



***Título: Estudio de plataformas de servicios IMS sobre sistemas celulares.***

*Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.*

***Autores: Maelis De Los Angeles Izaguirre Anderson  
Yasel Alejandro Pantoja Durán***

***Tutor: Ing. Serguei Guerra Fernández.***

*Ciudad de la Habana, junio del 2009.*

*“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”*

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Dirección de la Facultad 2 perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas; así como a dicho centro para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 2008.

---

Maelis De Los Angeles Izaguirre Anderson

---

Yasel Alejandro Pantoja Durán

---

Ing. Serguei Guerra Fernández.

## DEDICATORIA

Para las personas más importantes de mi vida; las que siempre han confiado en mí, mi madre: Iliana Anderson, mi hermana Damiana Izaguirre y mi pequeño Pedro Enrique.

*Maelis De Los Angeles Izaguirre Anderson.*

Quiero dedicarles el fruto de este trabajo a dos personas que siempre han confiado en mí y me han inculcado desde la cuna ser una mejor persona cada día. A ellos que nada de lo que pueda hacer va a compensar todo lo que han hecho por mí. A los que me han apoyado y han sido la razón de mis logros y esfuerzos. Beatriz Avadecia Durán Tamayo y Emeterio Oscar Pantoja Reyes, mis queridos padres. Abuelito Neno, no pude estar para cuando dijiste adiós a este mundo, pero quiero que sepas donde quiera que estés, que te quise mucho y que este resultado es para ti también. Abuelita Juana, este sueño quiero compartirlo con usted, que me ha aconsejado y guiado por el camino correcto.

*Yasel Alejandro Pantoja Durán.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecerle la culminación de este trabajo a mis padres: en especial a mi mamita bella. A ustedes muchas gracias por inculcarme siempre el amor por el estudio y a dar un poco más de mi cada día.

A mi hermana del alma, Damiana: por darme fuerzas en todo momento y hacerme sentir que siempre se puede llegar más lejos, sólo tienes que proponértelo, no darte por vencida.

A mi hermanita Karenia: por toda su ayuda incondicional, apoyo y cariño a lo largo de toda mi carrera. Gracias por ser la mejor de las amigas.

A mi tutor Serguei: por toda la ayuda que nos brindó para la realización de este trabajo. Pero en especial gracias por su amistad.

A mi compañero de tesis: por todo su empeño para lograr un buen resultado para este trabajo.

A todos mis amigos, en especial: a Mauricio, a Norbelis. A todas las personas que compartieron mi vida a lo largo de mi larga carrera, a mis compañeras de cuarto.

A la profesora Maura: por confiar en mí y hacerme saber que con sacrificio, abnegación y estudio, todo se puede lograr, incluso cuando piensas que todo está perdido.

A Raúl por darme su comprensión, su cariño, dedicación, en mis momentos de alegría y de tristeza, gracias por siempre estar a mi lado.

A mi novio Jorge Carlos; gracias por tu cariño, tu dulzura, tu comprensión y por regalarme tanta FELICIDAD.

*Maelis De Los Angeles Izaguirre Anderson.*

Quisiera agradecerles el resultado de esta investigación a mis queridos padres que me han brindado todo su amor y cariño, a toda mi familia que siempre confió en mí, a mis amigos que de una forma u otra han sido parte de mí, ellos que siempre han estado cuando los he necesitado. A mi tutor que le di varios dolores de cabeza. A mi compañera de tesis que fue de mucha ayuda y es parte de este logro. También agradecerle al Dctor René Yañez, que es un caudal de conocimiento en cuanto a las Telecomunicaciones. Agradecer a la Revolución por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta Universidad. A mis profesores de la UCI y de enseñanzas anteriores, que contribuyeron a mi formación profesional. En general, agradecerles a todos los que de una forma u otra, ayudaron a que este sueño se hiciera realidad.

*Yasel Alejandro Pantoja Durán.*

## **RESUMEN**

El presente trabajo es el resultado del análisis detallado del funcionamiento de los Subsistemas Multimedia IP (IMS). Los servicios IMS representan una vía que facilita la convergencia entre los diferentes tipos de servicios como: voz, datos, multimedia, los cuales son de gran atracción para los usuarios y tienen la posibilidad del uso de los mismos.

Este documento recoge los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación. Se presentan las principales características de la tecnología IMS. Además, se realiza el estudio de los sistemas móviles como parte de una propuesta para implantar plataformas con servicios IMS en nuestro país. Esta investigación contribuirá a obtener una imagen de las ventajas que traería implantar las plataformas IMS en Cuba, permitiendo mejorar las prestaciones de servicios de las empresas GKT y La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA (ETECSA), garantizando a diferentes proveedores la posibilidad de distribuir nuevos y novedosos servicios multimedia.

### **Palabras claves:**

IMS, Sistemas celulares, Servicios.

## ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                          | <b>14</b> |
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....                            | <b>18</b> |
| 1.1. Introducción.....                             | 18        |
| 1.2. Conceptos vinculados al campo de acción ..... | 18        |
| 1.2.1. CDMA .....                                  | 18        |
| 1.2.2. TDMA .....                                  | 19        |
| 1.2.3. FDMA .....                                  | 19        |
| 1.2.4. OFDM .....                                  | 19        |
| 1.2.5. NGN.....                                    | 20        |
| 1.2.5.1. Modelo de Capas de NGN .....              | 20        |
| 1.3. Servicios.....                                | 22        |
| 1.3.1. SMS.....                                    | 22        |
| 1.3.2. MMS .....                                   | 22        |
| 1.3.3. Voz sobre IP .....                          | 23        |
| 1.3.4. Televisión sobre IP.....                    | 23        |
| 1.4. Evolución de la Telefonía Celular .....       | 23        |
| 1.4.1. Tecnologías celulares .....                 | 24        |
| 1.4.1.1. Generación Cero (0G) .....                | 24        |
| 1.4.1.2. Primera Generación (1G).....              | 25        |
| 1.4.1.3. Segunda Generación (2G).....              | 25        |
| 1.4.1.4. Tercera Generación (3G).....              | 25        |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.4.1.5. Cuarta Generación (4G) .....                                     | 26        |
| 1.5. Subsistema de Multimedia IP .....                                    | 26        |
| 1.5.1. Reseña Histórica sobre el surgimiento de IMS.....                  | 26        |
| 1.5.2. Definiciones de IMS .....  | 27        |
| 1.5.3. Características de IMS.....  | 28        |
| 1.5.4. Arquitectura de IMS .....  | 29        |
| 1.5.4.1. Conceptos relacionados a la arquitectura IMS .....               | 29        |
| 1.5.5. IMS y servicios multimedia.....                                    | 31        |
| 1.5.6. Importancia de IMS .....   | 33        |
| 1.6. Conclusiones.....  | 34        |
| <b>CAPÍTULO 2 .....</b>   | <b>35</b> |
| 2.1. Introducción.....  | 35        |
| 2.2. Paradigmas de redes convergentes .....                               | 35        |
| 2.3. IMS y servicios de telefonía multimedia.....                         | 36        |
| 2.4. Retos y requerimientos de la telefonía móvil en IMS .....            | 37        |
| 2.5. Beneficios de IMS.....   | 38        |
| 2.6. Servicios de comunicación IMS .....                                  | 39        |
| 2.6.1. Escenario del Servicio de Telefonía multimedia .....               | 41        |
| 2.6.2. Resumen del servicio de comunicación de telefonía multimedia ..... | 42        |
| 2.7. Arquitectura de redes y servicios.....                               | 43        |
| 2.7.1. Internet y Redes de datos .....                                    | 44        |
| 2.8. Protocolo de Iniciación de Sesión.....                               | 45        |
| 2.8.1. Elementos SIP de red .....   | 45        |

|  |    |
|--|----|
| 2.9. Calidad de servicio en IMS .....                            | 46 |
| 2.9.1. Instrucciones para realizar las reservas de recursos..... | 46 |
| 2.9.2. Modificar órganos proxy .....                             | 47 |
| 2.9.3. Reservas por las terminales.....                          | 47 |
| 2.10. Sistemas celulares, descripción de las arquitecturas.....  | 47 |
| 2.10.1. GSM .....  | 48 |
| 2.10.1.1 Arquitectura y componentes del sistema GSM.....         | 48 |
| 2.10.1.2 Ventajas de GSM.....                                    | 51 |
| 2.10.2. GPRS.....  | 52 |
| 2.10.2.1. Características de GPRS.....                           | 53 |
| 2.10.2.2. Servicios GPRS para el usuario.....                    | 53 |
| 2.10.2.3. Arquitectura GPRS .....                                | 54 |
| 2.10.2.3.1. Nodos de Soporte GPRS (GSNs) .....                   | 55 |
| 2.10.2.4. Modificaciones de la arquitectura GSM.....             | 56 |
| 2.10.2.4.1. Subsistema de Conmutación y Red (NSS):.....          | 56 |
| 2.10.2.4.2. Subsistema de Estaciones Base (BSS).....             | 57 |
| 2.10.2.4.3. Estaciones Móviles (MS).....                         | 57 |
| 2.10.2.5. Ventajas de GPRS para el usuario .....                 | 58 |
| 2.10.3. CDMA2000 .....   | 58 |
| 2.10.3.1. CDMA2000 1x .....                                      | 59 |
| 2.10.3.2. CDMA2000 3x .....                                      | 59 |

|   |    |
|---|----|
| 2.10.3.3. CDMA2000 1xEV-DO .....            | 59 |
| 2.10.3.4. CDMA2000 1xEV-DV.....             | 60 |
| 2.10.3.5. Arquitectura CDMA2000 .....       | 60 |
| 2.10.3.6. Ventajas de CDMA2000 .....        | 62 |
| 2.10.4. UMTS.....                           | 63 |
| 2.10.4.1. Características de UMTS.....      | 63 |
| 2.10.4.2. Arquitectura UMTS .....           | 64 |
| 2.10.4.3. Modulación de UMTS .....          | 66 |
| 2.10.4.4. Ventajas de UMTS.....             | 66 |
| 2.10.5. WCDMA.....                          | 67 |
| 2.10.5.1. Características de WCDMA .....    | 67 |
| 2.10.5.2. Ventajas de WCDMA .....           | 68 |
| 2.10.6. TDD-CDMA.....                       | 68 |
| 2.10.6.1. Características de TDD-CDMA ..... | 68 |
| 2.10.7. TD-SCDMA.....                       | 69 |
| 2.10.7.1. Características de TD-SCDMA ..... | 69 |
| 2.10.7.2. Ventajas de TD-SCDMA .....        | 72 |
| 2.10.8. HSPA.....                           | 72 |
| 2.10.9. HSDPA .....                         | 73 |
| 2.10.9.1. Características de HSDPA.....     | 73 |
| 2.10.9.2. Arquitectura de HSDPA .....       | 74 |
| 2.10.9.3 Ventajas de HSDPA.....             | 75 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.10.10. HSUPA .....  | 75        |
| 2.10.10.1. Características de HSUPA.....  | 76        |
| 2.10.10.2. Ventajas de HSUPA.....   | 77        |
| 2.10.11. WIMAX Móvil .....  | 77        |
| 2.10.11.1. Características de WIMAX Móvil.....  | 78        |
| 2.10.11.2. Arquitectura de WIMAX Móvil .....  | 80        |
| 2.10.11.3. Ventajas de WIMAX Móvil.....   | 82        |
| 2.11. Conclusiones.....   | 83        |
| <b>CAPÍTULO 3 .....</b>   | <b>84</b> |
| 3.1 Introducción.....   | 84        |
| 3.2 Necesidad de un sistema celular para plataformas con servicios IMS ajustable a las condiciones económicas y materiales de Cuba..... | 84        |
| 3.3. Análisis de la factibilidad de aplicación en Cuba de plataformas con servicios IMS.....  | 85        |
| 3.3.1. Sistema GSM.....   | 85        |
| 3.3.2. Sistema GPRS.....  | 85        |
| 3.3.3. Sistema WCDMA .....  | 86        |
| 3.3.4. Sistema CDMA2000.....  | 86        |
| 3.3.5 Sistema TD-SCDMA .....  | 86        |
| 3.3.6 Sistema HSPA .....  | 87        |
| 3.4. Propuesta de un sistema celular para la implantación de plataformas con servicios IMS en Cuba.                                     | 87        |
| 3.4.1. Equipamiento de WIMAX Móvil según Huawei vigente en Cuba.....  | 91        |
| 3.4.1.1. Funciones de WASN9770.....   | 91        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.4.1.2. Estructura de la red.....  | 92         |
| 3.4.1.2.1. La MS y SS son los abonados de la parte del sistema WIMAX..... | 92         |
| 3.4.1.2.2. Servicio de acceso de red.....                                 | 92         |
| 3.4.1.2.3. Servicio de conectividad de red.....                           | 93         |
| 3.4.1.3. Funciones de los elementos de la red WIMAX.....                  | 94         |
| 3.4.1.4. Escenarios de aplicación .....                                   | 94         |
| 3.4.1.4.1. Escenario de acceso fijo .....                                 | 94         |
| 3.4.1.4.2. Escenario de acceso nómada .....                               | 95         |
| 3.4.1.4.3. Escenario de acceso portátil .....                             | 95         |
| 3.4.1.4.4. Escenario de acceso móvil.....                                 | 95         |
| 3.5. Conclusiones.....  | 96         |
| <b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>                                       | <b>97</b>  |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>98</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>101</b> |
| <b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>   | <b>102</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Arquitectura de la red NGN .....                                     | 21 |
| Figura 2. Arquitectura de IMS.....   | 31 |
| Figura 3. Visión general de la normalización de servicios basados en IMS ..... | 40 |
| Figura 4. Arquitectura genérica de un sistema GSM .....                        | 49 |
| Figura 5. Arquitectura de un sistema GPRS.....                                 | 55 |
| Figura 6. Diagrama de red CDMA2000 1xEV-DO .....                               | 60 |
| Figura 7. Arquitectura de CDMA2000.....  | 62 |
| Figura 8. Principio de TDD .....   | 70 |
| Figura 9. Operación combinada de TDMA/TDD y CDMA .....                         | 71 |
| Figura 10. Arquitectura WiMAX Móvil.....                                       | 82 |
| Figura 11. Estructura de la red del sistema WiMAX Móvil de Huawei.....         | 92 |

## INTRODUCCIÓN

Con el avance de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), el acelerado crecimiento de la industria de la telefonía celular da como resultado, una cobertura extensa de servicios celulares, a modo de brindarles una mayor satisfacción, comodidad y reducción en costos de servicios a los usuarios. Pero al mismo tiempo surgen y se implementan nuevas ideas que facilitan más opciones a los usuarios con respecto a la telefonía celular.

Con el transcurso de los años los proveedores de telecomunicaciones se han dedicado a ofrecer servicios fundamentalmente de voz, tanto para la telefonía fija como para la celular. Aún así, recientemente se han establecido otros servicios que posibilitan el acceso a Internet y a los datos en sentido general, a los cuales se les han insertado valores y funcionalidades como: la posibilidad de permitir a los operadores la introducción de nuevos servicios de Voz sobre IP (*Internet Protocol*) o servicios multimedia, que posibilitan el intercambio de imágenes y videos mientras mantienes una llamada de voz, todo ésto encaminado a ofrecer nuevos servicios en torno IP. El servicio triple *play* (combinación de voz, video y datos), es un ejemplo en éste sentido, está destinado a usuarios residenciales, compuesto de una tarifa plana en llamadas nacionales de voz sobre la red fija, Internet de banda ancha, y televisión. Históricamente, los servicios de voz, datos y video han sido prestados sobre infraestructuras específicas e incluso por proveedores distintos, en la actualidad pueden ser ofrecidos sobre una infraestructura común de transmisión de datos IP. Otro de los servicios lanzados es el cuádruple *play*, que integra además de los servicios anteriores, una tarifa plana en telefonía móvil. Ésto último es posible gracias a la integración en las grandes operadoras de telecomunicaciones de sus filiales en la telefonía fija y móvil.

Estas ofertas responden a las nuevas demandas de los clientes, que buscan el ahorro que conlleva el consumo conjunto de varios servicios, una mayor previsión del gasto y la comodidad de gestión que aporta disponer de una factura única y un punto único de soporte. Pero también son atractivas para los operadores, ya que les permite establecer una relación más estrecha y rica con sus usuarios, y aprovechar de una forma más eficiente su costosa infraestructura de red.

Con la llegada de las Redes de Próxima Generación (NGN, *Next Generation Networks*) se aspira alcanzar y desarrollar toda una gama de servicios multimedia, que soporte VoIP, video llamadas, Sistemas

de Mensajería Multimedia (MMS, *Multimedia Messaging System*), e integre servicios de Televisión IP (IPTV, *IP Television*), así como la evolución y migración a servicios más actuales de telecomunicación.

Con el propósito de brindarles a los diferentes tipos de usuarios un mayor número de servicios, y lograr una convergencia entre los mismos, nace el Subsistema de Multimedia IP (IMS, *IP Multimedia Subsystem*) ya que es un elemento clave en este sentido. IMS ha sido creado para brindar compatibilidad entre los servicios actuales y futuros de Internet, convirtiéndola así en la mejor herramienta para afrontar la nueva era de la multimedia.

