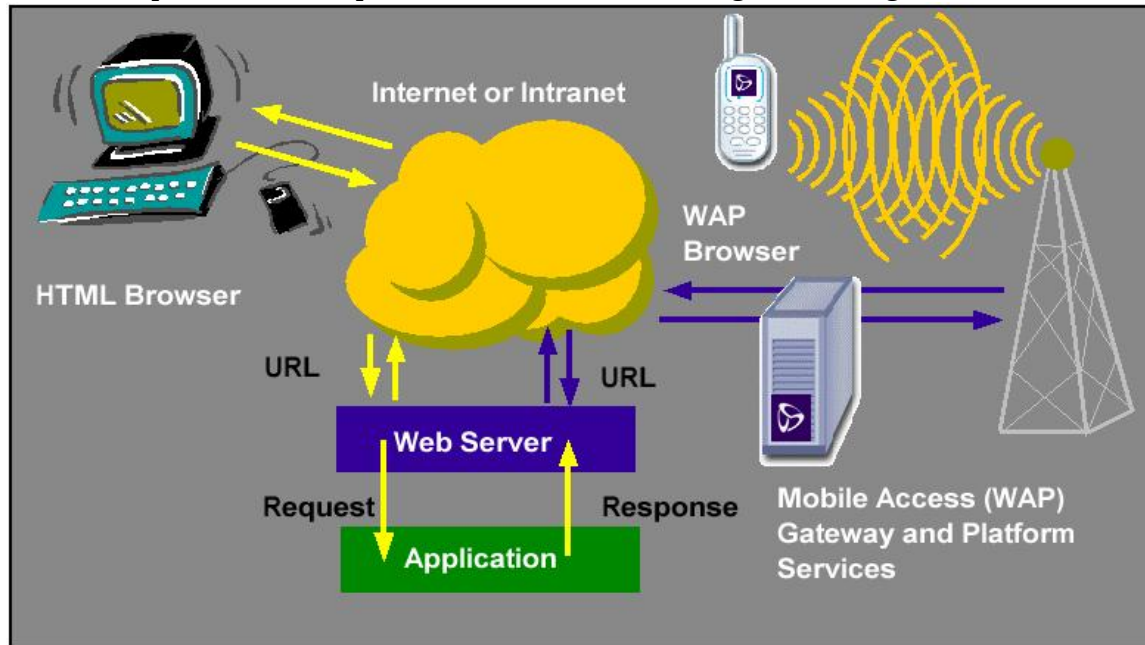


Figura 25. Modelo Internet WAP¹⁸

Un desarrollador de páginas WEB encontrará fácil el desarrollo de aplicaciones WAP ya que el modelo sigue de cerca el modelo de desarrollo WWW. WML es un lenguaje de ligas especificado como documentos tipo XML. Como tal las herramientas existentes de autoría XML y los ambientes de desarrollo HTML pueden ser utilizados para desarrollar aplicaciones WML.

Dado que la especificación WAP usa el protocolo estándar HTTP 1.1 para comunicarse entre el gateway WAP y los servidores WEB, los desarrolladores WAP pueden publicar aplicaciones desde cualquier servidor Web. Los desarrolladores WML pueden utilizar las herramientas estándar tales como Cold Fusion, CGI, Perl, ASP y otras para generar aplicaciones WML dinámicas.

Los desarrolladores también pueden usar tanto direcciones URL separadas para sus entradas WML y HTML o bien usar un mismo URL para presentar el contenido HTML o WML de acuerdo a las solicitudes del tipo de navegador.

Aunque es posible traducir contenido HTML hacia WML usando sistemas automáticos, en la práctica es mejor utilizar WML para adecuar los requerimientos específicos de los usuarios inalámbricos. Esto permite el mejor uso posible de las características de los móviles, tales como teclas rápidas y provee una mejor experiencia para el usuario. La parte mas valiosa de una aplicación WEB es típicamente el contenido exclusivo que

¹⁸ Openwave Systems. www.openwave.com

provee y su interacción con su base de datos no el HTML particular en que fue escrito para interactuar con el usuario. De manera que desarrollar una interfase de usuario en WML aprovecha el esfuerzo previo de ingeniería y provee significativas ventajas en las interfaces de usuario.

Siempre que es posible, la especificación WAP optimiza y extiende los estándares Internet. El Foro WAP y ahora OMA, ha tomado los elementos tecnológicos de TCP/IP, HTTP y XML, optimizándolas para el ambiente inalámbrico y envía estas mejoras a los estándares al proceso de certificación de W3C para las siguientes generaciones de XHTML y HTTP (HTTP-NG).

Envío WAP (WAP Push).

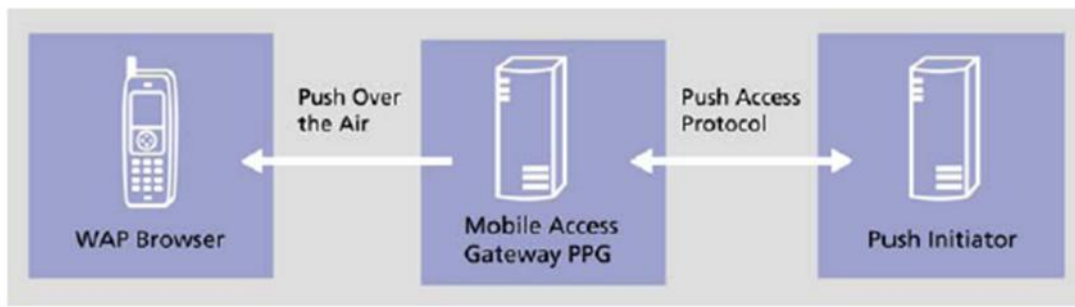


Figura 26. Marco de Referencia Wap Push

Envío WAP es la entrega de contenido a un dispositivo móvil sin interacción previa del usuario al momento en que se envía, es decir no se hace a solicitud del usuario.

El tremendo crecimiento en dispositivos con capacidades de manejo de datos abre una oportunidad para los servicios de envío, potencial que apenas comienza a verse. Los teléfonos móviles habilitados para datos proveen un nuevo medio que permite a la gente no solo recibir llamadas de voz, sino, como se ha mencionado a lo largo de éste trabajo, comunicar de maneras nuevas y acceder a aplicaciones nuevas y viejas, y a aplicaciones e información en cualquier momento y lugar. El éxito de los servicios de mensajes cortos (SMS) para las comunicaciones persona a persona, es un ejemplo de una nueva forma de comunicarse utilizando las capacidades de envío. Sin embargo el potencial es mucho mayor y la tecnología esta evolucionando para tomar ventaja del éxito construido mediante los servicios SMS.

El Envío WAP es un estándar abierto creado por el WAP Forum para proveer capacidades de envío que permiten la creación de nuevos servicios así como mejoras sustanciales a las ya existentes.

En un modelo normal cliente/servidor Figura 24, un cliente hace una petición de servicio o información a un servidor, el cual después responde transmitiendo la información al cliente. Esto es conocido como tecnología de Solicitud (pull technology), donde un usuario ingresa un URL (la solicitud), la cual es enviada a un servidor, y el servidor responde enviando una página WEB (la respuesta) al cliente.

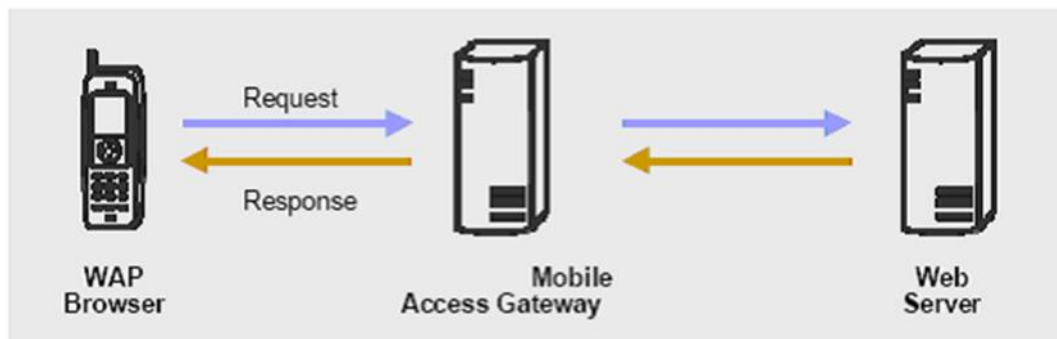


Figura 27. Modelo de Solicitud tradicional.

Aun cuando el Envío WAP está también basado en un modelo cliente/servidor, éste provee un medio para enviar datos al suscriptor sin que exista una solicitud explícita del cliente al momento de ocurrir el envío. Ver Figura 25. En la que el usuario recibe el valor de una acción e inmediatamente puede realizar la compra (símbolo ABC) con solo un clic. Esto no es posible con alternativas de notificación tales como SMS.



Figura 28. Alerta utilizando Envío WAP.

El sistema de Envío WAP transporta datos hacia un dispositivo con capacidad WAP sin intervención del usuario. En las comunicaciones de Internet normales, un cliente solicita servicios o datos desde una aplicación WEB y la respuesta es entregada al cliente solicitante a través de un gateway WAP convencional en el que se atrae el contenido (pull).

Una operación de Envío es completada al permitir al Iniciador de Envío (PI: Push Initiator) transmitir contenido de envío y enviar instrucciones a un PPG (Push Proxy Gateway), el cual después entrega el contenido de envío al cliente o dispositivo WAP de acuerdo a las instrucciones de entrega.

El PI es típicamente una aplicación que corre en un servidor WEB ordinario. Se comunica con el PPG utilizando el Protocolo de Acceso por Envío (PAP: Push Access

Protocol) por medio de HTTP. El PPG usa el protocolo de Envío Aéreo (OTA. Push Over The Air) para entregar el contenido de envío al cliente. La Figura 23 muestra el marco referencial del Envío WAP Push.

El aspecto aéreo del marco de referencia del Envío contiene un número de adaptaciones de portadoras como se especifica en el protocolo WAP y pueden ser catalogadas en alguna de las siguientes áreas:

- Basadas en SMS: No Confiables/Sin confirmación (Unreliable/unconfirmed) entrega de envío al cliente; ancho de banda limitado; la portadora SMS puede ser usada como canal de entrega cuando la confirmación no es crítica o para iniciar una sesión con un dispositivo que no este conectado en ese momento.
- Circuitos Conmutados: Entrega de Envío confiable; un mayor ancho de banda disponible; requiere el disparo de la activación del circuito.
- Paquetes Conmutados: Uso eficiente de la red; mayor ancho de banda disponible; entrega confiable; se puede requerir disparo por contexto.

La estandarización e implementación de los servicios de Envío generan un número de problemas fundamentales que los desarrolladores y proveedores de servicios enfrentan cuando construyen e implementan aplicaciones de datos móviles¹⁹.

- **Interfase de Desarrollo.** La interfase al PPG es transportada por medio PAP usando http como se define en la especificación WAP 1.2.1 (Push Access Protocol).
- **Direccionamiento de Usuario.** Desde la perspectiva de un desarrollador, el dispositivo móvil puede ser localizado usando el MSISDN o algún identificador de suscriptor del WAP Gateway. Ambos pueden ser recolectados de consultas a un sitio Web o del usuario directamente al pedírselo desde alguna aplicación. EL MSISDN esta contenido en el encabezado http x-up-calling-line-id y el identificador del suscriptor esta contenido en el encabezado x-up-subno. Encabezados HTTP adicionales que identifican la dirección del Proxy de Envío son x-up-wappush-secure y x-up-wappush-unsecure.
- **Cliente fuera de Linea.** El cliente puede estar fuera de línea cuando el PI envía un mensaje. EL PPG intermedio debe diferir la entrega (dependiendo de la etiqueta de tiempo provista por el PI) o iniciar la conexión con el cliente. El Inicio de la conexión se consigue usando una de las opciones de transporte mencionadas previamente, tales como una portadora SMS. Esto es realizado a través de un mecanismo estándar, Solicitud de Inicio de Sesión (SIR: Session Initiation Request), definido en la especificación del estándar WAP Push.
- **Descubrimiento de Capacidades del Dispositivo Móvil.** La habilidad del dispositivo para aceptar Envío es anunciada ya sea por el navegador durante el inicio de sesión o por análisis de la interacción entre el dispositivo y el gateway. La forma generalmente aceptada en la cual el dispositivo hace esto es usando el

¹⁹ 2001, Wireless Application Protocol Forum, Ltd.
WAP-250-PushArchOverview-20010703-a,
Version 03-Jul-2001

encabezado estándar HTTP²⁰. El iniciador de envío puede también consultar las capacidades del cliente utilizando la consulta CCQ²¹ (Client Capabilities Query) definida en WAP PAP²².

- **Intrusión en el usuario.** Dado que el contenido es enviado sin interacción previa del usuario, el desarrollador de contenido debe considerar cómo puede el contenido interrumpir al usuario. Basado en las reglas de presentación definidas por WAP, el iniciador de envío puede especificar diferentes parámetros de prioridad en el contenido enviado al dispositivo. Una prioridad baja podría no interrumpir al usuario, y una prioridad más alta en el mensaje podría generar ruido y desplegar un aviso al usuario. Los fabricantes de navegadores móviles han adoptado estas especificaciones de manera que el desarrollador está razonablemente seguro de que existe un comportamiento uniforme para sus aplicaciones.
- **Acciones de Tipo de Contenido.** Cuando un dispositivo móvil anuncia que soporta el envío de tipos de contenido, el cómo se comporta cuando reciba y procesa el contenido empujado está definido en la especificación de Envío WAP. Como resultado, los desarrolladores de aplicaciones pueden estar seguros de que existe un cierto nivel de uniformidad y comportamiento determinístico del dispositivo. Estas acciones pueden ser determinadas de dos maneras:
 - a. **Contenido Estandarizado.** El Foro WAP define tres tipos de contenido que deben comportarse en forma específica en el móvil: Indicaciones de Servicio, Servicios de Carga y Operaciones Almacenadas (Cache Operations).
 - b. El Foro WAP define un mecanismo de aplicación de despacho. En el caso en que existen múltiples aplicaciones independientes en el móvil, el contenido puede ser apuntado a un identificador (ID) especificando la aplicación en la solicitud de Envío. Este mecanismo permite al Envío WAP ser un mecanismo extensible de entrega que puede ser utilizado para entregar contenido a aplicaciones existentes y futuras en el móvil.Estos tipos de contenido estandarizado pueden ser utilizados por el desarrollador de para construir aplicaciones de envío que tienen un comportamiento más consistente, universal y determinístico.

²⁰ RFC2616

²¹ Ver Apéndice D

²² Wireless Application Protocol Forum, Ltd.
Version 29-Apr-2001
Wireless Application Protocol
WAP-247-PAP-20010429-a

¿Qué puede ser enviado con el PPG?

El punto primario de acceso al sistema de Envío es una entrega de Envío PAP. La entrega de Envío PAP es hecha como un documento multi partes, contenido MIME transportado a través de HTTP. El Iniciador de Envío entrega el contenido al PPG.

Control Entity	PAP: XML document containing delivery instructions. Processed by PPG engine, not passed to client.
Content Entity	Push content (SI/SL/CO). Destined for mobile client.
Capabilities Entity	Optional. Client capabilities that the message for formatted for (UAPROF format RDF), not passed to client

Figura 29. Protocolo de Documento Multi Parte de Acceso de Envío.

Una entrega PAP al PPG puede ser dividida en los siguientes 3 componentes:

- Entidad de Control
Este componente contiene los datos básicos relacionados al Envío, por ejemplo: quién es el receptor, cuando se intentará la entrega, cuando expirará y cual es la red portadora subyacente a ser utilizada. Además, una confirmación puede ser especificada indicando donde debe ser entregada después de que el Envío es recibido.
- Entidad de Contenido.
Es la única parte que es enviada al terminal móvil.
- Entidad de Capacidades.
Este componente puede ser usado por el Iniciador de Envío para seleccionar ciertos tipos particulares de dispositivos. Usando el Esquema del Agente de Perfiles de Usuario WAP (UAPROF²³), en Lenguaje de Definición de Recursos (RDF: Resource Definition Lenguaje), el desarrollador de contenidos puede indicar a qué tipo de terminales, de qué fabricante o navegador específico quiere que se haga la entrega. Si el PPG reconoce que el usuario no coincide con las capacidades de la Entidad de Contenido no hace la entrega. Además, el Iniciador de Envío (PI) puede consultar las capacidades asociadas con el dispositivo del usuario usando PAP.

Entidad de Contenido.

Como se mencionó previamente es la única parte que se entrega al dispositivo móvil. Los siguientes tipos estandarizados WAP están disponibles.

- Indicación de Servicio.

²³ Ver apéndice E.

Comúnmente conocido como “Alerta”, presenta al usuario una etiqueta de texto asociada con un URL, con la opción de cargar el URL. La etiqueta es presentada al usuario dependiendo de las preferencias del usuario o almacenada el buzón de entrada para presentación subsiguiente. Los identificadores en Indicador de Servicio ofrecen la habilidad para reemplazar contenido duplicado; por ejemplo, cuando se hacen entregas repetidas únicamente la última será mostrada al usuario.

- **Carga de Servicio.**
Es igual al Indicador de Servicio; la diferencia es que el usuario no puede interferir con el acceso al URL asociado. El usuario no tiene opción, el URL es automáticamente cargado-
- **Operaciones Almacenadas.**
El tipo de contenido es usado para acceder al almacén dinámico que esta disponible en el dispositivo móvil. Contenido cargado previamente puede ser invalidado o revalidado. El URL que había sido usado para descargar el URL identifica el contenido. La intención es proveer a los desarrolladores de contenido de iniciadores con la habilidad de tener más control de su servicio. Un ejemplo puede ser la descarga frecuente del valor de una acción, la cual requiere de recargas frecuentes de crédito en la cuenta del usuario.

En los casos en que el usuario difiere el procesamiento de un Envío WAP, un indicador es activado en el dispositivo móvil, el cual informa que hay contenido disponible para ser presentado. La naturaleza de este indicador depende del tipo particular de móvil.

SMS y Envío WAP²⁴.

En términos de servicio, el Envío WAP es muchas veces comparado con un SMS. En realidad hay una cantidad significativa de diferencias. El PPG puede usar el SMS como una portadora si es requerido por el Iniciador de Envío. Sin embargo el sistema de Envío puede agregar mucho valor al SMS y deben ser considerados como complementarios.

Contenido Activo

El contenido activo puede ser usado para estimular al usuario a acceder a cierto contenido y es compatible con una gran variedad de fabricantes de teléfonos. Funcionalidades mejoradas adicionales, tales como la habilidad de incluir WML y reemplazo de contenido usando HREF o identificadores únicos, ofrecen la capacidad de crear una mejor experiencia para el usuario final. En este caso, si el Envío WAP no es leído por el usuario, puede ser reemplazado en forma “silenciosa” por mensajes posteriores bajo control del Iniciador de Envío.

Protocolo de Acceso de Envío (PAP: Push Access Protocol).

PAP es un protocolo estándar abierto que permite al proveedor de servicio construir una comunidad de desarrollo escalable con sofisticadas herramientas de desarrollo. Los

²⁴ The Value of Wap Push.
Openwave Systems. www.openwave.com

programadores pueden utilizar una interfase para construir aplicaciones de Envío WAP que pueden trabajar en diferentes PPG's que cumplan con el estándar WAP.

Conjunto de Características.

El sistema de Envío WAP ofrece características tales como control de intrusiones, confirmación de recepción de los mensajes, ambas a nivel de aplicación, notificación de entrega al Iniciador de Envío, direccionamiento a receptores múltiples así como capacidades de descubrimiento y utilización.

Control de Almacén.

Esto permite modificar dinámicamente el almacén de datos del dispositivo móvil.

Interfase Aérea.

El PPG ofrece una amplia gama de portadoras y la habilidad de que el iniciador especifique, en términos de Calidad de Servicio (QoS), cual es el mecanismo preferido. Adicionalmente, Envíos autenticados y seguros pueden ser utilizados para proveer una entrega altamente confiable del Envío WAP.

Control PPG

Ofrece al proveedor de servicios un número de mecanismos sofisticados para ligar el servicio a un Iniciador de Envío particular y ofrecer diferentes niveles de acceso a comunidades WAP.

WAP 2.

En enero del año 2002 el foro WAP (OMA), anunció la liberación del estándar WAP 2. Con esto se logró agregar soporte a los protocolos estándar de Internet. Provee soporte a protocolos tales como IP, TCP y HTTP. Al agregar estos protocolos y estándares y proveer mejoras en cuanto a la interoperabilidad con los ambientes inalámbricos, la especificación WAP provee un entorno que permite a los dispositivos inalámbricos la utilización de las tecnologías preexistentes de Internet.

Los trabajos en WAP 1 continúan, permitiendo que las aplicaciones y servicios coexistan con las tecnologías de interfaces aéreas y portadoras existentes y por existir. Esto incluye las nuevas tecnologías de alta velocidad tales como GPRS y las 3G.

Se provee un ambiente de desarrollo de aplicaciones que habilita la entrega de información y servicios interactivos a teléfonos móviles digitales, aparatos de localización, PDA's y otros dispositivos inalámbricos.

Se enfoca en características únicas de los dispositivos inalámbricos. Estos dispositivos tienen tamaños más pequeños de hardware (por ejemplo: pantallas más pequeñas, baterías con tiempo de vida limitada, memoria RAM o ROM limitada), y en consideraciones

relacionadas con las interfaces, tales como navegación con un solo dedo, que es un reto para el diseño de aplicaciones de Internet. El ambiente WAP provee muchas funciones que mejoran esta experiencia.

Se minimiza la necesidad de poder de procesamiento en los dispositivos móviles y optimiza los recursos de red para minimizar los costos y maximizar el desempeño.

Incorpora mayor flexibilidad, permitiendo una variedad de diseños de interfaces de usuario a los fabricantes para diferenciar sus ofertas de acuerdo a su mercado objetivo.

El Foro WAP trabaja de cerca con organizaciones tales como el W3C y el IETF para desarrollar especificaciones adicionales que cumplan con los objetivos enlistados previamente.

El Foro WAP liberó su primera especificación en 1998 (WAP 1.0). Como se vio en la sección anterior el Foro WAP se enfocó en características de interoperabilidad, estableciendo programas de certificación y agregando varias capacidades en respuesta a los cambios en el mercado y mejoras en las redes, dispositivos y tecnologías nuevas.

WAP 2.0 es la especificación de segunda generación que, como en la versión anterior, marca los esfuerzos del Foro WAP por adoptar los más recientes protocolos y estándares de Internet. WAP 2.0 también optimiza el uso de anchos de banda más grandes y conexiones basadas en paquetes de las redes inalámbricas. A un tiempo que WAP 2.0 soporta y utiliza las mejoras y tecnologías nuevas de Internet, mantiene compatibilidad con los sistemas, aplicaciones y el contenido WAP preexistentes.

Las principales mejoras de WAP 2.0²⁵ son:

- **Soporte del Protocolo de Capas WAP.** Además de las Capas WAP introducidas para WAP 1, WAP 2.0 agrega soporte y servicios en capas basados en las capas comunes de Internet incluyendo soporte para TCP, TLS y http. Al cubrir ambas capas, WAP 2.0 provee un modelo de conectividad para un amplio rango de redes y portadoras inalámbricas.
- **Ambiente de Aplicaciones WAP.** Nominalmente visto como el “Navegador WAP”, el Ambiente de Aplicaciones WAP 2.0 ha evolucionado para comprometerse con los estándares de desarrollo del lenguaje de etiquetas de los navegadores de Internet. Esto ha dado lugar a la definición del Perfil Móvil XHTML (XHTMLMP). XHTMLMP está basado en la modularidad estructural del Lenguaje Extensible del Lenguaje de Hipertexto de Etiquetas Hipertexto (eXtensible Hypertext Markup Lenguaje XHTML), desarrollado por el W3C para reemplazar y mejorar el actual HTML. El uso de tecnologías de Internet no es nuevo en WML, ya que WML1 cumple totalmente con XML en si mismo.

²⁵ Wireless Application Protocol WAP 2.0
Technical White Paper. 2002
www.wapforum.org

- **Servicios Adicionales y Capacidades.** La especificación WAP contenía elementos que no eran parte ni de las “Capas WAP” ni del “Navegador WAP” pero ayudaban a enriquecer el ambiente definido en la especificación WAP. La versión WAP 2.0 incluye un incremento considerable en el número de funcionalidades disponibles para desarrolladores, operadores y usuarios.

Los protocolos WAP se han basado siempre en las tecnologías Internet. La motivación para desarrollar WAP era extender dichas tecnologías a las redes, portadoras y dispositivos inalámbricos. Así como las versiones anteriores de WAP anticiparon la aparición de pantallas con capacidades gráficas, infraestructuras de llave pública (PKI) y seguridad de punta a punta, mensajería, tecnología de envío (push), y varios estándares del W3C y el IETF.

WAP 2.0 capitaliza una amplia gama de tecnologías nuevas y capacidades avanzadas tales como:

- **Redes y Portadoras de Red.** Los proveedores de servicios de telecomunicaciones están actualizando sus redes existentes a portadoras de alta velocidad, tales como GPRS, HSCSD e introduciendo anchos de banda y velocidades en redes inalámbricas de tercera generación (3G) tales como W-CDMA y CDMA2000 3XRTT. Estas portadoras de red de mayor capacidad permiten nuevos tipos de contenido (por ejemplo flujos de audio y video) y provee de disponibilidad permanente. Estos nuevos aspectos de las redes permiten nuevas actividades operacionales.
- **TCP/IP como Protocolo de Transporte.** La mayoría de las tecnologías de redes inalámbricas proveen soporte a paquetes IP como un protocolo de transporte básico. WAP 2.0 utiliza el trabajo del IETF en el Grupo de Trabajo de Implicaciones de Desempeño de Enlaces Característicos (Performance Implications of Link Characteristics: PILC), para desarrollar un perfil móvil de TCP para enlaces inalámbricos. Este perfil es completamente ínter operable con el TCP “común” que opera en el Internet actualmente.
- **Procesadores.** Los fabricantes continúan introduciendo dispositivos más pequeños con procesadores más rápidos y eficientes en consumo de energía y dipolos de alta definición y color. Además, la tecnología de empaquetamiento más eficiente permite circuitos integrados más sofisticados en un tamaño dado de dispositivo. El efecto neto es que los dispositivos inalámbricos tienen más capacidad que puede ser aprovechada para entregar servicios nuevos a los usuarios.
- **Tecnologías Móviles más “Amistosas”.** Con el crecimiento en uso de dispositivos móviles, hay un incremento en la percepción de las necesidades específicas del usuario móvil. El Foro WAP ha trabajado con el W3C y el IETF para ayudar a caracterizar los puntos clave que impactan el uso móvil inalámbrico de la WEB. A través de este involucramiento, y a partir del interés de sus propios miembros, el W3C ha impulsado el desarrollo de avances que hagan mas “amistoso” el uso de las tecnologías móviles, estas incluyen:

- o El lanzamiento a fines del año 2000 del perfil básico para el XHTML. Este perfil básico incorpora los elementos centrales del lenguaje XHTML el cual provee la estructura para ser expandible y mejorable.
- o Recientes actualizaciones de la estructura del Perfil de Preferencias/Capacidades Compuestas (CC/PP: Composite Capabilities/Preferentes Capabilities) para describir las preferencias de los usuarios y capacidades de los dispositivos. CC/PP provee la base técnica de la función UAPROF descrita en el Apéndice E.
- o La liberación del Perfil Móvil de Estilo de Hojas en Cascada (CSS:Cascading Style Sheets) provee un subconjunto de la versión 2 del CSS que tiene como objetivo dispositivos tales como los teléfonos inteligentes, PDA's, etc.

Medio Ambiente de Aplicaciones Inalámbricas. (WAE).

El WAE (Wireless Applications Environment) permite la interacción entre aplicaciones WAP/WEB y dispositivos inalámbricos que contengan un micro navegador WAP.

WAP 2.0 provee los cimientos para tal micro navegador en su lenguaje de etiquetas, llámese Perfil Móvil XHTML, para contenido nuevo, o WML para soporte a contenido WAP 1. Estos lenguajes proveen los servicios adecuados de presentación para los dispositivos inalámbricos, tomando ventaja de sus características únicas. El lenguaje adicional del lado del cliente, WMLScript, provee inteligencia adicional y control sobre la presentación. Para incrementar la eficiencia de transmisión e implementación en el cliente para manejar ambos WML y WMLScript, WAE soporta la “tokenización” de WML 1 y la compilación del WMLScript antes de que el gateway envíe el contenido al dispositivo.

Adicionalmente a la especificación del lenguaje de etiquetas, WAE provee soporte para otros tipos de contenido tales como imágenes WBMP, vCard y vCalendar.

El WAE en WAP 2.0 continúa soportando el paradigma de aplicación céntrica al definir el XHTMLMP y otras tecnologías que incluyen:

- El lenguaje de etiquetas básico para el WAE en WAP 2.0, llamado XHTMLMP, expande el perfil básico del XHTML tal como lo define el W3C. Este núcleo fue diseñado para ser extensible y el WAE toma ventaja de esta capacidad al definir características adicionales para obtener funcionalidades mejoradas. El utilizar el modelo modular de XHTML hace de XHTMLMP un lenguaje muy extensible, permitiendo elementos de lenguaje adicionales que se agregan conforme se van requiriendo. Aunado a esto, los documentos escritos en el lenguaje básico XHTML son completamente operables en un navegador XHTMLMP.
- EL WAE en WAP 2.0 también mejora la presentación del contenido al soportar hojas de estilo. Basadas en el Perfil Móvil CSS, WAP soporta hojas de estilo en línea y externas, las cuales son comúnmente soportadas en la mayoría de los navegadores de Internet.

- La compatibilidad con versiones anteriores de WML1 está completamente soportada en WAE de WAP 2.0 al utilizar tanto WML 1 como XHTMLMP o definiendo traducciones de WML 1 a la versión 2. EL WML 2 es una extensión de XHTMLMP que agrega funcionalidad específica de WML 1 para proveer compatibilidad con las versiones anteriores. WAP 2.0 provee un modelo de transformación utilizando el Lenguaje de Transformación Extensible de Hojas de Estilo. (eXtensible Stylesheet Language Transformation: XSLT), que permite que documentos creados en WML 1 sean convertidos a código WML 2. Estas extensiones en WML2 solo están orientadas a documentos WML 1.

El Modelo de Programación WAP 2.

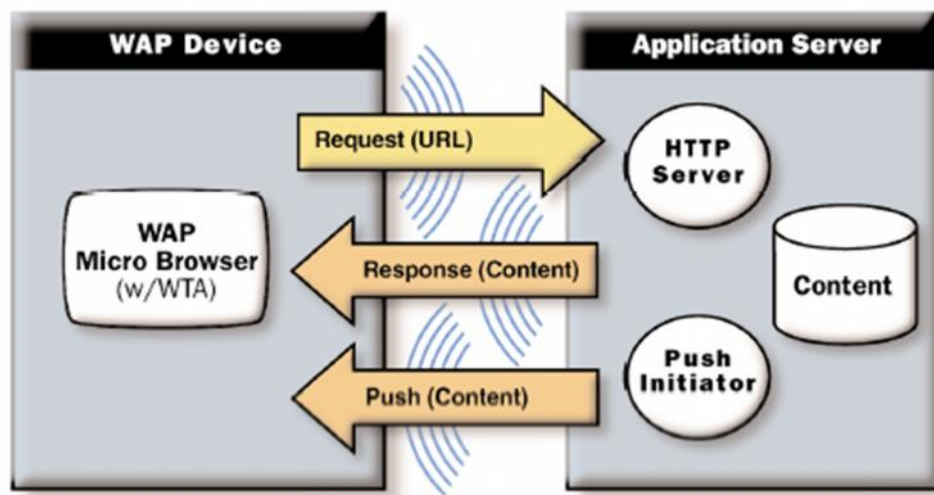


Figura 30. El Modelo de Programación WAP 2.0

Como se mencionó en la sección WAP 1, el modelo de programación WAP está alineado con el modelo de programación WEB, utilizando un modelo de atracción (en el cual el cliente solicita contenido de un servidor). Sin embargo, WAP también extiende la arquitectura al agregar soporte a teléfonos con WTA y soportando el modelo de Envío, donde el servidor de forma pro activa envía contenido al cliente.

En versiones anteriores de WAP, un agente (Proxy) WAP se requería para manejar el protocolo de interconexión entre el cliente y el servidor origen. El agente WAP se comunicaba con el cliente usando los protocolos WAP que se basan ampliamente en los protocolos de comunicación de Internet, y se comunicaba con el servidor origen utilizando los protocolos estándar de Internet. WAP 2.0 no necesita un agente WAP, ya que la comunicación entre el cliente y el servidor origen puede realizarse usando HTTP/1.1. Sin embargo la utilización de un agente WAP puede optimizar el proceso de comunicaciones y puede ofrecer servicios móviles mejorados, tales como localización, privacidad y servicios basados en presencia. Adicionalmente, un agente WAP es necesario para proveer la funcionalidad de Envío (Push).