IMS surge como una nueva estrategia de evolución de las redes UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) cuya finalidad principal es potenciar el mercado móvil de datos. Los objetivos de IMS son:

1. Atraer la demanda de servicios multimedia integrados, mediante la introducción de capacidades que admiten mejorar las experiencias de los usuarios, como son el ancho de banda y la calidad de servicio.
2. Beneficiar a los operadores de telecomunicaciones, mediante el uso de arquitecturas y tecnologías de red con costes menores, ejemplo: las tecnologías IP.

IMS a nivel mundial aún se considera como una tecnología en evolución. Cuba es uno de los tantos países donde el alcance de esta tecnología no ha sido experimentado, pero tiene como una de sus metas unirse al desarrollo global de las nuevas tecnologías, haciendo de la telefonía celular un medio de comunicación más capaz y con un marco más abarcador de los servicios que brinda actualmente. IMS es uno de los esfuerzos más recientes en cuanto al desarrollo de las nuevas tecnologías, el mismo con un alto interés para Cuba, debido a sus relevantes ventajas para el mundo de la telefonía celular.

El propósito de la implantación de un sistema celular con tecnología IMS, es ofrecer diferentes servicios sugerentes que soporten un óptimo uso de los sistemas celulares y brindar mayores facilidades al cliente final, entre ellas la convergencia de varios servicios, pudiendo de éste modo disfrutar de nuevos servicios de VoIP como *push to talk*, además compartir de una video conferencia y de forma simultánea mantener una llamada de voz. Otra de las asistencias que caracteriza a la nueva tecnología es ofrecer de manera simultánea las siguientes prestaciones: grupos de chat, publicidad multimedia, mensajería instantánea, mensajería unificada, juegos interactivos, servicios de información personal como calendario y alarmas,

conferencias de video/Web/audio, respuestas de voz interactivas. Ésto se logra a través de dispositivos estándares y elementos que permiten la correcta y eficaz integración de los mismos. El establecimiento de esta tecnología ofrece servicios interesantes que permiten un mayor uso de la red móvil del país y, por tanto, generan un mayor número de facilidades al usuario por parte del operador.

Cuba intenta aliarse al proceso de desarrollo de las telecomunicaciones con la mayor rapidez y efectividad posible, haciendo de la telefonía celular un medio de comunicación íntegro y de uso regular entre los usuarios del país. Uno de los primeros pasos que se dieron fue la implantación del Sistema Global de Comunicaciones para Móviles (GSM, *Global System for Mobile Communications*) en el año 2001 por la compañía sueca Ericsson. Este sistema se considera como una de las tecnologías más eficientes y modernas que se usan en la actualidad, dentro de los servicios fundamentales que ofrece están los servicios de voz y mensajería corta, incluyendo la seguridad en las comunicaciones, la protección de las llamadas, *roaming* internacional, eficiencia espectral y compatibilidad con la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN, *Subscriber Integrated Services Digital Network Number*), para garantizar la calidad y variedad de los servicios. [5]

GSM es una tecnología que al no ser creada para la transmisión de datos, hace una de las limitantes del por qué no es un sistema lo suficientemente capaz de soportar servicios IMS. Para citar algunos ejemplos que especifican lo anteriormente planteado, podemos indicar la baja velocidad de transferencia de datos y el retraso en el tiempo de establecimiento de conexión, que conlleva a un alto valor económico al pagarse por tiempo de conexión sin tener en cuenta el tráfico generado. Los principales motivos por los que GSM muestra carencias a la hora de soportar servicios IMS son:

- Los terminales GSM operan mediante conmutación de circuitos. En este sistema de transmisión, cada llamada establece un circuito con el otro extremo y cuando la llamada concluye, dicho circuito se libera. Esta forma de transmisión de datos es extremadamente limitada en términos de capacidad.
- No es posible el acceso directo a Internet al no soportar el protocolo IP.
- Las limitaciones de coste y ancho de banda hacen que la velocidad máxima de transmisión de datos sea de 9,6 Kbps.

- La tarificación de GSM por tiempo de conexión no es la más adecuada, debido a la lentitud de las conexiones. [2]

Por lo antes descrito se plantea que el sistema GSM no soporta plataformas de servicios IMS, por lo que, La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se propone crear una fuente de conocimiento que facilite el posterior desarrollo del Polo Científico de la misma, de aplicaciones de software partiendo de los servicios que brinda la nueva tecnología IMS para un nuevo sistema celular implantado en Cuba, haciendo una explotación de los beneficios e importancia de los mismos, orientando de esta forma a nuestro país al inminente avance tecnológico.

Las valoraciones anteriores permiten determinar como **problema científico** de la investigación: ¿Sobre qué sistema celular sería más conveniente desarrollar plataformas de servicios IMS en Cuba?

Acorde con el problema planteado, el **objeto de estudio** está constituido por las plataformas de servicios IMS.

Con el propósito de dar solución al problema anteriormente planteado y diseccionado por el objeto de estudio se establece como **objetivo general** de la investigación: Proponer un sistema celular que soporte plataformas de servicios IMS, acorde a las características de Cuba.

Signado por el objetivo general el **campo de acción** se concreta a la aplicación de plataformas de servicios IMS sobre sistemas móviles celulares, acorde a las características de Cuba.

Para dar solución al problema y cumplir con el objetivo se proponen las siguientes **tareas de la investigación**.

- Realizar un estudio sobre IMS a nivel internacional, regional y nacional.
- Estudiar la arquitectura de los servicios IMS aplicados a los sistemas celulares.
- Realizar el análisis para la propuesta de un sistema celular capaz de soportar plataformas de servicios IMS.

## CAPÍTULO 1

### 1.1. Introducción

En el presente capítulo se hace un estudio de la evolución de la tecnología celular, para a partir del constante cambio de la misma y las necesidades cada vez más renovadas de los usuarios de contar con un incremento de novedosos servicios en los sistemas celulares, se aborda la llegada de IMS en correspondencia con el incremento de nuevos servicios. Además, se tratan elementos del estado del arte de la misma, así como su arquitectura, y diversos conceptos relacionados con el tema. Se concluye con una breve referencia de esta tecnología en los sistemas celulares.

### 1.2. Conceptos vinculados al campo de acción

Con el estudio de los servicios IMS y los sistemas celulares, se han encontrado algunos conceptos relacionados con el campo de acción, que aunque no son profundizados, su comprensión es de vital importancia para un mejor entendimiento del contenido de la investigación. A continuación se presentan los más importantes.

#### 1.2.1. CDMA

La tecnología Acceso múltiple por División de Código (CDMA, *Code Division Multiple Access*) tiene como principal objetivo, conseguir la mejor utilización del espectro permitiendo a múltiples usuarios compartir el mismo canal físico. CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Ésto se logra multiplicando la señal de información con una señal esparcidora. La señal esparcidora es una secuencia de códigos aleatorios que tiene una velocidad mayor a la velocidad de los datos del mensaje.

Todos los usuarios en un sistema CDMA utilizan la misma frecuencia portadora y pueden transmitir simultáneamente, algo que era imposible con las técnicas de modulación tradicionales, por lo que se basa en técnicas de espectro ensanchado. Mediante estas técnicas los bits a transmitir por un usuario se reparten a lo largo del canal de una manera pseudo-aleatoria.

Cada usuario tiene su propio código aleatorio el cual es aproximadamente ortogonal a todos los otros códigos. El receptor produce una operación de correlación para detectar solamente el código deseado.

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

Para la detección de la señal del mensaje, el receptor necesita conocer el código utilizado por el transmisor. Cada usuario opera independientemente sin conocimiento de los otros. [3]

## 1.2.2. TDMA

El Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA, *Time Division Multiple Access*) cuenta con los mismos objetivos de CDMA, conseguir la mejor utilización del espectro permitiendo a múltiples usuarios compartir el mismo canal físico. Se basa en la división del canal en ranuras temporales, transmitiendo a los diferentes usuarios con una técnica en la cual, sólo uno de los usuarios utiliza el canal de manera simultánea. Todos los usuarios comparten la misma frecuencia, pero la utilizan sólo por un corto período de tiempo. El espectro es dividido en varios bloques de tiempo llamados *time-slots*, donde cada usuario ocupa un *time-slot* repetido y cíclicamente. Así un canal puede ser considerado como un *time-slot* particular que vuelve a aparecer en cada trama, donde  $N$  *time-slot* conforman una trama. El sistema TDMA transmite datos con un método denominado *buffer-and-burst*, lo que permite que la transmisión para cada usuario sea discontinua. [3]

## 1.2.3. FDMA

La tecnología de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA, *Frequency Division Multiple Access*) separa el ancho de banda disponible en canales de frecuencias uniformes más pequeños que se asignan en forma dinámica únicamente a un solo usuario. Durante el período de una llamada, otros usuarios no pueden compartir la misma banda de frecuencia. FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, a pesar de ser capaz de llevar información digital. En los sistemas que utilizan FDMA, los usuarios son asignados a un canal que consiste en un par de frecuencias, una frecuencia es utilizada para el canal directo (*forward*), mientras que la otra frecuencia es utilizada para el canal reverso. [3]

## 1.2.4. OFDM

La Multiplexación por División en Frecuencias Ortogonales (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), permite al operador, en términos de eficiencia, llegar a superar los retos de la propagación en entorno sin línea de vista (NLOS). La señal OFDM ofrece la ventaja de ser capaz de operar con un retardo de ensanchamiento más grande en el ambiente NLOS. Gracias al tiempo de símbolo, y al uso de un prefijo cíclico, la forma de onda OFDM elimina los problemas de interferencia ínter simbólico (ISI) y la

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

complejidad de la ecualización adaptativa. OFDM es muy similar al sistema multiplex por división de frecuencia (FDM, *Frequency Division Multiplex*), pero más eficiente. Mientras que FDM deja una banda de guarda entre canales, OFDM trata de acercar los canales lo más posible hasta superponerlos. Ésto se logra con frecuencias que sean ortogonales, es decir, perpendiculares, sus espectros se superponen sin interferir. [4]

## 1.2.5. NGN

El sector de las telecomunicaciones está sufriendo un cambio radical por la explosión de la banda ancha, el incremento de los terminales inteligentes, y la convergencia de las infraestructuras en torno a IP. Uno de los principales conceptos que define la actualidad del entorno de las telecomunicaciones es: la NGN.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, *Internacional Telecommunication Union*) se adquirió el siguiente concepto para NGN:

- Es una red multiservicio capaz de manejar voz, datos y video.
- Red con el plano de control (señalización, control) separado del plano de transporte y conmutación/ruteo.
- Presenta interfaces abiertos entre el transporte, el control y las aplicaciones.
- Usa la tecnología de paquetes IP para transportar todo tipo de información.
- Red con calidad de servicio garantizada para distintos tipos de tráfico y acuerdos de nivel de servicio (SLA, *Service Level Agreements*).

### 1.2.5.1. Modelo de Capas de NGN

NGN se subdivide en cuatro capas fundamentales: La capa de acceso, la capa de transporte, la capa de control y la capa de aplicaciones.

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

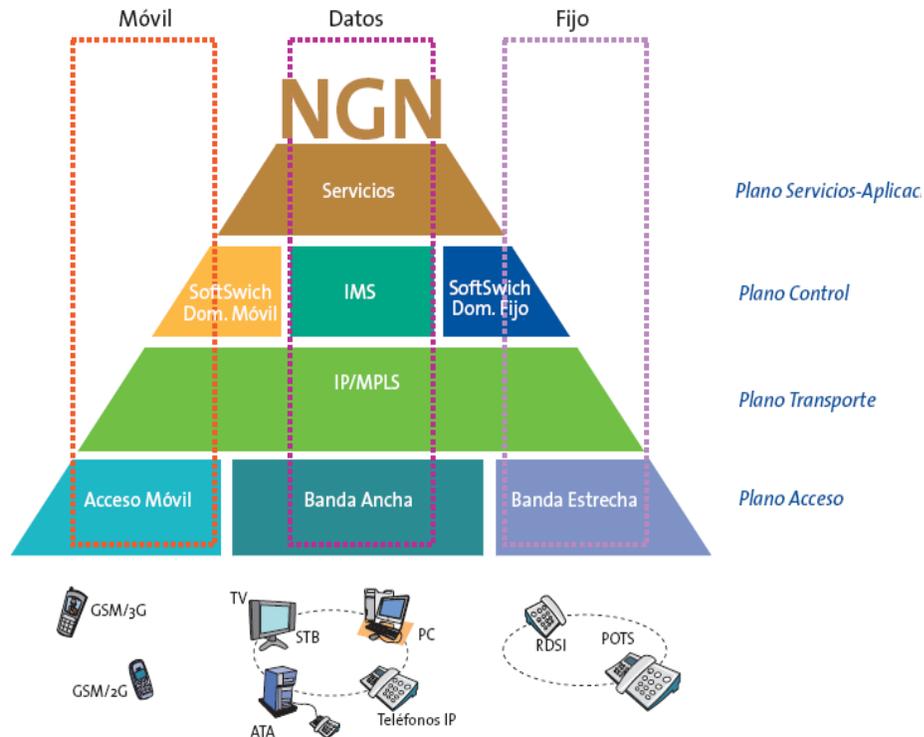


Figura 1. Arquitectura de la red NGN

- La capa de acceso incluye las tecnologías y redes de acceso, como son los dispositivos terminales de los clientes. Esta capa se encarga de llevar el tráfico desde el núcleo de red hasta los clientes. El tráfico puede ser lo mismo voz, datos, o video. La red de acceso puede ser inalámbrica, XDSL, cable modem, etc. En esta capa también se encuentran los media gateways. La tendencia actual es tratar de llevar el mayor ancho de banda hasta el cliente utilizando las diferentes tecnologías de acceso de banda ancha existentes.
- La capa de transporte incluye el backbone de red, con los routers de núcleo, esta se encarga de llevar todo el tráfico cursado por la red, constituye el soporte principal del transporte del tráfico. La tendencia es la utilización de tecnologías ópticas con soporte de decenas o cientos de gigabits. Para ello se utilizan tecnologías de red IP, con DiffServ para el soporte de calidad de servicio.

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

- En la capa de control se encuentran los *softswitches*, que son los componentes más importantes dentro de la red NGN, además se encuentra el soporte de servidores de bases de datos, para autenticación y tarificación. en la arquitectura *softswitch*, dicho equipo controla los media *gateways* responsables de la conversión TDM a IP, entre otros y del establecimiento y terminación de las comunicaciones entre los usuarios. Las funciones básicas son las de control y señalización. Estos *softswitches*, controlan los recursos brindados para el soporte de los servicios a los que se tiene acceso y quienes acceden.

IMS juega un papel fundamental en esta capa de la arquitectura NGN, lo que se quiere lograr con esta tecnología es acoplar el *softswitch* fijo con el *softswitch* móvil, para permitir la convergencia de voz, video y datos en una sola red conmutada por paquetes.

- La capa de servicio se encarga del soporte de los servicios, apoyados en los recursos brindados por la capa de transporte de núcleo y de acceso, controlado por la capa de control. Los servicios incluyen video streaming, IPTV, telefonía IP, servicios multimedia, telemedicina etc. [4]

## 1.3. Servicios

### 1.3.1. SMS

El Servicio de Mensajes Cortos (SMS, *Short Message Service*) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos también conocidos como mensajes de texto entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes de 3G.

### 1.3.2. MMS

El MMS es un estándar de mensajería que le permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos o cualquier otro contenido disponible en el futuro. La mensajería multimedia nos permite el envío de estos contenidos también a cuentas de correo electrónico, ampliando las posibilidades de la comunicación móvil. El límite de cada mensaje multimedia suele ser de 100 o 300 Kb, dependiendo de cada móvil, ese límite lo definen el operador o las características del terminal, no el protocolo.

# Capítulo 1: *Fundamentación teórica*

---

### **1.3.3. Voz sobre IP**

Voz sobre protocolo de internet, también conocido como VoIP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo de Internet. Ésto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla (en forma digital o analógica) a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como una compañía telefónica convencional o PSTN.

### **1.3.4. Televisión sobre IP**

La IPTV es uno de los servicios que más interés suscita en el marco del desarrollo de las NGN. De hecho, se considera a la vez la justificación comercial y el principal factor de la implantación intensificada de éstas redes. La IPTV se ha convertido en la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión y/o video usando conexiones de banda ancha sobre IP.

## **1.4. Evolución de la Telefonía Celular**

En los últimos años las tecnologías inalámbricas están teniendo mucho auge y desarrollo, un ejemplo de ello es la telefonía celular; desde sus inicios a finales de los 70 han revolucionado extraordinariamente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios, las hace sentir más segura.

A pesar que la telefonía celular fue concebida para la voz únicamente, debido a las limitaciones tecnológicas de esa época, la tecnología celular actual es capaz de brindar otro tipo de servicios tales como datos, audio y video con algunas limitaciones, pero encaminada al avance de las nuevas tecnologías, la telefonía inalámbrica está dando nuevos pasos a posibles aplicaciones que requieran un mayor consumo de banda ancha.

El teléfono celular es, en nuestros días, el medio de comunicación principal a nivel mundial, y el que más espacios y entornos abarca por sus características trascendentales de tamaño, las mismas, le han dado el seudónimo de móvil, el cual es altamente descriptivo. Surge en primera instancia como un medio para resolver la necesidad básica de la comunicación a distancia de una manera práctica que permitiera la movilidad del instrumento. Sin embargo, en la actualidad el celular se ha transformado en un objeto

# Capítulo 1: *Fundamentación teórica*

---

personal, y más aún, un accesorio de moda. Además de la comunicación telefónica el celular ofrece a su propietario una amplia gama de propuestas y servicios interesados en satisfacer diferentes tipos de necesidades que en la actualidad se incrementan aún más. En este contexto, la creciente demanda dentro de la población y la gran cantidad de servicios móviles que proponen las nuevas tecnologías, como IMS conducen a crear una nueva identidad personal de los usuarios. El teléfono además de un instrumento de comunicación, es un objeto de entretenimiento, todo ello en el marco de los últimos adelantos tecnológicos. Algunos de los usos alternativos del teléfono móvil son: despertador, juegos, teléfono, mensajes de texto, cámara de fotos y video, servicio de emergencias, televisión en tiempo real, Internet, entre otros.

Con todo esto es fácil imaginar el por qué la finalidad del teléfono celular, el cual se ha trasladado a un medio de comunicación más codiciado por los diferentes tipos de usuarios, y cuya adquisición no siempre implica la necesidad intrínseca de comunicarse, sino de beneficiarse con las ventajas tecnológicas que posee. La vinculación con la Internet es una ventaja clave de los móviles que el mercado actual ofrece, ya que el desarrollo de ambas tecnologías se da de manera binaria, siendo casi imposible imaginar la una sin la otra.

## **1.4.1. Tecnologías celulares**

En el epígrafe anterior se presentó una sinopsis de la evolución de la telefonía celular. Las cambiantes necesidades y avances dieron lugar a generaciones tecnológicas con características bien diferenciadas que se comentan a continuación.

Con esta evolución es notable ver cómo se van cumpliendo las necesidades del mercado para tener acceso múltiple al canal de comunicación, así como la necesaria migración de los sistemas analógicos a los sistemas digitales con el fin de permitir mayor volumen de usuarios y ofrecer los niveles de seguridad que se demandaban.

### **1.4.1.1. Generación Cero (0G)**

La 0G es la antecesora a la era celular y viene representando a la telefonía móvil. Estos teléfonos móviles eran usualmente ubicados en autos. Por lo general, el transmisor, transmisor-receptor, era montado en la parte trasera del vehículo y unido al resto del equipo, el dial y el tubo, colocado cerca del asiento del conductor. Eran vendidos a través de Compañías de Comunicaciones Inalámbricas (WCC,

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

*Wireless Communications Companies*), y proveedores de servicios de radio doble vía. El mercado estaba compuesto principalmente por constructores y celebridades. Esta tecnología, conocida como Auto Radio Puhelin (ARP), fue lanzada en 1971 en Finlandia.

## 1.4.1.2. Primera Generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad (basadas en FDMA) y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (*Advanced Mobile Phone System*). [6]

## 1.4.1.3. Segunda Generación (2G)

La 2G arribó en 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son: GSM, IS-136, CDMA y PDC (*Personal Digital Communications*), este último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares tales como: datos, *fax* y SMS. La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En los Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como servicios de comunicaciones personales (PCS, *Personal Communications Services*).

## 1.4.1.4. Tercera Generación (3G)

La 3G se caracterizó por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información enfocados para aplicaciones más allá de la voz tales como audio *Mp3*, video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Las redes de 3G empezaron a operar en el 2001 en Japón, en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en Estados Unidos y otros países.

Los sistemas 3G alcanzan velocidades de hasta 384 Kbps permitiendo una movilidad total a usuarios viajando a 120 Km/h en ambientes exteriores y consiguen una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

una movilidad limitada a usuarios caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS, CDMA2000, IMT-2000, HSPA, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyado por la UIT y a éste esfuerzo se le conoce como IMT-2000 (*International Mobile Telephone*).

El estándar de 3G es el sistema universal de telecomunicaciones móviles, una evolución de GSM. UMTS es una tecnología basada en protocolo de WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) que proporciona soporte a voz y datos en paquetes.

## 1.4.1.5. Cuarta Generación (4G)

La cuarta generación es un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la tercera generación. Se podría definir como una red que funcione en la tecnología de Internet, combinándola con otros usos y tecnologías tales como Fidelidad Inalámbrica (WiFi, *Wireless Fidelity*) e Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX, *Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Está regida totalmente en IP.

Aún no es una tecnología o estándar definido, se puede decir que es una colección de tecnologías y protocolos para permitir el límite del rendimiento de procesamiento con la red inalámbrica más barata. El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) la 4G aún no se ha pronunciado como la fase superior de 3G.

## 1.5. Subsistema de Multimedia IP

### 1.5.1. Reseña Histórica sobre el surgimiento de IMS

Durante muchos años, los proveedores de telecomunicaciones se dedicaron específicamente a brindar un solo tipo de servicio como la telefonía fija, telefonía celular, programación de televisión o acceso a Internet, entre otros. A mediados de los años 90, se agregaron otras funcionalidades como la llamada en espera, la identificación de llamadas pagos por eventos, u otorgaban cuentas de correo electrónico para conferirles valor agregado y hacerlo más atractivo al cliente final. A cada servicio correspondía un único proveedor y un dispositivo de acceso (teléfono fijo o móvil, televisión, computadora personal, etc.).

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

En 1998, mientras el 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), organismo que desarrolla especificaciones y reportes técnicos para GSM y redes móviles de 3G, daba seguimiento al desarrollo de las especificaciones de UMTS. En esa época el desarrollo estaba totalmente enfocado a la telefonía móvil y a la mejora de sus capacidades para hacerla un servicio más robusto y eficaz. Por lo que, IMS realmente comenzó a tomar forma en marzo del 2003 bajo una breve descripción que lo definía como una estructura de control absolutamente basada en IP, que adoptaría SIP (*Session Initiation Protocol*); y como resultado fuera capaz de garantizar la calidad de los servicios entre los extremos, que a su vez daría vida al servicio de voz sobre el protocolo IP.

Desde entonces, IMS ha evolucionado conforme los fabricantes de equipo y los operadores de telecomunicaciones que han descrito nuevas funcionalidades para contribuir al proceso de definiciones del estándar. Sin embargo, su visión aún se ubica en un futuro y básicamente está encaminado a la integración de los servicios de voz y datos sobre una infraestructura de conmutación de paquetes para establecer sesiones IP con calidad de servicios, e integrar las infraestructuras fijas y móviles bajo un conjunto común de mecanismos de señalización y de facturación.

Esto implica, por ejemplo, la necesidad de que los operadores de telefonía móvil modifiquen gradualmente sus redes de conmutación de circuitos hacia redes de paquetes para incluir tecnologías como Wi-Fi y WIMAX en su oferta de servicios. Al mismo tiempo, la intención es que proveedores de servicios con infraestructuras tan diferentes como las compañías telefónicas y los operadores de TV por cable, se adhieran a este tipo de tecnologías para ofrecer voz, datos y video a sus suscriptores a través de una adecuada estructura de control y facturación de los servicios. [7]

## 1.5.2. Definiciones de IMS

La tecnología IMS, normalizada para el mundo de las telecomunicaciones es una nueva arquitectura basada en nuevos conceptos, nuevas tecnologías, nuevos actores así como un nuevo ecosistema. IMS soporta sobre una red toda IP, las sesiones aplicativos de tiempo real (voz, video, conferencia) y no tiempo real (*push to talk*, presencia, mensajería instantánea). El IMS integra adicionalmente el concepto de convergencia de servicios soportados por redes de distinta naturaleza: fijo, móvil e Internet.

El sistema estándar IMS define una arquitectura genérica para proveer servicios multimedia con aplicaciones comunes a muchas tecnologías como: GSM, WCDMA, CDMA2000, WLBB, WiMAX, etc. Es

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

un estándar con reconocimiento internacional, primero especificado por el grupo 3GPP/3GPP2, proveedores de equipos y organizaciones como ETSI/TISPAN, UIT-T, ANSI, y el IETF.

El IMS trata principalmente de la convergencia y está surgiendo como la primera norma arquitectónica para las redes de próxima generación. Utiliza una infraestructura de VoIP basada en la implementación 3GPP de SIP. [8]

IMS combina la Internet con el mundo celular. Da la posibilidad de que las tecnologías de Internet, como: correo electrónico, mensajería instantánea, presencia, y la videoconferencia, estén disponibles en cualquier lugar.

### 1.5.3. Características de IMS

Las principales características tecnológicas de IMS son:

- Control de sesión:

Es realizado por el protocolo de control de llamada IMS basado en SIP, y SDP (*Session Description Protocol*). La señalización de IMS se realiza mediante el protocolo SIP diseñado originariamente por el Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF, *Internet engineering task force*) para la gestión de sesiones multimedia en Internet. SIP aporta las funciones para el registro, establecimiento, modificación y finalización de las sesiones IMS entre dispositivos diversos. Puesto que no todos los dispositivos son capaces de soportar los mismos servicios, al establecer la sesión se negocian las características de ésta mediante el protocolo SDP también diseñado por el IETF. Mediante SDP, los extremos de una sesión pueden indicar sus capacidades multimedia y definir el tipo de sesión que desean mantener. En este intercambio de señalización se negocia también la QoS, en el establecimiento, como en la sesión en curso. Por ello, y puesto que con IMS es posible monitorizar en todo momento la calidad del servicio en términos de latencia, ancho de banda y seguridad, la QoS en IMS es mucho más dinámica que en las tradicionales redes de telecomunicación.

- El transporte de red es realizado mediante IPv6.

Para el transporte de red pudiera utilizarse el protocolo IPv4, la razón por la que se utiliza IPv6, es que la migración a IPv6 está siendo paulatinamente desarrollada en Internet y existen ya muchas empresas e instituciones que lo emplean internamente. De este modo, el 3GPP prefirió dar

compatibilidad hacia atrás en lugar de hacia delante y partir de la situación más avanzada técnicamente. Otros de los beneficios de IPv6 son: la QoS y seguridad integrada, la autoconfiguración y un mayor espacio de direccionamiento.

- La provisión de servicios multimedia es realizada por protocolos del IETF.

Además de SIP/SDP e IPv6, IMS emplea otros protocolos estándar de Internet para la provisión de servicios multimedia, como: RTP (*Real Time Protocol*) y RTCP (*Real Time Control Protocol*) para el transporte de flujos IP multimedia en el plano de usuario, RSVP (*Resource Servation Protocol*) y DiffServ para asegurar la QoS extremo a extremo, etc. [9]

## 1.5.4. Arquitectura de IMS

### 1.5.4.1. Conceptos relacionados a la arquitectura IMS

- Conectividad IP: el usuario debe disponer de la conectividad IP para acceder a los servicios IMS. Paralelo a esto, el protocolo IPv6 es necesario. La razón fundamental que justifica el uso del IPv6 es la carencia de direcciones de IPv4 para permitir a cada móvil disponer de una dirección IP con un modo de acceso permanente.
  - Con IPv6, los campos de dirección tienen 16 bytes, a diferencia de las direcciones de IPv4 sobre 4 bytes. El IPv6 ofrece en consecuencia un espacio de direccionamiento ampliado permitiendo otorgar una dirección única a cada equipo Internet móvil (una necesidad imprescindible para los equipos, siempre están conectados).
  - El IPv6 permite configurar automáticamente la dirección IP de la máquina *host*, sin tener que acudir al Protocolo de Configuración Dinámica de la Máquina Host (DHCP, *Dynamic Host Configuration Protocol*)
- Independencia hacia el acceso: IMS ha sido concebido para ser independiente del acceso con el fin de que los servicios IMS puedan ser ofrecidos desde cualquier tipo de acceso conectado a una red IP (GPRS, UMTS, WLAN, XDSL, cable, etc.).
- Garantía de calidad de servicio de los servicios multimedia: en el Internet, el tipo de calidad de servicio ofrecido es mejor esfuerzo (*Best Effort*). Las redes de acceso y de transporte del IMS ofrecen la calidad de servicio desde el principio hasta el final de la cadena. A través del IMS, el

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

terminal negocia sus capacidades y expresa sus exigencias de calidad de servicio durante la fase de establecimiento de sesión con el protocolo SIP. En paralelo, el terminal reserva los recursos necesarios en la red de acceso utilizando un protocolo de red de recursos (RSVP).

- Control Político: el control político IP significa la capacidad de autorizar y controlar el uso del tráfico a nivel de media en el IMS, sobre la base de parámetros de la señalización SIP intercambiada durante el establecimiento de la sesión. Eso requiere interacciones entre la red de acceso y el IMS logrado gracias al protocolo COPS (*Common Open Policy Service*).
- Soporte de *roaming*: el usuario puede acceder a sus servicios IMS desde cualquier red IMS visitada. La movilidad del usuario (nomadismo) y de sus servicios son tomados en cuenta. [8]

Cuando hablamos de la arquitectura IMS no podemos dejar de destacar las capas más importantes que conforman su estructura.

- La capa de acceso representa todo el acceso de alta velocidad tal como: UMTS o UTRAN, CDMA2000 tecnología de acceso de banda ancha usada en las redes móviles en Estados Unidos, XDSL, redes de cable, Wireless IP, WiFi, etc.
- La capa de transporte representa una red IP. Esta red podrá integrar mecanismos de calidad de servicios con MPLS, Diffserv, RSVP, etc. La capa de transporte está compuesta de enrutadores, conectados por una red de transmisión.
- La capa de control consiste en controladores de sesión responsables del encaminamiento de la señalización entre usuarios y de la invocación de los servicios. Estos nodos se llaman CSCF (*Call State Control Function*). El IMS introduce entonces un ámbito de control de sesiones sobre el campo de paquetes.
- La capa de aplicación introduce las aplicaciones propuestas a los usuarios. El operador puede posicionarse gracias a su capa de control como integrador de servicios ofrecidos por el mismo o bien por terceros. La capa de aplicación consiste en servidores de aplicación (*AS, Application Server*) y MRF (*Multimedia Resource Function*). Para entender mejor esta arquitectura se observa la siguiente figura:

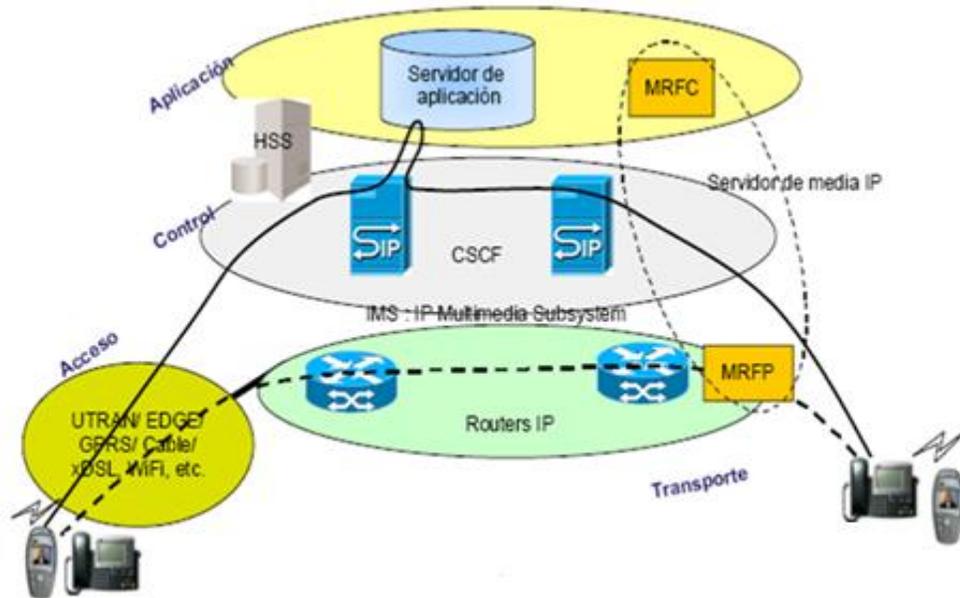


Figura 2. Arquitectura de IMS

## 1.5.5. IMS y servicios multimedia

El potencial de los servicios de IMS es enorme y éstos se pueden ver de forma ejemplificada en una mejora de la experiencia de comunicación del usuario, como los citados *push to talk* o los de compartición de contenidos durante video llamadas, además en la aparición de nuevos servicios que ofrecen accesos a contenidos y entretenimiento, como los juegos interactivos o la distribución segura de contenidos premium multimedia o en servicios de comunicaciones colaborativas para entornos empresariales, etc. En el caso del *push to talk* se trataría de la transformación del teléfono móvil en una especie de *walkie-talkie* (hablando y caminando). Esto permite que un grupo definido de usuarios tengan una conexión constante e inmediata para hablar unos con otros simplemente pulsando un botón en el móvil. Cuando uno de los usuarios desea transmitir, mantiene presionado un botón mientras habla; luego, suelta el botón y espera la respuesta. Este servicio se basa en la tecnología de VoIP en modalidad *half-duplex* e incluye de forma inherente el concepto de presencia y gestión de grupos. Gracias a la tecnología IP, este servicio es capaz de usar los recursos de acceso de forma más eficiente que un servicio por conmutación de circuitos, ya

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

que los recursos de red se reservan solamente durante los períodos en que se produce la conversación y no durante toda la sesión. La mensajería instantánea es un servicio de reconocido éxito, en éste los usuarios envían y reciben mensajes de forma inmediata. IMS permite trasladar esta experiencia al mundo de los móviles posibilitando no sólo el intercambio de mensajes de texto, sino incluyendo contenidos en diferentes medios como: imágenes, vídeo, audio o una combinación de los mismos. Se potencian, asimismo, otros servicios como la compartición de contenidos durante video llamadas, donde la comunicación de voz se enriquece mediante la posibilidad de sumar otros servicios de datos de valor añadido como la transferencia de imágenes o videoclips durante esta comunicación, pudiendo compartir de forma instantánea una fotografía o un video mientras se está manteniendo una llamada tradicional de voz. Este servicio ofrece una experiencia multimedia combinando dos entornos de red totalmente separados, como son el dominio de circuitos y el dominio de paquetes, de forma totalmente transparente para el usuario.