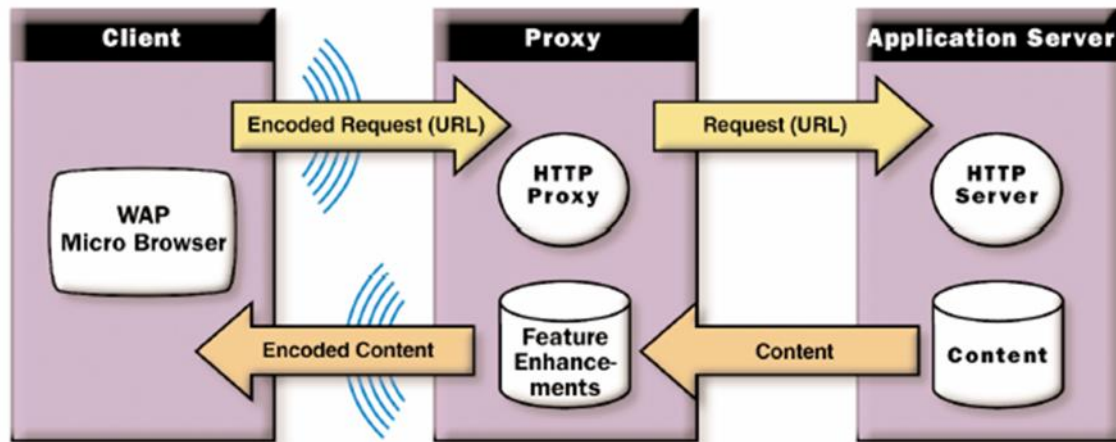


Figura 31. Modelo Opcional de Agente (Proxy) WAP.

El Protocolo de Capas WAP.

Una de las mejoras clave en WAP 2.0 es la introducción de soporte a los protocolos de Internet cuando la conectividad IP está disponible en el dispositivo móvil. Esto se agrega al soporte a las capas WAP anteriores las cuales se utilizan en aquellas redes que no proveen IP así como a portadoras IP de ancho de banda bajo. Ambas definiciones de capa están soportadas en WAP 2.0 y proveen servicios similares en el ambiente de aplicaciones.

Capa de Protocolos WAP Anteriores.

El WAP 2.0 sigue soportando las Capas WAP 1. Estos protocolos han sido optimizados para las redes de ancho de banda pequeño y con una latencia relativamente alta.

- **WSP. Protocolo de Sesión WAP.** Provee funcionalidad HTTP/1.1. e incorpora características nuevas, tales como sesión de vida prolongada y suspensión/reinicio de sesión. WSP provee la capa de más alto nivel de WAP con una interfase consistente para dos sesiones de dos sesiones. La primera es en modo de servicio de conexión que opera por encima del protocolo de capa de transacción, y el segundo es un servicio sin conexión que opera por encima de un servicio de transporte de datagramas seguro o inseguro.
- **WTP. Protocolo Inalámbrico de Transacciones.** Ha sido definido como un protocolo ligero de transacciones que es adecuado para la implementación de clientes “delgados” (estaciones móviles) que opera eficientemente sobre redes inalámbricas de datagramas. Los beneficios de WTP Incluyen:
 - Confiabilidad mejorada en los servicios de datagramas. WTP libera la capa superior de la retransmisión y confirmaciones que son necesarias cuando un servicio de datagramas es utilizado.
 - Eficiencia mejorada en servicios orientados a conexión. WTP no requiere establecimiento o fases de desconexión explícitas.

- Toma ventaja de la utilización de usar protocolos orientados a mensajes, diseñado para servicios orientados a transacciones, tales como la navegación.
- **WTLS. Capa de Seguridad de Transporte Inalámbrico.** Es la capa diseñada para proveer privacidad, integridad de datos y autenticación entre dos aplicaciones de comunicaciones. Provee a la capa de más alto nivel WAP de servicios de interfase de transporte seguro que preservan la interfase de servicio de transporte subyacente. Además WTLS provee la interfase de administración de las conexiones seguras. Provee funcionalidad similar a la de TLS 1.0 e incorpora funciones adicionales tales como soporte a datagramas, establecimiento (handshake) optimizado y refresco de llave dinámica (key refreshing).
- **WDP. Protocolo Inalámbrico de Datagramas.** Es un servicio general de datagramas, que ofrece servicios consistentes a los protocolos de capas altas comunicando en forma transparente utilizando uno de los servicios subyacentes de portadoras disponibles. Esta consistencia es provista mediante un conjunto de adaptaciones a características específicas de las portadoras. Esto provee una interfase común a las capas altas que así son capaces de operar independientemente de los servicios de la red inalámbrica.

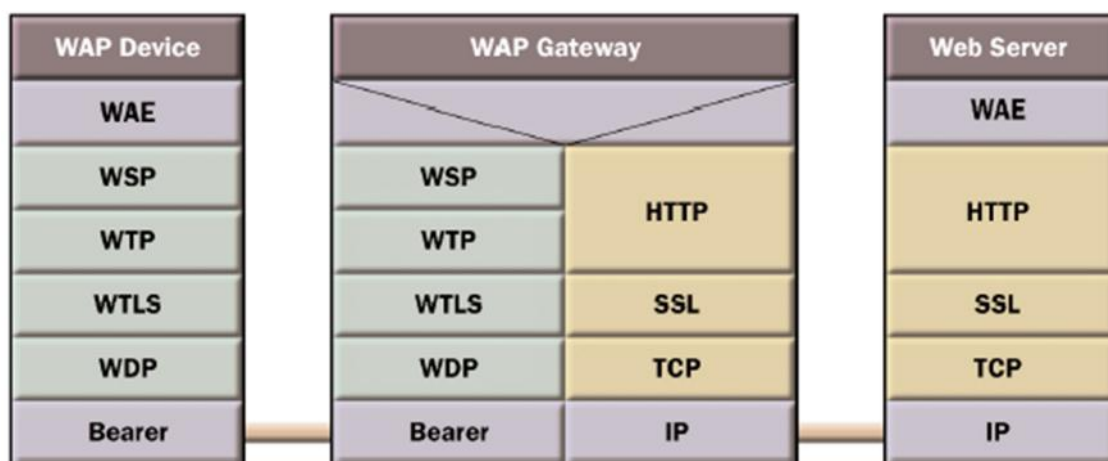


Figura 32. Gateway WAP 1.

Capas de Protocolos para Redes que Soportan IP.

Una de las funciones más importantes de WAP 2.0 es el soporte a los protocolos de Internet en ambientes WAP. Este soporte ha sido motivado por las redes inalámbricas de alta velocidad que proveen soporte a IP directamente en los dispositivos inalámbricos.

- **WP-HTTP.Perfil Inalámbrico HTTP.** Esta especificación es un perfil HTTP para el ambiente inalámbrico y es totalmente compatible con HTTP/1.1. El modelo básico de interacción entre el dispositivo WAP y el Agente (Proxy)

WAP/Servidor WAP es la transacción HTTP de solicitud/respuesta. WP-HTTP soporta la comprensión de mensajes de respuesta y establecimiento de tuneles seguros.

- **TLS. Capa de Transporte Seguro.** Permite la interoperabilidad para transacciones seguras. Este perfil de TLS incluye conjuntos cifrados, formato de certificados, algoritmos de firma y reinicio de sesión. El perfil también define métodos para túneles TLS y soporte a seguridad de punta a punta a nivel de transporte.
- **WP-TCP. Perfil Inalámbrico TCP.** Provee servicios orientados a conexión. Está optimizado para ambientes inalámbricos y es completamente inter operable con la implementación estándar de TCP para Internet. Las investigaciones en optimización TCP han dado lugar a mecanismos que mejoran el desempeño.

La Figura 30, muestra un ejemplo de uso de estos protocolos en los dispositivos WAP y un servidor WEB. En este ejemplo un túnel TLS es habilitado a través de un Agente (Proxy) WAP que permite un transacciones HTTP seguras de punta a punta. TCP es una referencia a las puntas que operan utilizando las características del perfil TCP.

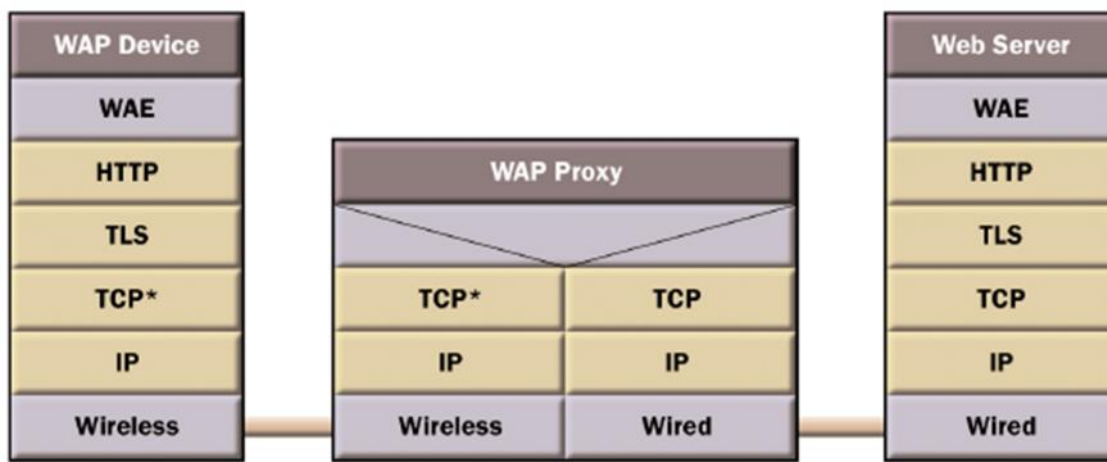


Figura 33. Agente (Proxy) WAP HTTP con Perfil TCP y HTTP.

Dado que WAP 2.0 provee soporte para ambos modelos de capas, se debe hacer notar que se espera que ambos puedan trabajar en forma independiente. Esto significa que no se deben de mezclar al realizar transacciones punta a punta. La Figura 31 muestra la separación de ambos.

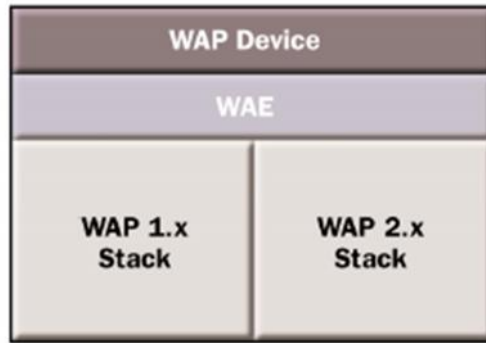


Figura 34. Modelo Dual de Capas WAP Opcional.

La Figura 31, muestra la expectativa de que un ambiente aplicativo común pueda operar ambos ambientes. Para dispositivos que soporten tanto las redes viejas como las nuevas, esta conmutación de modelos puede ocurrir cuando el dispositivo se mueve de un área de cobertura a otra.

Servicios Mejorados WAP 2.0

Adicionalmente al ambiente aplicativo y a las capacidades incrementadas del micro navegador, WAP 2.0 soporta otras capacidades para mejorar la experiencia del usuario. Estas funcionalidades expanden las capacidades de los dispositivos inalámbricos y mejoran la capacidad para crear aplicaciones y servicios útiles. Entre ellos se cuentan:

- **Envío WAP (WAP Push).** Esta funcionalidad ha sido mejorada en WAP 2.0. La funcionalidad de envío es especialmente relevante para aplicaciones de tiempo real que envían notificaciones a los usuarios, tal como se describió en la sección de WAP 1.0. Sin la funcionalidad de envío, las aplicaciones necesitarían dispositivos para poleo de los distintos servidores de aplicación para obtener información actualizada o estado. En ambientes inalámbricos tal actividad de poleo significaría un desperdicio e ineficiencias en el uso de los recursos de red. La función de Envío WAP provee control sobre el tiempo de vida de los mensajes enviados, capacidades de almacenamiento y reenvío en el Agente de Envío (Push Proxy)²⁶, y control sobre las portadoras de envío.
- **Agente de Perfil de Usuario. UAPROF.** Este servicio provee un mecanismo para describir las capacidades de los dispositivos y preferencias de los usuarios al servidor de aplicación. Mejorado para WAP 2.0 se basa en el trabajo del W3C en CC/PP, UAPROF soporta un modelo transaccional tipo cliente-servidor. Esta información permite a los servidores adaptar el contenido previamente a la respuesta. Este modelo de servicio permite a agentes intermedios proveer servicios de valor agregado al proveer servicios de adaptación de contenido en forma directa. Reconociendo la importancia de la privacidad del usuario, la

²⁶ Ver Apéndice E.

información personal enviada en estas solicitudes puede ser controlada por el mismo usuario.

- **Aplicación de Telefonía Inalámbrica (WTA).** Este servicio provee herramientas que permiten que aplicaciones avanzadas de telefonía inalámbrica operen dentro del ambiente de aplicaciones que tradicionalmente soporta las funcionalidades de datos. Estos servicios de manejo de llamada, tales como realizar llamadas, contestarlas, ponerlas en espera y redirigirlas, pueden ser combinados fácilmente con otros servicios de datos. Esto verdaderamente permite que teléfonos con capacidades WAP WTA puedan ser utilizados en forma integrada a Internet y plataformas de servicios de voz.
- **Interfase de Funcionalidad Externa (EFI).** Este servicio especifica la interfase entre el WAE y componentes o entidades con aplicaciones embebidas que se ejecutan por fuera de las capacidades definidas en el WAE. Esto es análogo a tener un módulo de conexión, el cual extiende o mejora las capacidades de los navegadores y otras aplicaciones. La estructura EFI provee capacidad de extender y crecer a futuro las capacidades de los dispositivos WAP. Esta estructura puede ser utilizada para definir interfaces específicas requeridas para acceder a dispositivos externos (por ejemplo tarjetas inteligentes, dispositivos GPS, dispositivos de supervisión de salud o cámaras digitales).
- **Interfase de Almacenamiento Persistente.** Esta capacidad especifica un conjunto de servicios estándar de almacenamiento que están acoplados con una interfase bien definida para organizar, acceder, almacenar y consultar datos del dispositivo inalámbrico u otro dispositivo de memoria conectado.
- **Sincronización de Datos.** Usando una estrategia que permite asegurar una estructura de solución común, el Foro WAP propone una solución para la sincronización de datos. Como resultado WAP 2.0 apoya el trabajo de la iniciativa SyncML al adoptar el lenguaje SyncML como la elección para la solución de sincronización de datos. Los mensajes SyncML son soportados a través de los protocolos WAP y HTTP/1.1²⁷.
- **Servicio de Mensajería Multimedia.** MMS. Este servicio provee la estructura para implementar una solución muy poderosa de mensajería. MMS provee funciones que permiten la entrega de un variado tipo de contenidos. Dependiendo del modelo de servicio, MMS permite el uso de un paradigma de entrega rápida (similar al SMS) o uno de almacenar y enviar (como el correo electrónico) o permitir ambos modos de operación. Esta flexibilidad permite a los usuarios y operadores tener una mejor experiencia de uso. Al usar otros servicios WAP tales como el Envío WAP y UAProf, MMS provee una solución de mensajería eficiente que es capaz de proveer notificaciones de mensajes los cuales inician la adaptación de servicios para estructurar la entrega de contenido de una manera que es eficientemente usada por el dispositivo receptor.
- **Aprovisionamiento.** Este servicio utiliza un método estándar para que los clientes WAP obtengan la información requerida para operar en una red inalámbrica. Esto permite que los operadores de redes administrar los dispositivos en sus redes utilizando un conjunto común de herramientas.

²⁷ www.syncml.org

- **Pictogramas.** Este servicio permite la utilización de imágenes pequeñas, tales como emoticons, de forma consistente. Tales imágenes pueden ser utilizadas rápidamente para transmitir de forma rápida conceptos que permiten una más eficiente comunicación en un espacio limitado. Tal comunicación trasciende las fronteras tradicionales del lenguaje.

Wireless Village.



Fundada por Ericsson, Motorola y Nokia, la iniciativa Wireless Village se formó para definir y promover un conjunto de especificaciones universales para la mensajería instantánea móvil y los servicios de presencia. La especificación será utilizada para el intercambio de mensajes e información de presencia entre dispositivos móviles, servicios móviles y sistemas de mensajería instantánea basados en Internet (ICQ, AOL, Yahoo, MSN, Skype etc), haciéndolos completamente inter operables y aprovechando las tecnologías Web existentes.

Aun cuando esta iniciativa ha sido prácticamente abandonada, los conceptos aquí presentados son válidos como una arquitectura general de servicios de presencia y mensajería instantánea. Otros esfuerzos se han realizado para integrarlo como parte de la iniciativa de arquitectura de IMS. De hecho este estándar evoluciona en RCS (Rich Communications Set) como estándar de OMA y esta en proceso de implementación en Europa impulsado por Alcatel, Ericsson como plataformas y Telefónica y Vodafone como proveedores de servicios..

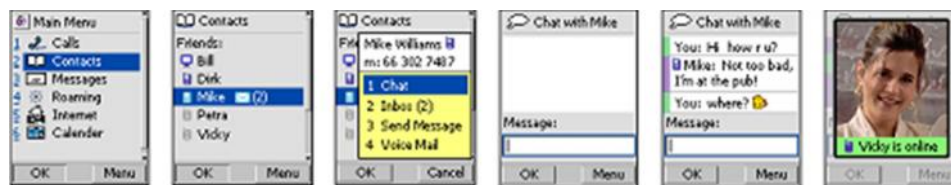


Figura 35. Ejemplo de servicio WV IMPS

La combinación de los servicios de “chat” tradicionales en combinación con los servicios de WV IMS permitirá una verdadera interacción en tiempo real del mundo web y el inalámbrico. Esto en combinación con los servicios de Localización, pueden dar lugar a innovadores servicios que permitan una adopción más amplia de los servicios de datos inalámbricos.

Arquitectura del Sistema.

La arquitectura describe un sistema IMPS, su relación con la red móvil y el Internet. Se trata de un sistema cliente servidor, donde el servidor es el IMPS y los clientes pueden ser, ya sea terminales móviles u otros servicios y aplicaciones o clientes fijos tales como computadoras personales. Por interoperabilidad, los servidores IMPS y gateways se conectan con un Protocolo Servidor a Servidor (SSP: Server to Server Protocol).

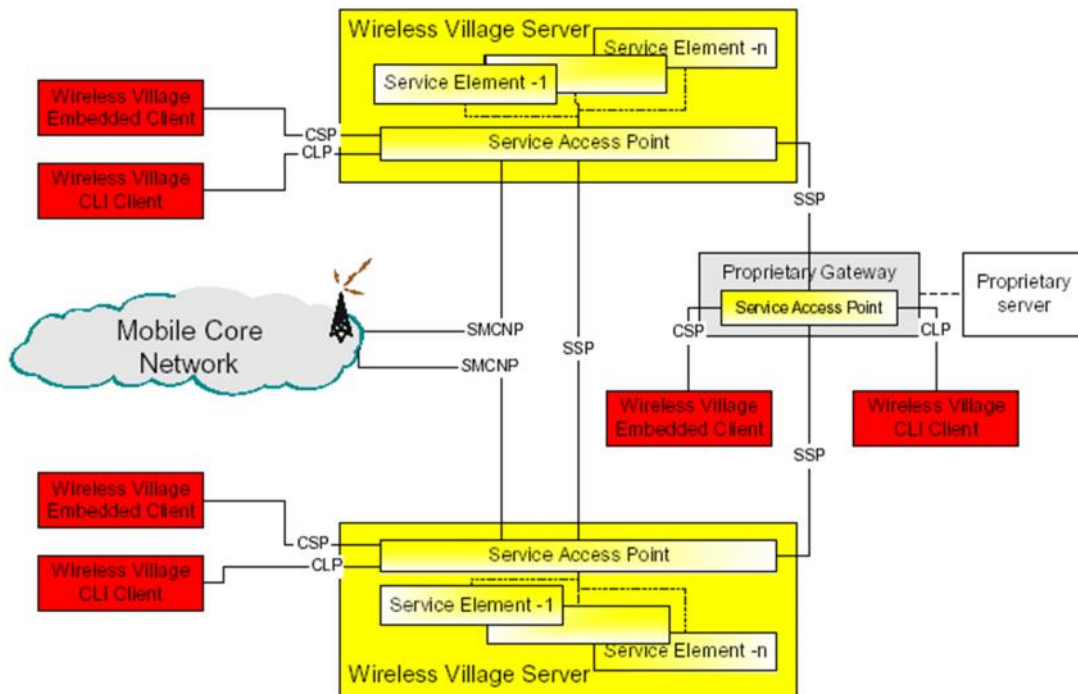


Figura 36. Arquitectura Wireless Village.

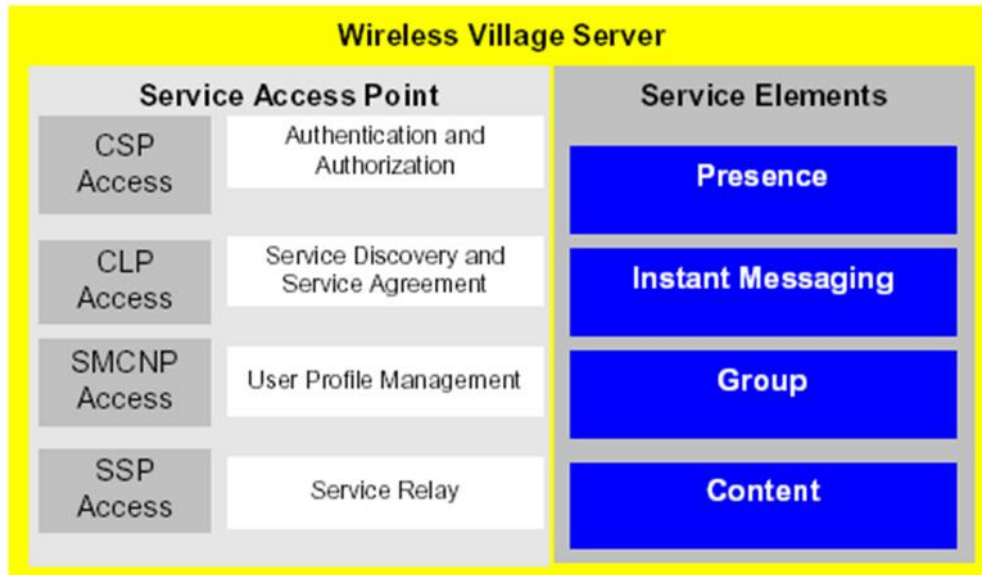


Figura 37. Elementos Funcionales de un servidor Wireless Village²⁸.

Servidor WV.

El servidor WV es el punto central de un sistema Wireless Village. Se compone de 4 Aplicaciones de Elemento de Servicio que son accesibles vía un Punto de Acceso a Servicio. Las Aplicaciones de Elemento de Servicio son:

1. Elemento de Servicio de Presencia.
2. Elemento de Servicio de Mensajería Instantánea.
3. Elemento de Servicio de Grupo.
4. Elemento de Servicio de Contenido.

Elemento de Servicio de Presencia.

Provee funcionalidad de administración de información de presencia. Esto incluye actualización, consulta, ajuste, y almacenaje de información de presencia y localización. La información de presencia puede ser manipulada implícitamente por el sistema o explícitamente por el usuario.

Un usuario puede contratar el servicio de información de presencia de otros usuarios especificados en su lista de contactos. La Administración de la Lista de Contactos es también parte del servicio de presencia.

²⁸ Wireless Village. The Mobile IMPS Initiative.

System Architecture Model V1.1.

WV Tracking Number: WV-020

http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wv/wv_architecture_v1.1.pdf

La información de presencia obtenida de fuentes internas y externas diversas. A través del Servicio de Punto de Acceso (Access Point Service). El Elemento de Servicio de Presencia puede conectarse a la red móvil central para acceder a la información y servicios de presencia de la red. Las propiedades de servicios de Red definen las propiedades relacionadas con los dispositivos inalámbricos en la red inalámbrica, y determinan la habilidad para comunicarse con un dispositivo inalámbrico en particular.

Elemento de Servicio de Mensajería Instantánea.

Provee la funcionalidad de envío y recepción de mensajes instantáneos. Un mensaje instantáneo puede ser enviado a o recibido por un usuario WV específico, o por usuarios de otros sistemas de mensajería instantánea. También es posible enviar mensajes a un grupo de usuarios WV. WV soporta varios tipos de mensajes tales como texto, video, imágenes y sonido.

Elemento de Servicios de Grupo.

Provee la funcionalidad de uso y administración de grupos. Los grupos pueden ser privados o públicos. Un uso común de los Servicios de Grupo es el de “chat room”. Es posible ligar contenido específico a los grupos.

Elemento de Servicio de Contenido.

Provee funcionalidad para compartir contenido tal como imágenes y documentos entre usuarios WV. La funcionalidad de contenido compartido permite a los usuarios IMPS compartir contenido mientras se envían mensajes o se conversa en grupo.

Servicio de Punto de Acceso.

EL SAP (Service Access Point) sirve de interfase entre el servidor WV y su medio ambiente. Tiene interfases a los clientes WV, otros servidores WV, la Red Inalámbrica Central y los gateways propietarios y servidores que no sean WV.

Sus funciones son:

- Autenticación y Autorización.
- Descubrimiento de Servicio y Acuerdos de Servicios.
- Administración de Perfiles de Usuarios.
- Servicio de Retransmisión.

Algunas funciones potenciales, tales como el servicio de interfase de administración y monitoreo, aprovisionamiento, facturación, etc. son objeto de implementación caso por caso. Estas funciones están fuera del estándar Wireless Village.

Autenticación y Autorización.

La autenticación es utilizada para verificar e identificar una entidad (usuario, red o aplicación). La autorización es la actividad que determina que es lo que un usuario autenticado puede hacer.

He aquí algunos de los tipos de mecanismo para autenticación y autorización.

- Autenticación/Autorización de Aplicación-Red.
- Autenticación/Autorización de Usuario-Aplicación.
- Autenticación/Autorización de Aplicación-Aplicación.

- Autenticación de Usuario-Red (solo para autenticación).

Servicio de Descubrimiento y Acuerdos de Servicio.

El Descubrimiento de Servicio habilita la aplicación para identificar la totalidad de servicios y capacidades que puede usar. El proceso de descubrimiento de servicio incluye registro de capacidades y provee al cliente de dichos servicios.

El Acuerdo de Servicio (también conocido como Acuerdo de Niveles de Servicio: SLA. Service Level Agreement), debe ser establecido antes de que el servidor interactúe con las Capacidades de Servicio de Red u otros servidores de capacidades de servicio y proveer al cliente de dichos servicios.

Dada una autenticación exitosa, el servidor puede obtener información respecto a las capacidades de red y servicios funcionales.

Administrador de Perfiles de Usuario.

Uno o mas Perfiles de usuario describen cómo desea el usuario que se administra e interactúe con sus servicios de comunicaciones. El perfil de usuario consiste de varias interfases de usuario e información de servicios, incluyendo la lista de servicios a los cuales el usuario final esta suscrito, preferencias asociadas con estos servicios, estado del servicio (activo/inactivo), estado de privacidad respecto a las capacidades de servicio de la red (por ejemplo, localización del usuario, interacción del usuario), capacidades del terminal y preferencias de interfase, etcétera.

El Administrador de Perfiles de Usuario permite a la aplicación recuperar y actualizar el perfil de usuario.

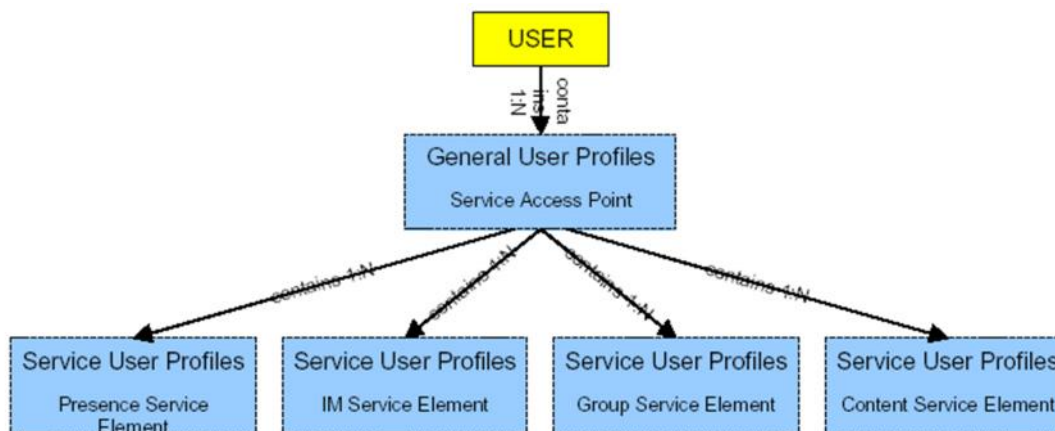


Figura 38. Perfiles de Usuario WV IMPS.

Servicio de Retransmisión.

El SAP debe proveer al Servicio de Retransmisión de la función de enrutamiento de todas las solicitudes y respuestas de servicios entre los servidores utilizando el SSP. La conversión de protocolos de CSP a SSP y codificación de mensaje puede ser requerida cuando se usa el Servicio de Retransmisión.

Cliente Integrado WV.

Se encuentra integrado en el terminal móvil. El cliente de diferentes fabricantes lucirá diferente de uno a otro y no tienen necesariamente las mismas capacidades. Es posible que se combinen capacidades del terminal con las definidas por WV, por ejemplo la lista de contactos. El beneficio de los clientes WV integrados es que a pesar de las diferencias entre clientes, todos son totalmente ínter operables cada uno cumpliendo con el Protocolo Cliente Servidor.

Cliente CLI.

La Interfase de Línea de Comando utiliza mensajes de texto para comunicarse con el servidor WV. La funcionalidad provista puede ser un subconjunto de la funcionalidad del cliente integrado. Un ejemplo de Clientes CLI es una terminal móvil que utilice SMS para comunicarse con un servidor WV.

Interfases y Protocolos.**CSP. Protocolo Cliente Servidor.**

Provee acceso al Cliente Integrado en los terminales móviles y clientes de escritorio al Servidor WV. El protocolo puede utilizar distintas portadoras dependiendo de las capacidades del cliente.

CLP. Protocolo de Línea de Comando.

Conecta Servidores WV. Puede ser utilizado en el dominio de un proveedor de servicios o entre distintos proveedores de servicios. De esta manera el sistema será ínter operable de manera que los usuarios del proveedor A puedan conectarse con el B. El SSP se utiliza también cuando se interconecta un Servidor WV a un IMS propietario vía un gateway propietario.

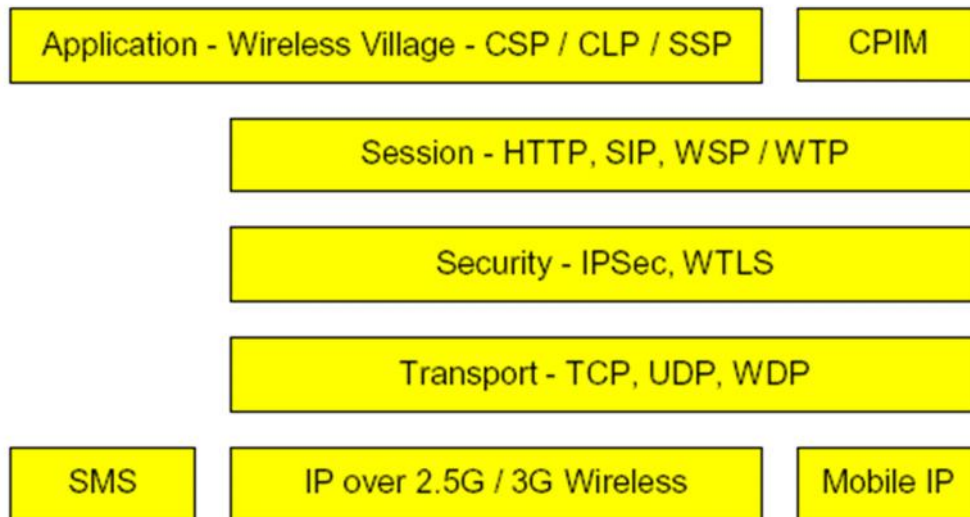


Figura 39. Interfaces y Protocolos de WV IMPS

SMCNP. Protocolo del Servidor de Red Central Móvil.

Provee acceso a la Red Central Móvil de manera que el Servidor WV pueda obtener información de presencia e información de capacidades de servicio desde la red. El SMCNP también puede ser utilizado para autenticación y autorización de usuarios, clientes y servidores. Descargas de Contenido.

Descargas Genéricas de Contenido basadas en la especificación OMA.

La tecnología definida en la especificación OMA provee una interfase de descargas consistente y la funcionalidad para todo tipo de contenido y complementar la descarga de contenido de aplicaciones Java TM tal como se define en el MIDP OTA²⁹ de Sun.

Dentro del ámbito de las Descargas OMA se incluye la habilidad de soportar vistas previas de los objetos y la prevención del re envío del contenido descargado (copia) a otro usuario. La vista previa y la protección de copiado son parte de la Administración de Derechos Digitales (DRM. Digital Rights Management). La tecnología DRM, no se define en el estándar de Descargas OMA. El tema de la protección de derechos digitales es en sí misma un tema suficiente para una tesis y está en este momento en el centro de las discusiones sobre piratería de contenido y su implementación confiable tanto a nivel de los dispositivos móviles como del software de descargas, ha hecho que muchas empresas tales como Warner, Disney o Sony, por mencionar algunas, no pongan su contenido a disposición de los distribuidores del mismo. OMA incluye funcionalidad básica de DRM por la urgencia de publicar el estándar.

La industria móvil ha ya introducido servicios de descargas, estilo Internet, de diferentes tipos de medios. Una de las áreas que se ataca más es la de comercio electrónico (e-commerce). Los principales motores de esta naciente industria son los Tonos, Protectores de pantalla y los MIDlets Java TM.

Los principales jugadores en este medio son Openwave, Sun y Nokia así como una miríada de pequeñas (Lightsurf, E2E, m-Wise entre las más destacadas) empresas que podrían eventualmente ser absorbidas por jugadores más grandes que en este momento no han lanzado productos propios (LogicaCMG, Comverse por mencionar algunos).

Los mecanismos de descargas de objetos definidos por OMA soportan al menos dos casos de uso comercial.

- Modelo de pago por transacción, donde la confirmación y descarga exitosa del medio típicamente es el disparador de la facturación.
- Modelo de suscripción que no requiere una confirmación explícita de éxito en la descarga. En este caso el proveedor de servicio hace un acuerdo separado con el usuario final para descargar múltiples objetos en el momento en que convenga al cliente.