El subsistema IMS permite controlar servicios multimedia sobre las redes de 3G (tanto fijas como móviles) ofreciendo a los usuarios las siguientes capacidades:

- Integración dinámica de medios en el transcurso de una comunicación, ejemplo: texto, voz, video.
- Información de disponibilidad de los usuarios y de sus capacidades de comunicación como: conexión a PC, conexión a móvil, capacidades multimedia, presencia.
- Gestión y utilización de grupos de usuarios para comunicaciones multi-usuario.
- Mensajería basada en IP e interrelacionada con los mecanismos de IMS (grupos, presencia).
- Convergencia fijo-móvil de aplicaciones, puesto que el sistema es independiente del acceso.

Entre los servicios que se pueden establecer en una arquitectura que incluya el modelo IMS se encuentran: [7]

- Detección de presencia de usuarios.
- Servicios *push*: *push-to-talk*, *push-to-view*, *push-to-video*.

- Grupos de chat.
- Publicidad Multimedia.
- Mensajería instantánea y unificada.
- Juegos Interactivos.
- Video streaming.
- Conferencias de video/web/audio.
- Respuesta de voz interactiva.
- Servicios de voz.

## 1.5.6. Importancia de IMS

La importancia de IMS para los operadores radica en la simplificación en la arquitectura de la red a la hora de acomodar nuevos servicios, así como a la hora de crearlos y lanzarlos al mercado. Esta importancia la tienen todos los operadores independientemente de si son fijos, móviles o cable operadores.

Los operadores móviles se pueden beneficiar de la convergencia mediante Wi-Fi, ya que IMS permite utilizar esta tecnología con la red celular para que, a través de dispositivos duales, el usuario se conecte a ambas y cambie de una a otra (*handoff*) sin perder la comunicación. IMS habilita lo que algunos operadores móviles como T-Mobile en Estados Unidos u *Orange* en algunos mercados europeos están ofreciendo a través de UMA (*Unlicensed Mobile Access*).

Es importante destacar que hay operadores móviles que cuentan con varias tecnologías de acceso inalámbricas como redes de 3G, Wi-Fi y en algunos casos WiMAX. Los operadores aprovechan a IMS para ofrecer sus servicios a través de estas redes simplificando su inversión y costos de manejo de estos servicios accedidos a través de múltiples redes. Además, los usuarios disfrutan de una consistencia en el uso de sus aplicaciones, independientemente del lugar y red de acceso.

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

---

En la parte de aplicaciones, los operadores móviles empezaron a ofrecer a sus usuarios servicios Web a través de los dispositivos móviles que ya están habilitados para utilizar aplicaciones basadas en IMS. Estas son algunas de las prestaciones que ofrecen los operadores móviles a través de IMS:

- Mensajería Instantánea: con texto, imágenes, video y documentos. Además, mediante la funcionalidad de presencia, la red logra guardar aquellas comunicaciones que el usuario no ha visto por no estar conectado y reenviarlas una vez que este accede de nuevo al servicio.
- Videojuegos interactivos: permiten a los jugadores tener acceso a los juegos multi jugador desde cualquier dispositivo, ya sea un teléfono o una PC, y jugar con otros usuarios que estén accediendo al videojuego desde diferentes dispositivos.
- Redes móviles virtuales privadas: para la oferta a corporaciones de una forma segura, accesibles desde cualquier dispositivo con IP y desde cualquier red de acceso.
- Push-to-talk (PoC): con el que los operadores logran replicar fácilmente el servicio que tanto éxito le ha dado al operador de *trunking nextel*.
- Real-Time video *sharing*: por el cual los usuarios alcanzan compartir videos en vivo, video *clips* y fotos durante el transcurso de una llamada de circuitos conmutados.
- Compartir documentos: servicio por el cual los usuarios logran ver el mismo documento e ir viendo los cambios que se van produciendo en el mismo en tiempo real.
- Aplicaciones como SMS o MMS: ya ofrecidas por los operadores móviles, también están siendo probadas dentro de IMS. Los operadores migran con estos servicios a esta nueva arquitectura. [10]

## 1.6. Conclusiones

En este capítulo se hizo referencia a los principales conceptos relacionados al campo de acción, tales como tipos de modulaciones utilizadas por la tecnología estudiada. Además se hizo alusión a las tecnologías celulares, al igual que una breve reseña histórica de la telefonía celular y de IMS en sus inicios. Se trató el concepto de IMS, sus principales características, arquitectura, los servicios más trascendentales brindados por esta tecnología, además de la importancia para los usuarios y operadores.

## CAPÍTULO 2

### 2.1. Introducción

En el presente capítulo se profundiza en las plataformas de servicio IMS, específicamente en los sistemas móviles. Además se estudian los sistemas para consolidar las potencialidades y debilidades de cada uno de ellos, para finalmente fundar un criterio profesional y proponer el más idóneo para soportar plataformas de servicios IMS en Cuba.

La innovación de la comunicación de voz inició la era de las Redes Telefónicas Públicas Conmutadas (PSTN, *Public Switched Telecommunications Networks*), y ha revolucionado la manera en que la civilización moderna se comunica. Entre los elementos más importantes de la PSTN está el servicio de conversación *full duplex*, expresión y de banda estrecha de Conmutación de Circuito (CS, *Circuit Switching*). La evolución del procesamiento digital de señales permite la conversión de señales analógicas a formato digital para aprovechar las ventajas de la comunicación digital y técnicas de conmutación. El desarrollo de ISDN proporciona diferentes servicios de telefonía de voz, video y telefonía de datos, en una única interfaz de red.

Los potenciales de las comunicaciones móviles se explotaron aún más con el sistema GSM. El sistema GSM goza de una enorme respuesta del mercado debido a los terminales portátiles, gracias a la miniaturización de componentes y la mejora de la tecnología de baterías, una calidad de voz que se corresponde con la calidad de PSTN, reduce los costos debido a la escala de factores de beneficio de costo y rápida expansión de la cobertura. Una extensión importante a la telefonía es la introducción del SMS. Similar al correo electrónico, el SMS es mucho más sencillo, informal y fácil de usar. No sólo ha mejorado las comunicaciones interpersonales, sino que también ha sido uno de los principales ingresos para los operadores. Con los dispositivos de visualización avanzada, los procesadores y la tecnología de red, los sistemas celulares son cada vez más equipados con servicios de datos, MMS, video telefonía y otros servicios de comunicación.[1]

### 2.2. Paradigmas de redes convergentes

El concepto de una red integrada que ofrece al usuario una variedad de servicios a través de una única interfaz, da una serie de ventajas tanto para los usuarios como para los operadores. La explosión de la Internet ha influido en los sistemas celulares, como GSM, GPRS, UMTS los cuales ofrecen cada vez más

## *Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles*

---

la posibilidad de acceder a Internet a una mayor velocidad, de forma paralela a la conmutación de circuitos. La convergencia fijo-móvil en los servicios de tiempo real no ha sido realizada hasta ahora. Los servicios en tiempo real pueden tener requisitos significativamente inferiores a alta velocidad, el tiempo real de los servicios exige que el transporte de los paquetes deba ser constante. Otro requisito fundamental para el éxito de la convergencia entre tiempo real y los servicios de datos, es el hecho de que la capacidad de los mismos, debe ser tan buena para el sistema de conmutación de paquetes como para conmutación de circuitos.

IMS es el sistema que permite la convergencia fijo-móvil y llena el vacío entre estos dos entornos. El sistema IMS controla el período de sesiones y la vía de los medios de comunicación, independientemente de los tipos de acceso que se utilizan y con independencia de lo que implique. [1]

### **2.3. IMS y servicios de telefonía multimedia**

El servicio de telefonía IMS es visto como el próximo paso para complementar la telefonía convencional (voz) con las comunicaciones de datos. Este servicio ofrece la comunicación en tiempo real de voz, vídeo y texto y además permite el uso compartido de archivos. El deseo de comunicarnos con nuevas formas ha impulsado el desarrollo de los servicios de la telefonía multimedia, aún así requiere mantener un grado de servicio tradicional de voz y video en tiempo real, o sea, con la misma calidad, fiabilidad y seguridad.

Para los usuarios que laboran en las empresas, la telefonía multimedia ofrece además la integración del correo electrónico, el apoyo para trabajadores remotos, conferencias y colaboración. Otra propiedad importante de la telefonía multimedia es la movilidad de las personas. Usuarios profesionales desean utilizar la telefonía y los servicios de comunicación de datos de la misma manera. Otra característica importante para los usuarios de las empresas es la posibilidad de controlar las llamadas y los períodos de sesiones en cualquier punto dado en el tiempo. Por ejemplo, cuando asiste a una reunión de negocios o una conferencia, puede permitir que sólo la más importante llegue al receptor. Otra es que las llamadas pueden ser dirigidas a un contestador automático cuando el sonido se graba y se adjunta en un mensaje de correo electrónico del suscriptor a la dirección de correo electrónico.

Los servicios de telefonía multimedia IMS son interesantes también para los operadores por varias razones. El sistema IMS incorpora los mecanismos de control que se requieren para garantizar que se puedan cumplir las expectativas de los usuarios sobre la calidad del servicio, la fiabilidad y la seguridad. La arquitectura genérica y la flexibilidad de la plataforma IMS ofrecen un sencillo desarrollo y despliegue

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

de nuevos servicios que se pueden agregar a los servicios existentes, lo que da a los operadores nuevas oportunidades de ingresos. Además, el operador requiere una eficiencia que está a la par con los actuales sistemas de conmutación de circuitos y la interoperabilidad con sistemas heredados. IMS también apoya el desarrollo de servicios normalizados, tales como la telefonía multimedia. La normalización es necesaria para que los servicios y los componentes se comporten de la misma forma para todos los operadores, ya que si un usuario visita otro país, espera el mismo comportamiento del servicio como en su red doméstica. Otra propiedad de IMS es que permite la explotación de una única red con soporte todo IP, eliminando así la necesidad de mantener un sistema de conmutación de circuitos en paralelo con la red IP. Ésto reduce la necesidad de los gastos de capital (CAPEX), así como los gastos operativos (OPEX). El servicio de telefonía multimedia también es de transporte agnóstico. Ésto significa que los proveedores de servicio tengan la necesidad de aplicar una sola versión del servicio, lo que reduce significativamente la aplicación, verificación, comprobación y los esfuerzos para acelerar los plazos de comercialización.

### 2.4. Retos y requerimientos de la telefonía móvil en IMS

En todos los sistemas de telefonía celular hasta 3G, la comunicación de voz es el servicio que ha definido los requisitos más exigentes en los sistemas. Estos requisitos se refieren a: capacidad, calidad, índices de error, retraso de extremo a extremo, etc.

Los servicios de datos en un futuro se pondrán en un alto nivel con respecto a los índices de error (las tasas de pérdida de paquetes) y demora de extremo a extremo. Ésto es debido a la pérdida de paquetes de bajada y las velocidades de corto viaje de ida y vuelta, que se demandan si la velocidad de control de TCP es capaz de adaptarse a las velocidades de datos de varios Mbps (*megabits por segundo*). Por lo tanto, ya no es la comunicación de voz la que define los requisitos de rendimiento y los retrasos, sino la comunicación de datos.

Los requisitos que IMS tiene que cumplir en telefonía multimedia todavía son un reto. Para poder sustituir el resto de los servicios de conmutación de circuitos, la capacidad y la necesidad de cobertura debe ser al menos buena. La capacidad y la cobertura de los requisitos deben cumplirse al mismo tiempo que la calidad, o cuando el sistema se carga al límite de capacidad.

Además, el diseño del sistema también debe ser más flexible que el existente con los sistemas de conmutación de circuitos. Ésto es necesario para permitir el desarrollo y despliegue de diferentes

## *Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles*

---

servicios, variantes y de tener un futuro a prueba de una solución sencilla que permita la introducción de nuevos componentes de servicio.

Otro requisito es que el servicio de telefonía multimedia IMS debe mostrar un consistente comportamiento entre redes heterogéneas. Los equipos de diferentes vendedores también deben brindar rendimientos similares, lo cual es necesario, pues los usuarios finales desean la libertad para comprar teléfonos de diferentes proveedores, y esperan que estos muestren un comportamiento consistente. Un inconsecuente desempeño también daría problemas a los operadores, si las incoherencias tienen un impacto en la célula de planificación, ya que el operador no puede saber si su celda de planificación da una cobertura suficiente o no. El servicio de telefonía multimedia IMS, por lo tanto debe ser normalizado con suficiente detalle a fin de que los vendedores puedan saber que sus productos cumplen los requisitos de funcionamiento. Este requisito es un verdadero reto desde diferentes redes de transporte, ya que pueden tener diferentes características y capacidades.

### **2.5. Beneficios de IMS**

La visión de un sistema celular de IP, ha estado presente dentro de la industria por varias años. Ésta ha incluido diferentes fases, desde la introducción de IP en partes fijas de acceso de radio y red básica de transporte, para simplificar la introducción de pleno apoyo a todos los tipos de servicios también sobre la interfaz. Este último incluiría entonces en tiempo real los servicios como VoIP. Por otro lado, el servicio de voz con conmutación de circuitos ha sido un gran éxito y sigue haciendo nuevos progresos. Se proporciona una imagen fiable, eficiente servicio de voz con calidad aceptable y está desplegado en las redes celulares en todo el mundo.

El servicio de voz con conmutación de circuitos se complementa en la actualidad como por ejemplo, SMS para mensajería y datos móviles, pero la creación de varias ofertas de servicios por la introducción de nuevos componentes de comunicación, para complementar el servicio de voz con conmutación de circuitos no es un proceso sencillo.

IMS es el medio que proporciona servicios de multimedia interoperable a través de sistemas celulares. IMS se considera como una capa horizontal de tecnología que permite la realización de diferentes servicios. Para cada aplicación, hay algunas partes de la lógica de aplicación que son exclusivas para el servicio y en algunas partes como la manipulación de listas de contacto o el uso de los códecs puede ser

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

común entre las diferentes aplicaciones. Este hecho se utiliza en IMS para proporcionar una base común para varios servicios.

Los beneficios más importantes de IMS frente a otras arquitecturas pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Soporta múltiples tecnologías de acceso gracias a su diseño por capas totalmente independiente del acceso. Ésto significa que con una única red de servicio es posible entregar servicios multimedia convergentes accesibles por el usuario desde cualquier sitio y cualquier dispositivo.
- Mejora la gestión de la movilidad del usuario, quien puede disfrutar de los mismos servicios tanto desde su propia red como desde cualquier otra.
- Comparte los recursos de control de sesión, datos de usuario y transporte entre diferentes aplicaciones lo que supone, por un lado, una mejora en la rapidez y eficiencia con la que se desarrollan nuevas aplicaciones, y, por otro lado, una disminución de los costes de mantenimiento del servicio final.
- Posibilita los mecanismos de gestión de la calidad de servicio necesarios para poder ofrecer al usuario una buena experiencia de servicio y a la vez permitir al operador el control necesario sobre la eficiencia en el uso de los recursos de la red.
- Permite ofrecer servicios combinados, es decir, aquellos que hacen posible combinar diferentes tipos de contenidos multimedia (voz, video, mensajería, televisión, etc.) en un único servicio que ofrece al usuario una experiencia de comunicaciones mucho más rica y valiosa.
- Facilita la creación de redes multi-suministrador. IMS, como estándar, implementa un entorno en el que las aplicaciones SIP de diferentes proveedores pueden integrarse en la red del operador de forma rápida.

Además, la clara separación entre las diferentes capas permite la participación de diferentes suministradores en una misma red de forma sencilla y eficiente. [1]

### 2.6. Servicios de comunicación IMS

IMS está vista como una plataforma de servicios que es capaz de apoyar a una multitud de diferentes tipos de servicios incluyendo la telefonía celular. El primer conjunto de IMS carecía de las especificaciones normalizadas de los servicios. De hecho, la propiedad intelectual de las aplicaciones multimedia no debe

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

ser normalizada, la telefonía y los servicios complementarios no deben ser de propiedad intelectual, así como el resto de las aplicaciones multimedia. En cambio, con el inicio del IMS el esfuerzo de normalización se hizo bien, junto a un conjunto de mecanismos de señalización especificado, protocolos y tipos de medios que, por ejemplo, puede utilizarse para realizar una única conversación multimedia remota utilizando el servicio de control de llamada, códec y protocolos de transporte.