Descarga OMA.

La Descarga OMA se basa en dos servicios de descargas preexistentes y exitosos: Descarga Básica http y Descarga MIDlet.

²⁹ <http://java.sun.com/products/midp/index.jsp>

El propósito de la Descarga OMA es proveer de un servicio similar al de las descargas de MIDlets. La diferencia entre ambos consiste en que la Descarga OMA no está diseñada específicamente para la descarga de MIDlets JavaTM, o cualquier tipo de contenido específico. La Descarga OMA es una estructura general de descargas. Las similitudes entre ambas permiten la reutilización de la infraestructura de servidores y, en el dispositivo, hasta donde es posible, hacer de la descarga de objetos de medios generales no significativamente diferente de la descarga de un MIDlet. La consistencia es la base para una buena experiencia de uso. Las Descargas OMA no imitan las Descargas MIDlet exactamente en todos los detalles técnicos. Pero para el usuario que esté descargando objetos de medios a un dispositivo y para el proveedor de contenido que publica los objetos de medios, las descargas MIDlet y OMA son muy similares.

La Descarga OMA puede bajar cualquier tipo de objeto de medios. El típico objeto que la Descarga OMA maneja es descargado y almacenado de forma persistente en el dispositivo, para su posterior uso en personalizar el dispositivo o mejorar su funcionamiento. Tonos, imágenes de fondo, y MIDlets JavaTM son los tipos de medios utilizados para este propósito.

La Descarga OMA, tal como la Descarga MIDlet, extiende la descarga básica HTTP con dos pasos adicionales:

1. **Antes de la descarga**, una descripción del objeto se descarga. El descriptor es un archivo pequeño, el *descriptor de descarga*, contiene meta datos respecto al objeto de medios e instrucciones para el *agente de descarga* en el dispositivo, de cómo descargar el objeto de medios. El objeto es descargado utilizando la descarga básica HTTP.
2. **Después de la descarga**, un reporte de estado es puesto en el sitio WEB, indicando el resultado de la descarga. El usuario puede ser dirigido a la localidad WEB provista por el *descriptor de descarga*.

Algunos tipos de medios tienen requerimientos específicos para el proceso de descarga. Para descargar una descripción de flujo de música (music stream, que bien pudo haber sido iniciado por una sesión de flujos, streaming session), requiere una funcionalidad específica no necesaria para descargar un tono. Por esta razón, es posible extender la estructura general de descarga con tipos de medios con comportamientos específicos.

Extensiones Específicas de Tipos de Medios.

El descriptor de descarga contiene meta datos generales que son útiles para todos los tipos de medios. En algunos casos, tales como MIDlets y flujos de medios, los meta datos generales no son suficientes, y tipos de medios específicos deben ser agregados.

Las extensiones pueden ser hechas al descriptor de descarga al definir los datos de las extensiones en un espacio de nombres separado. De esta forma, los nombres de las extensiones no colisionan con los meta datos estándar. Las extensiones pueden ser utilizadas para iniciar los pasos adicionales en el proceso de descarga.

Beneficios de las Descargas OMA.

Para el proveedor de contenido y el operador los principales beneficios de la descarga usando el estándar de Descarga Básica HTTP son:

- La descarga es confirmada, con el reporte de estado entregado a la red después de la descarga. Puede ser utilizado para supervisar la calidad del servicio y como base para la facturación.
- La experiencia de descarga del usuario puede ser inmediata o bien retardada para el momento en que sea más conveniente hacerla.
- Se pueden explotar los mecanismos de Envío WAP para promover la descarga de contenido promocional.

Servicios de Mensajería Multimedia (MMS).

El servicio de Mensajes Multimedia, como lo implica el nombre, tiene la intención de proveer un rico conjunto de contenidos a los suscriptores en términos de mensajes. Soporta tanto el envío como la recepción de tales mensajes a los dispositivos con capacidades multimedia.



Figura 40. Ejemplos de Mensajes Multimedia.

Los servicios de mensajes multimedia deben ser entendidos como sistemas de tiempo no real. Esto es comparable con muchos sistemas en uso actualmente. Los principales ejemplos son el correo electrónico y los mensajes cortos SMS. Estos servicios usan un paradigma de almacenamiento y entrega y lo que se espera de un servicio MMS es que sea capaz de inter operar con tales sistemas.

La mensajería de tiempo real existe de diversas formas. Por ejemplo, la mensajería instantánea disponible de diversos proveedores (yahoo Messenger, MSN, ICQ, AOL por mencionar los más famosos), servicios de Chat (skype, IRC etc), se han vuelto populares. Tales sistemas no están soportados en MMS por el momento pero se considera su inclusión a futuro.

En el presente trabajo se describe el estándar definido por OMA y 3GPP. Ambos son complementarios aunque el de 3GPP está más extendido y detallado para su implementación.

La Figura 38 muestra una vista generalizada de la arquitectura de los servicios MMS. Combina diferentes redes, tipos de red e integrará sistemas ya existentes en estas redes. Las terminales operan en un MMSE (MMS environment). Este medio ambiente puede incluir redes 2G o 3G, redes 3G con islas de cobertura 2G y redes de usuarios en movimiento (roamers). EL MMSE provee todos los elementos de servicio necesarios; por ejemplo entrega, almacenamiento, y funcionalidad de notificación. Estos elementos de servicio pueden estar localizados en una red o distribuidos entre varias redes o tipos de red.

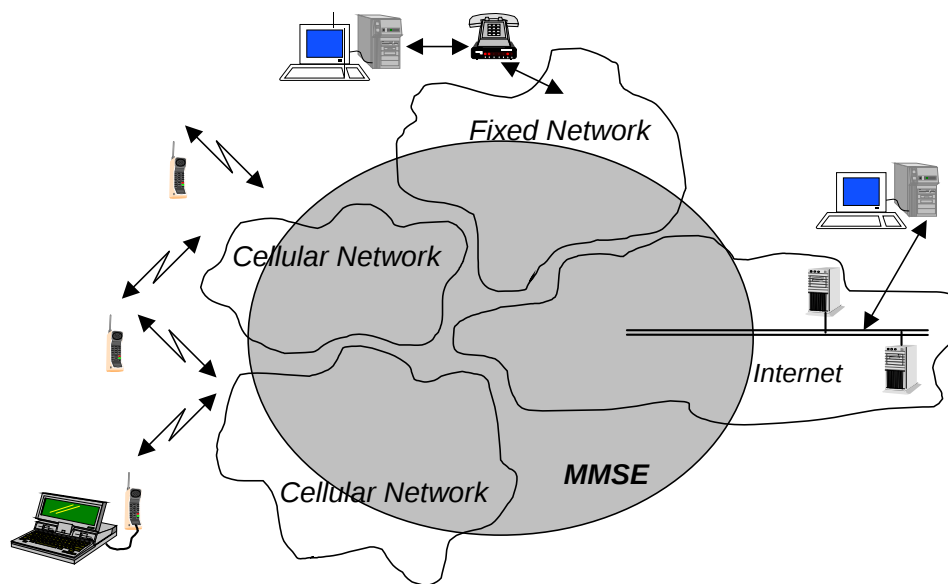


Figura 41. Alcances de la arquitectura MMS en diferentes redes

La Estructura de la Mensajería MMS Definida por OMA.

Una de las características clave del MMS es su habilidad para soportar las actividades de mensajería con otros sistemas de mensajería disponibles. Esto se muestra en la Figura 39, la cual muestra una vista abstracta de un diagrama de red MMS. Es de esperar que las redes específicas MMS contengan una o más de tales conexiones así como incluir los servicios de mensajes específicos no mostrados (tales como correo de voz o fax).

- **Sistema tradicional de mensajería inalámbrica.** Este elemento representa varios sistemas preexistentes de soporte de mensajería inalámbrica. Esto incluye sistemas de paginación y SMS que proveen mensajes a un gran volumen de usuarios.

Las interfases mostradas se describen a continuación:

- **MMS_m.**- La interfase definida entre el Cliente MMS y el MMS Proxy-Relay.
- **MMS_s.**- La interfase definida entre el Servidor MMS y el MMS Proxy-Relay.
- **MMS_R.**- La interfase definida entre los MMS Proxy-Relays y sistemas separados de MMS.
- **E.**- Esta es la interfase estándar de correo usada entre el MMS Proxy-Relay y los sistemas de correo electrónico Internet utilizando SMTP, POP e IMAP.
- **L.**-Estas son usadas como interfases con los sistemas de legado inalámbricos de mensajes.

Ejemplo de caso de uso.

El siguiente ejemplo de flujo de información ilustra las funciones y roles de los elementos de sistema en la estructura MMS. Este ejemplo se refiere a mensajes de punta a punta entre terminales móviles.

1. El usuario activa al cliente MMS. (disponible en la terminal).
2. El usuario selecciona la dirección MMS destino.
3. El usuario crea y edita el mensaje MM a ser enviado.
4. El usuario llama al mensaje que será enviado.
5. El cliente MMS envía el mensaje a su MMS Proxy-Relay asociado vía la interfase MMS_M.
6. EL MMS Proxy-Relay resuelve la(s) dirección(es) destino.
7. EL MMS Proxy-Relay encamina el MM a cada MMS Proxy-Relay destino vía la interfase MMS_R.
8. El MM es almacenado por el servidor MMS asociado al MMS Proxy-Relay destino.
9. El MMS Proxy-Relay destino notifica al Cliente MMS destino vía la interfase MMS_M.
10. El Cliente MMS destino recupera el MM del Servidor MMS.
11. El Cliente MMS destino notifica al usuario destino que hay un MM disponible (a través de un Envío WAP o un SMS, por ejemplo) .
12. El usuario destino solicita que se muestre en mensaje MM recibido.
13. El Cliente MMS destino muestra el mensaje MM en el terminal del usuario.

Los pasos 1 al 3 y 12 al 13 involucran la Interfase de Usuario en la terminal, la cual depende de la implementación particular y está fuera de las especificaciones del WAP Forum. Los pasos 10 al 11 pueden ocurrir en orden inverso dependiendo de la implementación del cliente, es decir, la política de recuperación del MM puede ocasionar que el Cliente MMS recupere el MM solo si el usuario lo permite.

Interface Cliente MMS /MMS Proxy-Relay.

Como se muestra en la Figura 40, el Cliente MMS interactúa con el MMS Proxy-Relay. Esta operación es consistente con el modelo WAP, donde el MMS Proxy-Relay opera como el Servidor Origen (Pull Operations) o como un Iniciador de Envío (Push Operations).

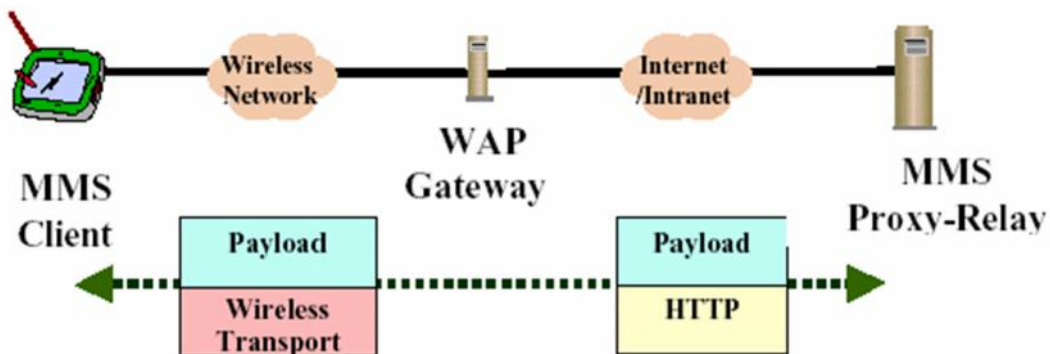


Figura 43. Arquitectura Lógica de la liga entre el Cliente MMS y el MMS Proxy-Relay

El MMS Proxy-Relay es la entidad de red que interactúa con el buzón del usuario y es responsable del inicio de proceso de notificación al Cliente MMS. El Gateway WAP provee servicios estándar WAP necesarios para implementar el MMS, esto incluye: métodos http; Servicios de Envío; Seguridad OTA; y capacidad de negociación (AUPProf).

Interconexión de Correo Internet y MMS

Para enviar mensajes, el MMS Proxy-Relay envía un mensaje a la dirección destino usando el protocolo SMTP. El contenido del mensaje se convierte al formato MIME estándar que permite que diferentes componentes de medios sean llevados consistentemente en un ambiente Internet. EL encabezado específico MMS será convertido en los encabezados adecuados al agregar un "X-Mms-" al encabezado del nombre. Esto permite que un sistema que comprenda MMS entienda los cambios y no causar problemas a sistemas que no entienden MMS.

Los mensajes recibidos serán convertidos de forma similar. La parte MIME del mensaje será convertida al formato MMS. De forma similar, cualquier encabezado con el prefijo "X-Mms-" puede ser re convertido al encabezado MMS asociado.

Es importante que los Clientes MMS puedan ser capaces de recuperar mensajes que están almacenados en servidores de Correo Internet. Esto es normalmente hecho por medio del uso de protocolos POP e IMAP. Tales recuperaciones se realizan en el MMS Proxy-Relay, el cual luego convierte los datos al formato MMS apropiado.

Operación entre MMS Proxy-Relay a Proxy-Relay.

Los sistemas MMS proveen servicios y capacidades que son diferentes a las de cualquier otro sistema de mensajería. Cuando tales sistemas se comunican entre sí, algunas de estas capacidades y servicios se deben proveer entre sí.

Si la operación MMS Proxy-Relay a Proxy-Relay está basada en el correo electrónico Internet, entonces los protocolos SMTP/ESMTP pueden ser utilizados para la interconexión. Alternativamente, la interconexión puede emplear otros protocolos de comunicación adecuados.

Descubrimiento de elementos MMS Proxy-Relay pares.

Antes de que cualquier actividad eficiente pueda ser realizada entre MMS Proxy-Relays cooperativos, un MMS Proxy-Relay necesitará saber que se está comunicando con otro MMS Proxy-Relay. Dependiendo de los protocolos utilizados entre estos elementos, diferentes métodos pueden ser usados. Por ejemplo usar SMTP normal, las capacidades de esquemas de reporte y negociación de ESMTP³¹ serían los métodos más esperados.

Con el apercibimiento de que un MMS Proxy-Relay se está comunicando con un componente par, pueden ser capaces de realizar operaciones adicionales que pueden mejorar la eficiencia o ampliar las capacidades de comunicaciones entre ellos. La efectividad o capacidades negociadas que pueden ser soportadas entre sistemas pares serán comunicadas como parte del proceso de descubrimiento.

Estructura del Cliente MMS.

El modelo general de cómo el agente de usuario MMS empata con la arquitectura general de Cliente WAP se muestra en la Figura 41:

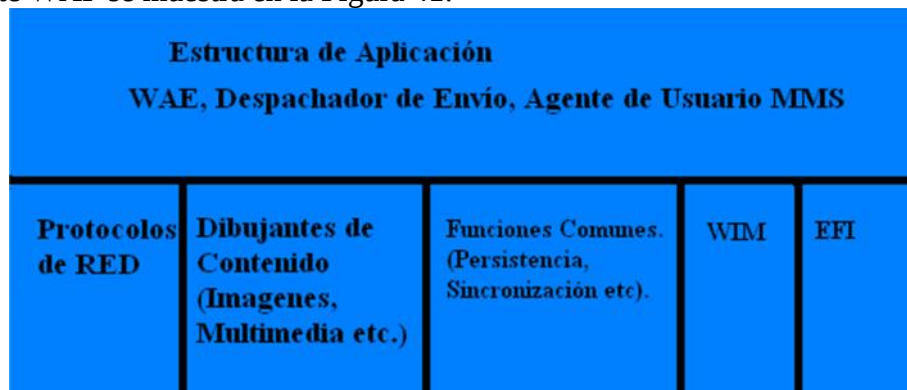


Figura 44. Arquitectura General del Cliente WAP/MMS

El Agente de Usuario MMS es responsable de la composición y despliegue del mensaje multimedia. El despliegue del mensaje es realizado utilizando un dispositivo de dibujo de contenido adecuado. El agente MMS también es responsable del envío y recepción de los

³¹ RFC 1869 y RFC 1870. Notese que la especificación ESMTP se describe en muchos RFC's y que los que aquí se mencionan, junto con SMTP simplemente definen la estructura que puede ser ampliada. Otros

aspectos específicos de ESMTP se pueden encontrar en los RFC's adecuados.

mensajes multimedia utilizando los servicios de transferencia de mensajes de los protocolos de red adecuados.

El Agente de Usuario MMS, como se describe en la especificación de WAP MMS, no es dependiente de, pero de usarlos, servicios de las Funciones Comunes, WIM y EFI.

Direccionamiento MMS.

Un aspecto importante de los sistemas de mensajería es la habilidad para direccional a los usuarios en una forma que sea eficiente para el sistema así como significativa para los remitentes de los mensajes. Este balance es difícil de conseguir.

En el mundo Internet, donde el ancho de banda no es una consideración principal, el direccionamiento es normalmente expresado utilizando el paradigma de la dirección de correo electrónico. En este esquema, las direcciones lucen como [usuario@sistema](#), donde la especificación del sistema puede ser un nombre de dominio o la dirección completa de un servidor. En general, este esquema provee a los usuarios de la capacidad de tener una dirección única y completa en una cadena de caracteres. Este esquema es muy común y tales direcciones son utilizadas de manera rutinaria o impresas en tarjetas de presentación.

Direccionamiento en redes Inalámbricas.

En el mundo inalámbrico, donde el ancho de banda es crítico, direcciones de longitudes pequeñas y que sean fáciles de escribir en teclados limitados son indispensables en muchos sistemas. Por ejemplo, en las redes GSM, la dirección de un usuario se basa en el número MSISDN usado por el dispositivo. De manera similar, en muchos sistemas de paginación, a los usuarios se les asigna un PIN que permite a quien llama dejar un mensaje.

El modelo de direccionamiento MMS hace uso de un esquema de direccionamiento eficiente y más directo para los suscriptores y servicios. Esto es visto como algo particularmente importante para la interoperabilidad con sistemas de legado, como los ya mencionados previamente (SMS, etcétera) y para operación de móvil a móvil.

Dado que el tráfico de mensajes entre los sistemas inalámbricos y el mundo fijo se ha incrementado sustancialmente, la mayoría de los sistemas han desarrollado servidores que proveen a las entidades externas la oportunidad de direccional su correo electrónico a un suscriptor inalámbrico directamente. Muchos sistemas utilizan un enfoque [ID@proveedor](#) para proveer tales direcciones de acceso a los sistemas de correo electrónico.

MMS utiliza un esquema de direccionamiento flexible y extensible que permite varios paradigmas de direccionamiento. La especificación de OMA y el WAP Forum dan detalles adicionales de la especificación de encapsulamiento MMS.

Conceptos de presentación Multimedia.

El concepto de presentación MMS se refiere al orden, disposición y compás de los objetos multimedia en la pantalla del terminal u otros dispositivos tales como una bocina. Con la presentación MMS, el remitente del mensaje multimedia tiene la posibilidad de organizar el contenido multimedia de una forma y orden significativos e instruir cómo son dibujados los objetos multimedia en la terminal receptora.

Actualmente en general las terminales cuentan con pantallas pequeñas y limitadas capacidades de audio. Sin embargo en este momento ya existen teléfonos con capacidades de audio estéreo (Motorola V660), millones de colores en pantallas relativamente grandes (Nokia 7700, Ericsson Z6000 por ejemplo), que hacen de la presentación multimedia una mejor experiencia. Los casos de uso de MMS incluyen anuncios, envío de noticias etcétera. Para permitir a los proveedores de contenido la creación de presentaciones multimedia compatibles con tantas terminales como sea posible, es importante que las presentaciones MMS sean manejadas de manera consistente y considerar las capacidades actuales y futuras de las terminales así como su interoperabilidad.

La presentación MM es opcional dado que algunas terminales son muy limitadas en sus capacidades de presentación. Sin embargo, las terminales receptoras deben ser capaces de presentar el contenido multimedia recibido en tanto soporte los tipos de medios en el mensaje, inclusive si las instrucciones de presentación, tales como la información de secuencia, disposición y compás, no son soportadas.

Ejemplos de presentación MMS.

Existen varias alternativas de lenguaje de presentación, los más notables WML y SMILTM (Synchronised Multimedia Integration Language; Lenguaje de Integración Multimedia Sincronizada).

La presentación multimedia de WML ofrece las mismas capacidades de secuencia y disposición que para la navegación.

SMIL provee capacidades extendidas tales como compás de objetos multimedia así como animación.

SMIL es un lenguaje simple basado en XML, que consiste de un conjunto de módulos que definen la semántica y sintaxis para ciertas áreas funcionales. Ejemplos de estos módulos son el módulo disposición, el módulo de compás y sincronización y el módulo de animación. Un perfil SMIL es una colección de módulos particulares a un dominio de aplicación. El perfil básico SMIL es un perfil ligero que provee un número limitado de módulos y es particularmente relevante para un mensaje multimedia.

El lenguaje de presentación MMS es transferido en el mismo mensaje en el que los objetos multimedia fueron transferidos. El lenguaje de presentación contiene apuntadores (por ejemplo URL's) a los objetos multimedia en el mensaje.

Consideraciones de Seguridad.

El servicio MMS es en forma primaria una aplicación de la capa de servicio. Como tal, es capaz de utilizar varios servicios de seguridad disponibles para la aplicación. Por ejemplo, la comunicación entre el Cliente WAP y el Gateway WAP puede ser encriptada utilizando los servicios disponibles en la capa de servicios WTLS. Otros servicios de seguridad pueden ser logrados al usar otros elementos de seguridad disponibles en el elemento adecuado.

Entre los servicios de seguridad se incluyen:

WTLS. La capa WAP WTLS provee transmisión segura de datos entre el cliente WAP y el Gateway WAP.

WIM. El módulo de Identidad WAP (WIM) se utiliza al aplicar WTLS y funciones de seguridad a nivel aplicativo, y especialmente, para almacenar y procesar información requerida por el usuario para su identificación y autenticación.

PKI. La Infraestructura de llave pública. (PKI. Public Key Infrastructure), se refiere a la infraestructura y procedimientos para habilitar una relación confiable necesaria para la autenticación de clientes y servidores.

S/MIME. El MIME Seguro³² provee un medio para manejar la encriptación de componentes MIME. Esto es útil para mensajes que son transportados sobre SMTP. S/MM provee de un conjunto de servicios de seguridad que incluyen autenticación, integridad de mensajes, no rechazo del origen (usando firmas digitales), privacidad y seguridad de datos (usando encriptación).

El MMS no provee su propio soporte específico de seguridad y no obliga a un esquema específico de seguridad. Aunque es posible la encriptación del contenido de un mensaje, aparece la posibilidad de que la seguridad punta a punta de un mensaje MMS y las actividades de control sean insostenibles. Un aspecto de la interfase de usuario MMS es el transporte de la información relacionada con la seguridad y/o autenticación de los mensajes recibidos o enviados o a ser enviados. Como en algunos navegadores de Internet, representaciones icónicas están disponibles para proveer información básica al usuario respecto a la seguridad del mensaje que se despliega. Detalles adicionales respecto al mensaje pueden normalmente ser vistas. Tales esquemas serían deseables para los clientes MMS pero no son mandatarios en el estándar de OMA/WAP Forum por el momento.

Adaptación de Contenido (Transcoding).

³² RFC 2633

Uno de los servicios opcionales en el estándar de MMS es la adaptación de contenido. En efecto, es posible convertir, reemplazar o borrar ciertos elementos de datos de un mensaje multimedia antes de enviarlo al Cliente MMS.

Tal servicio sería utilizado para adecuarse a los siguientes casos:

Capacidades del Dispositivo. Los dispositivos pueden tener limitaciones que pueden prevenir el manejo de un tipo particular de medio. Estas limitaciones pueden estar basadas en el tipo de contenido, características o tamaño (por ejemplo tamaño de memoria disponible).

Consideraciones de Ancho de Banda. Ciertos tipos de datos pueden no ser apropiados para una portadora en particular (por ejemplo flujos constantes sobre SMS). Tales consideraciones pueden basarse en factores seleccionados por el usuario o por el operador de la red.

Consideraciones de Roaming. Pueden existir problemas de entrega de contenido en redes alternas. Pueden existir restricciones de servicio, precio o convenios entre proveedores de servicio.

Existen varios servicios que pueden facilitar al sistema MMS la determinación de las adaptaciones de contenido requeridas. En particular el uso de UAProf provee un mecanismo para informar al MMS Proxy-Relay de las capacidades del cliente MMS. Esta información describe las características del dispositivo y la red en la que está trabajando.

Entre las actividades opcionales al estándar se encuentra la traducción de tipos de contenido, un ejemplo típico es el de una imagen de un teléfono de alta resolución enviada a uno de baja. Un transductor (Transcoder) convertiría la imagen a una resolución menor sin que se pierda calidad en la presentación. En la descripción práctica de un sistema MMS comercial se describirá esta funcionalidad.

Arquitectura MMS definida por 3GPP.

La siguiente figura muestra que un mensaje multimedia puede abarcar varios tipos de red diferentes. La conectividad básica entre estos diferentes tipos de red será provista por el protocolo de Internet y el conjunto asociado de protocolos de mensajería. Esta estrategia habilita que los mensajes en las redes inalámbricas 2G y 3G sean compatibles con los sistemas que se encuentran en la Internet.

capaz de generar datos de cargos de procesos de servicios de valor agregado (VASP. Value Added Service Processes) .

Base de Datos de Usuarios MMS

Este elemento contiene una o más entidades que contienen información relacionada con el usuario tal como suscripciones y configuraciones (por ejemplo el perfil, HLR etc.).

Agente de Usuario MMS.

Radica en el dispositivo móvil del usuario o en una aplicación externa. Es una capa de aplicación que provee al usuario la capacidad ver, crear y manejar MMs.

Aplicaciones MMS de valor agregado.

Las aplicaciones MMS VAS ofrecen servicios de Valor Agregado a los usuarios de MMS. Pueden existir varias aplicaciones incluidas o conectadas al MMSE. Estas aplicaciones también pueden generar CDR's.

Direccionamiento MMS.

MMS soporta el uso de direccionamiento de correo electrónico (RFC 2822) o MSISDN³³ (R.164) o ambos para la dirección del receptor de un Mensaje Multimedia. MMS puede soportar el uso de direcciones específicas del proveedor de servicio para el receptor de un MM. En el caso de una dirección de correo electrónico estándar el enrutamiento estándar de Internet debe ser usado. MMS puede soportar el uso de códigos cortos para soportar servicios de valor agregado. El estándar de 3GPP no especifica la longitud o formato de dichos códigos y podrán ser definidos a conveniencia del proveedor de servicios.

El uso de direccionamiento MSISDN requiere de la traducción a una tabla de enrutamiento de direcciones. El direccionamiento específico del proveedor de servicios puede ser utilizado para entregar mensajes a un VAS MMS dentro de un MMSE.

La conectividad del MMS entre diferentes redes (MMSE's) esta basada en los protocolos de Internet. De acuerdo a esto cada MMSE deberá tener asignado un nombre único de dominio (ej. mms.operador.net).

³³ IETF, RFC 2916: "E.164 number and DNS", URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>

Arquitectura MMS de Referencia.

La Figura 43 muestra la arquitectura MMS de referencia e identifica los puntos en un MMSNA³⁴ que a continuación se describen.

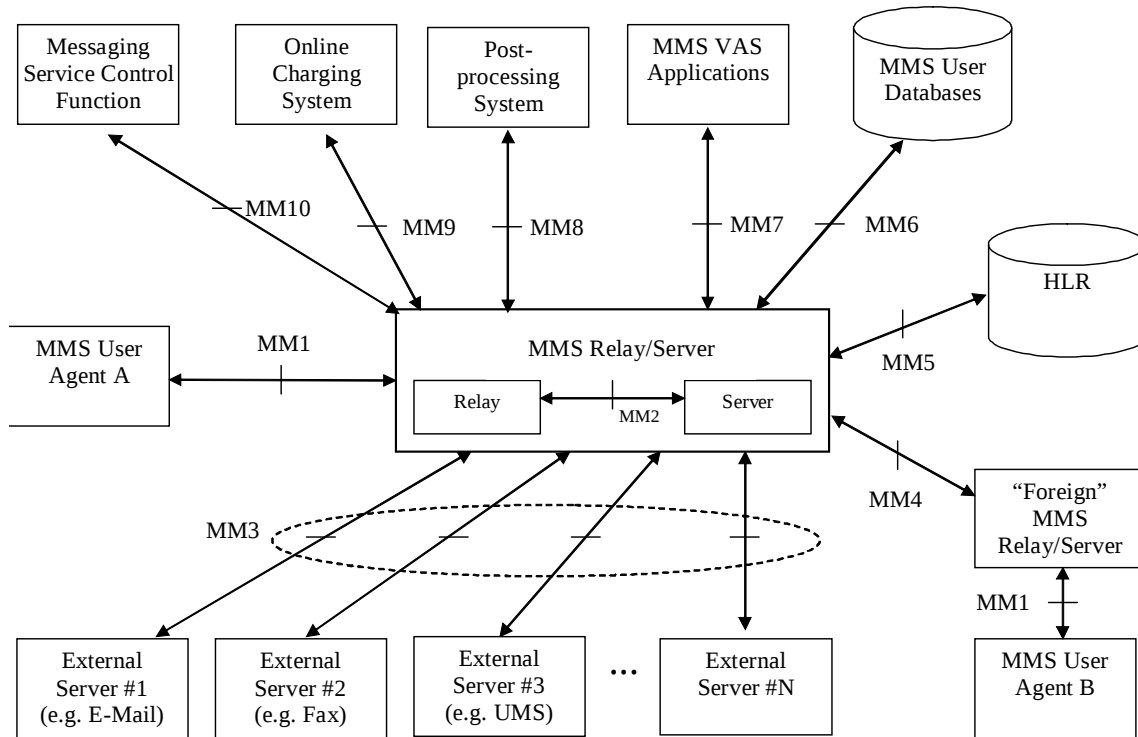


Figura 46. Arquitectura Referencial MMS 3GPP.

Las interfaces en la arquitectura de referencia MMS son:

MM1: Punto de referencia entre el Agente Usuario MMS y el MMS Relay/Server.

MM2: Punto de referencia entre el MMS Relay y el MMS Server.

MM3: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y los sistemas externos (de legado) de mensajería.

MM4: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y otro MMS Relay/Server que está en otro MMSE.

MM5: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y el HLR.

MM6: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y la base de datos de usuarios MMS.

MM7: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y las aplicaciones MMS de valor agregado (VAS).

³⁴ **MMSNA:** Multimedia Messaging Service Network Architecture incluye todos los elementos que provee un MMS completo al usuario.

MM8: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y los sistemas de post procesamiento.

MM9: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y los sistemas de cargos en linea.

MM10: Punto de referencia entre el MMS Relay/Server y un MSCF (Messaging Service Control Function). Openwave³⁵ MMSC. Caso Práctico de Servicio de Datos Inalámbricos.

Qué es Openwave.

Openwave es una empresa pública norteamericana, creada a partir de la fusión de dos empresas Software.com y Phone.com.

Software.com creó la plataforma de correo electrónico masivo más exitosa del mundo, hasta mediados de la primera década del siglo XXI, plataforma orientada a grandes proveedores de servicios de correo. Openwave cuenta con alrededor de 147 Millones de buzones vendidos, de los cuales 97 millones son activos; 37 clientes con más de 1 millón de buzones; 22 clientes proveedores de banda ancha y 150 clientes de correo electrónico alrededor del mundo.

Openwave utilizó la experiencia de Software.com como base para servicios como MMS, Directorio, Descargas, Administración de dispositivos utilizando la tecnología base de correo electrónico.

Phone.Com fue la empresa creadora del estándar WAP y del WAP Forum que después dio lugar a OMA. Openwave ha usado como base de sus servicios inalámbricos la tecnología del Gateway WAP de Openwave (MAG). Actualmente Openwave cuenta con una participación de mercado de 58% en acceso inalámbrico a la Internet. Adicionalmente Phone.Com fue el creador del primer cliente navegador wap para teléfonos inalámbricos, actualmente Openwave cuenta con una participación de mercado de alrededor de 60% de clientes inalámbricos (que distribuyen fabricantes de telefonos como LG, Siemens, Samsung, Kyocera etc.) y su principal competidor es Nokia.

Actualmente Openwave cuenta con 3 líneas de negocios:

- Tecnología de Clientes.
 - o Navegador Móvil
 - o Cliente Móvil MMS.
- Aplicaciones de Mensajería.
 - o Edge GX Anti-Abuse. Plataforma antivirus/antispam.
 - o E-mail
 - o Mensajería Instantánea y Servidor de Presencia.
 - o MMS
 - o Mensajería de Voz/Video
- Infraestructura Móvil.
 - o Administrador de Descargas. Descargas Java, Tonos, Imágenes, Video, Audio.

³⁵ Openwave es una marca registrada de Openwave Systems. Toda la información presentada en el presente capitulo esta basada en documentos propietarios de Openwave y se utilizan aquí bajo permiso específico y por escrito de Openwave Systems.

- o Ruteo de Red Inteligente. Para integrar aplicaciones IP entre diferentes redes.
- o Administración de localización. Plataforma de localización.
- o Estudio de Localización. Plataforma de integración de servicios de valor agregado a la información de localización.
- o Administración de Dispositivos Móviles. Supervisión de actualizaciones, control, reparación, aprovisionamiento de dispositivos móviles.
- o Servidos de Presencia.
- o SMSC y MSG.
- Servicios Profesionales para cada uno de los productos así como investigación de estrategia y uso de servicios inalámbricos.