Otras comunidades de normalización por ejemplo, 3GPP2, OMA (*Open Mobile Alliance*) y TISPAN (*Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking*) incorporaron soluciones IMS en su especificación que permite tener ciertos servicios IP interoperable gestionados dentro de las redes derivadas de las distintas tecnologías normalizadas. En este proceso, el punto de vista sobre la normalización de los servicios IMS cambió. El cambio de opinión sobre IMS produjo nuevas actividades de normalización después de la primera versión de IMS en 2002. Luego de 3GPP versión 5, se incluyó el uso de los protocolos IETF, a la adopción de IMS y el uso de modelo de negocio para conseguir la infraestructura en general. [1]

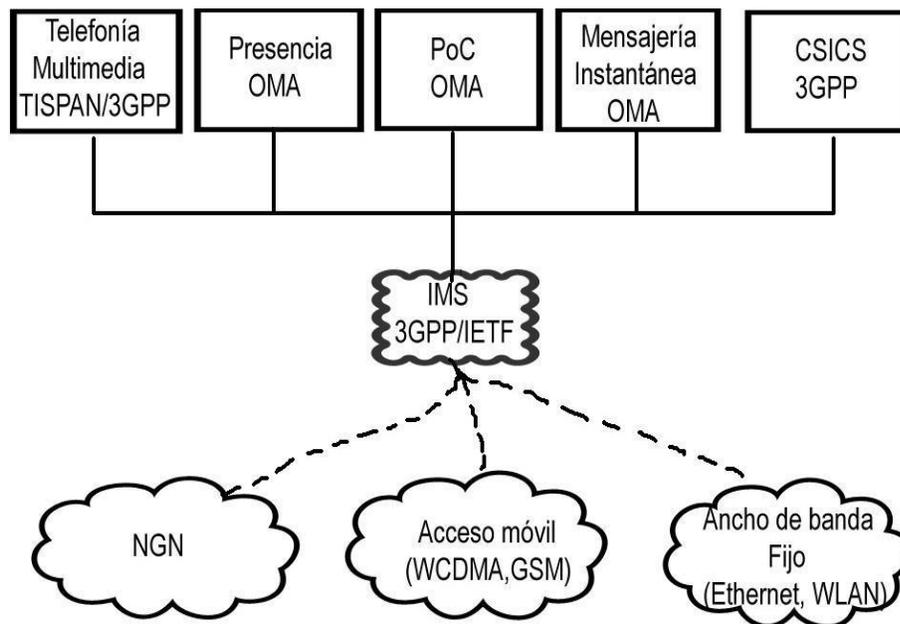


Figura 3. Visión general de la normalización de servicios basados en IMS

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

En la actualidad, los esfuerzos realizados en OMA, 3GPP y TISPAN expresan que IMS ha evolucionado en un amplio servicio de plataformas que han especificado una serie de servicios que ofrecen a los clientes. La evolución sobre normalización de los servicios IMS ha hecho la definición de la finalidad de IMS algo más complicada.

Un servicio de comunicación de IMS se define por su comportamiento, su modelo de red, combinación de los medios de comunicación y formatos que admite. Las características de estas contribuciones son las que hacen a la definición, que apoye a un determinado tipo de soporte que no constituye un servicio de comunicación de IMS. Aunque una comunicación de servicio IMS puede ser de propiedad, en la actualidad hay pocas diferencias en los servicios de comunicación IMS existentes:

- Telefonía multimedia.
- Pulsar para hablar sobre Celular (PoC).
- Presencia.
- Mensajería instantánea (IM).
- Conmutación de circuitos combinados de servicios IMS (CSICS).

### 2.6.1. Escenario del Servicio de Telefonía multimedia

Un escenario de servicio define como el usuario final puede utilizar un servicio para satisfacer una determinada necesidad de comunicación.

La introducción de IMS en los fijos y dominios móviles, hace que sea posible tener una suscripción de la comunicación de dispositivos que utilizan diferentes métodos de acceso. Esto es muy conveniente para los usuarios finales, también reduce el costo para el operador ya que el número de suscripciones que tiene que manejar el operador será menor. En IMS se utiliza OFDM, dicha técnica es la elegida para permitir la transmisión de datos, vídeo, comunicaciones multimedia a alta velocidad sin línea de vista.

¿Por qué los operadores deben invertir en IMS y telefonía multimedia? La respuesta es que deben invertir sólo si el nuevo servicio puede proporcionar un valor añadido para los usuarios finales y también tienen el potencial de reducir los costes para el operador. El principal generador de costes es, por supuesto, la necesidad de mantener sólo una única infraestructura de conmutación de paquetes (PS, *Packet Switching*) en lugar de dos (CS y PS). La clásica métrica de telecomunicaciones como la capacidad y la

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

cobertura también son importantes a considerar. Gran capacidad de cobertura y menor costo. La alta densidad en zonas urbanas de alta capacidad celular reducirá el número de células. Por lo tanto, el servicio de comunicación de telefonía multimedia debe ser capaz de dar una capacidad que sea al menos tan buena como la capacidad de los correspondientes servicios de conmutación de circuitos.

Otro requisito es que el servicio de comunicación de telefonía multimedia debe poder establecer una llamada de voz de emergencia. Las llamadas de emergencia deben ser enviadas a los servicios de emergencia, conforme con la normativa nacional para que el usuario se encuentre. La llamada de emergencia debe tener prioridad sobre las llamadas normales.

El servicio de comunicación de telefonía multimedia es un servicio de IMS y por tanto, es transparente al tipo de acceso. Sin embargo, los diferentes métodos de acceso tienen características diferentes, por ejemplo cuando se utiliza GSM/EDGE (*Enhanced Data rates for GSM*), puede ser beneficioso utilizar la tarifa más baja de los modos de intervención, para asegurar la calidad de extremo a extremo. Mientras que para WCDMA/HSPA, el pico de alta velocidad de bits permite el uso de la más alta AMR (*Adaptive Multi-Rate*) sin ningún tipo de rendimiento. El servicio de comunicación de telefonía multimedia debe manejar este, y proporcionar un servicio de trabajo independientemente de los métodos de acceso, por ejemplo, WCDMA, GSM / EDGE, WiMAX, WLAN, que el carácter originario de usuario y la terminación de usuario que está utilizando. Básicamente, esto significa que es necesario que los operadores deban ser capaces de implementar el servicio telefonía multimedia en cualquier método de acceso que sea adecuado, sin problemas de interoperabilidad. [1]

### 2.6.2. Resumen del servicio de comunicación de telefonía multimedia

El objetivo de la normalización de la telefonía multimedia es un esfuerzo a la posición de IMS, el control del operador para realizar operaciones basadas en Voz IP y comunicaciones multimedia, que se complementa con la telefonía de tipo servicios suplementarios. La telefonía multimedia debe ser capaz de sustituir la telefonía CS, para ayudar a aumentar los ingresos del operador potencial complementando la telefonía de CS, ofreciendo una rica experiencia para los usuarios finales.

El servicio de comunicación de telefonía multimedia en su mayoría, se utilizará para la transmisión de voz y otros medios de comunicación.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- El servicio de comunicación de telefonía multimedia permite al usuario conectarse con cualquier otro usuario, independientemente del operador y la tecnología de acceso.
- El servicio de comunicación de telefonía multimedia es compatible con los servicios suplementarios que se comportan de forma casi idéntica a los servicios suplementarios de telefonía mediante CS.
- El servicio de comunicación de telefonía multimedia soporta llamadas de conferencia y la creación de conferencias de usuarios por ejemplo: llamadas de tres partidas.

Pero hay aspectos que la diferencian de la telefonía multimedia de CS. El conjunto de los medios de comunicación incluyen video, texto, reparto de imagen, compartir clips de video, clips de audio y la compartición de archivos en general. Junto a la serie de normalización de los medios de comunicación, el apoyo a otros medios de comunicación no normalizados también puede ser agregado fácilmente. Los medios de comunicación podrán efectuarse por los usuarios durante el período de sesiones de la telefonía multimedia.

La telefonía multimedia tiene por objeto un menor coste para el operador. El uso de la plataforma de IMS permite reducir el coste de despliegue de servicios cuando los operadores añaden más servicios a su red. Para ayudar a manejar los ahorros de costes, los servicios de comunicación de telefonía multimedia deben ayudar a un rápido desarrollo de servicio y despliegue. Uno de los requisitos es, que el servicio de comunicación de telefonía multimedia debe estar en condiciones de ser utilizado a lo largo de varios servicios de comunicación IMS al mismo tiempo, para permitir el rápido desarrollo de aplicaciones al usuario final. [1]

### 2.7. Arquitectura de redes y servicios

La telefonía multimedia celular es un servicio en el que participa la voz, vídeo y texto entre dos o varias partes, con residencia en diferentes redes de acceso a través de Internet. Una red de acceso está basada en redes celulares IP. Los conceptos de arquitectura de un sistema de este tipo provienen de tres diferentes tecnologías de red:

- Telefonía con conmutación de circuitos con la PSTN e ISDN y redes inteligentes.
- Conmutación de paquetes IP basados en redes de datos e Internet, que sirven como núcleo de red de transporte.
- Los sistemas inalámbricos y móviles.

### 2.7.1. Internet y Redes de datos

El presente de Internet es en realidad una colección de sub-redes, o de una red de redes, interconectadas a través de *routers* de alta velocidad, una topología de malla troncal. Las redes de Internet son gestionadas por proveedores de servicios de red (NSP) y proveedores de servicios de Internet (ISP). Las subredes están conectadas entre sí en el intercambio de Internet, conocida como el acceso a la red de punto. Una red de acceso de puntos suele ser un modo de transferencia asincrónica (ATM) o de un conmutador Ethernet, rodeado por los *routers*. La red de acceso de puntos es contratada por el NSPs para instalar sus propios routers para intercambiar tráfico proveniente de los proveedores de servicios de Internet. Los usuarios de los servicios disponibles en Internet mediante conexiones que van desde baja velocidad de bits, banda ancha DSL, LAN, LAN inalámbrica, etc, proporcionados por el ISPs, que también prestan servicios a los usuarios de Internet como tránsito, nombre de dominio, alojamiento y registro. Los proveedores de servicios de Internet proporcionan el equipo cliente y además la funcionalidad de software de seguridad. A través de los enlaces de acceso, los clientes locales conceden a los equipos el punto de presencia o de borde de la red de ISP, un efectivo lugar que acoge los servidores, enrutadores, interruptores, etc.

El propósito de IP es facilitar una conexión fiable de servicios también conocidas como: mejor esfuerzo en la capa de red, a través de una red interconectada. La capa IP recibe la capa de transporte, asigna una dirección IP para crear un encabezado de paquete IP (o datagrama IP) y lo pasa a la capa de enlace. Con el fin de encajar en un formato de capa de enlace, para fragmentar el paquete IP en pequeñas Unidades de Transmisión Máxima (MTU). Cuando todos los fragmentos se reciben, es recuperado todo el paquete.

Actualmente IP tiene dos versiones, el IPv4 e IPv6. El protocolo IPv4, actualmente en uso, tiene limitaciones en cuanto a la capacidad de direccionamiento. Además, IPv4 está limitado en aplicaciones, calidad de servicio, gestión y seguridad, por lo que no satisface las exigencias futuras. De aquí, que la tendencia es moverse hacia la próxima generación de protocolos IP mediante la introducción del IPv6 de altas prestaciones. IPv6 resuelve las limitaciones anteriores y soporta más fácilmente los móviles IP, por otro lado tiene ventajas en cuanto a la QoS, seguridad integrada, así como la autoconfiguración y mayor espacio de direccionamiento. A largo plazo IPv6 junto con MPLS formarán parte integral de las plataformas NGN. Por el momento la introducción de la versión IPv6 es un proceso gradual que confronta obstáculos por parte de proveedores de servicios y usuarios finales.

### 2.8. Protocolo de Iniciación de Sesión

SIP es el principal protocolo de señalización del IMS y, por tanto, utilizado por el servicio de comunicación de telefonía multimedia. SIP está basado en texto, proporciona la movilidad de los usuarios a través de los registros y establece el período de sesiones. Es un estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario, donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos online y realidad virtual.

SIP proporciona a través de una sesión de dos vías de descripción, un período de intercambio de sesiones que se denomina modelo oferta - respuesta. Un agente de usuario genera una sesión que contiene la descripción de la información necesaria para establecer el período de sesiones, por ejemplo: las direcciones IP que se utiliza para transferir los medios de comunicación, y lo envía al agente de usuario remoto. Al recibir la oferta, el agente de usuario remoto genera su propio período de sesiones de descripción, como respuesta. Tanto la oferta como la respuesta son escritas en formato de descripción de una sesión, que debe ser entendida por los agentes de usuario. [1]

SIP es un protocolo punto a punto. Requiere un núcleo de red sencillo y altamente escalable con inteligencia distribuida en los extremos de la red, incluida en los terminales, ya sea mediante hardware o software. Aunque existen varios protocolos de señalización para VoIP, SIP se caracteriza porque sus promotores tienen sus raíces en la comunidad IP y no en la industria de las telecomunicaciones. SIP ha sido estandarizado y dirigido principalmente por el IETF mientras que el protocolo de VoIP H.323 ha sido tradicionalmente más asociado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sin embargo, las dos organizaciones han promocionado ambos protocolos del mismo modo.

SIP funciona en cooperación con otros protocolos, pero solo interviene en la parte de señalización al establecer la sesión de comunicación. SIP actúa como envoltura al SDP, que describe el contenido multimedia de la sesión, por ejemplo, qué puerto IP y códec se usarán durante la comunicación, etc. En un uso normal, las sesiones SIP son simplemente flujos de paquetes de RTP. El protocolo de tiempo real es el verdadero portador para el contenido de voz y video.

#### 2.8.1. Elementos SIP de red

Los terminales físicos, dispositivos con el aspecto y forma de teléfonos tradicionales, pero que usan SIP y RTP para la comunicación, están disponibles comercialmente gracias a muchos fabricantes.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

SIP también requiere proxy y elementos de registro para dar un servicio práctico. Aunque dos terminales SIP puedan comunicarse sin intervención de infraestructuras SIP (razón por la que el protocolo se define como punto-a-punto), este enfoque es impracticable para un servicio público. Hay varias implementaciones de *softswitch* que pueden actuar como *proxy* y elementos de registro.

SIP hace uso de elementos llamados servidores proxy para ayudar a enrutar las peticiones hacia la localización actual del usuario, autenticar y autorizar usuarios para darles servicio, posibilitar la implementación de políticas de enrutamiento de llamadas, y aportar capacidades añadidas al usuario. También aporta funciones de registro que permiten al usuario informar de su localización actual a los servidores *proxy*. [23]

### 2.9. Calidad de servicio en IMS

#### 2.9.1. Instrucciones para realizar las reservas de recursos

IMS es compatible con varios modelos de QoS extremo a extremo descritos en el 3GPP: los terminales pueden utilizar la capa de enlace de reserva de recursos de protocolos, por ejemplo, la activación de contexto de Política de Puntos de Decisión (PDP, *Policy Decision Points*), el Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP, *Resource ReSerVation Protocol*), Diferenciación de Servicios (DiffServ, *Diference of Service*) o códigos directamente, mientras que las redes de uso y DiffServ pueden utilizar RSVP. En cualquier caso, la forma más común es tener terminales para utilizar protocolos de la capa de enlace y tener el nodo de soporte de pasarela GPRS (GGSN, *Gateway GPRS Support Node*) en el mapa de reserva de recursos corrientes de la capa de enlace para códigos DiffServ en la red.

El P-CSCF (*Proxy-Call Session Control Function*), instruye al terminal para realizar la reserva de recursos. Para ello, el P-CSCF utiliza el marco de resultados estratégicos de reserva de flujo único (SRF, *Single Reservation Flow*) de la agrupación SDP. La agrupación SDP permite un grupo de medios de comunicación y flujos para describir la semántica del grupo. La semántica SRF indica que todos los streams del grupo deben utilizar el mismo recurso de reserva de flujo.

Los terminales deben ser capaces de poder trazar un mapa de flujos de una sesión en la reserva de recursos. Un terminal que establece un sonido y una secuencia de vídeo puede elegir una única solicitud de reserva de flujo, o solicitar una reserva de recursos, una para vídeo y otra para el audio. Puede ocurrir que el SDP que el terminal IMS recibe no contenga ninguna instrucción para realizar la reserva de

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

recursos, si ocurriera eso, el terminal IMS es libre de decidir la forma de los grupos de medios de comunicación en reserva de flujos.

### 2.9.2. Modificar órganos proxy

El P-CSCF razona y modifica el período de sesiones de descripciones de intercambio de los terminales. Ésto implica que sólo pueden utilizar los terminales SDP como su período de sesiones y que la protección de la integridad o los mecanismos de cifrado no está permitido en el IMS.

El IETF está trabajando en extensiones para permitir a los servidores proxy comunicar información a los agentes de usuario como reserva de instrucciones de recursos, sin necesidad de acceder a órganos de extremo a extremo, ni período de sesiones.