Openwave es proveedor de soluciones para los principales proveedores de servicios de comunicaciones tanto fijas como inalámbricas en todo el mundo. Sus clientes incluyen a Vodafone, Cingular, Telefónica, KDDI, J-Phone, T-Mobile, TIM, América Móviles entre los más importantes.

En México Iusacell y Telefónica México utilizan tanto el gateway WAP MAG 6 como la plataforma de descargas ODM 3.2 y 4.0 respectivamente.

MMSC

El servidor de Mensajes Multimedia de Openwave (MMSC) es una solución para enviar y recibir mensajes multimedia desde y hacia dispositivos móviles. El MMSC provee servicios de mensajes para usuarios de servicios de mensajes multimedia y de mensajes cortos (SMS). Los suscriptores del MMS pueden enviar y recibir mensajes multimedia usando un dispositivo móvil o un navegador web y los suscriptores de SMS pueden recibir el texto en una serie de mensajes SMS y el mensaje completo a través de un navegador web.

Los proveedores de contenido pueden proveer una galería pública de imágenes, audio, video y mensajes preformados que los suscriptores pueden usar al enviar mensajes multimedia. También provee de un acceso flexible a sistemas de facturación y otras aplicaciones multimedia de terceros, tales como música o fondos de pantalla. Esto se traduce en más minutos de tiempo aire utilizado y una oportunidad adicional de comercializar productos y servicios directamente para los suscriptores.

Los suscriptores pueden intercambiar mensajes utilizando únicamente el dispositivo móvil. La interfase web de usuario permite que los suscriptores ajusten su propia configuración, descargar imágenes de la galería pública y crear una imagen personalizada de audio, video y una galería MMS personal. Esto les da una mayor flexibilidad, productividad y diversión.

El MMSC de Openwave se basa en una plataforma de mensajería de alta disponibilidad para soportar sistema de almacenamiento, sitio, cuentas, datos de mensajes, enrutamiento, acceso, notificaciones y aprovisionamiento. Esta plataforma esta contraída alrededor de

las aplicaciones centrales y componentes de aplicaciones de Openwave, que incluyen: Correo Electrónico, Correo Móvil, Mensajería Instantánea, Mensajería de Voz, MMS de Voz, Libreta de Contactos y Calendario.

El sistema MMS implementa escalabilidad y extensibilidad masivas. La arquitectura distribuida permite la adición de componentes conforme la demanda de servicio lo requiere. Así mismo, nuevas aplicaciones pueden ser integradas de forma directa. Herramientas de Operaciones, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento (OAMP) y funcionalidades de seguridad proveed un esquema unificado para la administración y mantenimiento de los componentes del sistema.

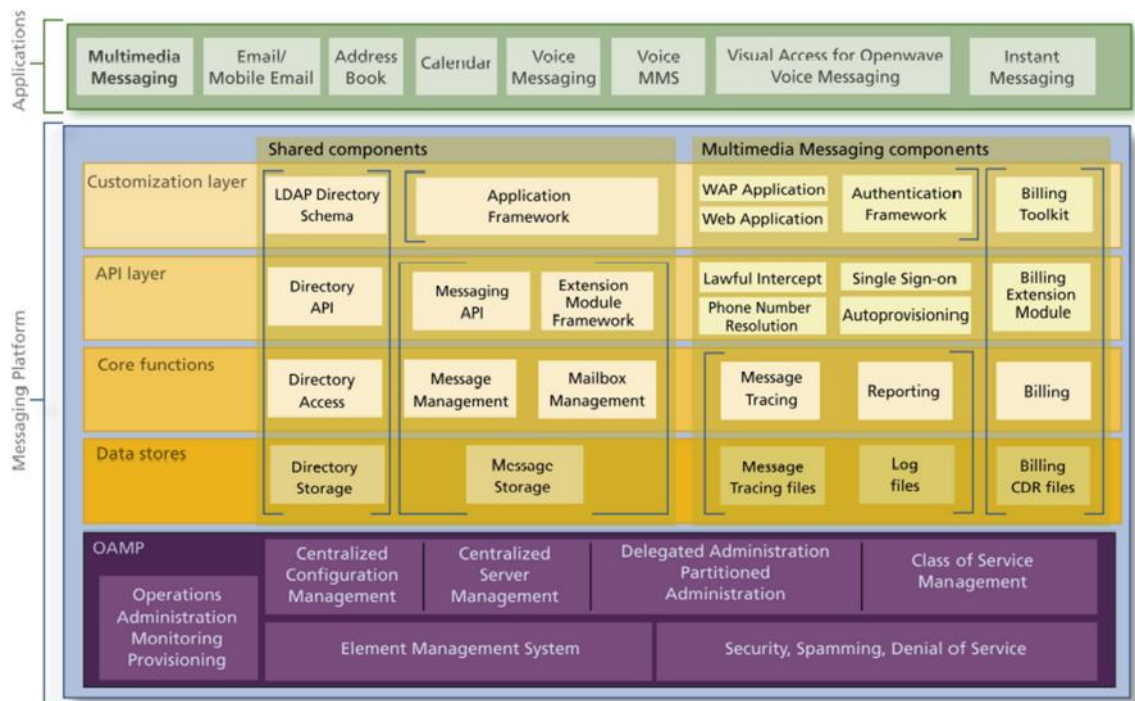


Figura 47. Arquitectura de Aplicaciones de Openwave.

La aplicación de Mensajería Multimedia.

El MMSC de Openwave está basado en los estándares de 3GPP, OMA y WAP. Como se muestra en la Figura 45, sus componentes se relacionan fácilmente con la arquitectura de referencia MMS contenida en el 3GPP TS23.140.

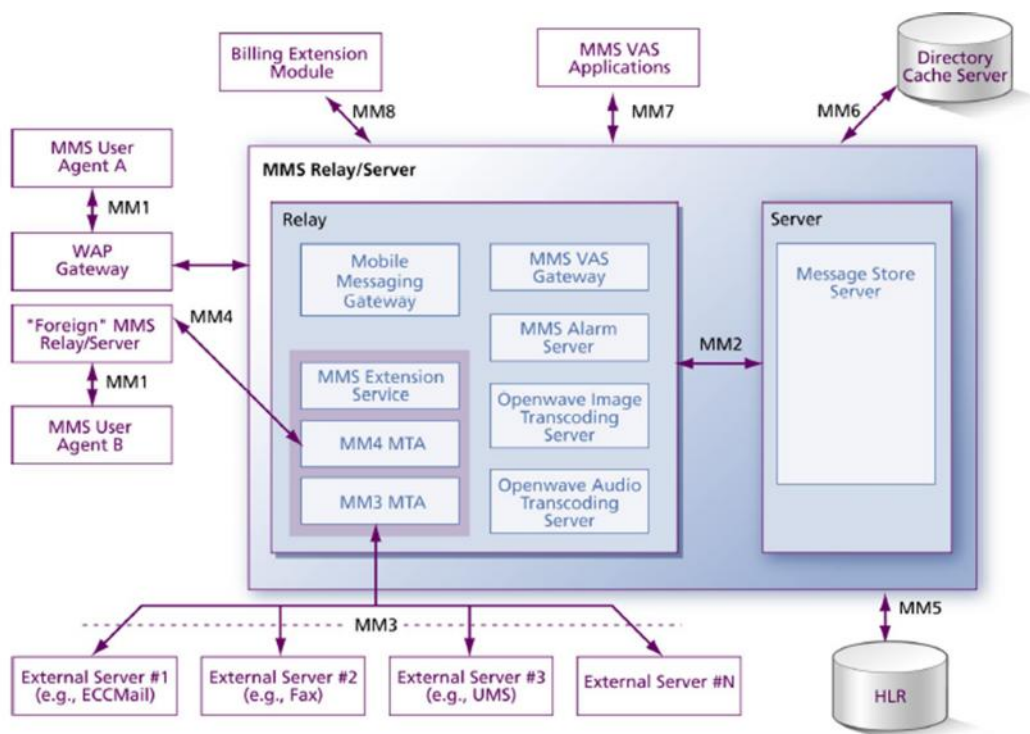


Figura 48. Openwave MMSC referido a la arquitectura de referencia MMS.

La siguiente sección resume los servicios MMS. Algunos de estos son únicos al MMSC, algunos otros se comparten con otras aplicaciones de mensajería y otros son programables.

MMS Client/Relay (MM1).

Provee la interfase necesaria para enviar y recibir mensajes multimedia desde clientes que soporten MMS. Los servicios incluyen recuperación, envío y reporte de envío.

MMS Almacenamiento de Datos (MM2).

Provee la interfaz necesaria para recuperar mensajes multimedia almacenados en el servidor de almacenamiento de mensajes (MSS. Messaging Store Server). Estos servicios soportan el almacenamiento de mensajes multimedia y la administración del buzón MMS.

El MSS provee capacidades de mensajería a nivel proveedor de servicio (carrier class), soportando decenas de millones de usuarios, garantizando la entrega de los mensajes. Los servicios son escalables de forma masiva, permitiendo al proveedor de servicios el crecimiento en usuarios y tráfico de mensajes. Al ser un servicio basado en estándares permite que se agreguen componentes y aplicaciones de manera sencilla. La arquitectura permite que una plataforma sea utilizada para proveer el servicio a varios proveedores en mercados pequeños en modelos de venta ASP (Application Service Provider).

Transformación de Codificación (Transcoding).

Provee soporte a interoperabilidad entre dispositivos diferentes, convirtiendo el contenido de los mensajes a formatos que sean compatibles con el dispositivo receptor.

Servicios a Clientes Web y Wap.

El MMSC provee dos interfases de usuario web; la de Administración de Galería y la de Suscriptor. Con la de Administración de Galerías, los proveedores de servicios pueden administrar una Galería pública de imágenes y audio para ser descargadas por los usuarios. Con la interfase de Suscriptor, los usuarios de MMS administran su cuenta personal, preferencias y acceden a su buzón (MMBox).

Servicios de Notificación MMS.

Como su nombre lo indica avisan a los dispositivos MMS y no MMS que nuevos mensajes están disponibles para ser recuperados.

Soporte a Aplicaciones Externas (MM3) y dispositivos que no son MMS.

El MMSC de Openwave soporta la entrega de mensajes a dispositivos que solo soportan SMS y también de sistemas de mensajería externos. Particularmente se soporta:

- Entrega de mensajes de notificación a dispositivos que solo soportan SMS que avisan de la entrega de mensajes multimedia nuevos, disponibles en la pagina web.
- Entrega de mensajes a receptores en sistemas de legado externos.
- Entrega de mensajes originados desde sistemas de legado externos.

Interoperabilidad MMSC (MM4).

Los servicios de interoperabilidad del MMSC (MM4) entregan y reciben mensajes multimedia a y desde sistemas remotos con capacidades MMS. El MMSC soporta la entrega y recepción de mensajes hacia sistemas externos de MMS con los cuales existen acuerdos de intercambio.

Consulta al HLR (MM5).

El MMSC soporta la realización de consultas al Home Location Register (HLR) para obtener direcciones MSISDN no resueltas.

Servicios de Almacenamiento de Cuentas y Datos. (MM6).

EL MMSC almacena la información de las cuentas en una base de datos centralizada LDAP³⁶. Cuando un mensaje multimedia es recibido, el MMSC determina si la cuenta está en el directorio. Si lo está, el MMSC toma los valores de los atributos para la cuenta y determina si el mensaje se entrega y cómo.

Servicios de Valor Agregado (MM7).

Aplicaciones externas de terceros pueden crear servicios de valor agregado (VAS) que envíen MMS a los suscriptores. El MMSC puede recibir, o rechazar si es necesario, mensajes multimedia y enviar mensajes, tales como reportes de entrega, en respuesta. Estos servicios están diseñados para soportar interoperabilidad con proveedores de servicios de valor agregado (VASP).

³⁶ LDAP. Light Weight Access Protocol.

El paquete de desarrollo de software (SDK) VAS provee a los VASP los componentes necesarios para crear aplicaciones que envíen mensajes multimedia en formato MM7 o bien que los reciban del MMSC usando SOAP/XML sobre HTTP o HTTPS.

Plataforma de Mensajería.

La plataforma de mensajería está compuesta de 6 elementos principales, los cuales son compartidos con otras aplicaciones de Openwave.

- Directorio LDAP.
- Almacén de mensajes y acceso.
- Resolución de Direcciones.
- Auto aprovisionamiento
- Reportes.
- OAMP. (Operations, Administration, Maintenance and Provisioning).

Directorio LDAP.

El Directorio está basado en LDAP y es altamente escalable y de propósito general, se utiliza para el almacenamiento de información del sistema, sitio y cuentas. Provee la infraestructura base para la administración del acceso y actividad de usuarios así como de múltiples redes y aplicaciones. Diseñado y probado para soportar decenas de millones de usuarios, la arquitectura única del Directorio se comporta consistentemente con alta disponibilidad, confiabilidad y desempeño.

El acceso al directorio se hace a través de utilerías de línea de comando así como una interfase web. Un API LDAP, en lenguaje C, permite el uso de funciones extendidas cliente/servidor de LDAPv3. y el uso de funciones API en lotes que pueden acelerar el proceso de aprovisionamiento y reducir el tráfico en la red. Tanto objetos especiales, como atributos (tipos de atributo) que requieren almacenamiento específico y acceso pueden ser agregados al esquema del directorio.

Almacén de mensajes y acceso.

El Almacén de Datos de Openwave (MSS. Messaging Storage Server) y los servicios de acceso proveen de capacidades de alto desempeño y capacidad para mensajería, garantizando la entrega de los mensajes. Los servicios de mensajería son escalables de forma masiva, decenas de millones de usuarios, permitiendo el proveedor de servicios crecer la base usaria de forma sencilla, agregando componentes y aplicaciones conforme se requiere. LDAP y el protocolo propietario RME se usan para almacenar los mensajes en los buzones de suscriptor en el MSS. Comandos avanzados de administración y extensiones pueden ser desarrollados con el API C y conservando la compatibilidad hacia futuras actualizaciones.

Resolución de Direcciones.

Cuando un mensaje llega al servidor MMS, el servicio de resolución de direcciones verifica que el remitente sea local y procesa el mensaje para su entrega local o externa a los receptores. Los servicios de resolución de direcciones se usan en las siguientes circunstancias:

- Envío de verificación de direcciones.

- Entrega de direcciones locales.
- Búsqueda de IMSI.
- Búsqueda de número telefónico E.164.
- Enrutamiento de correo electrónico externo

Aprovisionamiento y Auto Aprovisionamiento.

Los usuarios pueden ser provisionados manualmente utilizando archivos LDIF.

Si un dispositivo móvil no ha sido provisionado en el Directorio, se provisiona en forma automática la primera vez que el dispositivo envía o recibe un mensaje. Dos tipos de provisionamiento se soportan, Originado en el Móvil (MO y Terminado en el Móvil (MT).

Reportes:

El sistema de reportes lleva una bitácora de transacciones. Estos datos permiten la generación de varios tipos de reportes. Los reportes se pueden generar usando una herramienta especializada tal como Crystal Reports.

Filtrado de Mensajes.

Tanto el proveedor de servicios como los suscriptores tienen una amplia gama de opciones para filtrado de mensajes. El proveedor puede bloquear, pre aprobar, o requerir la aprobación del suscriptor para mensajes enviados desde un teléfono específico, dirección de correo, dominio o interfase de envío. Sujetos al bloqueo por parte del proveedor del servicio los usuarios pueden bloquear números telefónicos específicos, direcciones de correo, dominios y excepciones dentro de dominios. Los suscriptores también pueden bloquear ó requerir aprobación por mensaje para los correos electrónicos externos.

Operaciones, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento (OAMP).

Se proveen varias herramientas para soporte de las operaciones, administración, supervisión y aprovisionamiento del MMSC. El sistema almacena 3 tipos de datos: datos de directorio que definen la estructura administrativa, clases de servicios, e información de cuentas y datos de objetos respuesta, usado para almacenar mensajes multimedia. El sistema también almacena datos relacionados a la configuración, reportes, facturación y supervisión de actividades.

Operaciones. El MMSC soporta una administración de configuración centralizada, servidor de administración centralizado, bitácoras, rastreo (trace), facilidades estadísticas, reporte de transacciones y capacidades de facturación. La mayoría de los componentes soportan supervisión SNMP.

Administración. Son incluidas herramientas de administración para el centro de datos. Éstas proveen el soporte a la definición de la estructura del sitio, planes de marcación, teléfonos usados y servicios soportados por el proveedor. Estos incluyen herramientas de línea de comando, una interfase web, procesamiento en lotes y API's para administración de los datos del MMSC.

Mantenimiento y Supervisión. Las actividades mantenimiento del sistema se enfocan en el mantenimiento de la integridad de datos a través de respaldos frecuentes, administración de los archivos de mensajes y los sistemas cache de directorios replica y administración de las bitácoras, alarmas, trazas y archivos estadísticos. La supervisión del

sistema se logra al revisar los archivos estadísticos y de bitácora, usando eventos y trampas SNMP y utilizando herramientas estándar de UNIX.

Funciones Programables.

El MMSC integra aplicaciones de terceros y provee acceso a información de cuentas, perfiles de datos y almacenamiento de la aplicación. Se proveen API's para facturación, auto aprovisionamiento, traducción de códigos, funciones de interceptación legal y resolución de números telefónicos.

Facturación.

El API de facturación provee funciones y mecanismos para los integradores de sistemas que permiten la especificación de operación de facturación y cargos a suscriptores, tales como el envío ó recepción de mensajes multimedia. Se proveen funciones para post pago y pre pago.

Módulo de Extensiones de Facturación.

Esta librería compartida soporta operaciones en tiempo real, retrasadas y esquemas de facturación especial. Los integradores pueden adaptar esta librería para proveer implementaciones específicas al sitio de los esquemas de facturación.

Modulo Marco de Extensiones Openwave.

EL EMF contiene una colección de utilerías en C utilizadas por varios componentes del MMSC. Utilizadas por el Módulo de extensiones de facturación y los módulos de transcoding, la librería API del EMF contiene funciones para:

- Codificación/Decodificación ASN.1 BER y Base64.
- Escritura de registros de cargos a archivos.
- Bitácora de información.
- Recuperación de valores de llaves de configuración y texto de errores.
- Entrega de solicitudes HTTP.

API de Auto Aprovisionamiento.

Se utiliza para que en los eventos de auto aprovisionamiento se hagan llamados del API para comunicarse con bases de datos externas para determinar qué información se utiliza al aprovisionar al nuevo usuario.

API de resolución de Números de Teléfono Externos.

Provee soporte para proveedores que no utilizan tablas de rangos E164 e IMSI. Tiene ínter construido un mecanismo para ir del número telefónico al nombre de dominio ruteable SMTP del MMSC para el proveedor al que pertenece el número telefónico.

API de interceptación legal.

Es un mecanismo que permite la interceptación de mensajes antes de ser entregados y realizar cualquier proceso específico en cada mensaje, tal como crear una copia del mismo.

API de Firma Única.

Este API permite crear mecanismos especiales de autenticación o modificar los mecanismos por omisión provistos en la instalación. Los proveedores de servicio utilizan este API cuando quieren integrar de forma directa el proceso de firma para un portal existente hacia las funciones web o WAP del MMSC.

Adecuación del Esquema del Directorio.

Elementos modificables del esquema que cumplen con requerimientos de almacenamiento de datos y necesidades de acceso pueden ser definidos. Ambos objetos y atributos modificables pueden ser agregados al esquema del directorio. Los API's C de LDAP permiten el uso de funciones de control adicional en el cliente y servidor con operaciones LDAP, llamadas a operaciones extendidas LDAPv3 y el uso de funciones en lotes que permiten acelerar el proceso de aprovisionamiento y reducir el tráfico de red. Tanto objetos como atributos (tipos de atributo) que cumplen con requerimientos específicos de almacenamiento de datos y acceso pueden ser agregados al esquema del directorio.

Arquitectura del Sistema MMSC de Openwave..

El MMSC provee una estructura de comunicaciones que soporta un sistema completo de mensajería multimedia. Los mensajes pueden ser enviados a números de teléfono o a direcciones de correo electrónico proveyendo acceso tanto a suscriptores de MMS como a los que no lo son.

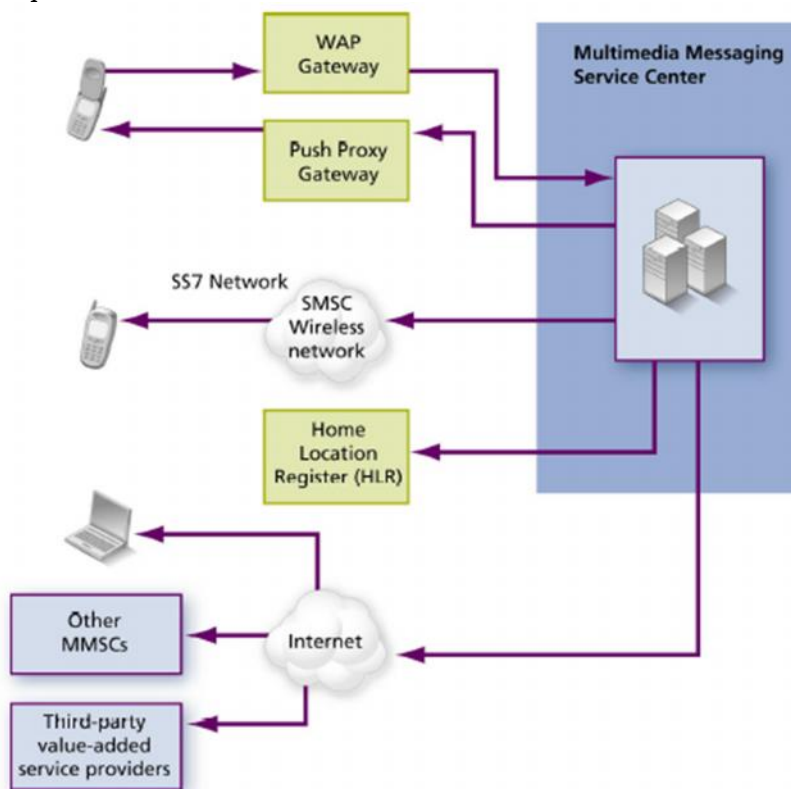


Figura 49. Vista del MMSC

Componentes del MMSC.

Tabla 11. Componentes del MMSC

Componente MMSC	Descripción
Componentes MMSC	
Módulo de Extensiones de Facturación.	Interfase de Aplicación hacia un sistema de facturación que soporta eventos de facturación en tiempo real.
Servidor de Alarmas MMS	Almacena las alertas de notificación MMS de los suscriptores y reintenta el envío de datos de suscriptor para el proceso de auto aprovisionamiento.
Servidor de Aplicación MMS.	Soporta las interfases de usuario para Auto Mantenimiento y Galería así como la interfase del proveedor de Administración de Galería.
MMS Relay	Provee todos los servicios para recepción, procesamiento y entrega de solicitudes MMS y respuestas a los componentes adecuados del MMSC.
MMS VAS Gateway	Provee acceso a los servidores de los VASP y sus aplicaciones.
Servidor de Transcoding de Audio	Soporta conversión de audio AMR (de banda angosta), WAV-PCM, QCELP y AMBE++.Convierte archivos de audio al formato que sea compatible con el dispositivo del usuario.
Servidor Avanzado de Medios.	Soporta conversión de MP3, MP4, Motion JPEG, H263 y GIF Animados. Convierte archivos en formato que sea compatible con el dispositivo del usuario.
Servidor de Transcoding de Imágenes.	Soporta conversión de imágenes y MIDI. Convierte las imágenes a formatos que sean compatibles con el dispositivo del usuario.
Componentes de la plataforma de Mensajería.	
Servidor de Réplica de Directorio.	Responde a solicitudes de información de cuentas de todos los servidores MMSC. Lo hace al consultar la memoria cache que contiene una copia local o parte de la base de datos del Directorio Maestro
Servidor IMAP.	Maneja las solicitudes de recuperación de mensajes de clientes de correo que soportan el protocolo IMAP.
Servidor del Directorio Maestro	Mantiene la base de datos del Directorio y provee información de actualización de

	cuentas cuando son solicitadas por los Directorios Réplica.
Servidor de Almacenamiento de Mensajes (MSS)	Almacena todos los datos de mensajes utilizando una base de datos estándar. Recibe mensajes de varios servidores, dependiendo de la aplicación.
Agente de Transporte de Mensajes (MTA)	Dirige los mensajes de entrada y salida hacia el MSS o hacia el exterior.
Servidor POP	Maneja las peticiones de recuperación de mensajes desde clientes que soportan el protocolo POP3.
Servidor de Encolamiento	Provee un cache centralizado para mensajes que los MTA no pueden entregar inmediatamente.

Arquitectura de Servicios del Suscriptor.

Arquitectura MMS Cliente/Relay (MM1)

Los Servicios MMS Cliente/Relay utilizan los siguientes componentes del MMSC

- MMS Relay.
- Servidor MMS de Transcoding.
- Servidor MMS de Transcoding de Audio.
- Servidor MMS de Alarmas.

Cuando un dispositivo MMS envía un mensaje a otro dispositivo MMS, los servicios MM1 solicitan la resolución de la dirección y después dirige el mensaje a la cuenta del receptor y envía una notificación WAP-209 al receptor.

Cuando el dispositivo MMS receptor recibe la notificación, solicita el mensaje del Relay MMS, el cual lo recupera del MSS vía HTTP o HTTPS (si se requiriera una transacción segura). De ser necesario, los servicios MM1 solicitan la conversión de audio o imagen del Servidor de Transcoding, del Servidor de Transcoding de Audio o el Servidor Avanzado de Medios.

Si el gateway WAP es el de Openwave MAG 6.0 o posterior, la entrega del mensaje se reintenta automáticamente hasta su expiración usando el resultado de la notificación procesado por dicha versión del gateway WAP. Para versiones del gateway WAP previas a MAG 6.0, los servicios MM1 almacenan todos reintentos de envío y datos de expiración en el Servidor MMS de Alarmas. Si un mensaje no es recuperado, una alarma se fija en el Servidor MMS de Alarmas. Cuando la alarma desaparece, el MMS Relay intenta el reenvío del mensaje. Este proceso continúa hasta que el número de reintentos se alcanza. En este punto, el mensaje expira y los servicios MM1 solicitan que sea borrado del servidor y un reporte es enviado al remitente.

Los servicios MM1 utilizan HTTP o HTTPS (si hay hardware SSL instalado) y OMA1.1 (WAP 206/209) para comunicarse con el dispositivo del suscriptor.

La Figura 47 muestra el flujo básico de datos y los componentes del MMS Cliente/Relay.

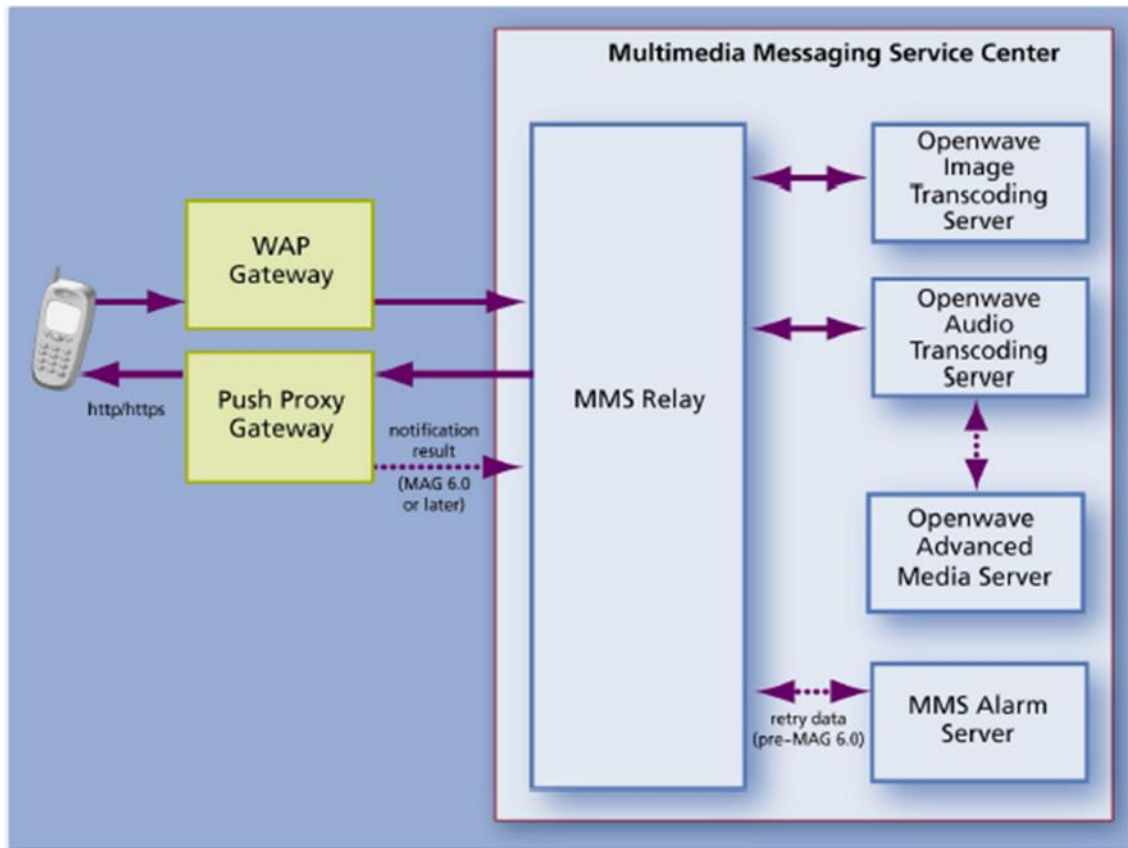


Figura 50. Arquitectura de servicios MMS cliente/relay (MM1).

Arquitectura MMS de Almacenamiento de Datos (MM2).

Los servicios MM2 utilizan los siguientes componentes del MMSC.

- MMS Relay.
- Servidor de Almacenamiento de Mensajes.
 - o Sistema de Archivos de Mensajes.
 - o Base de Datos de Almacenamiento de Mensajes.
- Servidor MMS de Aplicación.

Los servicios MM2 manejan el almacenamiento de los mensajes de los suscriptores y sus preferencias de configuración. Los archivos de la Galería se almacenan en el MSS por medio del Servidor MMS de Aplicación y el MMS Relay. El Sistema de Archivos de Mensajes provee el buzón (MMBox) que almacena los mensajes del suscriptor. Cuando un suscriptor recupera un mensaje el MMS Relay utiliza el protocolo RME para comunicarse con los servicios MM2.

La Figura 48 ilustra los flujos básicos de datos y los componentes del almacén de datos del MMS.

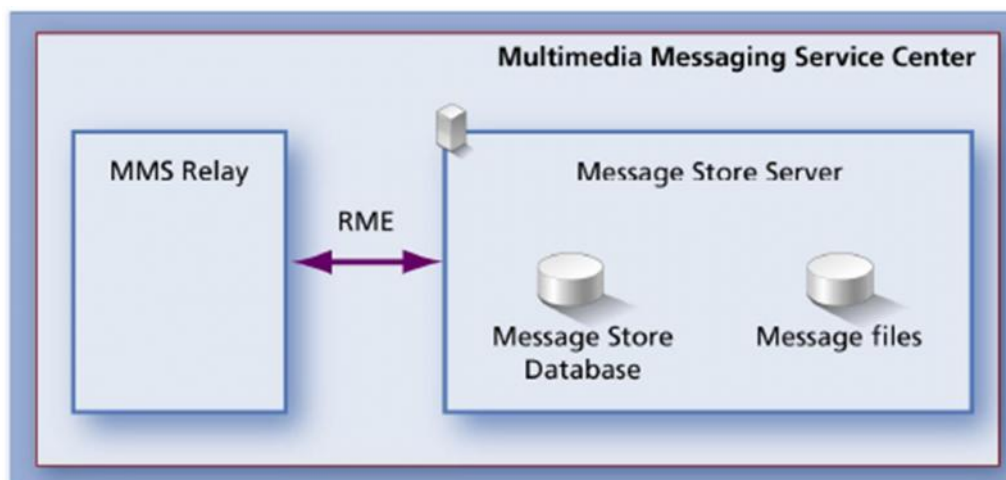


Figura 51. Arquitectura de servicios MM2.

Arquitectura de Soporte a Aplicaciones Externas y dispositivos que no son MMS (MM3).

Los Servicios MM3 utilizan los siguientes componentes del MMSC.

- MMS Relay.
- Agente de Transporte de Mensajes. (MTA).
- Servicio de Extensiones MMS (instalado en el MTA).
- Gateway de Mensajes Móviles (MMG) versión Centro de Mensajes.

Para suscriptores de SMS, los servicios MM3 utilizan el MMG versión Centro de Mensajes para enviar notificaciones de texto utilizando SMPP. El MMG funciona como un MMSC. Cuando el suscriptor recupera el mensaje usando un navegador web, el MM3 solicita el mensaje del MMS Relay y usa SMTP para entregarlo.

Para otros suscriptores de servicios externos (por ejemplo e-mail, fax o sistemas de mensajería unificada), los servicios MM3 usan el protocolo SMTP para dirigir los mensajes del MTA y el MMS Relay. La función principal del MTA es dirigir los mensajes entrantes y salientes al MSS o al exterior.

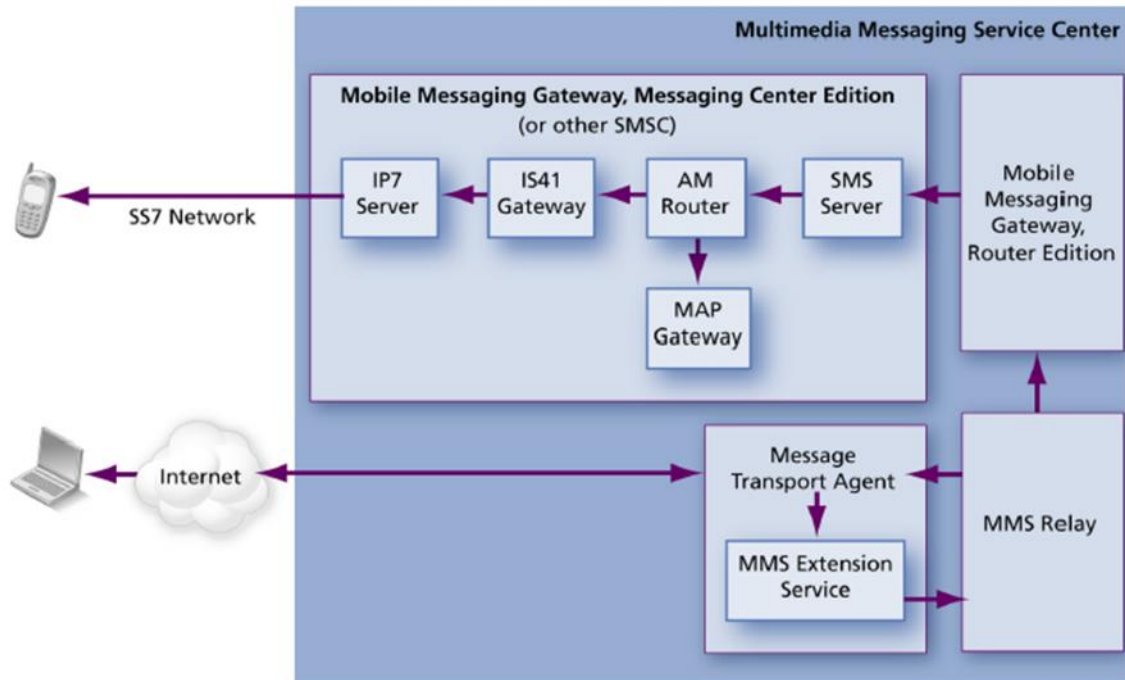


Figura 52. Arquitectura MM3 para soporte de aplicaciones externas y dispositivos que no son MMS.

Los componentes del MMG que soportan la entrega de mensajes vía SMPP son:

- Router AM** Dirige objetos mensaje de aplicación. Distribuye cargas y redirige mensajes entre un Gateway IS41 y el Gateway MAP. Adicionalmente la base de datos de rutas del AM Router realiza el mapeo de números móviles a punto de código SS7 y mapeo de subsistema de numeración o número móvil a números de títulos globales.
- Servidor IP7** Provee servicios SS7, ISUP y TCAP a componentes tales como el Gateway IS41 y el Gateway MAP. El Servidor IP7 provee una abstracción simplificada para las operaciones TCAP e ISUP utilizando una interfase basada en TCP/IP.
- Gateway MAP** Provee operaciones GSM fase 2 tal como se definen en las especificaciones GSM TS 09.02 V5.3.0 y GSM TS 09.02 V7.5.1 (operación AnyTimeInterrogation). El Gateway MAP también soporta 3GPP fase 2+ tal como se define en la especificación 3GPP TS 29.002 V4.3.0 versión 4. Provee también un API de clientes, que permite definir aplicaciones cliente que usen operaciones GSM-MAP.
- Gateway SME** Envía mensajes de notificación a un SMSC para su envío a la red inalámbrica. EL Gateway SME opera como un concentrador, router y convertidor de protocolos de manera que los clientes SME puedan acceder al ambiente de mensajes cortos por medio de un solo punto de entrada.
- Servidor SMS** Reenvía mensajes cortos de y hacia los dispositivos móviles al proveer a los clientes ESME acceso a la red SMS del proveedor de servicios.

Arquitectura de Interoperabilidad MMSC (MM4).

Los servicios MM4 utilizan los siguientes componentes del MMSC:

- MMS Relay.
- MTA.
- Servicio de Extensiones MMS.

Cuando un suscriptor de un MMSC remoto envían mensajes hacia y reciben mensajes desde un MMSC, los servicios MM4 usan SMTP para dirigir el mensaje al MTA, el cual los reenvía al MMS Relay.

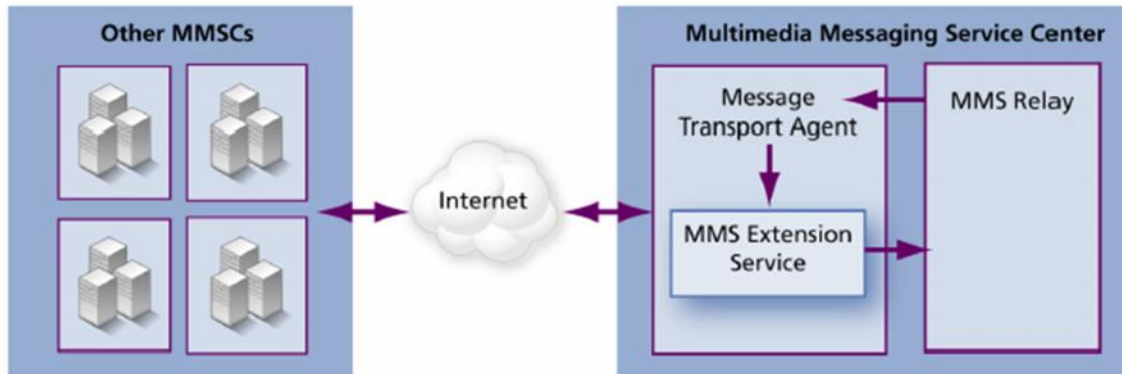


Figura 53. Flujo básico de datos entre diferentes MMSC. MM4

Arquitectura de consulta al HLR. (MM5).

Los servicios MM5 usan los siguientes componentes del MMSC.

- Gateway de Mensajes Móviles, edición Centro de Mensajes (MMG MCE, Servidor SMS).
- MMS Relay

Los servicios MM5 usan SMPP y SS7 para comunicarse con el MMS Relay para resolver las direcciones de las cuentas de los suscriptores.

El MMS Relay determina si una dirección es local o remota, de acuerdo al dominio del proveedor de servicio. Si el MMS Relay no puede resolver la dirección, usa el servidor SMS del MMG MCE para solicitar información de los servicios MM5.

Si los servicios MM5 determinan que un mensaje entrante es de un receptor local, esto indica que el suscriptor no ha sido aprovisionado. EL MMS Relay entonces dirige los datos de la dirección a los servicios de aprovisionamiento para dar de alta al suscriptor.

La Figura 51 muestra los componentes y flujo básico de datos MM5.

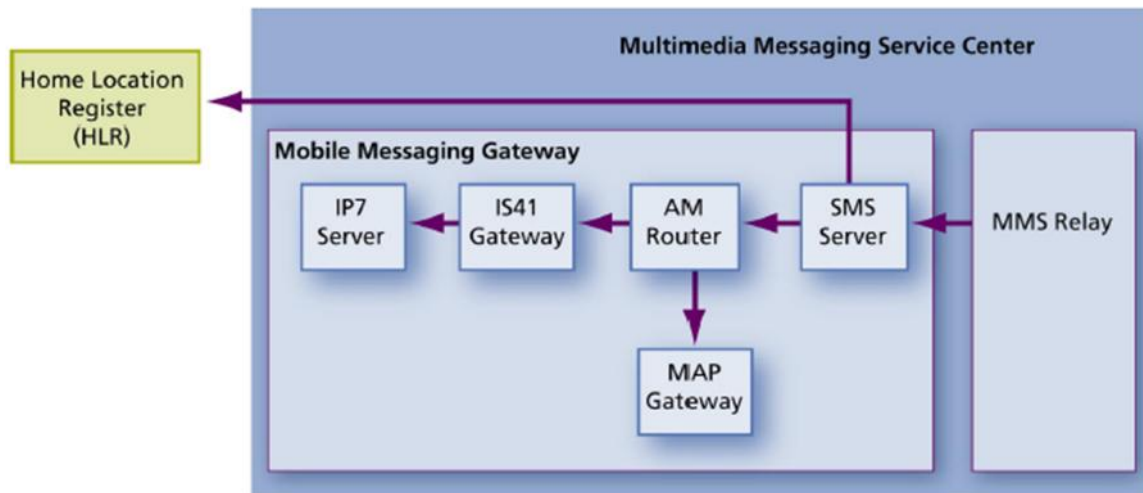


Figura 54. Arquitectura de Búsqueda HLR (MM5).

Arquitectura de Almacenamiento de Cuentas/Datos (MM6).

Los servicios MM6 usan los siguientes componentes del MMSC:

- Gateway MMS VAS
- MMS Relay.
- MTA
- MSS.

Los servicios MM6 utilizan LDAP para buscar en el Servidor de Directorio las direcciones de cuentas. El MMSC usa los componentes adecuados y servicios para resolver los atributos de mensajes, determina cómo debe ser enviado el mensaje, verifica las preferencias del usuario o del proveedor de servicios y después (si es posible) dirige el MMS a la cuenta del receptor.

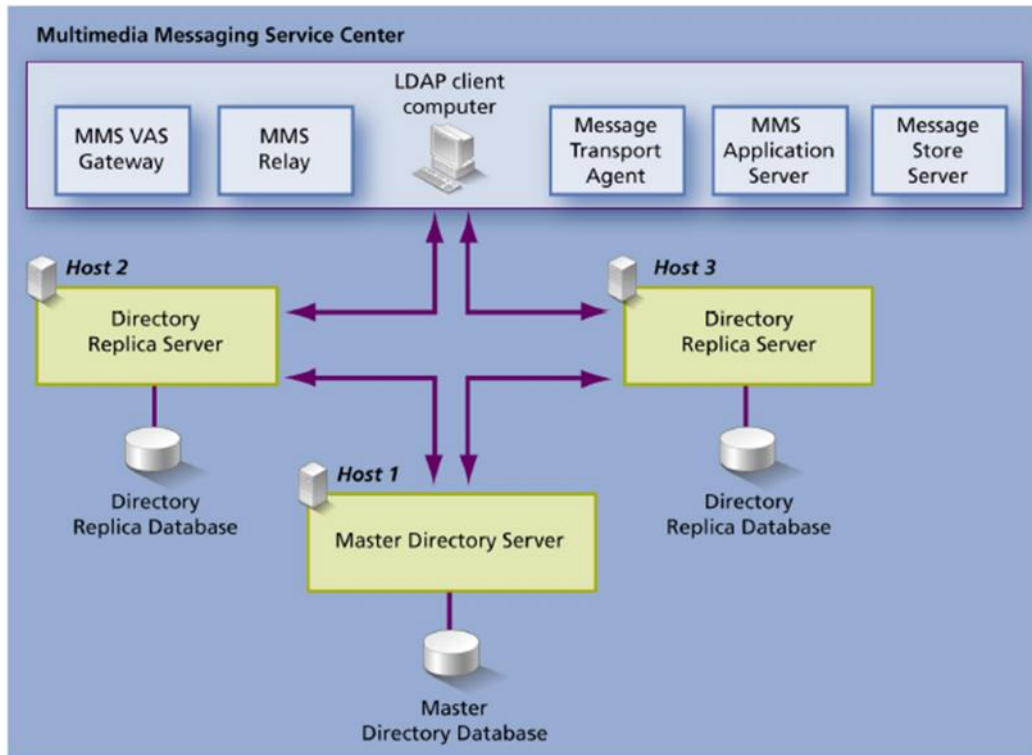


Figura 55. Arquitectura de Almacenamiento Cuenta/Datos (MM6).

Arquitectura de Servicios de Valor Agregado. (MM7).

Los servicios MM7 utilizan los siguientes componentes del MMSC:

- Gateway MMS VAS.
- MMS Relay.

MM7 utiliza HTTP, HTTPS, LDAP, SOAP y XML para comunicarse con aplicaciones de valor agregado de terceros (VASPs. Value Added Service Providers).

Los VASP pueden hospedar aplicaciones que proveen al usuario servicios en demanda o por suscripción.

MM7 usa el Gateway MMS VAS para dirigir datos al MMS Relay. El MMSC usa al MM7 para recibir y enviar mensajes, tales como reportes de envío en respuesta.

EL MMS Relay usa el Servidor MMS de Alarmas para almacenar información de restricciones de flujo (el número y tamaño del mensaje MM7 que viene del gateway) para cada VASP de manera que el Gateway MMS VAS puede imponer los límites especificados por el proveedor de servicios.

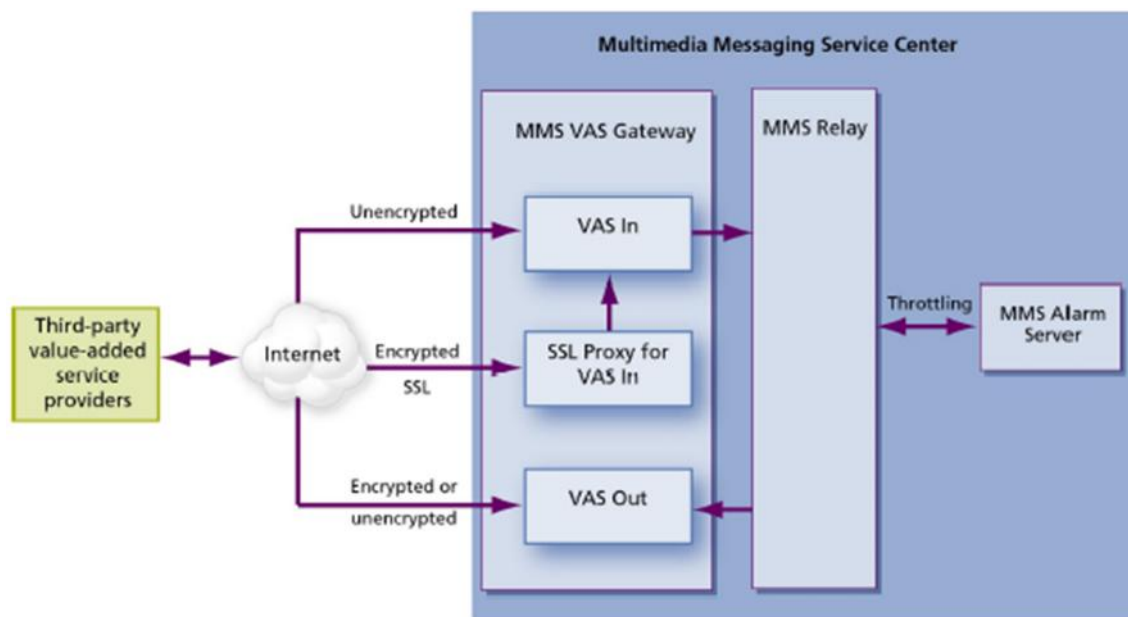


Figura 56. Arquitectura de Servicios de Valor Agregado. (MM7).

Arquitectura de Servicios de Clientes WAP y WEB.

Los servicios de clientes web y wap utilizan los siguientes componentes MMSC:

- Servidor de Aplicaciones MMS.
- MMS Relay.

Los servicios de cliente WEB soportan una interfase de usuario de Administración de Galería para el proveedor de servicios y una interfase al buzón de entrada y auto mantenimiento para los suscriptores.

Estos servicios usan el Servidor de Aplicaciones MMS para dirigir mensajes al MMS Relay el cual se comunica con otros servicios MMSC y componentes para elaborar, recuperar y enviar mensajes, fijar y salvar las preferencias de cuentas y tomar y descargar archivos multimedia de la Galería.

Los servicios de cliente WEB permiten al proveedor de servicios crear una Galería de imágenes, archivos de audio y mensajes MMS preformados para los suscriptores. El proveedor de servicios puede proveer información respecto a la ubicación (URL's) de contenido de audio e imágenes especiales y cobrar por cada una de ellas, la información se almacena para facilitar el cobro a los usuarios y el pago a los proveedores de contenido.

Los servicios de cliente WEB proveen acceso web a los suscriptores del MMS, suscriptores que no tienen clientes MMS (legacy) y a no suscriptores del servicio para ver los mensajes multimedia. Los servicios de cliente WAP se proveen únicamente a los suscriptores.

La siguiente figura ilustra los servicios Web y WAP de cliente así como el flujo básico de datos.

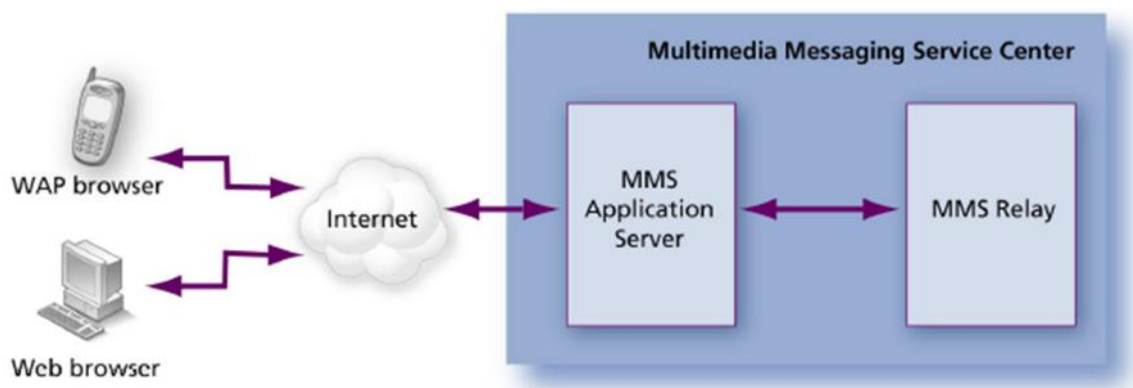


Figura 57. Servicios de Cliente WEB y WAP.

Arquitectura Funcional OAMP.

Los servicios de Operaciones, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento utilizan las siguientes funciones del MMSC:

- Administración Centralizada de Configuración.
- Administración Centralizada de Servidores.
- Servicios de Aprovisionamiento.
- Servicios de facturación (MM8).
- Supervisión SNMP.

Tabla 12. Componentes de la plataforma Openwave

Componentes de la plataforma de mensajería de Openwave	
Servidor de Configuración.	Mantiene la base de datos maestra de configuración, la cual contiene todos los valores del sistema y distribuye la última versión de esta base de datos a los demás servidores bajo la administración centralizada de configuraciones.
Servidor de Administración.	Provee control de administración del sistema para todos los componentes bajo control de administración de configuración, de manera que los componentes pueden ser inicializados, detenidos y supervisados desde cualquier servidor en el sistema.
Servidor SNMP.	Actúa como un punto único de contacto desde el cual la estación de supervisión pueda vigilar el sistema.
Componentes Externos de terceros.	
Servidor de Facturación.	Administra la recepción y almacenamiento de registros eventos de datos de cargos (CDR. Charging Data Record) y archivos de bitácoras de facturación en un área central de almacenamiento, los cuales están disponibles para procesamiento posterior y generar reportes de facturación. Recibe registros de facturación y administra los archivos de bitácoras de facturación.

Administración Centralizada de Configuración.

Los componentes de la Administración Centralizada de Configuración usan copias locales y maestras del archivo de configuración de base de datos (config.db), un archivo de texto que contiene objetos configurables, tipos de atributos y llaves de configuración de cada componente del MMSC.

La Figura 55 ilustra el flujo básico de datos entre un operador de consola y los archivos de configuración de base de datos de MMSC hospedados en cada componente del MMSC.

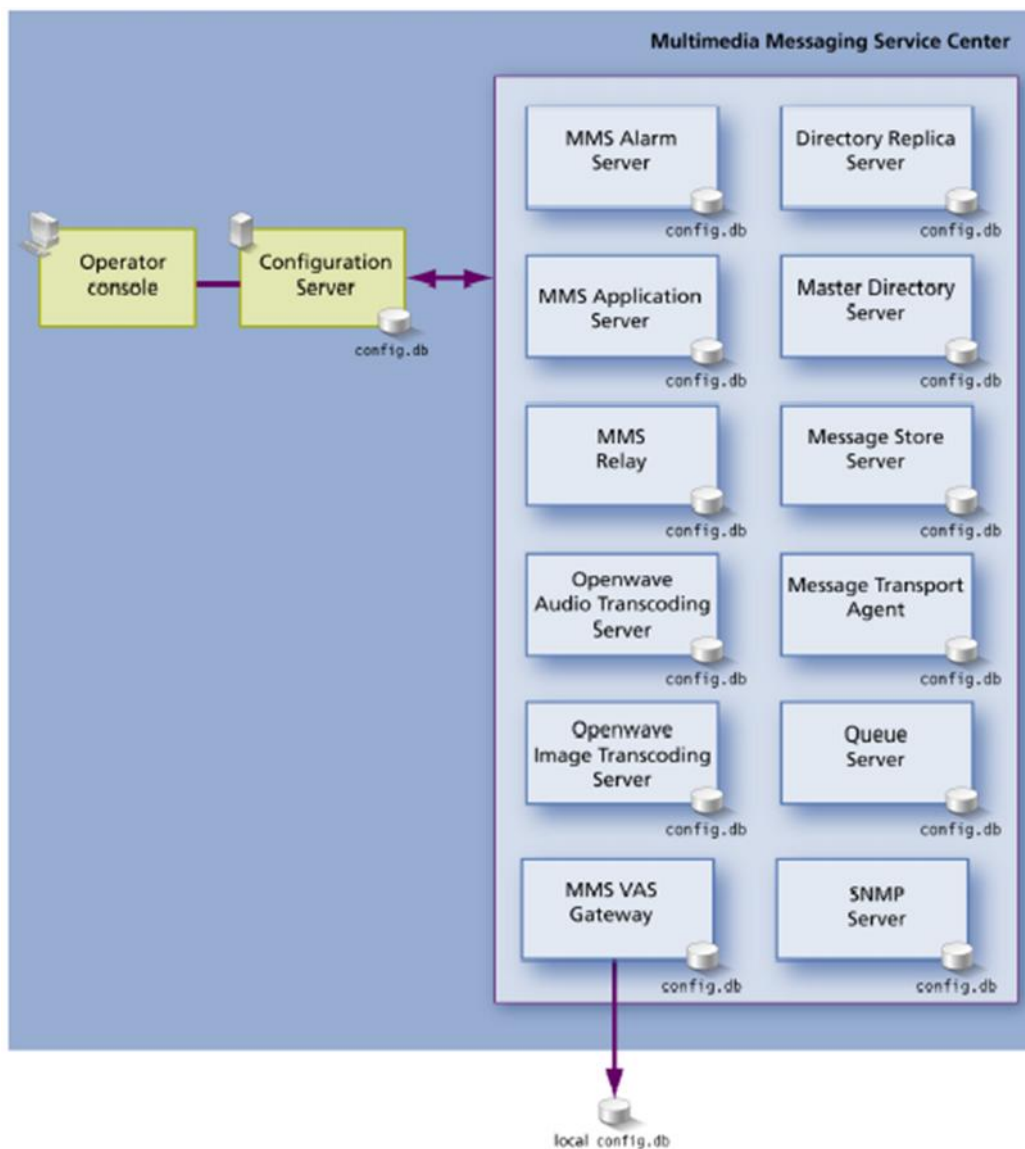


Figura 58. Arquitectura de Administración Centralizada.

Servidor de Administración Centralizada.

El servidor de Administración Centralizada soporta la inicialización y paro de los servidores utilizando un solo comando, así como las utilerías que permiten verificaciones rápidas del estado operativo de la red. El sistema inicializa la mayoría de los servidores usando el comando **immgrserv**. El guión (script) **startall** arranca todos los componentes del MMG.

La Figura 56 ilustra el flujo básico de datos entre el servidor de administración centralizada con los nombres de los procesos de cada componente del MMSC.

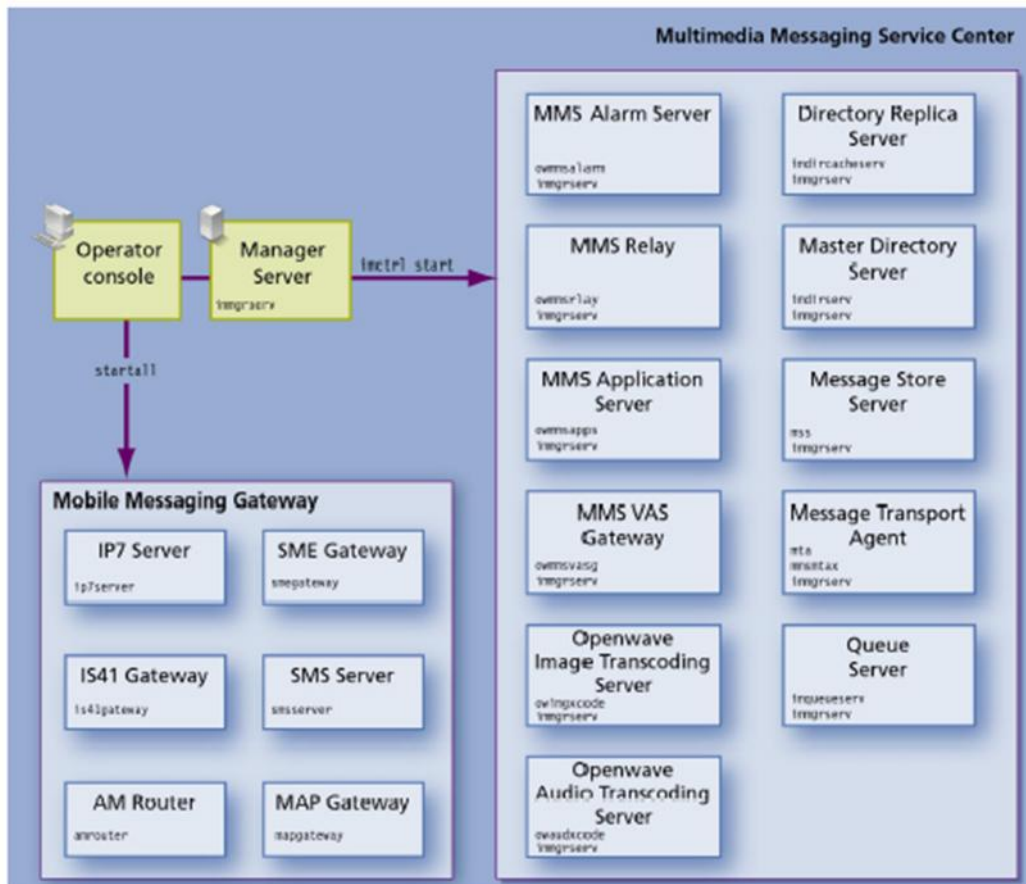


Figura 59. Arquitectura de Administración Centralizada de Servers.

Aprovisionamiento.

Con el auto aprovisionamiento originado en el móvil (MO), la primera vez que el usuario envía un mensaje multimedia usando el dispositivo móvil, la cuenta es creada en el Directorio.

Cuando el MMS Relay recibe un mensaje de un gateway WAP, busca la cuenta en el Servidor de Directorio. Si la cuenta no ha sido creada aún, el MMS Relay recupera la información de la cuenta de la base de datos del proveedor de servicio usando el API de auto aprovisionamiento. Esta información de cuenta es usada para aprovisionar la cuenta, luego el mensaje es enviado.

La Figura 57 ilustra el flujo básico de datos para auto aprovisionamiento MO de un dispositivo móvil no aprovisionado.

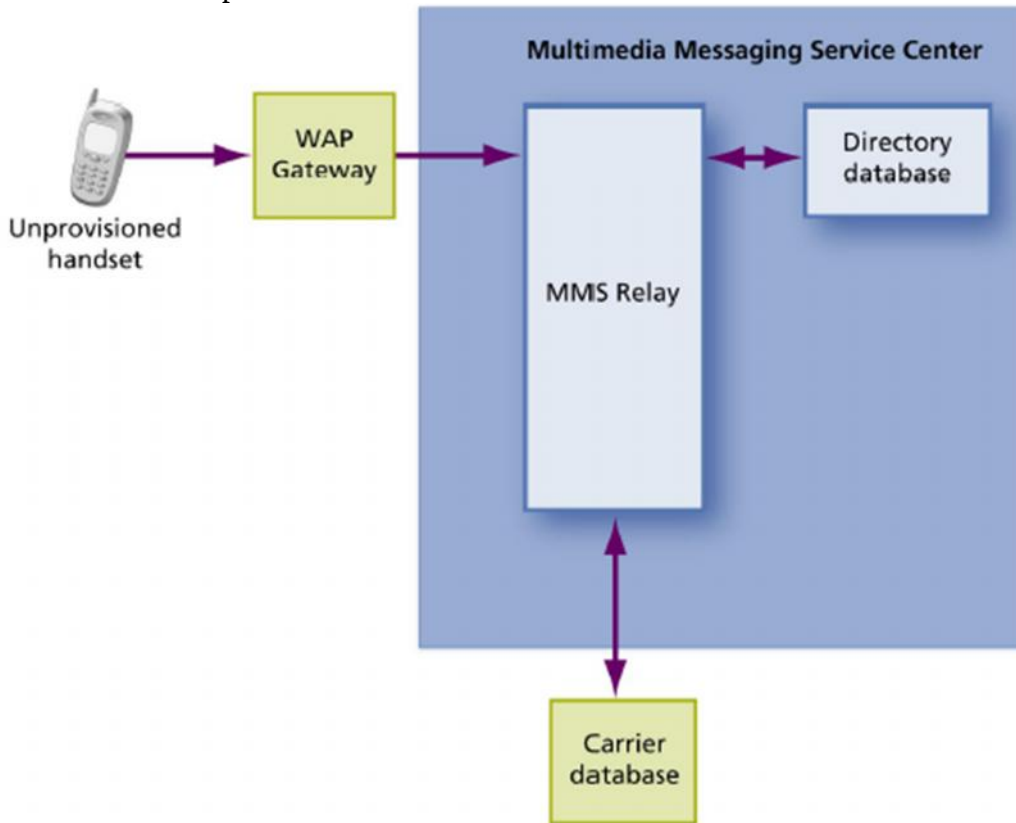


Figura 60. Arquitectura de auto aprovisionamiento MO.

Auto Aprovisionamiento Terminado en el Móvil.

Cuando un mensaje multimedia es enviado al MMSC, el MMS Relay solicita la dirección del receptor. Si el MMS Relay no puede encontrar la dirección del receptor en el Directorio, solicita la información del HLR para determinar si la dirección es local al proveedor de servicios. Si la dirección es local se almacena en el MSS y una notificación WAP Push es enviada al dispositivo móvil.

Si el dispositivo móvil tiene capacidades MMS, puede recuperar el mensaje inmediatamente vía HTTP o HTTPS. El MMS Relay recupera la información de la cuenta de la base de datos del proveedor de servicios usando el API de auto aprovisionamiento y luego crea una cuenta en el Directorio. Se fijan alarmas de reintento y expiración en el Servidor de Alarmas MMS. Si las alarmas se apagan antes de que el mensaje sea recuperado el mensaje se borra.

Si el dispositivo móvil no puede recibir el mensaje o no tiene capacidades MMS, el mensaje no es recuperado. Cuando la alarma de expiración se apaga en el Servidor de Alarmas MMS, el MMS Relay envía una notificación SMS al móvil. Cuando el móvil confirma la recepción del SMS, el MMS Relay toma información de la cuenta de la base de datos del proveedor de servicios usando el API de auto aprovisionamiento y luego crea una cuenta para dispositivo sin soporte MMS (legacy) en el Directorio.

Si un usuario MMS se configura como legacy ya que su dispositivo móvil no recibió la primera notificación, el usuario es reaprovisionado como usuario MMS la primera vez que envía un mensaje multimedia (vía auto aprovisionamiento MO).

La Figura 58 ilustra el flujo básico de datos para auto aprovisionamiento MT de un dispositivo móvil no aprovisionado.

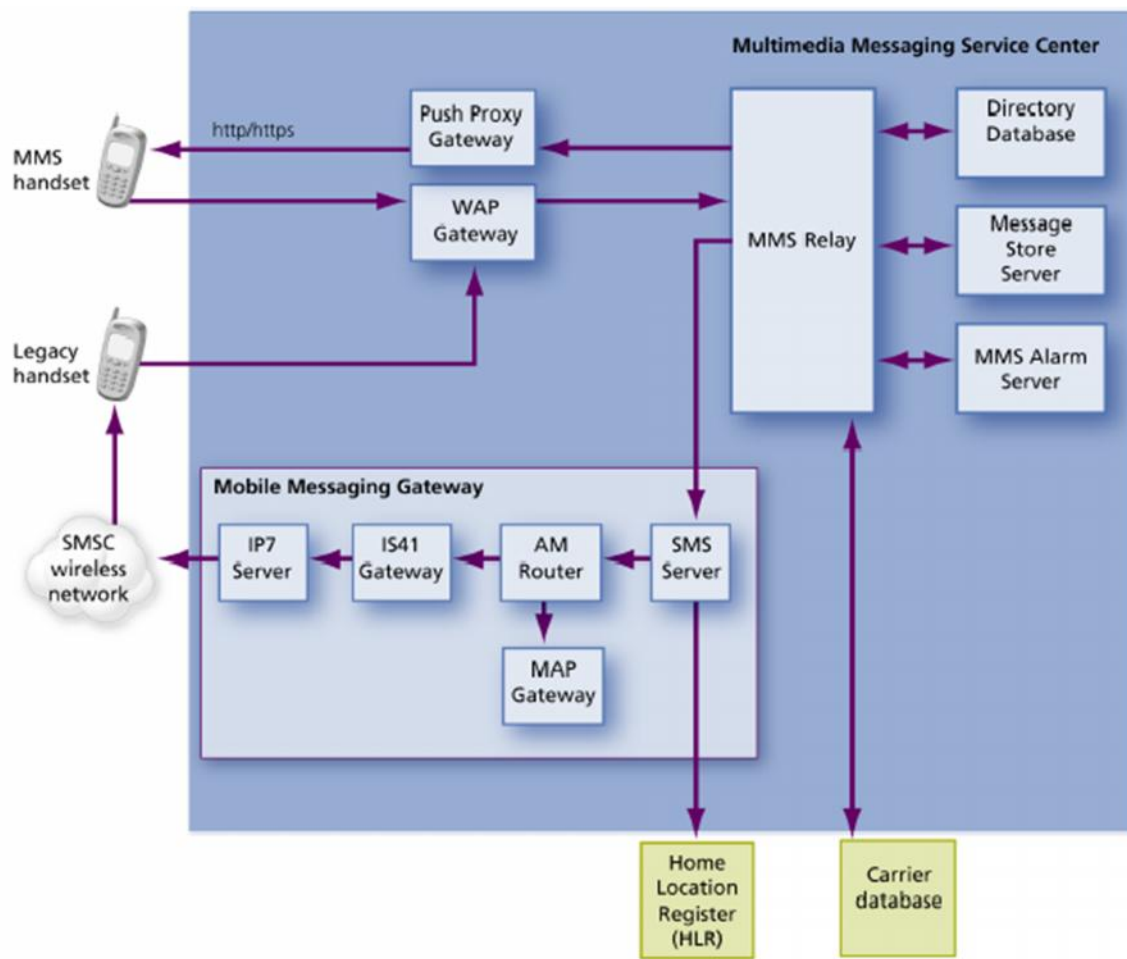


Figura 61. Arquitectura de Auto Aprovisionamiento MT.