### 2.9.3. Reservas por las terminales

La información recibida de los terminales de uso en las descripciones de la SRF, permite determinar el número de reserva de recursos que es necesario que se establezca. Cuando el acceso a la red GPRS es una reserva de flujo de recursos es un contexto PDP.

Un terminal establece un contexto PDP para el intercambio de señalización SIP después de agregar GPRS. La información almacenada por la red con respecto a este contexto PDP, incluye la dirección IP del terminal y el contexto del PDP, incluidas las características de QoS de tráfico de su clase. Existen cuatro clases de tráfico: mejor esfuerzo, interactivo, streaming y conversacional. El contexto PDP utilizado para la señalización SIP siempre es conversacional. [11]

## 2.10. Sistemas celulares, descripción de las arquitecturas

El concepto de sistema celular fue muy importante para resolver el problema de congestión espectral y la capacidad del usuario. La idea de un sistema celular consiste en un sistema basado en varios niveles de células: un trasmisor de gran potencia (célula grande) con muchos transmisores de baja potencia (células pequeñas), cada una le proporciona cobertura a solo una parte del área de servicio.

A cada radio base se le asigna una porción del número total de canales disponibles en el sistema completo, y a las radios bases cercanas se le asignan diferentes grupos de canales de tal forma que los canales disponibles son asignados en un número relativamente pequeño de radio bases vecinas. A las radio bases vecinas se les asigna diferentes grupos de canales de forma que las interferencias entre las

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

radio bases y entre los usuarios móviles bajo su control se reducen. Espaciando sistemáticamente las radio bases y sus grupos de trabajo a través de un mercado, los canales disponibles se distribuyen a través de una región y pueden ser reusadas tantas veces como sea necesario, siempre que la interferencia con el mismo canal entre radio bases se mantenga por debajo de algunos niveles aceptables.

Paulatinamente crece la demanda de servicios, se debe incrementar el número de radio bases, proporcionando una capacidad de radio adicional sin incremento del espectro de radio. Este principio es el fundamento de todos los sistemas modernos de comunicaciones inalámbricos.

### 2.10.1. GSM

GSM es una tecnología digital de 2G, utiliza conmutación de circuitos. GSM usa una combinación de FDMA y TDMA para el tipo de acceso. Usan el esquema de modulación GMSK, que no es más que una versión de FSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*).

GSM fue definido originalmente como estándar Europeo abierto, para que una red digital de teléfono móvil soporte voz, datos, mensajes de texto y roaming en varios países, eficiencia espectral y compatibilidad con ISDN. El GSM es ahora uno de los estándares digitales inalámbricos de 2G más importantes en el mundo. Apareció para dar respuestas a los problemas de los sistemas analógicos. Fue diseñado para transmitir voz por lo que se basa en la conmutación de circuitos.

#### 2.10.1.1 Arquitectura y componentes del sistema GSM

Una red típica GSM está compuesta por entidades funcionales que se dividen en cuatro partes fundamentales: Estación Móvil (MS, *Mobile Station*), Subsistema de Estación Base (BSS, *Base Station Subsystem*), Subsistema de Conmutación y Red (NSS, *Network Switching Subsystem*), y el Subsistema de Operación y Mantenimiento (OMSS, *Operating & Maintenance Subsystem*). [2]

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

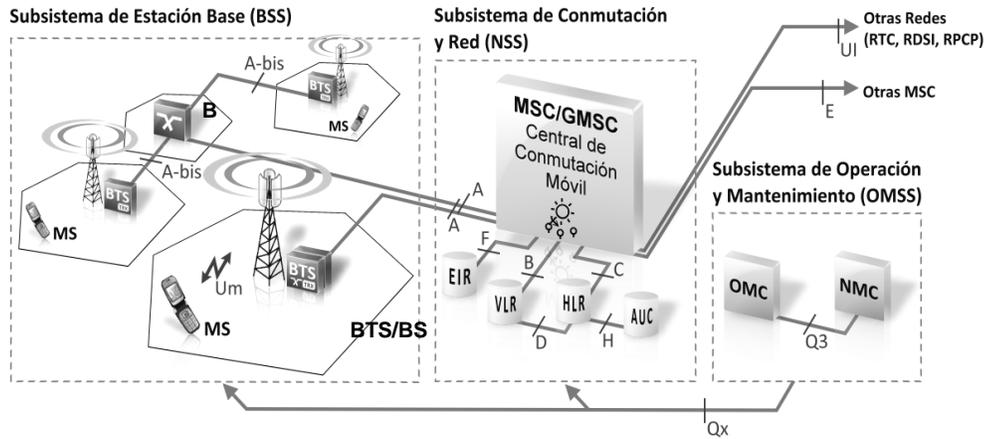


Figura 4. Arquitectura genérica de un sistema GSM

Todas las redes GSM se pueden dividir en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas:

- La Estación Móvil (MS): consta a su vez de dos elementos básicos que se deben conocer, por un lado el terminal o equipo móvil y por otro lado el Módulo de Identidad de Suscriptor (SIM, *Subscriber Identity Module*). Con respecto a los terminales poco se dice, ya que los hay para todos los gustos, lo que si se comenta es que la diferencia entre unos y otros radica fundamentalmente en la potencia que tienen, que va desde los 20 *watios* (generalmente instalados en vehículos) hasta los 2 *watios* de nuestros terminales.
- Subsistema de Estación Base (BSS): éste se encarga de todas las funciones relacionadas con la transmisión y recepción vía radio, así como de la gestión, garantizando el control de interfaz de radio. Las entidades funcionales de BSS proporcionan cobertura radioeléctrica en el área celular y son responsables de establecer comunicación con los móviles del área de influencia, estas entidades son:
  - Controlador de Estaciones Bases (BSC, *Base Station Controller*): maneja las funciones de control de radio de la red GSM y se encarga de la gestión de los recursos de radio de varias BTS.
  - BTS: contiene los dispositivos de transmisión y recepción por radio, así como las antenas y elementos para procesar las señales. Además permite la conexión física entre él y las estaciones móviles a través de la interfaz de aire Um.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- MS: Entidad que establece la unión entre el usuario y el sistema fijo de la red GSM, a través del interfaz Um para acceder a los servicios proporcionados por la red.
- Subsistema de Conmutación y Red (NSS): el NSS maneja todo el servicio de comunicaciones entre móviles y conexión a otras redes, y sus funciones más desarrolladas son la localización automática, el seguimiento (roaming) internacional de las estaciones móviles, y el encaminamiento de las llamadas. Sus entidades funcionales son:
  - Central de Conmutación Móvil (MSC, *Mobile Switching Centre*): es el corazón de GSM y responsable esencialmente de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas. Es una interfaz inteligente entre diversas redes GSM, o entre el BSS y las redes públicas de telefonía o datos.
  - MSC Cabecera (GMSC, *Gateway Mobile Switching Centre*): gestiona las llamadas en las que interviene la red fija, y permite el inter-funcionamiento de estas con la red móvil.
  - HLR: es una base de datos asociada a la gestión y administración de los usuarios, información de suscripción de abonados e información de localización de las estaciones móviles.
  - VLR: es una base de datos que almacena información dinámica de los usuarios transeúntes en la zona del MSC.
  - Registro de Identificación de Equipo (EIR, *Equipment Identity Register*): es una base de datos que contiene la lista de identidades de todos equipos móviles validados en la red.
  - Centro de autenticación (AUC, *Authentication Centre*): está asociado al HLR y es una base de datos que brinda la información necesaria para la validación y autenticación de los usuarios por la red.
- Subsistema de operación y mantenimiento (OMSS): es una estructura muy compleja, se encarga de la gestión, explotación y mantenimiento del sistema GSM, ésta incluye equipos, líneas de instalaciones y software. Sus entidades funcionales son:
  - Centro de Explotación de Red (NMC, *Network Management Center*): constituye la máxima jerarquía dentro del sistema de explotación de la red GSM.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

➤ Centro de Operación y Mantenimiento (OMC, *Operating & Maintenance Center*): este se encarga de la administración comercial, gestión de cambios en la red, operación de la red, supervisión de la calidad de funcionamiento de la red, mantenimiento, tarificación y gestión de la seguridad.

### 2.10.1.2 Ventajas de GSM

La tecnología GSM ofrece la mejor calidad de voz de cualquier estándar digital inalámbrico actual. El cliente podrá escuchar con claridad y nitidez sus conversaciones. Las ventajas de GSM pueden dividirse en dos categorías principales: beneficios al usuario y beneficios al operador.

Los principales beneficios al usuario incluyen:

- Cobertura: GSM es la tecnología inalámbrica más ampliamente disponible en el mundo. Se encuentra disponible en más de 210 países y territorios del mundo. Como resultado de ello, los clientes GSM tienen acceso constante a servicios de voz de alta calidad y servicios optimizados (por ejemplo, mensajería de texto) en su región de residencia y en otras regiones mientras se encuentran de viaje.
- Calidad de voz: GSM provee claridad de voz en las llamadas. Si bien los datos constituyen una aplicación inalámbrica cada vez más popular, los servicios de voz continuarán siendo el principal motivo por el cual la gente utilice tecnología inalámbrica.
- Flexibilidad: gracias a una prestación singular e innovadora llamada tarjeta Módulo de Identidad del Abonado (SIM), los clientes pueden cambiar de dispositivo GSM fácilmente por ejemplo, comprar un teléfono nuevo o añadir un módem PC card GSM/GPRS sin la molestia de tener que configurar el nuevo dispositivo ni la pérdida de servicios de suscripción personalizados tales como mensajería.
- Servicios innovadores: GSM fue la tecnología precursora para muchos de los servicios más populares del mundo. Un ejemplo saliente es el SMS, que soporta mensajes de texto. Resulta igualmente importante que la capacidad de *roaming* de GSM permite que los usuarios accedan a sus servicios favoritos mientras se encuentran de viaje.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

Los principales beneficios al operador incluyen:

- Cobertura: los operadores GSM pueden hacer insistencia en el hecho de que los clientes tienen acceso constante a servicios de voz de alta calidad y servicios optimizados en su lugar de residencia y durante sus viajes. La extensa cobertura es especialmente atractiva para los ejecutivos de negocios que desean una completa accesibilidad mientras viajan por el resto del mundo.
- Flexibilidad: la infraestructura y los dispositivos GSM están disponibles para las bandas de espectro más populares, entre ellas las de 850 y 1900 MHz, lo que presenta múltiples opciones de despliegue para los operadores a fin de satisfacer sus necesidades de espectro y de mercado. La gran atención que presta la comunidad GSM a las normas también asegura que exista interoperabilidad entre la infraestructura y los dispositivos de múltiples fabricantes, lo que les brinda a los operadores diversas opciones en la selección de equipos.
- Eficiencia: GSM utiliza el espectro de manera eficiente y provee siete veces mayor capacidad que la tecnología analógica o AMPS, que es una tecnología de primera generación (1G). EDGE, junto con optimizaciones tales como el códec adaptativo a múltiples velocidades (AMR), proveen un incremento adicional de casi tres veces más llamadas de voz simultáneas que la tecnología GSM básica.
- Capacidad de actualizarse: GSM es el primer paso de una migración fluida, flexible y costo-efectiva a 3G. Cada paso subsiguiente aprovecha el paso anterior y provee compatibilidad en sentido regresivo, lo que preserva tanto las inversiones como los clientes a lo largo de la migración. Las normas que rigen la capacidad de actualización y la interoperabilidad de GSM están coordinadas y respaldadas por organizaciones internacionales claves como el 3GPP y 3G América.

### 2.10.2. GPRS

El Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS, *General Packet Radio Service*) es una extensión de GSM para la transmisión de datos no conmutada o por paquetes. La conmutación de paquetes es el procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más apropiado para la transmisión de voz.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de tercera generación. Su principal característica radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, cobrando únicamente por el volumen de datos transferidos enviados. GPRS le da la libertad al operador de maximizar el uso de sus recursos en una forma dinámica y flexible, presenta modulación GMSK.

### 2.10.2.1. Características de GPRS

Entre las características de GPRS se destacan:

- Velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps.
- Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
- Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión. Algunos ejemplos de los tamaños de información posibles a descargar son:
  - Acceder a un buscador, buscar un término (ej. viajes) y recibir una pantalla de respuesta podría ocupar 100 Kbytes aproximadamente.
  - Bajar una presentación (documento tipo PowerPoint de 20 diapositivas con fotos) equivale a unos 1.000Kbytes.

### 2.10.2.2. Servicios GPRS para el usuario

Los servicios que obtendrá un usuario de este sistema serían los equivalentes a tener un PC conectado a Internet. Acceder en movilidad a Internet y correo electrónico. GPRS permite acceder en movilidad a todas las facilidades de Internet usando el terminal GPRS como módem:

- Acceso a cuentas de correo Internet (lectura y envío de e-mails).
- Aviso de recepción de correo en el móvil.
- Navegación por Internet.
- Descarga de ficheros.
- Desde cualquier PC, asistente personal digital (PDA) o directamente desde el terminal GPRS (si sus características lo permiten). Pagando sólo por el volumen de los datos transmitidos y recibidos

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

y no por el tiempo de conexión.

- Acceder en movilidad a Intranet corporativa.
  - Acceso a cuentas de correo corporativas (intranet).
  - GPRS permite utilizar desde un dispositivo móvil (Ordenador portátil, PDA o el propio móvil) los sistemas de correo electrónico de la empresa (Microsoft Mail, Outlook Express, Microsoft Exchange etc).
  - El usuario puede acceder en movilidad a su correo corporativo, leerlo y contestarlo como si estuviera en la oficina.
- Acceso a bases de datos y aplicaciones corporativas desde un dispositivo móvil:
  - Gestión de Fuerza de Ventas: consulta de estados de pedidos, consulta de catálogos, consulta de stocks, información relativa a los clientes desde cualquier lugar.
  - Gestión de equipos de trabajo que operan fuera de la empresa (equipos de mantenimiento, supervisión, reparo). Con GPRS se pueden enviar avisos, cumplir partes de trabajo, obtener información detallada sobre envíos o reparaciones desde cualquier lugar.
- Acceso GPRS a aplicaciones WAP para usos empresariales (a través del servicio WAP):
  - Agenda, directorios, tarjetas de visita, e-mail, correo, tareas, tablón, enviar fax, gestión de equipos.
- Acceso a servicios de información (a través del servicio WAP):
  - Canales temáticos: noticias, finanzas, viajes.
  - Guía Conecta: guía de carreteras, reserva de restaurantes, guía de teléfono, callejero.
  - Centro comercial: Banca móvil, entradas.
  - Servicios de Internet: Buscador, traductor.

### 2.10.2.3. Arquitectura GPRS

Con el fin de integrar GPRS en la arquitectura existente GSM, se ha introducido una nueva clase de nodos de red (núcleo de red), llamado nodos de soporte GPRS (GSNs, *GPRS Support Nodes*). Los GSNs son responsables de la entrega y el enrutamiento de paquetes de datos, entre el móvil y las Redes de



## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

un *router* para las direcciones IP de todos los abonados servidos por la red GPRS), maneja la gestión de sesión GPRS; comunicación hacia la red externa, funcionalidad de asociar a los abonados con el SGSN correcto, capacidad de todos los SGSN conectados, salida de datos de facturación del uso de la red de datos externa de las MS, consecuentemente debe proveer el acceso de HLR con el objetivo de obtener la información de localización requerida para la transferencia final de paquetes móviles.

- BG (*Border Gateway*): interconectan los GSNs de diferentes operadores de red móvil (*roaming*), o redes del mismo operador en diferentes países, por seguridad e interoperabilidad. El BG representa la puerta de conexión con otras Redes Públicas Móviles Terrestres (PLMN, *Public Land Mobile Network*) y posibilita el intercambio de datos de forma segura a través de la red de transporte Inter-PLMN, en lugar de hacerlo a través de Internet. Un BG es un *router* que maneja algún protocolo de enrutamiento a través de la interfaz Gp.

### 2.10.2.4. Modificaciones de la arquitectura GSM

#### 2.10.2.4.1. Subsistema de Conmutación y Red (NSS):

- Centro de Conmutación Móvil (MSC/VLR): el área de un SGSN está dividido en número de Áreas de Enrutamiento (RA, *Routing Areas*) para la red GPRS. Donde el RA es menor o igual (subgrupo) del área de localización (LA) del MSC. En VLR se encuentra además la información temporal para suministrar servicios a los móviles situados en él LA del MSC o en el RA del SGSN. El MSC/VLR se conecta al SGSN directamente usando la interfaz Gs, e indirectamente por medio del BSS usando las interfaces A y Gb.
- Interfaz Gs: coordina la información de la localización de la MS enlazadas por conmutación de circuitos y de paquetes, además soporta el modo de operación I de la red y el A y B de la MS. Donde el modo I permite la actualización combinada LA/LR y la paginación de conmutación de circuitos en un canal GPRS. A y B permiten entonces la conexión, desconexión, identificación y gestión de la movilidad combinando IMSI y GPRS. La interfaz Gs necesita un aumento de software en el MSC/VLR.
- HLR: información sobre los abonados al sistema GSM/GPRS, además se han agregado otras funcionalidades dentro del mismo:

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- ISMI incluye datos de suscripción: protocolo, datos, QoS.
- Dirección del SGSN donde la MS está localizada actualmente.
- Cada abonado podrá tener uno o varios registros de contexto del Protocolo de paquetes de datos (PDP, *Packet Data Protocol*).
- AUC: Proporciona las claves de autenticación de usuarios en GSM o GPRS.
- SGSN para permitir a los móviles enviar y recibir SMSs sobre canales de radio GPRS.