Arquitectura de Facturación (MM8).

El sistema de facturación utiliza los siguientes componentes del MMSC.

- MMS Relay.
- Módulo de Extensiones de Facturación.

Los servicios de facturación soportan los siguientes servicios para los proveedores de servicios.

- Interfase de usuario al sistema de facturación del proveedor de servicios.
- Un sistema de facturación que recibe eventos de facturación en tiempo real desde el MMS Relay.

El MMS Relay se comunica con el Módulo de Extensiones de Facturación para registrar y soportar los eventos de facturación. El Módulo de Extensiones de Facturación es modificable. Puede ser compartido con otras aplicaciones que soporten el Módulo de Extensiones de Facturación.

El Módulo de Extensiones de Facturación usa HTTP y SOAP para proveer interfaces genéricas que pueden ser usadas por cualquier aplicación. Soporta tanto cuentas de prepago como de post pago, e interfaces con el API de facturación. También soporta el Administrador de Facturación de Openwave y la definición de registros de facturación ASN.1.

El Módulo de Extensiones de Facturación permite al proveedor de servicios definir que procesos ocurren al inicio de un evento y al final del mismo.

La Figura 59 ilustra los eventos del Módulo de Extensiones de Facturación usando el sistema de facturación en el sitio del proveedor de servicios.

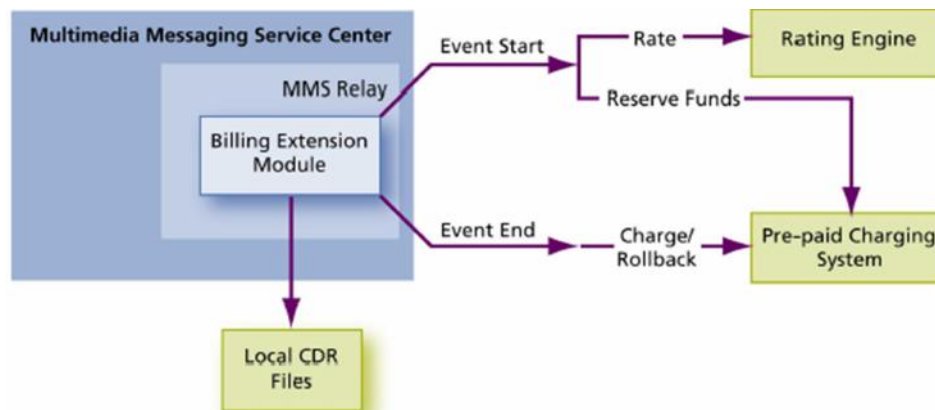


Figura 62. Facturación de Prepago con sistemas separados de cargo y un motor de tasación.

La Figura 60 ilustra el flujo de datos de facturación de prepago para cargos y tasación de cuentas.

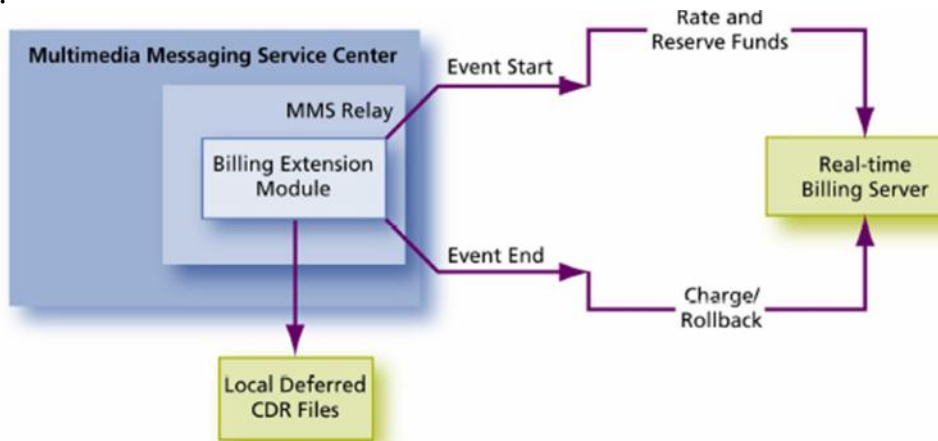


Figura 63. Sistema de Facturación de Prepago con un solo servidor de facturación.

La Figura 61 ilustra el flujo de datos de facturación de prepago para cargos a cuentas sin tasarlas.

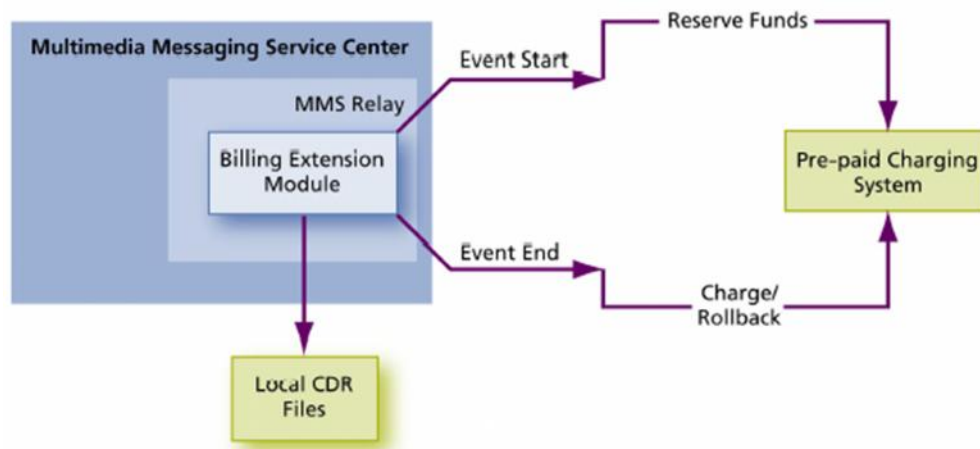


Figura 64. Sistema de facturación de prepago con sistema de cargos de prepago.

La Figura 62 ilustra el flujo de datos de la facturación de prepago usando el servidor de Administración de Facturación.

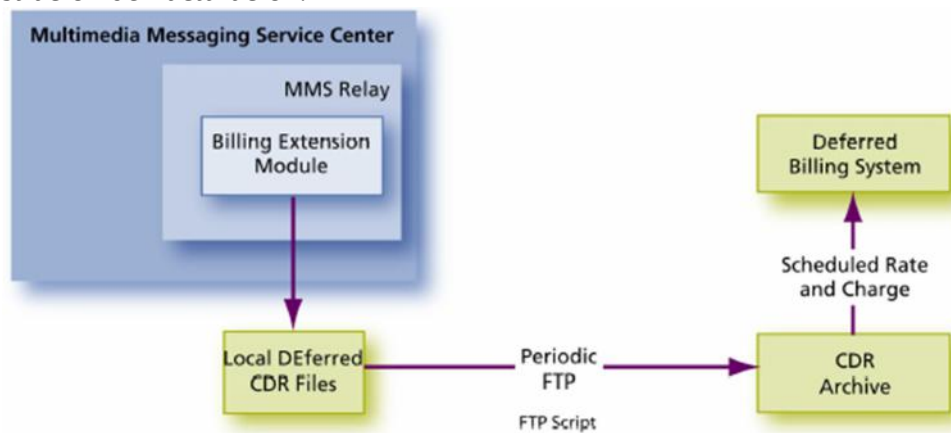


Figura 65. Sistema de facturación de prepago con de Administración de Facturación.

La Figura 63 ilustra un sistema de facturación de prepago con el Servidor de Facturación de Tiempo Real de Openwave.

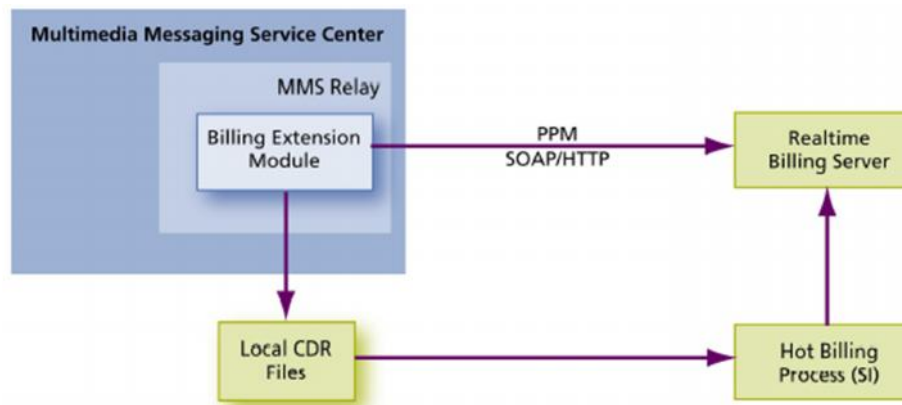


Figura 66. Sistema de facturación de prepago con el Servidor de Facturación de Tiempo Real de Openwave.

Supervisión SNMP.

El MMSC soporta el protocolo SNMP para supervisión de la red, estadísticas del tráfico del sistema y parámetros reportables.

La Figura 64 ilustra el flujo básico desde la red SNMP al centro de datos del MMSC.

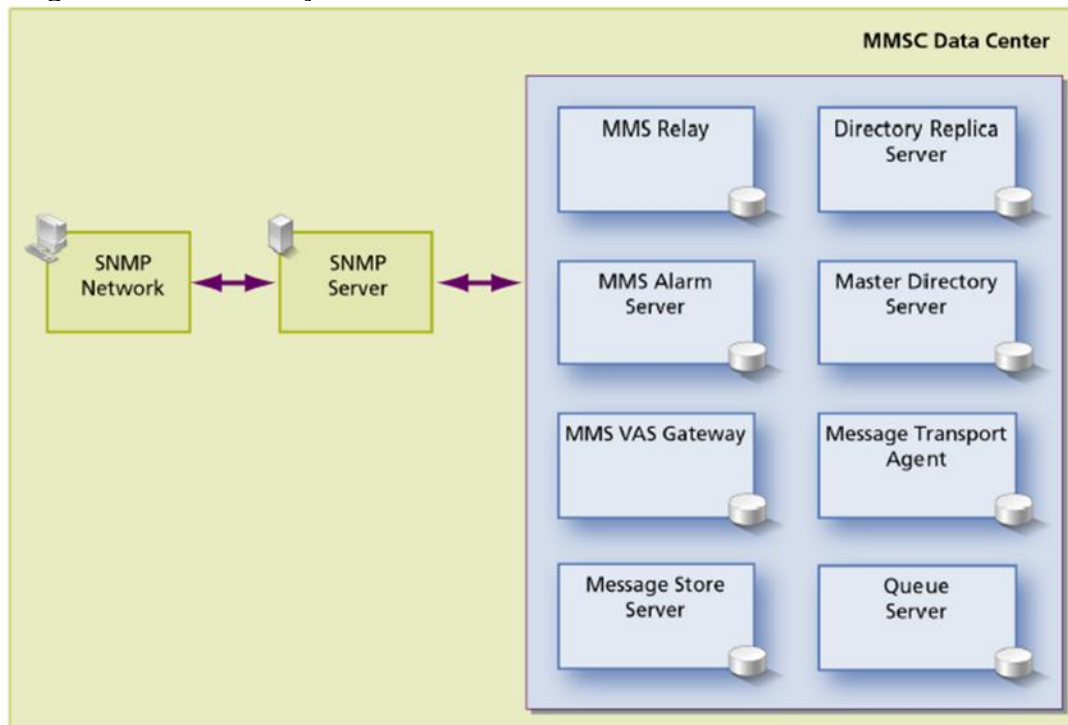


Figura 67. Arquitectura de Supervisión SNMP.

Características Arquitectónicas.

El sistema MMSC maximiza la configuración de red, escalabilidad y aislamiento de problemas. Incluye:

- Habilidad para hospedar múltiples dominios usando componentes compartidos para reducir el costo total de propiedad.
- Una arquitectura de dos capas, altamente escalable y optimizada para alto desempeño.
- Red con balanceo de cargas, tolerancia a fallas y alta disponibilidad.
- Soporte a Directorio LDAP v3 estándar.
- Seguridad de tipo proveedor de servicios, incluyendo TSL (Transport Layer Security) u SSL (Secure Sockets Layer).

Soporte a Hospedaje de Múltiples Proveedores de Servicios.

El MMSC provee la habilidad de que un solo proveedor de servicios hospede dominios múltiples, independientes y compartir los componentes centrales tales como el directorio LDAP y el MSS. Esto permite al proveedor de servicios ofrecer servicios ASP (Applications Service Provider) a varias instalaciones y mantener un bajo costo de propiedad. Los componentes compartidos e independientes se muestran en la Figura 65:

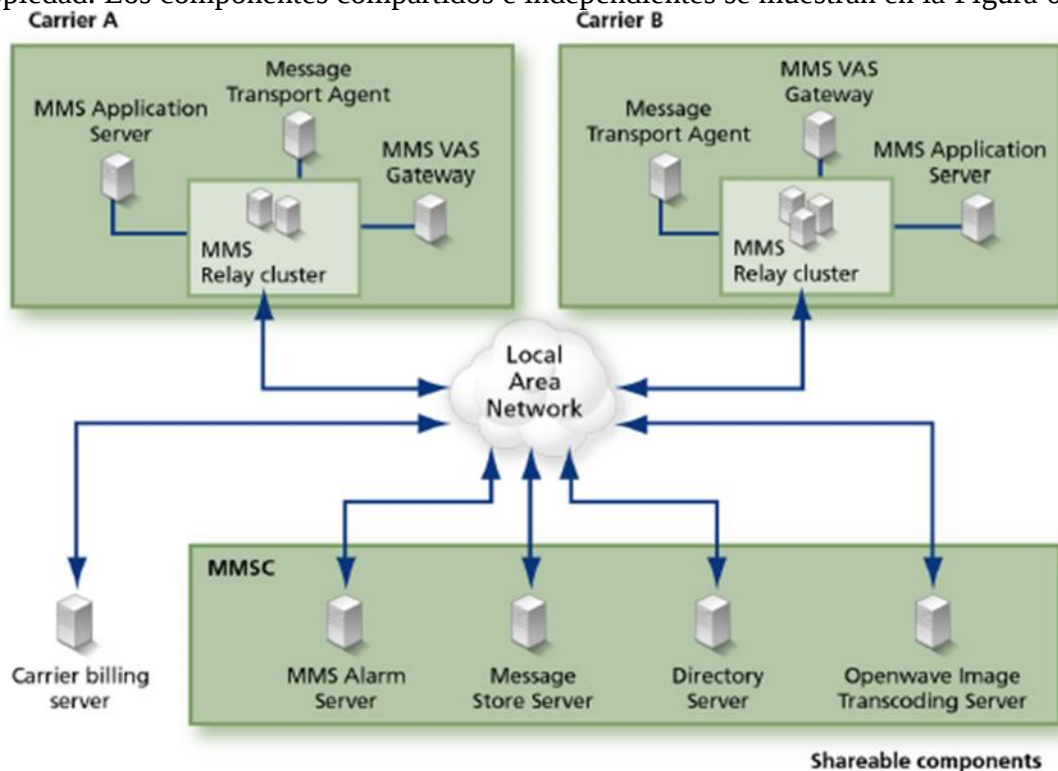


Figura 68. Componentes compartibles en una instalación multi proveedor.

Escalabilidad, Capacidad y Desempeño.

La latencia no es un problema en el sistema MMSC ya que se soportan tanto escalabilidad horizontal como vertical. La red de servidores puede ser escalada en forma independiente al agregar servidores, y los servidores individuales pueden ser escalados agregando recursos (memoria, procesador, etc), a los servidores existentes.

Con la excepción del MSS y el Directorio Maestro, la carga excesiva en cualquiera de los componentes puede ser aliviada agregando otras instancias de esos componentes a la

instalación y redirigiendo algo del tráfico a la nueva instancia. El Directorio Maestro no es susceptible de sufrir una carga excesiva ya que los Directorios Réplica absorben la carga real, y la carga de escritura y actualización de réplicas no es muy posible que lo bloqueen. Si el MSS está llegando al límite de capacidad, los usuarios nuevos pueden ser asignados a un nuevo MSS, y la carga excesiva en los servidores existentes puede ser aliviada agregando capacidad de procesamiento al servidor o migrando, en forma manual, algunos de los usuarios a otro servidor MSS que tenga menos carga.

El número máximo de conexiones simultáneas para almacenar mensajes y acceso está en función de la arquitectura de hardware de cada servidor de mensajería. Al incrementarse la demanda, servidores adicionales pueden ser agregados para soportar la funcionalidad requerida. Se han realizado pruebas de carga simulada para decenas de millones de usuarios. Los sistemas de mensajería de Openwave en producción real manejan hasta 20 millones de suscriptores.

Los servidores MMSC son multithread (múltiples procesamientos concurrentes) para mejorar el desempeño. El Multiprocesamiento permite el manejo que procesos individuales manejen la entrega y recuperación de mensajes en forma simultánea, dando lugar a un alto rendimiento y escalabilidad. También permite al servidor tomar ventaja de varios CPU's en una sola computadora, esto permite un mayor desempeño. El número de hilos que cada proceso puede usar es configurable, permitiendo un ajuste fino del sistema para una mayor eficiencia.

El modelo multithread permite ventajas adicionales:

- Menores recursos consumidos. Ya que cada hilo de ejecución comparte recursos de su proceso padre, una aplicación multithread puede hacer un uso mas eficiente de la memoria, descriptores de archivos y procesos.
- Habilidad para compartir datos entre hilos. Ya que todos los hilos comparten el mismo espacio de direcciones, el almacenaje temporal de recursos costosos tales como LDAP o conexiones de base de datos son fáciles de implementar.
- Mas Escalabilidad. Una arquitectura multithread puede escalar más fácilmente a un número mayor de conexiones ya que el sistema puede tener miles de hilos corriendo en forma concurrente.

Alta Disponibilidad.

Los sistemas críticos del sistema, incluyendo la infraestructura de red, son redundantes o múltiples de una forma redundante. La escalabilidad y tolerancia a fallas se consiguen simplemente agregando más componentes. En estas configuraciones, un solo componente que falla no afecta la disponibilidad total del sistema.

El MTA, que está diseñado para operar como un servidor SMTP sin estados, puede ser puesto en alta disponibilidad sin usar esquemas de falla usando servidores redundantes y una configuración de balanceo de cargas. Si un servidor sin estados falla o necesita ser sacado operación para mantenimiento, los servidores restantes del mismo tipo absorben su carga. Dada la falla de direcciones IP (multihoming) o redirección de paquetes IP

(usando CISCO Local Director o alguna tecnología similar), las sesiones nuevas nunca son dirigidas al servidor que está fuera de servicio.

Los servidores que si están sujetos a estados, tales como el MSS y el Directorio, pueden ser configurados en grupos de falla, donde servidores específicos retoman el proceso para la máquina que ha dejado de funcionar. Los grupos de falla pueden ser configurados de forma simétrica (todos activos) o asimétrica (un servidor de refacción, varios activos). Los servidores en grupos de falla requieren acceso a un arreglo de almacenamiento multiportable de manera que el “superviviente” pueda montar el sistema de archivos del servidor afectado.

Una opción más barata, menos compleja y menos automatizada para el MSS es utilizar un servidor de reserva que se pone en servicio cuando un MSS falla o pierde el arreglo de discos. El servidor de reserva tiene su propio disco y procesa los mensajes en lugar del servidor afectado hasta que se recupera. Cuando los mensajes del almacén de mensajes primario se ha recuperado, el servidor es puesto en producción de nuevo, y los buzones que fueron creados en el servidor de reserva se agregan a los originales recuperados.

Confiabilidad y Recuperación de Desastres.

El MTA encola los mensajes que no pueden ser entregados inmediatamente. El almacenamiento temporal de correo es una forma de asegurarse contra la pérdida de mensajes. En la mayoría de los casos, el sistema continúa el proceso de entrega de mensajes en memoria después de salvarlos temporalmente en disco.

El MTA ya sea que entregue el mensaje que recibe con éxito o lo reenvía al Servidor de Encolamiento para que los almacene temporalmente en lo que el MTA puede entregar el mensaje al MSS. Si el MTA no puede comunicarse con el Servidor de Encolamiento (lo cual raramente ocurre), el MTA puede almacenar el correo directamente en si sistema de archivos, garantizando así que nunca se pierde un mensaje. Si el sistema local de archivos se llena el MTA rechaza el correo y lo regresa al cliente remoto.

Adicionalmente al almacenamiento de mensajes que no son entregables, el Servidor de Encolamiento maneja los mensajes pospuestos y reprocesa todos los mensajes que el sistema ha asegurado. El Servidor de encolamiento pospone los mensajes destinados a destinos locales y remotos por varias fallas.

El sistema registra toda la actividad del Servidor de Encolamiento en bitácoras de actividad, permitiendo la recuperación en caso de falla del hardware. Cada entrada a la bitácora incluye la fecha y hora de la ocurrencia, el tipo de operación (tal como agregar un mensaje), la localidad y nombre del archivo de mensaje, y el contenido completo del mensaje.

En el caso de una falla catastrófica, una estrategia de respaldo puede mantener el nivel requerido de servicio. La estrategia de respaldo incluye la adquisición de hardware redundante y realizar respaldos regulares de software y sistema. Si los respaldos completos son hechos y las bitácoras son actualizadas, los mensajes pueden ser recuperados.

Otra estrategia que puede incrementar la confiabilidad del sistema es el uso de soluciones de alta disponibilidad. Los sistemas usualmente implementan la alta disponibilidad como un mecanismo de fallas que correo como procesos demonios. La alta disponibilidad requiere al menos de una máquina redundante con la configuración y disco duro compartido, idéntico a aquellos que la máquina de producción que se recuperará. Durante la falla, la máquina redundante esencialmente asume la identidad de la máquina de producción que falla. Openwave ha certificado varias herramientas de terceros (Veritas, Sun cluster, IBM HA, entre otras) para ser usadas con la plataforma de mensajería.

Protocolo Ligero de Aplicación de Directorio v3. LDAP V3..

El Directorio de Openwave soporta el LDAP v3. Este es un estándar de Internet para servicios cliente/servidor de directorio. LDAP provee un modelo que administra, referencia, opera y asegura la información del directorio. El Directorio de Openwave tiene un esquema LDAP extensible que puede almacenar cualquier tipo de dato para una aplicación LDAP.

LDAP pone restricciones en los datos del directorio de manera que la información es compatible entre directorios LDAP. Al forzar estas restricciones, LDAP soporta la capacidad de administrar de forma central usuarios, grupos y cuenta desde un solo directorio.

Seguridad.

Las funcionalidades de seguridad LDAP v3 del Directorio de Openwave incluyen desde compendio de autenticación hasta encriptación de contraseñas, TLS para encriptar sesiones completas y certificados de Servidor o cliente para establecer comunicaciones confiables.

EL software de mensajería incorpora SSL en el MTA. Esto permite tanto al cliente como al servidor verificar la autenticación de las transacciones de correo al operar en puertos alternos seguros. SSL opera en capas de bajo nivel TCP y realiza autenticación antes de que cualquier transacción de mensajes ocurra entre el cliente y el servidor. SSL involucra encriptación, permitiendo a los clientes con soporte a SSL acceder a pares especiales de llaves de certificados en el servidor para asegurar las transacciones y prevenir escuchas no autorizadas y autenticación.

Mediante su implementación en el MSS, el software contiene puertos LDAP y RME. Para prevenir que estos puertos sean objeto de ataques de negación de servicio, el sistema tiene varios controles que permite la especificación de IP's privilegiadas o mascarar de red. Si estos controles son usados, solo las IP's especificadas pueden conectarse a los puertos LDAP o RME, creando una protección similar a una línea de fuego (firewall) para estos puertos.

Ejemplos de Hardware requerido para implementar un sistema MMSC.

Tabla 13. Configuración Pequeña: hasta 5 MPS

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Precio de Lista</i>	<i>Precio Total</i>
	<i>MMS Relay Front-end Component + Back-end Server, High Availability Reserve Server (1 server each)</i>		
2	Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 8-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$10,245	\$20,490
	<i>OAMP Access Server</i>		
1	Sun Fire V100 Server, 2x550-MHz UltraSPARC Ili Processor w/ 512-KB L2 Cache Each, 512-MB Memory, 1x40-GB 72 RPM IDE Drive, 2 10/100-Mbps Ethernet Ports, ALOM Remote Manager, Solaris 8	\$1,190	\$1,190
	<i>Storage Array</i>		
1	Sun StorEdge 3310 SCSI Array, 876 GB Storage, 1 RAID Controller w/ 512-MB Cache, 2 LVD Host Connections, 2 AC Power Supplies, 2 Fans, Sun StorEdge Configuration Service Software	\$20,995	\$20,995
	<i>Solution Total</i>		\$42,675

Tabla 14. Configuración Media: hasta 100 MPS

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Precio de lista</i>	<i>Precio Total</i>
<i>Shared Components</i>			
4	<i>Message Store</i> Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 2-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$11,025	\$44,100
2	<i>High Availability Reserve Servers</i> Sun Fire V880 Server, 8x1.05-GHz UltraSPARC III Cu Processor w/ 8-MB L2 Cache Each, 16-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$85,995	\$171,990
5	<i>Transcoding Servers (2 servers), SMTP Servers – MM3 & MM4 (3 servers)</i> Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 2-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$6,495	\$32,475
10	<i>Master Directory (1 server), LDAP Replica Servers (3 servers), Web Album Application Servers (3 servers), HLR Access Servers (2 servers), Log and Backup Server (1 server)</i> Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 4-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$8,240	\$82,400
1	<i>OAM&P Access Server</i> Sun Fire V100 Server, 2x550-MHz UltraSPARC IIIi Processor w/ 512-KB L2 Cache Each, 512-MB Memory, 1x40-GB 72 RPM IDE Drive, 2 10/100-Mbps Ethernet Ports, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$1,190	\$1,190

	<i>Storage</i>	<i>Array</i>		
1	Sun StorEdge SAN Solution 2 Sun StorEdge T3 Disk Arrays, 655-GB 2 Raid Controllers with 1-GB Cache 2 15 Meter Fibre Optic Cables 2 8 Port Fibre Channel Switches VERITAS Volume Manager Software Sun StorEdge Component Manager Software 1 72-inch Expansion Cabinet	\$110,000	\$110,000	
<i>Relay Pools</i>				
8	<i>MM1 Relay Pool, VASP Relay + VASP Gateway Pool, MMS Push Relay Pool, Video MMS Push Relay Pool</i> (2 servers each) Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 4-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$8,240	\$65,920	
<i>Solución Total</i>			\$508,075	

Tabla 15. Configuración Grande: hasta 500 MPS

<i>cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Precio de Lista</i>	<i>Precio Total</i>
<i>Shared Components</i>			
1	Master Directory Sun Fire V480 Server, 4x1.05-GHz UltraSPARC III Cu Processor w/ 8-MB L2 Cache Each, 16-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$42,995	\$42,995
7	Message Store (5 servers), High Availability Reserve Servers (2 servers) Sun Fire V880 Server, 8x1.05-GHz UltraSPARC III Cu Processor w/ 8-MB L2 Cache Each, 16-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$85,995	\$601,965
12	Transcoding Servers (4 servers), SMTP Servers - MM3 & MM4 (8 servers) Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 2-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$6,495	\$77,940
12	VASP Gateway - MM7 (4 servers), Web Album Application Server (5 servers), HLR Access Servers (2 servers), Log and Backup Server (1 server) Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 4-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$8,240	\$98,880
1	OAMP Access Server Sun Fire V100 Server, 2x550-MHz UltraSPARC IIIi Processor w/ 512-KB L2 Cache Each, 512-MB Memory, 1x40-GB 72 RPM IDE Drive, 2 10/100-Mbps Ethernet Ports, ALOM Remote Manager, Solaris 8	\$1,190	\$1,190
1	Storage Array Sun StorEdge SAN Solution 8 Sun StorEdge T3	\$322,800	\$322,800

	Disk Arrays, 2620-GB 8 Raid Controllers with 1-GB Cache 2 15 Meter Fibre Optic Cables 2 8 Port Fibre Channel Switches VERITAS Volume Manager Software Sun StorEdge Component Manager Software 1 72-inch Expansion Cabinet		
	<i>Relay Pools</i>		
15	MM1 Relay Pool (7 servers), VASP Relay Pool (2 servers), MMS Push Relay Pool (3 servers), Video MMS Push Relay Pool (3 servers) Sun Fire V240 Server, 2x1-GHz UltraSPARC IIIi Cu Processor w/ 1-MB L2 Cache Each, 4-GB Memory, 2x36-GB 10000 RPM Ultra 3 SCSI Drives, 4 10/100/1000-Mbps Ethernet Ports, n+1 Power Supply, ALOM Remote Manager, Solaris 8 Pre-Installed	\$8,240	\$123,600
	<i>Solución Total</i>		<i>\$1,269,370</i>

Las 10 tendencias de vanguardia de aplicaciones Móviles

Gartner Inc. Ha identificado lo que cree las aplicaciones móviles más importantes en el futuro inmediato, centrándose en dispositivos de gama alta.

1. **LBS (Location-base services)** La ubicación es uno de los principales facilitadores que prestan servicios a los usuarios en función de su contexto y, Gartner espera que la base total de usuarios de consumo basados en la localización de servicios para llegar a 1.4 millones de usuarios en 2014. Los servicios de localización se esfuerzan por ofrecer características y funcionalidades en sintonía con el contexto del usuario, teniendo en cuenta la ubicación del usuario, preferencias personales, género, edad, profesión, intención y así sucesivamente, ofreciendo así una experiencia de usuario más inteligente de los servicios de localización básicos puede. Los analistas de Gartner creen que el contexto-aware servicios son una tendencia clave para aplicaciones móviles, y la ubicación es un factor clave de eso.
2. **Social Networking** Las redes sociales móviles es la categoría de los consumidores de más rápido crecimiento de aplicaciones móviles de los 19 seguido por Gartner. Plataformas de redes sociales están absorbiendo cantidades crecientes de tráfico de la red. Se están convirtiendo en portales, centros de tránsito y de almacenamiento en la nube para aumentar la cantidad de mensajes y tráfico de correo electrónico, vídeos, fotos, juegos y el comercio. Como la adopción de corriente progresa, los sitios sociales globales se mueven hacia la prestación de servicios en asociación con terceros utilizando APIs abiertas, y es probable que evolucione a un papel como proveedores de infraestructura de actuar como almacenes de datos y proporcionando los datos del usuario y el acceso a la-más-de los consumidores frente a las marcas.
3. **Mobile search** Búsqueda visual suele relacionarse con la búsqueda de productos para permitir comparaciones de precios o para verificar la información del producto. Para traer la búsqueda móvil al siguiente nivel, la aplicación permitirá a los usuarios a tomar acciones basadas en el resultado, como hacer una llamada o una reserva, comprar un billete, hacer un pedido, y así sucesivamente. Gartner aconseja a los proveedores de búsqueda para crear la experiencia de alrededor de móvil para permitir a los usuarios el acceso a los resultados inmediatos y tomar las medidas, habida cuenta de las veces los usuarios tienen a corto tramo. Los vendedores de dispositivos móviles deben asociarse con los proveedores o adquirir prometedoras de búsqueda para integrar la tecnología, preferentemente en la capa de plataforma, para ofrecer una experiencia de usuario diferenciada.
4. **Mobile commerce** Hoy en día, el comercio móvil es más una extensión del comercio electrónico, pero en un formato más pequeño y con una experiencia más eficiente. Sin embargo, durante los próximos 24 meses, Gartner espera que la aparición de las funciones de forma exclusiva móviles, tales como la capacidad de "check in" a una tienda para alertar a un vendedor que usted está allí, o la capacidad para agregar elementos a una cesta de la compra, simplemente tomar una foto de un artículo o código de barras en la tienda física. En el futuro, Gartner espera que más ricas capacidades de comercio móvil para ampliar a partir de aplicaciones nativas para el navegador móvil, como HTML5 comienza a desplegarse, a pesar de que esto ocurra en una etapa muy posterior.
5. **Mobile Payment** Aunque la comunicación de campo cercano (NFC) el pago serán incluidos en teléfonos de gama alta a partir de 2011, Gartner no cree que se convertirá en la corriente principal antes de 2015. Con el fin de lograr que los consumidores a bordo, los proveedores de soluciones de pago necesitan para hacer frente a la facilidad de uso para los usuarios y la facilidad de implementación para los clientes sin

comprometer la seguridad. También es necesario aumentar la sensibilización de los usuarios, extender la cobertura de los servicios y la dirección de la facilidad de uso para atraer a los usuarios finales.