### 2.10.2.4.2. Subsistema de Estaciones Base (BSS)

Este subsistema es un recurso compartido entre el sistema de conmutación de circuitos (CSS, *Circuit Switching System*) de GSM y el sistema de conmutación de paquetes (PSS, *Packet Switching System*) de GPRS.

- BTS: requiere de *software* adicional, para separar las señales de radio de voz y datos respectivamente, o sea, donde la voz se encamina por conmutación de circuito hacia el MSC/VLR, y los datos por conmutación de paquetes GPRS hacia el SGSN. Se añade un software de Unidad de Control del Canal (CCU, *Channel Control Unit*), que soporta nuevos esquemas de codificación.
- BSC: incluye elementos de *hardware* y *software* para GPRS. Donde el *hardware* consiste en una unidad de control de paquete (PCU, *Packet Control Unit*), responsables de las Capas de Control del Enlace de Radio (RLC, *Radio Link Control*) y Control de Acceso al Medio (MAC). Provee la funcionalidad además de establecer, supervisar y desconectar conexiones CSS y PSS.
- Interfaz A Bis: ésta experimenta una ampliación costosa para soportar esquemas de codificación en las capas 3 y 4.

### 2.10.2.4.3. Estaciones Móviles (MS)

La estación móvil también requiere de modificación del terminal por hardware y software. Las mismas se distribuyen en clases en función de las capacidades de la red, ejemplo:

- Clase A: conexión simultánea, activación simultánea, monitorización simultánea, invocación simultánea y tráfico simultáneo. Ésto se manifiesta cuando el usuario móvil puede simultáneamente transmitir y recibir llamadas en el sistema GPRS y en el sistema GSM.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Clase B: conexión GPRS y GSM, pero los móviles clase B no pueden transmitir y recibir simultáneamente en modo GSM y GPRS. La señalización como conexión y activación pueden ser simultáneas. Ejemplo, Cuando se produce una llamada por CS se suspende la conmutación de paquetes, y se reanuda al finalizar ésta.
- Clase C: soporta conexión GPRS y GSM, pero puede sólo transmitir y recibir en un servicio al mismo tiempo. No es posible la conexión y activación simultánea. Las cajas negras que sólo soportan GPRS, también son clase C, o sea, todo esto se entiende porque solamente puede estar activo uno de los dos tipos de comunicaciones.

### 2.10.2.5. Ventajas de GPRS para el usuario

- Las ventajas que obtiene el usuario con el sistema GPRS son consecuencia directa de las características vistas anteriormente. Característica de conexión permanente: un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, puesto que no hace uso de recursos de red (y por tanto no paga) mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos. Tarifación por volumen de datos transferidos, en lugar de por tiempo. Coste nulo de establecimiento de conexión a la red GPRS, frente a los de conexión existente actualmente en GSM.
- Mayor velocidad de transmisión. En GSM sólo se puede tener un canal asignado (*timeslot*), sin embargo en GPRS se pueden tener varios canales asignados, tanto en el sentido de transmisión, del móvil a la BTS, como de la BTS al móvil. La velocidad de transmisión aumentará con el número de canales asignados. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos mayor que en GSM. Posibilidad de realizar o recibir llamadas de voz mientras se está conectado o utilizando cualquiera de los servicios disponibles con esta tecnología. Modo de transmisión asimétrico, más adaptado al tipo de tráfico de navegación HTML o WML (un terminal GPRS 4+1, 4 *slots downlink* y 1 *slot uplink*).

### 2.10.3. CDMA2000

Los estándares CDMA2000, CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, y CDMA2000 1xEV-DV son interfaces aprobadas por el estándar UIT IMT-2000 y un sucesor directo de la 2G CDMA, IS-95 (CDMAOne).

Los diferentes tipos de CDMA2000 en orden de complejidad ascendente:

- CDMA2000 1x.
- CDMA2000 3x.
- CDMA2000 1xEV-DO.
- CDMA2000 1xEV-DV.

### 2.10.3.1. CDMA2000 1x

El núcleo del estándar de interfaz inalámbrica CDMA2000, es conocido por muchos términos: 1x, 1xRTT, IS-2000, CDMA2000 1X. La designación 1xRTT (1 times Radio Transmission Technology) es usada para identificar la versión de la tecnología CDMA2000 que opera en un par de canales de 1,25 MHz (1,25 MHz una vez, opuesto a 1,25 MHz tres veces en 3xRTT). 1xRTT casi duplica la capacidad de voz sobre las redes IS-95. Aunque capaz de soportar altas velocidades de datos, la mayoría de los desarrollos están limitados a una velocidad pico de 144 kbits/s.

### 2.10.3.2. CDMA2000 3x

Utiliza un par de canales de 3,75-MHz (ejemplo: 3x 1,25 MHz) para alcanzar mayores velocidades de datos. La versión 3x de CDMA2000 es algunas veces referidas como Multi-Carrier o MC. Esta versión no ha sido implementada y no está en desarrollo actualmente.

### 2.10.3.3. CDMA2000 1xEV-DO

1x Evolution-Data Optimized, también referido como 1xEV-DO, es una evolución de CDMA2000 1x con una alta velocidad de datos (HDR, *High Data Rate*) y donde el *forward link* es multiplexado mediante división de tiempo. Este estándar de interfaz 3G ha sido denominada IS-856. Soporta una velocidad de datos en el enlace de bajada (*forward link*) de hasta 3,1 Mbps y una velocidad de datos en el enlace de subida (*reverse link*) de hasta 1,8 Mbps en un canal de radio dedicado a transportar paquetes de datos de alta velocidad.

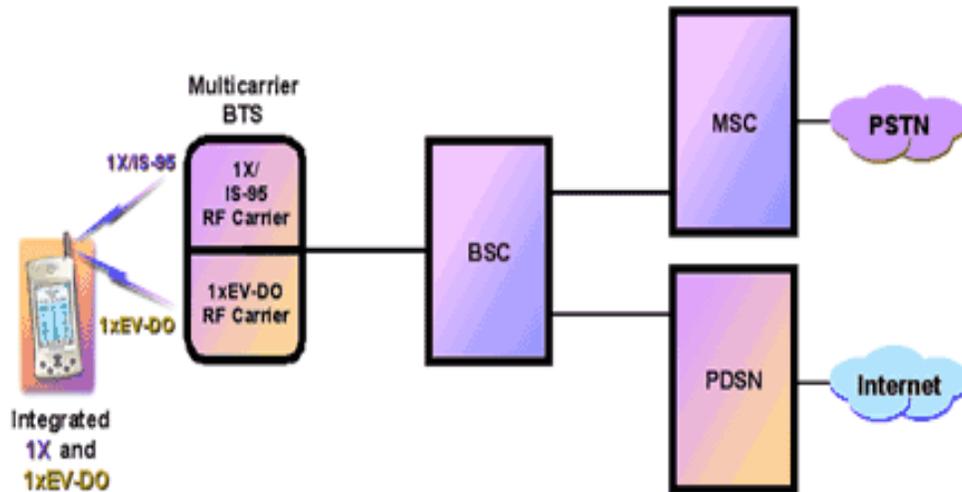


Figura 6. Diagrama de red CDMA2000 1xEV-DO

#### 2.10.3.4. CDMA2000 1xEV-DV

1x Evolution-Data/Voice, soporta una velocidad de datos en el enlace de bajada (*forward link*) de hasta 3,1 Mbps y una velocidad de datos en el enlace de subida (*reverse link*) de hasta 1,8 Mbps. 1xEV-DV también puede soportar una operación concurrente con los usuarios de voz 1x, usuarios de datos 1x y usuarios de datos de alta velocidad 1xEV-DV en el mismo canal de radio. Se centra en las funciones de datos y de voz en tiempo real, así como en la mejora del funcionamiento para mayor eficiencia en voz y en datos. [12]

#### 2.10.3.5. Arquitectura CDMA2000

La estación móvil (MS, *mobile station*) obtiene acceso a un proveedor de servicios de red mediante la interface aérea hacia la Red de Radio (RN, *Radio Network*).

El acceso al administrador de movilidad se obtiene mediante procesos existentes en la interface aérea. Existe una interface abierta definida entre el RN y el nodo de servicio de paquetes de datos (PDSN, *Packet Data Serving Node*) conocido como la interface R-P. El PDSN interactúa con el servidor de la Autorización Autenticación y Contabilidad (AAA, *Authentication, Authorization, Accounting*) usando el protocolo IP en la red IP.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Estación Móvil y Radio Network (MS-RN): establece, mantiene y termina conexiones de voz y datos a través del PDSN.
- Radio Network (RN): consiste en la Función de Control de Paquetes (PCF, *Packet Control Function*) que establece, mantiene y termina conexiones con el PDSN; y el Radio Resource Control (RRC) el cual soporta la autenticación y autorización de la estación móvil para acceso a radio.
- Packet Data Serving Node y Home Agent (PDSN): entre otras cosas se encarga de rutear paquetes a la red IP o directamente al Home Agent (HA).
- Home Agent (HA): su rol principal es la implementación del protocolo IP móvil mediante el redireccionamiento de paquetes.
- Authentication, Authorization, Accounting (AAA): su función dependerá del lugar donde esté conectado su servidor. Podrá pasar pedidos de autenticación desde el PDSN a la red IP y autorizar respuestas desde éste al PDSN, autenticar y autorizar estaciones móviles basado en pedidos desde el AAA local, o reenviar pedidos y respuestas entre el proveedor de servicios de red y la red IP.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

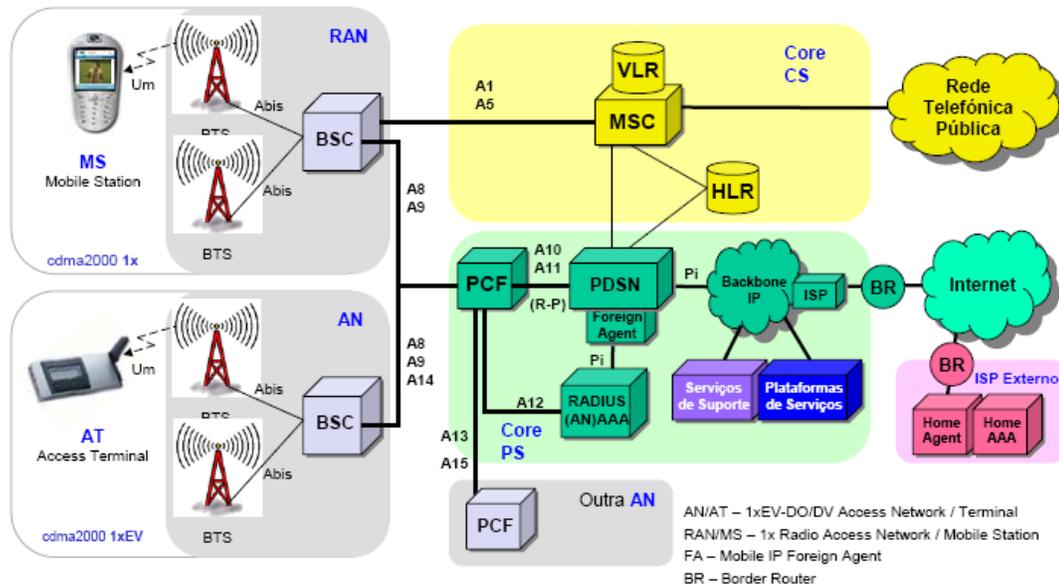


Figura 7. Arquitectura de CDMA2000

### 2.10.3.6. Ventajas de CDMA2000

CDMA ofrece muchas ventajas de eficiencia de espectro: es más rápida en velocidad y en transmisión de datos que GSM actual, tiene muchas ventajas además en cuanto a la penetración de mercado y economías a escala a nivel mundial. Como es sabido, la tercera generación permite recibir y enviar información multimedia desde cualquier dispositivo móvil o fijo y permite velocidades desde hasta 2Mbps, las cuales se evidencian con CDMA2000. Según estudios recientes el estándar CDMA 2000 producto a su bajo costo y mayor prestación de servicios con mayor calidad va reemplazando en el mercado a sus competidores.

Otras de las ventajas que presenta CDMA 2000 son:

- Excepcional calidad de voz y de llamadas.

La tecnología CDMA filtra el ruido de fondo, la diafonía y la interferencia, de modo que se pueda disfrutar de una mayor claridad de voz, privacidad y mejor calidad de llamadas.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Datos en paquetes.

Las redes CDMA se construyen con protocolos de datos en paquetes IP estándar. Otras redes requieren costosas mejoras para agregar nuevos equipos de datos en paquetes a las mismas y necesitan así mismo nuevos teléfonos para datos en paquetes. Los teléfonos CDMAOne estándar ya tienen incorporados los protocolos TCP/IP.

- Menos llamadas perdidas.

El método CDMA patentado de traspaso lógico, consistente en el pasaje de llamadas entre células, reduce en gran medida el riesgo de interrupción o pérdida de llamadas durante el traspaso. El proceso de traspaso lógico origina menos llamadas perdidas, puesto que 2 ó 3 células están monitoreando su llamada en todo momento.

- Mayor seguridad y privacidad.

Las transmisiones de espectro expandido y codificación digital CDMA resisten la escucha oculta. Diseñada con alrededor de 4,4 billones de códigos, la tecnología CDMA elimina virtualmente la clonación y otros tipos de fraude.

### 2.10.4. UMTS

UMTS es una tecnología inalámbrica de voz y datos a alta velocidad que integra la familia de normas inalámbricas de tercera generación (3G) IMT-2000 de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). La tecnología radial utilizada en UMTS es la WCDMA, o CDMA en banda amplia. UMTS es una tecnología basada en IP que da soporte de voz y datos. Utiliza una combinación de las tecnologías CDMA y TDMA para hacer un uso altamente eficiente del espectro.

#### 2.10.4.1. Características de UMTS

Entre las características de UMTS podemos destacar:

- Gran capacidad y eficiencia espectral.
- Flexibilidad para soportar nuevos tipos de servicios.
- Bajo coste.
- Cobertura e itinerancia mundial.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Componente por satélite adicional a la terrena.
- Las velocidades de transferencia varían de 384 Kbps a 2 Mbps.

### 2.10.4.2. Arquitectura UMTS

La arquitectura general del sistema UMTS incluye el Equipo del Usuario (UE), la Red Terrestre de Acceso Radio de UMTS (UTRAN), y la Red Troncal (CN, *Core Network*). Además incluye dos interfaces generales: el interfaz Iu entre la red UTRAN y la red troncal, y el interfaz Uu (o interfaz radio) entre la red UTRAN y el UE. [13]

El SMG3 (*Special Mobile Group*) de ETSI acordó una división funcional de la arquitectura del sistema que introduce los conceptos de *access stratum* y de *nonaccess stratum*. Esta división implica que la UTRAN se encarga de todos los procedimientos que son específicamente de radio, mientras que la red troncal se encarga de los procedimientos específicamente de servicios, incluyendo la gestión de la movilidad (MM, *Mobility Management*) y el Control de las Llamadas (*Call Control*).

La CN debe incluir los MSC (*Mobile Services Switching Center*) de GSM, y los nodos GSN (*GPRS Support Node*) de GPRS.

La UTRAN está formada por los RNS (*Radio Network Subsystem*). Cada RNS está formado por un RNC (*Radio Network Control*), y varios nodos B. Cada nodo B consiste de un SC (*Site Controller*) y varias BTS.

Si consideramos una arquitectura más detallada de la red de UMTS, podemos encontrar diferentes elementos como son el BSS, BTS, RNS, nodo B, RNC, MSC entre otros.