6. **Context-aware service** Aplicaciones sensibles al contexto proporcionar mejores experiencias de usuario mediante el uso de la información acerca de los intereses de una persona, las intenciones, la historia, el medio ambiente, actividades, calendario, prioridades y preferencias, conexiones para anticiparse a sus necesidades y de forma proactiva sirve el contenido más adecuado, producto o servicio. Los operadores móviles, junto con los fabricantes de teléfonos, en caso de prestación de servicios de localización ampliado para incluir, entre otros, los controles de asistencia de directorio, la cartografía, la publicidad y la privacidad.
7. **Object recognition (OR)** Dispositivos de gama alta disponen de un sensor mayor y la capacidad de procesamiento que permiten a las aplicaciones sofisticadas para reconocer el entorno del usuario, incluyendo los objetos específicos de interés. Debido a ello ofrece una herramienta fácil de usar interfaz, más aplicaciones se vienen al mercado con capacidades mejoradas para el año 2012. Los usuarios confían en la cámara, así como otros sensores del dispositivo como herramienta de comunicación o las capacidades que se combinan con las funciones de aplicaciones más tradicionales, dando a los usuarios capacidades de búsqueda avanzada y una gran cantidad de entretenimiento y funcionalidad de la productividad.
8. **Mobile Instant messaging (MIM)** Gartner espera MIM atraer a los consumidores a nuevos tipos de comunicaciones unificadas (UC), proporcionados por los clientes sobre la parte superior los proveedores de servicios (OTT), como Skype. Estos proveedores de servicios están amenazando proveedor de servicios de comunicaciones tradicionales ingresos de voz. Las empresas que considerar la inclusión de MIM en nuevos productos deben considerar la integración con otros tipos de comunicaciones, tales como la localización y presencia, pero tener cuidado con el desarrollo de otras funcionalidades, como la federación de actividad de la red social.
9. **Mobile e-mail** Los teléfonos inteligentes han comenzado a impulsar la adopción generalizada de correo electrónico móvil a través de una serie de mejoras tecnológicas que permiten a bajo costo a las extensiones de móviles existente servicio de correo electrónico. Gartner espera de correo electrónico móvil en todo el mundo los usuarios para aumentar de 354 millones de dólares en 2009 a 713.000.000 en 2014, para dar cuenta de un 10,6 por ciento de la base de usuarios de móvil global. Direcciones de correo electrónico son personales y, potencialmente, muy pegajosa, lo que proporcionará a las compañías, el correo electrónico los proveedores de servicios y reproductores de OTT con una oportunidad para que encaje en los consumidores. Los proveedores de tecnología y el servicio deben considerar la forma en que puede hacer que sea más fácil para los consumidores utilizar sus filiales móviles servicios de correo electrónico como una forma de garantizar la participación a largo plazo con los clientes.
10. **Mobile video** Los teléfonos móviles con pantallas más grandes y las tabletas de los medios de comunicación ofrecen la plataforma ideal para el consumo de vídeo y con la comercialización del cuidado y educación de los consumidores, Gartner cree que las compañías aéreas y proveedores de contenido sería capaz de impulsar el uso de video móvil en los próximos años. Los operadores móviles deben asociarse con YouTube y otros proveedores de video populares, por lo que los usuarios puedan reproducir su comportamiento en Internet en sus teléfonos móviles, mientras que los fabricantes de dispositivos móviles deben integrar las capacidades de alta definición y en 3D en sus dispositivos de gama alta y mirar a empaquetar el contenido, ya sea como pre- cargar o descargar de forma gratuita a través de una tienda de aplicaciones.



Mobile video



Mobile instant messaging (MIM)



Object recognition (OR)



Context-aware service



Mobile payment



Mobile commerce



Mobile search



Social networking



Location-based services (LBS)



Mobile e-mail

Conclusiones.

Como se pudo observar a lo largo de este trabajo las redes inalámbricas están en constante evolución. Existen 3 tecnologías que han emergido como la base del mercado GSM, CDMA e IDEN.

CDMA es la más eficiente desde un punto de vista de aprovechamiento del espectro y GSM es la más popular por lo extendido de sus implementaciones a nivel mundial.

IDEN ha crecido en los mercados empresariales y comienza a prestar servicios de datos en forma eficiente.

Las redes GSM/GPRS evolucionaron a EDGE y UMTS durante los últimos años y ahora a 3G y LTE, lo cual hizo a las redes GSM más susceptibles de ofrecer servicios de datos en forma comercial, el tráfico SMS ha crecido en forma exponencial, los “Smart phones” basados en Android, Apple IOS, Black Berry han generado una demanda impresionante de aplicaciones, la consolidación prácticamente mató a Symbian y Windows del mercado móvil, y los desarrolladores se han movido rápidamente del desarrollo tradicional a aplicativos propietarios de cada una de estas plataforma. El desarrollo de aplicaciones basadas en la WEB es también un área de crecimiento exponencial, y los dispositivos móviles, con sus limitaciones de tamaño, crean un reto especial para el diseño apropiado de las mismas.

Las redes CDMA que son mucho más eficientes ofrecen 1xRTT de forma directa; sin embargo en el mundo CDMA la disponibilidad de teléfonos variados y baratos no es la misma que en GSM, esto ha provocado que las redes CDMA prácticamente hayan desaparecido con excepciones notables como la de Verizon en los USA o Iusacell en México

Sin embargo WCDMA y LTE es la ruta a la que confluyen ambas redes, los servicios de alta velocidad a través de telefonía inalámbrica son cada vez más palpables y reales.

La conclusión de esta tesis es que los servicios de datos inalámbricos son una realidad y un éxito comercial que ha dado lugar a nuevos productos, servicios y retos interesantes para los ingenieros en computación, electrónica, comunicaciones y sistemas; retos en los que la principal característica debe ser la flexibilidad de moverse de una tecnología a otra, aprender y re aprender técnicas y mantener un continuo aprendizaje de las mismas.

Bibliografía.

GPRS and 3G Wireless Applications
Christoffer Andersson.
John Wiley and Sons Inc.
ISBN:0-471-41405-0

<http://www.cdg.org/technology/3g/migration.asp>

http://www.cdg.org/tech/a_ross/CDMARevolution.asp

http://www.cdg.org/3GPavilion/Detailed_Info/3G_fact_sheet.pdf

http://www.cdg.org/tech/a_ross/DefAtoF.asp#anchor887396

http://www.cdg.org/tech/a_ross/CDMARevolution.asp

<http://www.gsmworld.com/news/statistics/substats.shtml>

<http://www.trillium.com>

<http://www.cdg.org>

<http://www.3gpp.org/>

WAP WML
WAP-191-WML
19 February 2000

www.openwave.com

2001, Wireless Application Protocol Forum, Ltd.
WAP-250-PushArchOverview-20010703-a,
Version 03-Jul-2001

IETF.
RFC2616.
<http://www.ietf.org/rfc>

Wireless Application Protocol Forum, Ltd.
Version 29-Apr-2001
Wireless Application Protocol
WAP-247-PAP-20010429-a

The Value of Wap Push.
Openwave Systems. www.openwave.com.

Wireless Application Protocol WAP 2.0
Technical White Paper. 2002
www.wapforum.org

www.synclm.org

Wireless Village. The Mobile IMPS Initiative.
System Architecture Model V1.1.
WV Tracking Number: WV-020
http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wv/wv_architecture_v1.1.pdf

<http://java.sun.com/products/midp/index.jsp>

IETF
RFC 1869 y RFC 1870
<http://www.ietf.org/rfc>

IETF
RFC 2633
<http://www.ietf.org/rfc>

IETF
RFC 2916: "E.164 number and DNS"
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>

Voice Over IP Fundamentals.
Davidson Jonathan.
Cisco Press.
p.173
ISBN1-57870-168-6

WAP UAProf. Version 20-Oct-2001
Wireless Application Protocol.
WAP-248-UAPROF-2001 1020-a
WAP Forum.

Apéndice A. PCM.

Aunque la comunicación analógica es ideal para la comunicación humana, no es robusta ni eficiente para recuperarse del ruido en las líneas de transmisión. En las primeras redes telefónicas cuando una transmisión pasaba por los amplificadores para fortalecerla, no solo la voz se amplificaba sino también el ruido. Esto resultaba en conexiones, muchas veces, inutilizables.

Es mucho más sencillo que muestras digitales, que se resumen a unos y ceros, sean limpiadas del ruido de la línea. Así, cuando las señales analógicas son regeneradas como muestras digitales, un sonido limpio se conserva. Cuando fue obvia la ventaja de la representación digital los sistemas telefónicos migraron a la codificación por pulsos (PCM)

PCM convierte el sonido analógico a digital al muestrear el sonido analógico 8000 veces por segundo y convirtiendo cada uno en un código numérico. El teorema de Nyquist establece que si se muestrea una señal a un rango del doble de la frecuencia más alta de la señal de interés, se puede reconstruir dicha señal a su forma analógica.

El proceso PCM es como sigue:

- Las formas de onda analógicas pasan por un filtro a frecuencia de la voz para filtrar cualquier señal por encima de los 4000Hz. Estas frecuencias son filtradas a 4000Hz para reducir la cantidad de ruido, eco y pérdidas en la red de voz. Utilizando el teorema de Nyquist se debe muestrear a una frecuencia de 8000 muestras por segundo para obtener una buena calidad en la transmisión de la voz.
- La señal se muestrea a 8000 veces por segundo.
- Después de que la forma de onda es muestreada se convierte a una forma de onda digital discreta. Esta muestra es representada por un código que indica la amplitud de la forma de onda en el momento en que la muestra fue tomada. La forma telefónica de PCM utiliza ocho bits para el código y un método de compresión logarítmico que asigna más bits a las señales de amplitud más baja.

Si se multiplican las palabras de 8 bits por 8000 veces por segundo se obtienen 64,000 bits por segundo. La base para la infraestructura telefónica es de 64,000 bps (64Kbps)

Existen dos variaciones básicas de PCM de 64Kbps que se utilizan comúnmente: μ -law (ley μ), utilizada en los EEUU. Y la a-law (ley a) estándar en Europa. Son ligeramente distintas, la μ -law tiene una ligera ventaja en cuanto a las señales de baja intensidad y el rango de señal a ruido.

(Cuando se hace una llamada de larga distancia entre países que manejan μ -law y a-law, cualquier país que utilice μ -law es responsable de convertir a a-law).

Otro método de compresión utilizado frecuentemente es el *adaptive differential pulse code modulation* (ADPCM). Una instancia común de ADPCM es ITU-T G.726, el cual codifica utilizando muestras de 4 bits, dando un rango de transmisión de 32Kbps. A diferencia de PCM, 4 bits no codifican directamente la amplitud de la voz, pero codifican

las diferencias en amplitud así como el rango de cambio de esa amplitud, utilizando predicción lineal rudimentaria.

PCM y ADPCM son ejemplos de codecs de forma de onda. Nuevas técnicas han sido desarrolladas en los últimos 10 a 15 años que explotan el conocimiento de las fuentes características de la generación de voz. Estas técnicas emplean procedimientos de procesamiento de señales que comprimen la voz al enviar solo la información paramétrica simplificada de la excitación de voz original y el perfil de voz, requiriendo menos ancho de banda para transmitir esa información.

Estas técnicas pueden ser agrupadas juntas como codecs fuente e incluyen variaciones tales como codificación predictiva lineal (LPC), compresión de predicción lineal de excitación de código (CELP) y Cuantificación multinivel, multipulso (MP-MLQ).

Todos los codecs pueden ser utilizados para reducir los requerimientos de banda ancha para voz, pero no para datos. Esto es porque todos ellos utilizan compresión de pérdida (lossy compression), lo que significa que es imposible recuperar la onda de sonido original. El oído humano no percibe muchos sonidos. Los algoritmos lossy, tales como MP3, emplean un método llamado codificación psicoacústica, la cual trata de calcular cuales bits pueden ser descartados con seguridad basándose la percepción humana.

Esto no aplica a datos de computadora, ya que ellas notan todo, inclusive un solo bit fuera de lugar puede hacer que falle un programa. Los datos requieren compresión sin-pérdida, la cual utiliza algoritmos matemáticos para buscar patrones repetidos. Quien navega la Internet está familiarizado con esto gracias a dos formatos de archivo que se utilizan para gráficos. Los archivos GIF utilizan compresión sin pérdidas y son ideales para gráficos, dibujos o fotografías conteniendo texto. Los archivos JPG utilizan algoritmo de pérdidas que son más adecuados para fotografías.

Pero inclusive sin compresión, el rango de datos que puede ser enviado en un sistema celular es frecuentemente ligeramente superior al del sistema codec que se usa; por ejemplo mientras el codec GSM requiere de 13kbps, 14.4kbps pueden ser usados para datos. La razón es que los datos son más tolerantes que la voz a las variaciones en el tiempo que los paquetes usen para llegar a su destino (jitter).

Tabla 16. Tipos de Codecs más comunes en telefonía.

Codec	
G.711	Describe la codificación de 64Kbps PCM. Se utiliza en la red telefónica estándar y en PBX (conmutadores)
G.726	Describe la codificación ADPCM a 40,32, 24 y 16Kbps.
G.728	Describe la codificación CELP de 16Kbps de bajo retraso
G.729	Describe la codificación CELP que permite la codificación de voz a 8Kbps; dos variaciones de este estándar difieren mucho en la complejidad computacional, ambas en general proveen calidad de voz tan buena como la de ADPCM de 32Kbps
G.723.1	Describe técnicas de compresión que pueden ser utilizadas para comprimir voz u otros componentes de señales de audio o servicios multimedia de bajo flujo de bits, como parte de el estándar H.324.
Compact Disc	Música Stereo. 1411 Kbps
MP3	Música sobre IP. 16-192Kbps
GSM 06.10	Telefonía Móvil. 13kbps
IS-54	Telefonía Móvil.
DoD	2.4kbps. Aplicaciones militares

Apéndice B. Sistema de Señalización 7.

El sistema de señalización 7 (SS7 o S7 en Europa) es un estándar de señalización de canal común desarrollado a fines de los años 70's por la ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunications Standardization Sector), conocido originalmente como el Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (CCITT). SS7 se deriva del SS6 desarrollado a finales de los años 60's, y que fue la primera generación de sistemas de señalización de canal común. SS7 fue diseñado inicialmente para aplicaciones telefónicas de control de llamadas. Las aplicaciones SS7 se han expandido ampliamente y las funcionalidades actuales incluyen consultas a bases de datos, transacciones, operaciones de red y operaciones ISDN.

SS7 es utilizado para desempeñar la señalización fuera de banda en la PSTN (Public Switched Telephone Network) Red Telefónica Pública Conmutada. La señalización 7 soporta a la PSTN al manejar el establecimiento de llamadas, intercambio de información, enrutamiento, operaciones, facturación y soporte a los servicios de Red Inteligente (IN).

El objetivo de la SS7 era proveer de un estándar mundial de señalización de redes de telefonía. Esto no ocurrió, y muchas variantes nacionales fueron desarrolladas, como los estándares ANSI (American National Standards Institute) y el Bell Communications Research (Bellcore) utilizados en los EEUU así como el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) utilizado en Europa.

Arquitectura de la red SS7.

La red SS7 es utilizada para conmutar mensajes con información de inicio (set up), administrar y liberar llamadas telefónicas, así como mantener la red de señalización. Los nodos de la red SS7 son equipados con funcionalidad y características SS7 para convertirse en puntos de señalización o elementos. SS7 es una red de señalización de canal común, en ella toda la información de señalización es llevada en un plano de señalización común.. Los planos de señalización y los planos de circuitos de voz están separados lógicamente.

Las redes SS7 estan formadas por tres elementos de señalización, Puntos de Servicio de Conmutación (SSP. Service Switching Points), Puntos de Transferencia de Señal (STP. Signal Transfer Point) y Puntos de Control de Servicios (SCP. Service Control Point), y varios tipos de ligas como se ilustra en la figura siguiente:

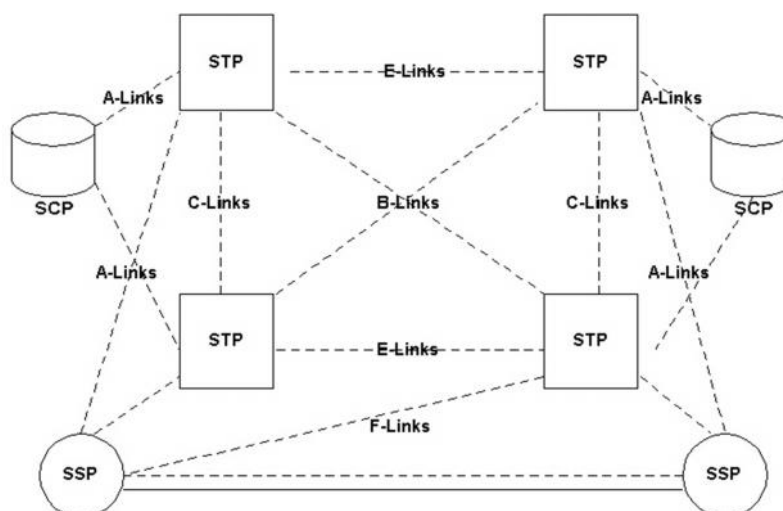


Figura 69. Arquitectura de red SS7.

Elementos de Señalización.

Los Elementos de señalización, a los que también se conoce como puntos de señalización (SP), puntos terminales, intercambios, switches o nodos, separan la red de voz de la red de señalización. Todos los puntos de señalización se identifican por un código de punto (point code). Cada mensaje de señalización contiene la dirección de código de punto origen y destino. Los elementos de señalización utilizan tablas de ruteo para dirigir los mensajes por la ruta adecuada.

Los elementos de señalización dirigen los mensajes de señalización y proveen a acceso a la red SS7 y a las bases de datos.

La siguiente figura muestra los tres tipos de elementos de señalización de la red SS7:

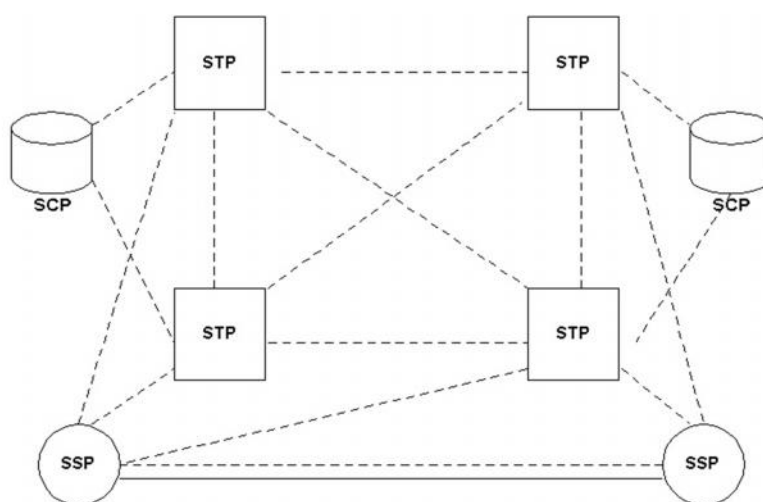


Figura 70. Elementos/Terminales de señalización.

- SSP. Son oficinas terminales o switches tandem que conectan circuitos de voz y desempeñan las funciones necesarias de señalización para originar y terminar llamadas.
- STP. Controla la dirección de los mensajes de señalización SS7.
- SCP. Provee acceso a las bases de datos de información adicional de rutas usadas en el procesamiento de las llamadas. También es un elemento clave para entregar aplicaciones IN (Red Inteligente) en la red de telefonía.

SSP.

Los SSP's son switches que están equipados con capacidades SS7. Oficinas terminales SSP originan y terminan llamadas, los switches de la red central proveen llamadas tandem o de tránsito. El SSP provee mensajes de señalización basados en circuitos a otro SSP con el propósito de conectar, desconectar y administrar las llamadas de voz. Mensajes no basados en circuitos se utilizan para consultar las bases de datos cuando el número marcado es insuficiente para completar la llamada.

Las oficinas terminales SSP se conectan directamente a los suscriptores en sus interfaces. Los protocolos usados pueden variar de analógico a digital y pueden basarse en Prime Rate Interfaces (PRIs) ISDN o en channel-associated switching (CAS). La oficina terminal está a cargo de traducir los protocolos de solicitudes en mensajes SS7 para establecer las llamadas.

El SSP utiliza el número marcado para completar la llamada, a menos, por ejemplo, que se trate de un número 800,888, 900 o un número portátil local de intercambio. En el último caso, una consulta es enviada al SCP solicitando la información de ruta (número) necesario para completar la llamada.

Los siguientes pasos ayudan a explicar las funciones que el SSP utiliza para completar una llamada.

1. El SSP utiliza el número llamado desde el punto de llamada o número de enrutamiento de la consulta a la base de datos para iniciar los mensajes de señalización de conexión de circuito.
2. Después el SSP utiliza la tabla de rutas para determinar el grupo troncal y circuito requerido para conectar la llamada.
3. En este punto, un mensaje de establecimiento es enviado al SSP destino solicitando una conexión en el circuito especificado por el SSP origen.
4. El SSP destino responde con una confirmación garantizando los permisos para conectarse a la troncal especificada y proceder a conectar la llamada a su destino final.

STP.

Son parte integral de la arquitectura SS7 al proveer acceso a la red. Los STP's dirigen o conmutan todos los mensajes de señalización en la red basándose en la información de rutas y direcciones de puntos de código contenidas en el mensaje.

El STP provee la conexión lógica entre SSP's sin requerir ligas directas SSP a SSP. Los STP's son configurados por pares y se aparean para proveer redundancia y una alta

disponibilidad. Estos STP's apareados desempeñan funciones idénticas y son considerados el STP local para el SSP o SCP directamente conectados. El SCP también es capaz de proveer de translación de títulos globales.

Mensajes basados en circuitos se crean en el SSP. Luego, son empacados en paquetes SS7 y enviados desde el SSP. Usualmente contienen solicitudes de conexión o desconexión de llamada. Estos paquetes son reenviados al SSP destino donde la llamada es terminada. Este es el trabajo del STP en la red, dirigir tal paquete a su destino.

Mensajes no basados en circuitos originados desde el SSP son consultas a la base de datos solicitando información adicional requerida para completar las llamadas. Estos paquetes son reenviados al SCP destino y son dirigidos al subsistema de bases de datos apropiado. El SCP es la interfase a la base de datos que provee el número de ruta requerido para completar la llamada.

El SCP también mide el tráfico y uso. Las mediciones de tráfico proveen estadísticas tales como eventos de red y tipos de mensajes y las mediciones de uso proveen estadísticas de acceso y número de mensajes por tipo de mensaje.

Traducción de Títulos Globales.

Adicionalmente a proveer enrutamiento básico de paquetes SS7, los STP's son capaces de desempeñar servicios de gateway tales como traducción de títulos globales. Esta función es utilizada para centralizar el SCP y la selección de bases de datos contra distribuir todas los destinos posible elegidos a cientos o miles de conmutadores distribuidos. Si el SSP desconoce las direcciones destino SCO, puede enviar una consulta a su STP local y después realizar una traducción global de títulos y redirigir los destinos de la consulta de base de datos al SCP apropiado.

La Traducción Global de Títulos centraliza la selección de la base de datos correcta al habilitar las consultas para ser dirigidas directamente al STP. Así, los SSP's no tienen la sobrecarga de mantener toda dirección de base de datos destino potencial. El término translación global de títulos es tomada del término Título de Dígitos Globales, la cual es otra manera de llamar a los números marcados.

El STP ve los dígitos globales marcados y a través de su propia tabla de traducción para resolver lo siguiente:

- La dirección de código de punto del SCP apropiado para la base de datos.
- El número de subsistema de la base de datos.

El STP puede también proveer una translación intermedia de títulos globales al usar su tabla de traducción para encontrar otro STP. El STP intermedio dirige el mensaje al otro STP para desempeñar la traducción final de títulos globales.

SCP.

El SCP provee la interfase a la base de datos donde información adicional de rutas es almacenada para mensajes no basados en circuitos. Los SCP's proveedores de servicios no alojan la información requerida, sin embargo, proveen la interfase a la base de datos

del sistema. La interfase entre el SCP y el sistema de bases de datos es desempeñada por un protocolo estándar, como puede ser X.25. El SCP provee la conversión entre SS7 y el protocolo elegido. Si el protocolo seleccionado no es el protocolo de la base de datos el SCP sigue siendo capaz de proveer la funcionalidad por medio del uso de primitivas.

La Base de datos almacena información relacionada con su aplicación y es etiquetada con un número de subsistema, el cual es único para cada base de datos. El número de subsistema es conocido como a nivel de SSP; la consulta originada en la PSTN contiene dicho identificador. El número de subsistema identifica la base de datos donde la información está almacenada y es utilizado por el SCP para responder a la petición.

Ligas de Señalización.

Los mensajes SS7 son intercambiados entre los elementos de red por medio de canales bidireccionales de 56 o 64Kbps llamados Ligas de Señalización (Signaling Links). La señalización se realiza fuera de banda en canales dedicados a diferencia de los canales de voz en banda. Comparada con la señalización en banda, la señalización fuera de banda provee las siguientes ventajas:

- Tiempos de inicio de llamada más cortos (comparado con la señalización en banda utilizando señalización por tono multifrecuencia)
- Más eficiente uso de los circuitos de voz.
- Soporte a Red Inteligente
- Mejor control sobre uso fraudulento de la red.

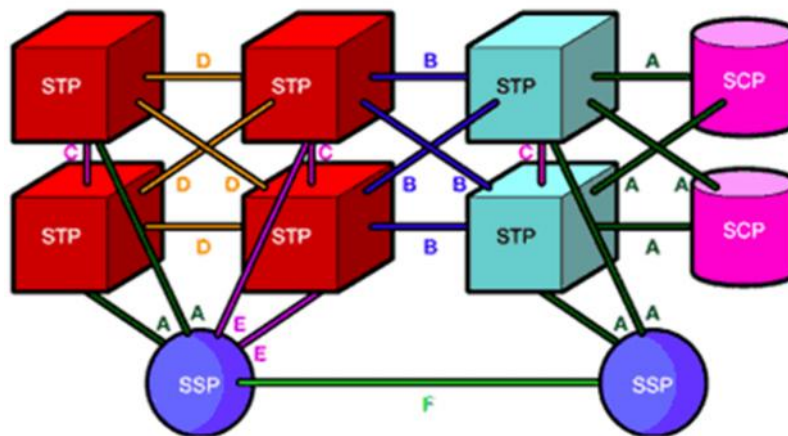


Figura 71. Ligas de Señalización.

Las ligas de señalización están organizadas lógicamente por tipo de liga (de la “A” a la “F”) de acuerdo a su uso en la red SS7.

Tabla 17. Ligas de Señalización

Liga A.	Una liga (Acceso) A conecta un punto terminal de señalización (por ejemplo un SCO o SSP) a un STP. Solo mensajes originados desde o destinados al punto terminal de señalización viajan por una liga A.
Liga B.	Una liga (Puente) B conecta un STP a otro STP. Típicamente un cuarteto de ligas B interconectan STP's primarios (por ejemplo el STP de una red al STP de otra red). La distinción entre una liga B y una liga D es más bien arbitraria. Por esta razón tales ligas pueden ser llamadas ligas B/D.
Ligas C.	Una liga (Cruce) C conecta STP's desempeñando funciones idénticas apareados. Una liga C es usada solo cuando un STP no tiene otra ruta disponible al punto de señalización destino a causa de una falla o fallas. Hay que notar que los SPC's pueden ser instalados en pares para mejorar la confiabilidad; a diferencia de los STP's, los SCP's apareados no están interconectados con ligas de señalización.
Ligas D.	Una liga (Diagonal) D conecta un par STP secundario (por ejemplo local o regional) a uno primario en una configuración de ligas cuádruples. STP's secundarios dentro de una misma red están interconectados vía ligas cuádruples D.
Ligas E.	Una liga (Extendida) E conecta un SSP con un STP alternativo. Las ligas E proveen rutas de señalización si un STP de un SSP hospedado no puede ser alcanzado vía una liga A. Las ligas E no son usualmente instaladas a menos que el beneficio de un marginal grado de confiabilidad justifique el gasto.
Ligas F.	Una liga (Completamente Asociada-Fully Associated) F conecta dos puntos terminales de señalización. (por ejemplo SSP's y SCP's). Las ligas F no son frecuentemente en redes con STP's. En redes sin STP's, las ligas F conectan directamente los puntos de señalización.

El Protocolo SS7.

Las funciones de hardware y software del protocolo SS7 se dividen en abstracciones funcionales llamadas niveles y pueden mapearse más o menos con el modelo de 7 capas de OSI (Open Systems Interconnect) definido por la Organización Internacional de Estándares (ISO).

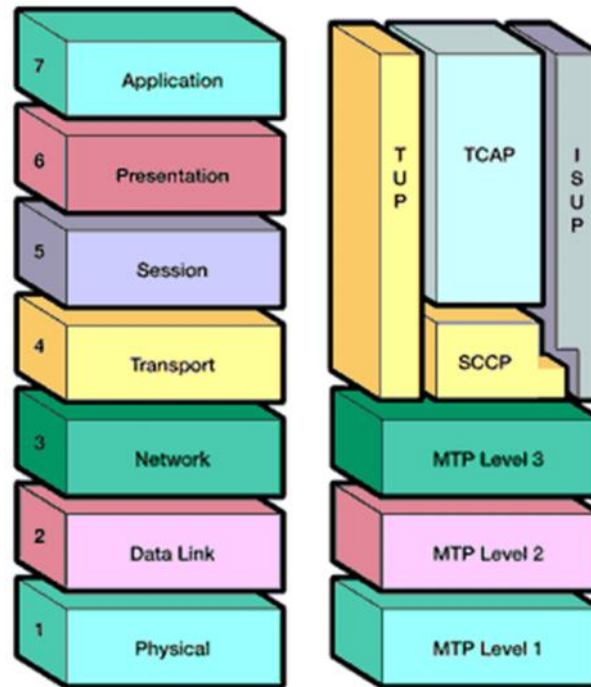


Figura 72. Capas del Protocolo SS7 vs el Modelo OSI.

Parte de Transferencia de Mensaje.

Se divide en tres niveles:

1. El más bajo nivel, **Nivel MTP 1**, es el equivalente a la capa física del modelo OSI. El Nivel MTP 1 define las características físicas, eléctricas y funcionales de la liga digital de señalización. Interfases físicas definidas incluyen E1 (2048Kb/s; 32 canales a 64kb/s), DS1 (1544kb/s; 24 canales de 64Kb/s), V.35(64kb/s), DS0(64Kb/s) y DS0A (56Kb/s)
2. El **Nivel MTP 2** asegura una precisa transmisión punta a punta de un mensaje a través de la liga de señalización. El nivel 2 implementa control de flujo, validación de secuencia de mensaje y verificación de errores. Cuando un error ocurre en una liga de señalización, el mensaje (o conjunto de mensajes) es retransmitido. El nivel MTP 2 es equivalente a la capa de datos del modelo OSI.
3. El Nivel MTP 3 provee enrutamiento de mensaje entre puntos de señalización en la red SS7. El nivel MTP 3 dirige el tráfico desde ligas con falla, puntos de señalización y controla el tráfico cuando ocurren congestiones. El nivel MTP 3 equivale a la capa de red del modelo OSI.

Parte ISDN (ISUP).

Define el protocolo usado para iniciar, administrar y liberar circuitos troncales que llevan voz y datos entre intercambios de líneas terminales (por ejemplo un punto que llama y un punto al que se llama). ISUP es utilizado por ambos tipos de llamadas ISDN y no ISDN. Sin embargo, llamadas que originan y terminan en el mismo switch no utilizan señalización ISUP.

Parte de Usuario Telefónico (TUP).

En algunas partes del mundo (por ejemplo China o Brasil), la TUP es usada básicamente para soportar el inicio de llamadas básico y terminación. La TUP maneja los circuitos analógicos nada más. En muchos países el ISUP ha sustituido a la TUP para la administración de llamadas.

Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP).

La SCCP provee capacidad para servicios de red orientados a conexión, orientados a no-conexión y traducción de títulos globales (GTT) por encima del nivel MTP 3. Un título global es una dirección (por ejemplo un número 800, el número de una tarjeta de llamada, o el número de identificación de un teléfono móvil) el cual es traducido por la SCCP en un código de punto destino y número de subsistema. Un número de subsistema solo identifica una aplicación en el punto de señalización destino. El SCCP es usado como la capa de transporte para los servicios basados en la TCAP.

Parte de Capacidad de Aplicaciones de Transacciones (TCAP).

La TCAP soporta el intercambio de datos relacionados con no-circuitos entre aplicaciones a través de la red SS7 utilizando los servicios orientados a no-conexión de la SCCP. Consultas y respuestas enviadas entre SSP's y SCP's son llevadas en mensajes TCAP. Por ejemplo, un SSP envía una consulta TCAP para determinar el número de ruta asociado con un número 800/888 marcado y para verificar el número personal de identificación (PIN) de la tarjeta de llamada del usuario. En redes móviles (IS-41 y GSM), TCAP lleva los mensajes de la Mobile Application Part (MAP) enviados entre switches móviles y bases de datos para soportar la autenticación de usuarios, identificación de equipo y roaming.

Parte de Operaciones, Administración y Mantenimiento (OAMP) y ASE.

OAMP y ASE son áreas a definir en el futuro. Actualmente, los servicios OAMP pueden ser usados para verificar las bases de datos de rutas de la red y diagnosticar problemas de ligas.

Apéndice C. Cómo se calcula la eficiencia espectral.

Cada sistema divide sus frecuencias en canales relativamente anchos FDMA (Frequency División Múltiple Access), los cuales son compartidos entre el número de llamadas. La cantidad de espectro utilizada por cada llamada es:

$$EspectroXllamada = \frac{AnchoDeBandaDelCanal}{LlamadasXcanal}$$

Esto es verdad para un solo transmisor, pero los sistemas reales celulares no permiten que cada frecuencia sea utilizada en cada celda. Excepto en CDMA, las celdas colindantes no pueden utilizar la misma frecuencia, así que la ecuación queda:

$$EspectroXllamada = \frac{AnchoDeBandaDelCanal}{LlamadasXcanal} (CeldasXCanal)$$

Esta es la medida tradicional para la eficiencia espectral. Se aplica solo a llamadas de voz y no toma en cuenta el tipo de codec utilizado. GSM y cdmaOne usan codecs de más alto rango de bits que los otros sistemas, resultando en una mejor calidad de voz, lo cual en parte explica porque requieren de más kHz.

En la era de los datos móviles, debe ser más apropiado dividir por la capacidad disponible si las llamadas de voz se sustituyen con datos. Esto mide el número de ciclos de onda necesarios para transmitir cada bit.

$$HertzXbit/s = \frac{AnchoDeBandaDelCanal \times CeldasXCanal}{LlamadasXcanal \times VelocidadDeDatos}$$

El resultado de este cálculo es el que se muestra en las tablas de **Eficiencia espectral en tecnologías PCS**. Las tecnologías GSM y cdmaOne incluyen algoritmos de corrección de errores que no existen en D-AMPS(TDMA) y PDC.

Apéndice D. Envío WAP. Consulta de Capacidades del Cliente (Client Capabilities Query).

Esta operación permita al iniciador de envío (PI), consultar al PPG las capacidades de un dispositivo específico. La respuesta en un documento multiparte/relación que contiene la respuesta-ccq en un documento XML, y una segunda entidad que contiene las capacidades del dispositivo en RDF tal como lo define el estándar del Agente del Perfil de Usuario (UAPROF). EL PPG puede realizar transformaciones y adaptaciones del contenido entregado de acuerdo a las capacidades reportadas. Por ejemplo, si el cliente soporta contenido de tipo JPG pero no GIF podría convertir el archivo GIF a JPG. Las capacidades reportadas pueden ser la combinación de las del PPG y el cliente y pueden ser derivada a partir de las capacidades de sesión o tomadas de un servidor CC/PP.

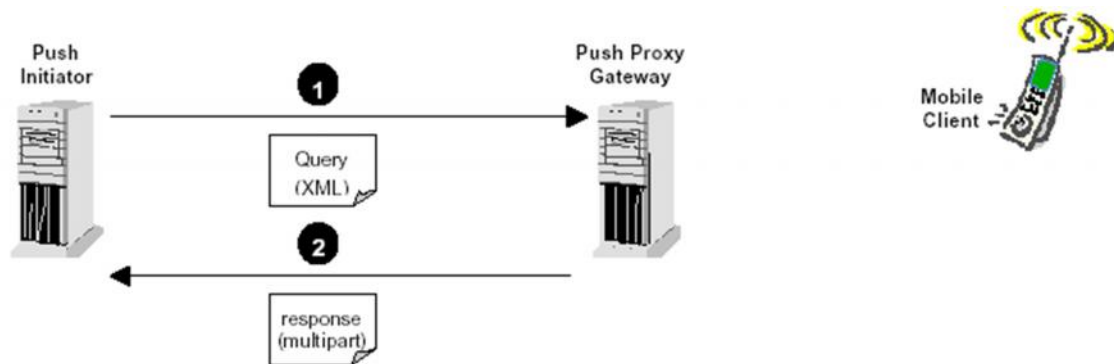


Figura 73. Operación de Consulta de Capacidades del Cliente.

El mensaje de consulta es un documento XML que especifica las capacidades deseables del cliente.

El soporte para esta operación es opcional en el PPG.

Apéndice E. Agente de Perfil de Usuarios. UAPROF.

Con la evolución de los dispositivos móviles que soportan WAP, la idea de que los dispositivos son homogéneos dejó de ser válida. Es de esperar que los dispositivos tengan soporte a un rango divergente de capacidades de entrada y salida, conectividad a redes y niveles de soporte a lenguajes. Los usuarios tienen opciones de configuración de acuerdo a sus preferencias particulares que no pueden ser almacenadas en un servidor para ser consideradas. Como resultado de esta heterogeneidad y la habilidad limitada de los usuarios para coincidir en las preferencias de presentación en un servidor, los clientes pueden recibir contenido que no sea desplegado, que no cumpla con las expectativas del usuario o que tome demasiado para ser transmitido desde la red al dispositivo cliente.

La especificación del Agente de Perfil de Usuarios. UAPROF. Extiende WAP 2.0 para permitir el flujo de punta a punta de un perfil de usuario, también llamado Información de Capacidades y Preferencias (CPI), entre el cliente WAPm los puntos de red intermedios y el servidor original. Se busca su inter operabilidad con el nuevo estándar CC/PP de

distribución en Internet. Se utiliza el modelo CC/PP para definir una estructura base robusta y extensible para describir y transmitir el CPI del cliente, usuario y red que procesará el contenido almacenado en una respuesta WSP/HTTP. La especificación define un conjunto de componentes y atributos que un dispositivo WAP pueden integrar en el CPI. Este CPI puede incluir, pero no está limitado a ello, características de hardware (tamaño de pantalla, capacidad de colores, capacidades de imágenes, fabricante, etc), características del software (sistema operativo, fabricante, versión, lista de codificadores de audio, etc.), preferencias de usuario y de aplicaciones (tipo de navegador, versión de lenguaje de etiquetas soportado etc.), características WAP (librerías WML, versión de WAP, tamaño del mazo WML) y características de red (características de las portadoras, tales como latencia, etc.). Esta especificación busca minimizar el consumo de ancho de banda al utilizar codificación binaria del CPI y al soportar una transmisión eficiente y de copias temporales (caching) en WSP de manera que se permita una fácil operación con HTTP.

Los clientes WAP se conectan a un servidor origen utilizando las capas WAP o un Perfil Inalámbrico HTTP. Los clientes WSP pueden conectarse a los servidores usando un gateway WAP, o directamente al servidor origen que provee soporte para este protocolo. Los clientes W-HTTP se pueden conectar a un servidor origen directamente.

La especificación provee la definición de entrega punta a punta, y del procesamiento información de capacidades compuestas del dispositivo. La información es recolectada en el dispositivo cliente, opcionalmente contiene información adicional provista para solicitudes particulares y combinadas con otra información disponible de la red y la pone a disposición del servidor origen. En la Internet, esta especificación asume el uso de CC/PP, HTTP y opcionalmente el Protocolo de Intercambio CC/PP sobre HTTP (CCPPex) y HTTP 1.1 con la Estructura Extendida HTTP.

Un cliente puede conectarse al servidor origen como se describe en la especificación de la arquitectura WAP, los nodos involucrados se muestran en la siguiente figura. Notese que el protocolo utilizado para obtener la información almacenada en el repositorio de perfiles no se define en la especificación³⁷.

³⁷ WAP UAProf. Version 20-Oct-2001
Wireless Application Protocol.
WAP-248-UAPROF-2001 1020-a
WAP Forum.

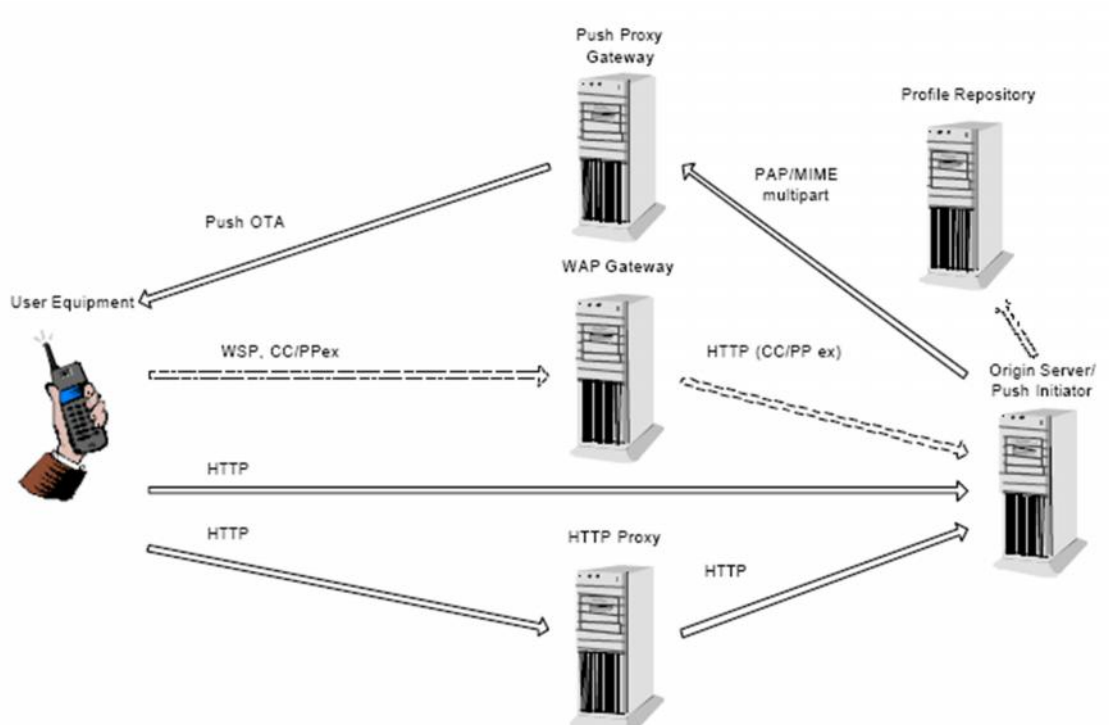


Figura 74. Arquitectura UAPROF

Al abrir una sesión WSP con un gateway WAP, el cliente que soporta al UAPProf envía la información de su perfil utilizando encabezados de Perfil y Perfiles-Diff usando la solicitud **Connect** de WSP. Los valores de estos encabezados se construyen al codificar el CPI utilizando codificación WBXML. Al recibir el perfil, un gateway WAP que soporte UAPProf responde con un encabezado de Aviso de Perfil (Profile-Warning) con un valor de 100 ("OK"). Este encabezado avisa al cliente que el CPI está siendo almacenado por el gateway WAP y que será utilizable mientras la sesión exista. El dispositivo cliente puede actualizar el CPI en cualquier momento mientras la sesión exista.

Si el cliente no recibe el encabezado de Aviso de Perfil "OK" en respuesta al Connect WSP, asume que el gateway no soporta esta especificación UAPProf y el CPI no puede ser almacenado por el gateway WAP.

Apéndice F. Redes IP.

Evolución de las redes Abiertas.

Indiscutiblemente TCP/IP (menos conocido como el Protocolo de control de transmisión /protocolo de Internet), es el protocolo de comunicación más exitoso jamás desarrollado. Esto se evidencia al ver la Internet, la red abierta más grande de todos los tiempos. La Internet fue específicamente diseñada para facilitar la investigación orientada a la defensa, y permitir al gobierno de los EE.UU. Continuar con la comunicación a pesar de los efectos devastadores de un ataque nuclear, que dejara inservibles algunas partes de la red, y pudiera continuar funcionando, que tuviera la capacidad de manejar errores en las rutas de datos y habría algún otro mecanismo para asegurar que la información llegara a su destino usando alguna otra ruta alterna.

Hoy en día, la Internet, ha crecido orientada hacia el comercio y los consumidores. A pesar de este cambio radical en el propósito inicial, todas sus cualidades originales (esto es: abierta, confiable, tolerante a fallas) continúan siendo esenciales, en estos atributos se incluye confiabilidad en el envío de datos y en la habilidad de automáticamente detectar y evitar descomposturas en la red. Sin embargo, es más importante que, TCP/IP es un protocolo de comunicaciones abierto, es decir que la comunicación es posible entre cualquier combinación de dispositivos, sin importar que tan diferentes puedan ser.

Las redes originalmente, tenían soluciones de conectividad propietarias, que eran parte integral de una sola solución de equipos de cómputo. Compañías que automatizaran su procesamiento de datos, contabilidad, tendría que contratar a un solo proveedor para tener una solución llevadera.

En este entorno de un solo proveedor propietario, las aplicaciones se ejecutaban únicamente en ambientes soportados por un solo sistema operativo. El sistema operativo podía ejecutarse solo con la seguridad de que los equipos fueran del mismo proveedor, igualmente los equipos terminales y la conectividad hacia la computadora eran parte de la misma solución integral del proveedor

Durante el reinado del proveedor único, y sus soluciones integrales, el Departamento de Defensa (DoD) de los EE.UU. identificó la necesidad de una red de comunicaciones robusta y confiable, que pudiera interconectarse a todas sus computadoras, también a las computadoras de las organizaciones que quisieran adherirse, tales como universidades, especialistas, contratistas. La idea no parecía muy buena. En los inicios de las computadoras, fabricantes desarrollaron una estrecha integración en las plataformas de hardware, software, y redes, de tal forma que compartir información con usuarios de diferentes plataformas era muy difícil, ya que los fabricantes querían tener un mercado cautivo.

En consecuencia existía la necesidad de comunicar plataformas de redes diferentes, lo que llevó a la creación del primer protocolo de comunicación abierta en el mundo: el protocolo de Internet (IP).

Una red abierta, por lo tanto, es una red que permite compartir comunicación y recursos, entre diferentes computadoras. La apertura se logró a través de la colaboración en el desarrollo y mantenimiento de las especificaciones técnicas. Estas especificaciones, también conocidas como estándares abiertos, son públicas y disponibles para todo el mundo.

Capas en el proceso de comunicación.

La clave para facilitar las comunicaciones abiertas, reside en el entendimiento de todas las funciones que son necesarias para que dos sistemas se comuniquen y compartan datos. Identificando esas funciones esenciales y estableciendo el orden en el que deben ocurrir, tenemos los fundamentos de las comunicaciones abiertas. Dos sistemas terminales pueden comunicarse únicamente si ambos están de acuerdo en cómo comunicarse, es decir que ambos deben seguir el mismo procedimiento para tomar los datos de una aplicación y empaquetarlos para transmitirlos a través de la red. Ningún detalle, por pequeño que parezca, puede ser dejado a la suerte.

Afortunadamente existe una secuencia, más o menos lógica, de eventos que es necesaria para una sesión de comunicaciones. La secuencia mínima se presenta a continuación:

- Los datos deben ser pasados desde su aplicación hacia un proceso de comunicación (conocido como protocolo)
- El protocolo de comunicación debe preparar los datos de la aplicación para ser transmitidos a través de algún tipo de red. Esto normalmente significa que los datos deben ser divididos en piezas que se puedan manejar mejor.
- Los segmentos de datos deben tener una estructura de datos para pasar a través de la red hacia un dispositivo o dispositivos específicos, Esto significa que los datos deben ser encapsulados en algo que contenga la información y que permita a cualquier dispositivo en la red de computadoras, identificar de donde viene ese encapsulado de datos, y hacia dónde se dirige.
- Estas tramas o paquetes deben ser convertidos en bits para ser transmitidos. Estos bits pueden ser transmitidos como pulsos de luz en una red de fibra óptica, (como FDDI), o como estados electrónicos (prendido, apagado) para transmisión en una red electrónica (como una red Ethernet), o cualquier red que transmita datos de manera eléctrica en forma alámbrica o inalámbrica.

En el destino, o máquina receptora, el proceso es inverso.

Otras funciones, también pueden ser necesarias durante la sesión de comunicaciones. Estas funciones habilitan a las máquinas origen y destino a coordinar esfuerzos y asegurar que los datos llegarán exitosamente. Estas funciones incluyen:

- Regular el flujo de la transmisión de datos de manera que la máquina que recibe y / o la red no se saturen.

- Verificar matemáticamente los datos recibidos para asegurar que no fueron dañados durante el tránsito.
- Coordinar la retransmisión de los datos que no llegaron o llegaron dañados.
- Finalmente, el receptor de los datos debe reorganizar los segmentos en una forma que la aplicación que los reciba los pueda reconocer. Es decir debe dejar los datos exactamente igual que como estaban cuando fueron enviados, haciendo parecer que las aplicaciones pasan la información directamente entre ellas. Esto se conoce como adyacencia lógica.

El modelo de referencia OSI

La Organización Mundial para la Estandarización (ISO:International Organization for Standardization), desarrolló el modelo de referencia para el Sistema Abierto de Interconexión (OSI:Open Systems Interconnection), para facilitar la interconexión abierta entre sistemas computacionales. Un sistema abierto de interconexión es aquel que es soportado por en un ambiente multiplataforma. El modelo establece el estándar global para definir las funciones de las capas requeridas para un sistema abierto de comunicaciones entre computadoras.

Cabe mencionar que el modelo OSI no ha sido implementado más que en muy pocos productos, se ha convertido más en un modelo de referencia que en uno operativo.

Este modelo clasifica los diversos tipos de procedimientos que son necesarios en una sesión de comunicaciones en siete capas funcionales distintas, las capas están organizadas basándose en la secuencia natural que ocurre durante una sesión de comunicación.

Capa Física

Es la capa más baja, es responsable de la transmisión del flujo de bits, ésta acepta paquetes de datos de la Capa 2 (capa de Enlace) y transmite su estructura y contenido de forma serial, un bit cada vez. La capa Física también es responsable de la recepción de los flujos de datos entrantes, uno a uno a la vez. Este flujo es pasado a la capa de Enlace para su re-empaquetado. Solo se preocupa por las características físicas, eléctricas y/u ópticas de las técnicas de señalización, el tipo de medio y las características de impedancia, incluso la forma física del conector usado en la terminal del medio. Un error común es considerar que la Capa 1 incluye tanto la generación como la transmisión de las señales de comunicaciones de datos. No es así. Es un modelo funcional únicamente. La Capa Física se limita a los procesos y mecanismos necesarios para establecer señales en el medio de transmisión y recibir señales de dicho medio. Su frontera es el conector que une el medio de transmisión. No incluye al medio (el medio puede ser un cable, fibra óptica o el aire).

Capa de Enlace.

Es responsable de la transmisión y recepción, así como de proveer y validar la transmisión de datos de inicio a fin. En el lado de transmisión, la capa de enlace es responsable de las instrucciones del empaquetado de los datos y en convertirlos en tramas (frames). Una trama es una estructura exclusiva de la capa de enlace que contiene suficiente información para asegurar que los datos pueden ser enviados exitosamente a través de una red de área local a su destino. De tal manera que la trama tiene un mecanismo para verificar la integridad de su contenido a la entrega

Dos cosas deben de suceder para garantizar que la entrega ocurra.

El nodo origen debe recibir una retroalimentación de que cada trama fue recibida intacta por el nodo destino.

El nodo destino, antes de mandar la notificación de recepción de la trama, debe verificar la integridad del contenido.

La capa de enlace es responsable de detectar y corregir cualquier error en las tramas que ocurra durante su tránsito.

La Capa de Enlace es también responsable de reensamblar los flujos binarios, que se reciben de la Capa Física, en tramas. La estructura y contenido de una son transmitidos y la Capa de Enlace, más que reensamblarlo, lo que hace es mantener en memoria temporal (buffer) los bits que llegan hasta completar una trama.

Las capas 1 y 2 son necesarias para todos los tipos de comunicaciones, sin importar que tipo de red sea: LAN o WAN.

Capa de Red

Se encarga de la selección de rutas que serán usadas entre la computadora origen y destino. Ésta capa carece de cualquier mecanismo de detección y corrección de errores, en consecuencia está forzada a confiar en los servicios de transmisión punto a punto de la capa de enlace.

La capa de red es usada para establecer comunicación con computadoras que están más allá del segmento de red LAN, esto lo puede hacer porque tiene su propia arquitectura de direccionamiento, la cual está separada y es diferente del mecanismo de direccionamiento de la capa 2. tales protocolos son conocidos como protocolos de ruteo. Los protocolos de ruteo incluyen a IP.

La capa de red se usa solamente cuando la computadora reside en un segmento de red diferente que está separado por un ruteador o si la aplicación de comunicaciones requiere de algún servicio, característica o capacidad de alguna de las dos, la Capa de Red o la de Transporte.

Capa de Transporte

Proporciona un servicio similar al de la capa de enlace. Ésta, es responsable de la integridad de la información desde el punto inicial al final. No obstante, a diferencia de la capa de enlace, la capa de transporte es capaz de proporcionar esta función más allá del segmento de área local (LAN). Puede detectar paquetes que son descartados por los ruteadores y automáticamente generar una solicitud de retransmisión.

Otra función importante es reagrupar un paquete que llegue en desorden, antes de pasarlo a la capa de sesión. Esto puede ocurrir por varias razones. Por ejemplo, los paquetes pueden tomar rutas distintas a través de la red, o algunos pueden ser dañados en tránsito.

En cualquier caso la Capa de Transporte es capaz de identificar la secuencia de paquetes y debe ponerlos en la secuencia adecuada antes de pasarlos a la capa de sesión.

Capa de Sesión.

La función de esta capa es la de dirigir el flujo de comunicación durante la conexión entre dos computadoras. Este flujo de comunicación es llamado sesión. Determina cuándo la comunicación puede ser uni o bi-direccional. También se asegura que una solicitud sea completada antes de que una nueva sea aceptada.

Capa de Presentación.

Maneja la forma en la que los datos se codifican, es responsable de proveer la traducción entre dos esquemas incompatibles de datos codificados, que de otra manera no se entenderían. Como el código ASCII y el EBCDIC. También puede usarse para intervenir en formatos de punto flotante, así como proveer de servicios de codificación y decodificación.

Capa de Aplicación.

Esta capa no incluye aplicaciones del usuario. Provee la interfase entre esas aplicaciones y los servicios de red.

Esta capa puede ser vista como la razón para iniciar una sesión de comunicaciones, por ejemplo, un cliente de correo puede generar una solicitud para recuperar sus nuevos mensajes del servidor de correo. Esta aplicación del usuario automáticamente genera una solicitud a los protocolos de la capa 7 generando una sesión de comunicación para traer esos archivos.

Uso del Modelo.

Este modelo se usa de la siguiente manera, la orientación vertical de la pila (stack) es un reconocimiento del flujo funcional de los procesos y datos, Cada capa tiene una interfase hacia sus capas a adyacentes. De manera que para comunicar dos sistemas debes de pasar datos, instrucciones, direcciones, continuamente entre las capas. Las diferencias entre el flujo lógico de las comunicaciones y el flujo de real de la sesión se ilustra en la siguiente figura.

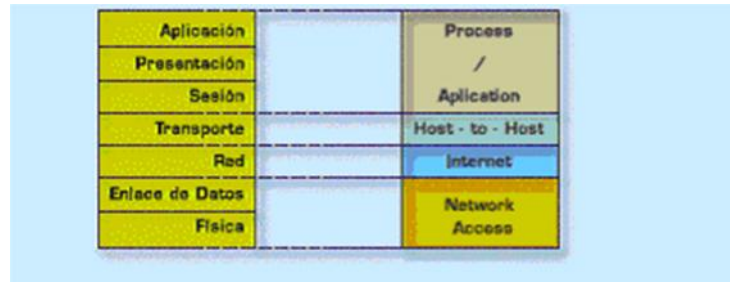


Figura 76. Modelo OSI vs TCP/IP

La principal diferencia entre los formatos de las capas de OSI y TCP/IP es que la capa de transporte no garantiza la entrega en todas las ocasiones. TCP/IP ofrece el protocolo de datagrama del usuario (UDP), un protocolo más simple en donde todas las capas en la pila de TCP/IP desempeñan tareas o aplicaciones específicas.

Capa de Aplicación

Aplicaciones estándares disponibles para el usuario:

FTP, TELNET, CORREO ELECTRONICO, NFS, WWW, DNS, etc.

Capa de Transporte.

La capa de transporte consiste de: Protocolo de datagrama del usuario (UDP) y protocolo de control de transmisión (TCP), donde envía paquetes sin casi ninguna verificación. y el último de ellos provee garantía en la entrega.

Capa de Red.

Está formada por los siguientes protocolos: protocolo de control de mensajes de Internet (ICMP), protocolo de Internet (IP), Protocolo de la Dirección de Grupos en Internet (IGMP), RIP, (OSPF: Open Shortest Path First), y exterior (EGP: Gateway Protocol) para la selección de rutas para los paquetes.

Capa de Enlace

Lo conforman los siguientes protocolos de resolución de direcciones: (ARP) Protocolo que transforma direcciones físicas de Internet a direcciones IP (RARP: Reverse address resolution), los cuales manejan la transmisión de paquetes.

Direccionamiento IP

Existen muchos protocolos, cada uno de ellos tiene diferentes esquemas de direccionamiento.

El direccionamiento por capas es normalmente jerárquico. El direccionamiento yace en la capa 3 del modelo OSI. Esto permite que se le asigne a un grupo de computadoras direcciones lógicas similares. El direccionamiento lógico es similar a determinar la dirección de una persona viendo su país, estado, código postal, ciudad y calle.

Los ruteadores reenvían el tráfico basándose en las direcciones de red de capa 3. El direccionamiento IP soporta 5 clases de redes. Los bits de izquierda a derecha indican la clase de red como sigue:

- Clase A. Redes cuya intención principal es para uso en redes grandes ya que proveen solo 7 bits para el campo de dirección de red.
- Clase B. Reserva 14 bits para el campo de red y 16 bits para el campo de dirección de host. Esta clase de red ofrece un buen balance entre el espacio de direcciones de red y hosts.
- Clase C. Reservan 21 bits para el espacio de direcciones de red. Ello provee solo 8 bits para el espacio de direcciones de host, de esta manera el número de hosts por red puede ser un factor limitante.
- Clase D. Se reservan para grupos de multicast, como se describe formalmente en el RFC 1112. En las direcciones de clase D, los cuatro bits de más alto orden se fijan a 1,1,1 y 0.
- Clase E. Están definidas en el direccionamiento IP pero están reservadas para uso futuro. En la Clase E, los cuatro bits de más alto orden se fijan a 1 y el quinto es siempre 0.

Clase	Rango
A	1.0.0.0 a 127.255.255.255
B	128.0.0.0 a 191.255.255.255
C	192.0.0.0 a 223.255.255.255
D	224.0.0.0 a 239.255.255.255
E	240.0.0.0 a 247.255.255.255

Las clases D y E son reservadas por la Inter NIC

Figura 77. Rangos de Direccionamiento IP

Las direcciones IP se escriben en formato con notación decimal separada con puntos, por ejemplo 121.10.3.116.

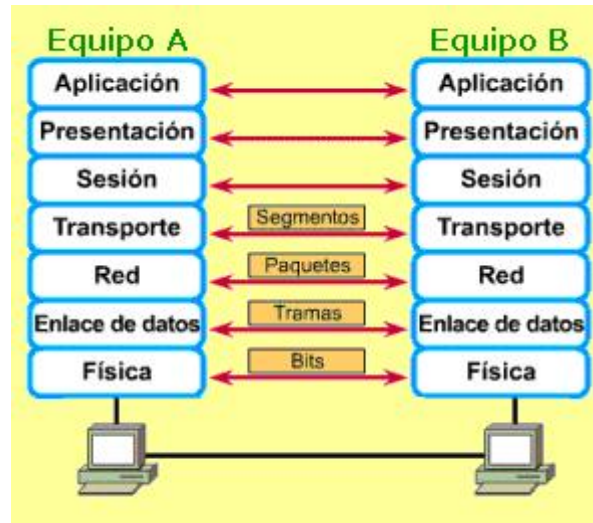


Figura 75. Modelo OSI. Comunicación entre capas.

A pesar de que las comunicaciones fluyen verticalmente a través de la pila (stack), cada capa es capaz de detectar y comunicarse directamente con su contraparte en la computadora remota. Para crear esta adyacencia lógica en las capas, cada capa del protocolo de la máquina emisora, agrega un encabezado, éste puede ser reconocido y usado por las contrapartes en otras máquinas. El protocolo de equipo receptor remueve el encabezado de cada capa, una a la vez, y es así como los datos suben hacia su aplicación.

Modelo OSI vs. Modelo TCP/IP

A diferencia del modelo de referencia OSI, el Modelo de TCP/IP se enfoca más en proveer ínter conectividad, que estrictamente a apegarse a las funciones operativas de las capas. Esto lo hace así al reconocer la importancia de la distribución jerárquica de las funciones, dejando una gran flexibilidad en el diseño y la implementación de los protocolos.

La flexibilidad del modelo de referencia de TCP/IP se muestra en la siguiente figura. Comparándolo con el modelo de referencia OSI, TCP/IP tiene 4 capas.

- Aplicación
- Transporte
- Red
- Enlace

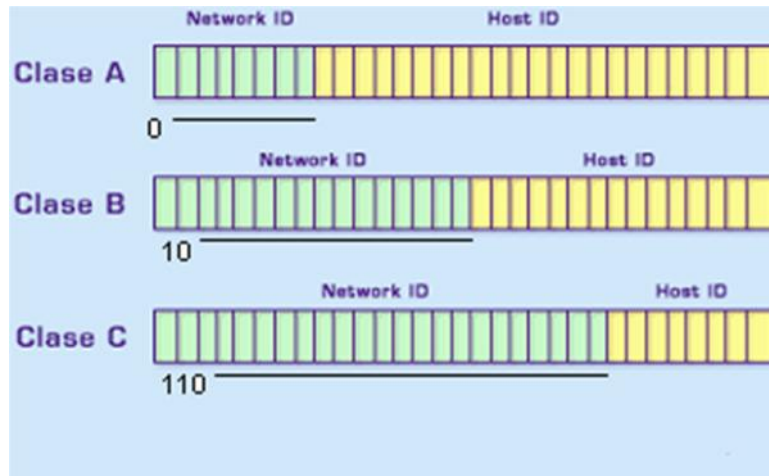


Figura 78. Redes Clase A, B y C.

También se pueden dividir las redes IP en unidades más pequeñas llamadas subredes. Las subredes proveen flexibilidad adicional para la administración de la red. Asumamos, por ejemplo, que una red recibe una dirección de clase B, y todos los nodos en la red cumplen con direccionamiento de clase B. Asumamos que la representación decimal de esta red es 128.10.0.0 (todos los ceros en el campo de host especifican que es la dirección de red).

En lugar de cambiar todas las direcciones a un número de red más básico, el administrador puede subdividir la red creando subredes. Esto se realiza al “tomar prestados” bits de la porción de direcciones host y utilizarlas como campos de subred.

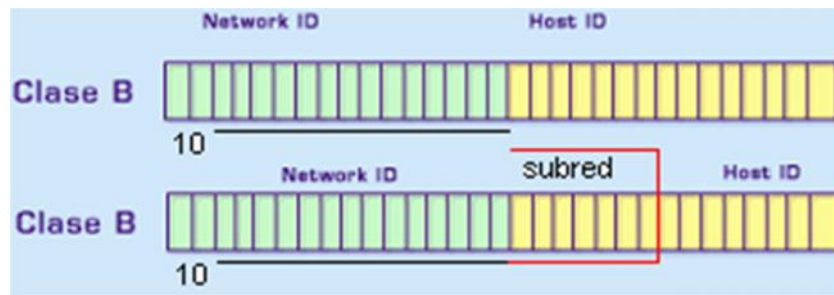


Figura 79. Subred de Clase B

Las subredes se indican por medio de una mascarilla de red que permite hacer un OR lógico bit a bit para obtener la subred.

Por ejemplo.

		Prefijo de red	Numero de Subred	Numero de Hots
Dirección IP	130.5.5.25	10000010.00000101.	00000101.	00011001
Mascara de subred	255.255.255.0	11111111.11111111.	11111111.	00000000

De esta manera tendremos 130.5.5.25 y 100000010.00000101.00000101 como valor de la subred representada con una máscara de subred de 24 bits. Este valor se llama prefijo de red.

La longitud del prefijo es igual al número total de bits contiguos en la máscara de subred. Esto significa que al especificar la dirección 130.5.5.25 con una máscara de subred 255.255.255.0 puede representarse también como 130.5.5.25/24.

Al crear un plan de direccionamiento se requiere un diseño cuidadoso que debe tener en cuenta:

1. Número total de subredes requiere la organización el día de hoy.
2. Número total de subredes requeridas por la organización a futuro.
3. Cuantos hosts existen en la subred más grande actualmente.
4. Cuantos hosts existirán en el futuro en la red más grande.

Por ejemplo si una organización necesita 9 subredes, 2^3 (u 8) no proveerá suficiente espacio de direccionamiento de subredes, así que el administrador requerirá redondear a 2^4 (o 16). Al realizar estas consideraciones el administrador siempre deberá tener en cuenta dejar espacio suficiente para crecer en el futuro. Por ejemplo si el día de hoy se requiere 14 subredes, entonces 16 no es un buen número ya que al requerirse la subred 17 no se contará con espacio de direcciones suficiente. Se debe considerar que al aumentar un bit del espacio de direcciones, se aumenta el número de subredes pero se disminuye el número de hosts que la subred puede acomodar.

El siguiente paso es asegurarse de que existen suficientes direcciones para los hosts en la subred más grande. Si la red mas grande requiere soportar 50 hosts el día de hoy, 2^5 (o 32) no será suficiente, así que se requerirá crecer a 2^6 (64).

El paso final será asegurarse de que el espacio de direcciones disponible para la empresa provee suficientes bits para cumplir con el plan de direccionamiento de subredes planeado. Por ejemplo si la organización tiene un solo /16 (16 bits de subred), podría fácilmente utilizar 4 bits para el numero de subred y 6 bits para el numero de host. De modo que si la organización tiene varios /24s y necesita instalar 9 subredes, puede que requiera hacer subredes de cada uno de sus /24s en cuatro subredes (utilizando 2 bits) y combinando las subredes en tres números de redes /24. Una alternativa sería el utilizar números de red internos privados (ver el RFC-1918) y utilizar Traducción de Direcciones de Redes (NAT. Network Address Translator) para proveer acceso a la Internet.