- Equipo de usuario (UE): el Equipo de Usuario es el dispositivo físico, que permite al usuario acceder a los servicios de la red. Se compone de el Terminal Móvil (MT), el cuál realiza la transmisión de radio, el Equipo Terminal (TE), y el Módulo de Identidad del Suscriptor UMTS (USIM). El TE permite aplicaciones fin a fin, como por ejemplo, una laptop conectada a un teléfono móvil. La USIM es una tarjeta inteligente que proporciona las características del usuario, tales como, identidad del suscriptor, autenticación y claves de encriptación.
- Interfaz Uu: es la interfaz externa que se encuentra entre el UE y la red UTRAN. Se encuentra basado en la tecnología WCDMA.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- UTRAN: es la responsable de todas las funciones relacionadas con el acceso de radio. La red de acceso a radio consiste de un juego de Subsistemas de Redes de Radio (RNS), las cuales son conectadas al núcleo de red a través de la interfaz Iu. Un RNS se conforma de un Controlador de Redes de Radio, y uno o más nodos B.
- RNC (Radio Network Controller): el RNC controla a uno o varios nodos B. El RNC se conecta con el MSC mediante la interfaz IuCS o con un SGSN mediante la interfaz IuPs. La interfaz entre dos RNC's es lógica y es la interfaz Iur por lo tanto una conexión directa entre ellos no es necesario que exista. Si comparamos al RNC con la red de GSM, éste es comparable con el BTS (*Base Station Controller*).
- Nodo B: el nodo B es el equivalente en UMTS al BTS de GSM (*Base Transceiver Station*). El nodo B puede dar servicio a una o más células, sin embargo las especificaciones hablan de una célula por nodo B.
- Interfaz Iu: esta interfaz externa conecta a la red central con la red de acceso de radio de UMTS. Es la interfaz central y la más importante para el concepto de 3GPP. La interfaz Iu puede tener dos diferentes instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo de si se trata de una red basada en conmutación de circuitos o basada en conmutación de paquetes. En el primer caso, es la interfaz Iu-CS la que sirve de enlace entre UTRAN y el MSC, y es la interfaz Iu-PS la encargada de conectar la red de acceso de radio con el SGSN de la red central. Utiliza el protocolo de señalización RANAP (*Radio Access Network Application Part*).
- Interfaz Iur: interfaz interna que permite la ejecución de los trasposos suaves. Proporciona funciones de macrodiversidad provenientes de la tecnología CDMA.
- Interfaz Iub: interfaz interna entre los Nodos B y el RNC que permite el transporte de las tramas radio desde el UE hasta el RNC.
- Núcleo de Red (CN): la tarea del CN en UMTS es enrutar las llamadas y conexiones de datos a redes externas. El CN consiste de dos dominios. El dominio de conmutación de circuitos, el cual puede ser usado para aplicaciones de tiempo real, como conversaciones, es una evolución del CN en GSM. Los componentes importantes son el Centro de Conmutación Móvil (MSC, *Mobile*

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

*Switching Center*) y la Puerta del Centro de Conmutación Móvil (GMSC). El MSC actúa como un nodo de conmutación y adicionalmente proporciona funcionalidad para los abonados móviles, como autenticación, actualización de localización, traspasos, y enrutamiento de la llamada a un usuario en roaming. El GMSC es el nodo que conecta la red móvil a la red externa de conmutación de circuitos.

- **MSC:** el MSC es la pieza central de una red basada en conmutación de circuitos. El mismo MSC es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS, es decir, la BSS de GSM y el RNS de UTRAN se pueden conectar con el mismo MSC. Esto es posible ya que uno de los objetivos del 3GPP fue conectar a la red UTRAN con la red central de GSM/GPRS. El MSC tiene diferentes interfaces para conectarse con la red PSTN, con el SGSN y con otros MSC's.
- **Nodo Soporte GPRS Servidor (SGSN, *Serving GPRS Support Node*):** el SGSN sigue y mantiene la posición de las MSs en su área, y realiza funciones de seguridad y control de acceso. El SGSN establece contextos PDP (*Packet Data Protocol*) activos que son usados para el encaminamiento con el GGSN que el abonado este usando. La función de registro de posición en un SGSN almacena información de suscripciones y datos de ubicación (área de encaminamiento donde la MS está registrada, o la dirección del GGSN donde exista un contexto PDP activo) de los abonados registrados en el SGSN para servicios con conmutación de paquetes. El SGSN es la pieza central en una red basada en conmutación de paquetes. El SGSN se conecta con UTRAN mediante la interfaz Iu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz Gb.

### 2.10.4.3. Modulación de UMTS

Los tipos de modulación usados en UMTS son:

- QPSK para datos de bajada.
- BPSK para datos de subida.

### 2.10.4.4. Ventajas de UMTS

UMTS introduce más capacidad para las comunicaciones, lo que se traduce para el cliente en nuevos servicios, que antes no eran posibles con la capacidad de los sistemas actuales, y mejora de todos los servicios existentes.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

Con la cobertura UMTS se puede disponer de varios beneficios, tanto para particulares como para empresas:

- Comunicaciones personales. Además de todas las posibilidades actuales que ofrecen los servicios de voz y mensajería, que se enriquecerán con nuevas facilidades de uso gracias a la incorporación del vídeo, los usuarios de UMTS podrán realizar llamadas de videotelefonía y videoconferencia.
- Acceso a Internet a alta velocidad, con prestaciones más avanzadas para la navegación en movilidad. Es decir, seis veces más rápido que con los terminales GPRS anteriores.
- Acceso a contenidos multimedia de información y entretenimiento: juegos, vídeos y música, noticias, alertas y otros servicios de comercio electrónico, información y ocio.
- Alta resistencia a las interferencias.
- Posibilidad de trabajar con dos antenas simultáneamente debido a que siempre se usa todo el espectro y lo importante es la secuencia de salto, lo que facilita la entrega (proceso de traspaso de la señal de una antena a otra), donde GSM falla mucho.

### 2.10.5. WCDMA

La tecnología de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA, *Wideband Code Division Multiple Access*) pertenece a la 3G de redes inalámbricas, diseñada para proporcionar mayor capacidad de transporte que las redes sin hilos actuales en servicios de datos de alta velocidad y servicios de voz de bajo coste. Es una técnica de acceso múltiple por división de código. Presenta una modulación de doble canal con complejos de codificación QPSK. [14]

Soporta eficientemente una tasa de datos entre 144 a 512 Kbps para coberturas de áreas amplias y pueden llegar hasta 2 Mbps para una cobertura local. Esto adicionalmente complementará la amplia cobertura y el roaming internacional de GSM para proveer la capacidad requerida para servicios personales multimedia. [15]

#### 2.10.5.1. Características de WCDMA

Entre las características de WCDMA se destacan:

- Ancho de banda de 5 MHz.
- Soporta protocolo IP.
- Mejorar la inmunidad frente a desvanecimientos selectivos en frecuencia.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Alcanzan velocidades de hasta 2 Mbps para transmisión de voz, video, datos e imagen.
- Alta flexibilidad del servicio: el apoyo de múltiples servicios paralelos a tipo de interés variable en cada conexión.
- Ambos dúplex por división de frecuencia (FDD) y Time División Duplex (TDD).
- Construido en apoyo a la capacidad futura y la cobertura de las tecnologías de adaptación, como antenas, estructuras avanzadas del receptor y transmisor de la diversidad.
- Apoyo entre la frecuencia de entrega y entregar a otros sistemas, incluida la entrega al GSM.
- Eficiente de paquetes de acceso.
- WCDMA utiliza el CDMA como método de múltiplo acceso.
- Utiliza muy eficientemente el espectro de radio disponible, mediante la reutilización de cada celda.

### 2.10.5.2. Ventajas de WCDMA

- Mejor eficiencia espectral; Reutilización total de las frecuencias.
- Mayor velocidad de transmisión; desde 114 Kbps a 2 Mbps.
- Mayor seguridad; utilización de códigos.
- La principal ventaja de WCDMA consiste en que la señal se expande en frecuencia gracias a un código de ensanchado que sólo conocen el emisor y el receptor.

### 2.10.6. TDD-CDMA

TDD-CDMA pertenece a la familia de UMTS, se traduce como acceso múltiple por división de código división de tiempo dúplex (TDD-CDMA, *Time Division Duplex-Code-Division Multiple Access*). [16]

#### 2.10.6.1. Características de TDD-CDMA

Entre las características de TDD-CDMA se encuentran:

- Asimetría en volúmenes de tráfico de *uplink* y *downlink*.
- Mayor eficiencia en la utilización del ancho de banda.
- Hay técnicas para lograr altas tasas de transferencia.
- Utilización eficiente de la frecuencia.
- Flexible.

- Comunicación adaptativa.

### 2.10.7. TD-SCDMA

El Acceso Múltiple por División de Código con Sincronismo y División en el Tiempo (TD-SCDMA, *Time Division Synchronous Code Division Multiple Access*) es un estándar de telefonía móvil para operadores de red inalámbrica de 3G. Apoya a la transmisión de datos a velocidades de hasta 2 Mbps, TD-SCDMA combina el apoyo a los dos circuitos de conmutación de datos, como el habla o el vídeo, así como la conmutación de paquetes de datos desde Internet. Combina el estándar TDMA, con una adaptación, en modo síncrono al CDMA de componentes.

#### 2.10.7.1. Características de TD-SCDMA

Entre las características de TD-SCDMA podemos encontrar:

- Acceso al Canal de Radio

TD-SCDMA usa TDMA en combinación con dúplex por división de tiempo (TDD), lo que mejora considerablemente el funcionamiento de la red por los recursos de radio para tratar el tráfico de red tanto en *uplink* como en *downlink*. El principio TDMA se aplica en una trama de 5ms subdividida en 7 intervalos de tiempo, que flexiblemente pueden ser asignados a varios usuarios o a un usuario solo que puede requerir múltiples intervalos de tiempo. Al mismo tiempo el principio TDD permite al tráfico ser *uplink* (del terminal móvil a la estación base) y *downlink* (de la estación base al terminal móvil) usando diferentes intervalos de tiempo en la misma trama.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

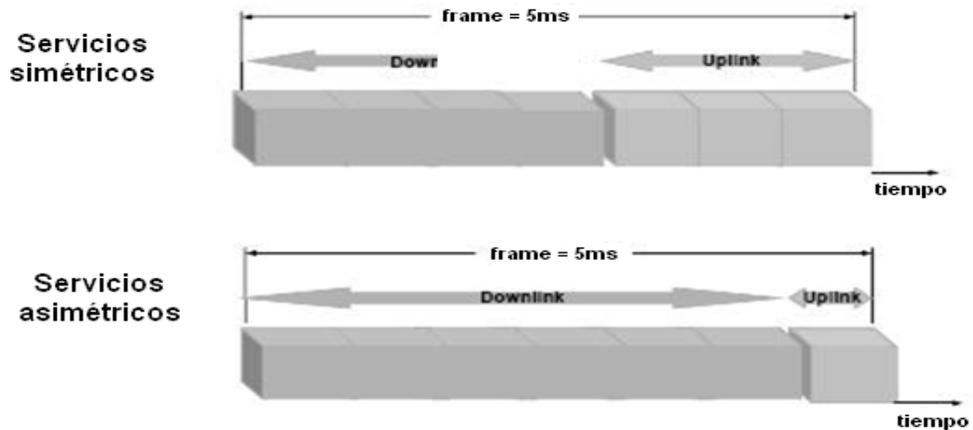


Figura 8. Principio de TDD

- Bandas desapareadas vs. Bandas apareadas

La capacidad de adaptar la simetría *uplink/downlink* según la carga de datos dentro de una sola banda de frecuencia desapareada optimiza la capacidad del interfaz de aire, utilizando así el espectro de una manera más eficiente. Al contrario, el FDD, esquema empleado por W-CDMA y cdma2000 usa un par de bandas de frecuencia para *uplink* y *downlink*. Con cargas asimétricas, partes del espectro son ocupadas, pero no usadas para la transferencia de datos. Estos recursos ociosos no pueden ser utilizados para ningún otro servicio, conduciendo a un empleo ineficaz del espectro. Futuros usos móviles requerirán un empleo eficiente del espectro disponible y la capacidad de manejar el tráfico de datos asimétricos.

TD-SCDMA encaja perfectamente estas exigencias y puede ser considerado como la tecnología ideal para servicios 3G.

- Operación combinada de TDMA/TDD y CDMA

Además del principio TDMA/TDD, TD-SCDMA usa CDMA para aumentar la capacidad del interfaz de radio. Según CDMA, los bits de información de usuario son extendidos sobre una más amplia amplitud de banda multiplicando los datos de usuario por bits pseudoarbitrarios (llamados chips) derivados de códigos extendidos CDMA. Dentro de cada ranura un número de hasta 16 códigos CDMA puede ser transmitido (máximo factor de carga CDMA). Utilizando una tasa de transmisión de chip de 1.28 Mcps se obtiene una

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

amplitud de banda portadora de 1.6 MHz. Cada unidad de recurso de radio es identificada por un intervalo de tiempo particular y un código particular en una frecuencia portadora particular.

Para soportar tasas muy altas de bit (hasta 2Mbps), se emplea el uso variable del factor de expansión y conexiones multicódigo.

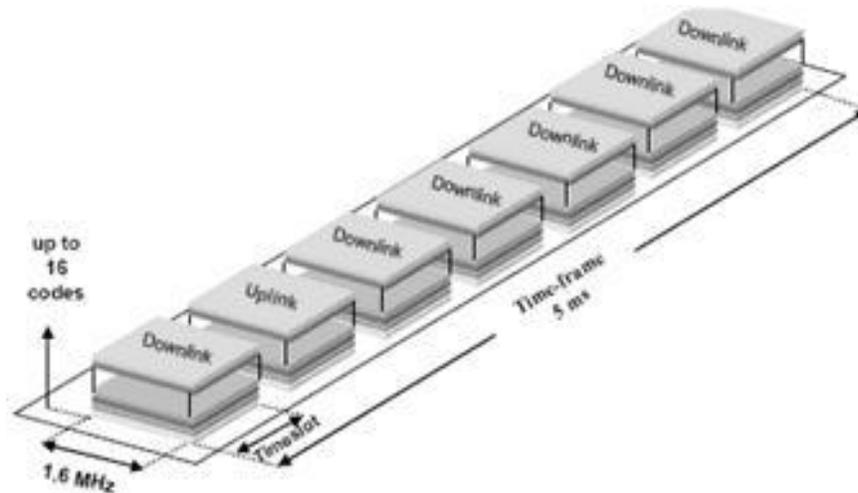


Figura 9. Operación combinada de TDMA/TDD y CDMA

- Unidad de Detección Conjunta.

Un modo eficaz de eliminar el MAI (*Interferencia por Acceso Múltiple*) es usar una Unidad de Detección Conjunta, que es un receptor de detección óptimo multiusuario que extrae todas las señales de CDMA en paralelo. Usando un algoritmo específico, un DSP extrae todos los canales de CDMA en paralelo y quita la interferencia causada por los canales de CDMA indeseados (MAI). El resultado es una señal clara (señal alta a proporción ruidosa) para cada código de CDMA.

La detección conjunta aumenta el nivel de fluctuaciones de señal admisibles y así permite más altos factores de carga CDMA. El resultado es una capacidad de transmisión aumentada por MHz de amplitud de banda de portador y un empleo más eficiente del espectro disponible.

La eficacia del receptor de detección conjunta en la tecnología TD-SCDMA está basada en la Operación TDMA/TDD y sobre el número limitado de códigos empleados.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Antenas Inteligentes.

Para mejorar la robustez del sistema contra la interferencia, las estaciones base TD-SCDMA son equipadas con antenas inteligentes, que usan un diseño que forma rayos. Usando antenas omnidireccionales, la potencia de radio emitida es distribuida sobre la celda entera. Por otra parte, las antenas inteligentes dirigen la transmisión y recepción de señales a los terminales específicos, mejorando la sensibilidad de los receptores de la estación base, aumentando la potencia transmitida y recibida por los terminales y minimizando la interferencia intra e interceda. Ésto conduce a una reducción de la potencia transmitida por los terminales móviles. Además, el número de estaciones base requeridas en áreas urbanas densas puede ser reducido. [17]

### 2.10.7.2. Ventajas de TD-SCDMA

- Esta tecnología brinda un uso más eficiente del espectro de frecuencias.
- Permite un uso eficiente de antenas inteligentes.
- Utilización óptima de algoritmos de detección como receptor.
- Permite la reutilización de la infraestructura GSM/GPRS.
- Gran capacidad en la red para transmisiones de voz.
- Alta velocidad de transferencia de datos hasta 2 Mbps asíncrona en ambos sentidos.

### 2.10.8. HSPA

La tecnología de Acceso a Paquetes a Alta Velocidad (HSPA, *High Speed Packet Access*), no es más que la posibilidad de transferir datos en movilidad a altas velocidades, ya sea de subida o descarga. Se compone de protocolos pertenecientes a la familia de 3G para redes celulares cuyo objeto es aumentar la tasa de transferencia de datos a través de un teléfono móvil y de esta forma satisfacer la creciente demanda de servicios de datos inalámbricos avanzados. Dicha tecnología se implementa en 2 fases. La fase inicial del despliegue de dicha tecnología se basa en HSDPA, en el que la alta velocidad será de *downlink*, es decir, el tradicional canal de bajada o de descarga desde internet hacia los usuarios. Posteriormente, dicha tecnología implementa HSUPA cuya mejora es la alta velocidad de subida de datos hacia internet (*uplink*) lo que genera enormes posibilidades de nuevos servicios que actualmente están condicionados por el ancho de banda de subida de datos como pueden ser los juegos en red o la edición de *streaming* de vídeo hacia internet en tiempo real. HSPA se compone de protocolos pertenecientes a la

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

familia de 3G para redes celulares cuyo propósito es aumentar la tasa de transferencia de datos a través de un teléfono móvil y de esta forma satisfacer la creciente demanda de servicios de datos inalámbricos avanzados. HSPA posee la misma infraestructura y portadora de UMTS. [18]

### 2.10.9. HSDPA

La tecnología Acceso de Descarga de Paquetes a Alta Velocidad (HSDPA, *High Speed Downlink Packet Access*) supone la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA con la que se obtiene una capacidad máxima de transferencia de información bastante más elevada, puesto que llega a alcanzar tasas de 14 Mbps de bajada.

HSDPA no es más que el siguiente paso de la tecnología 3G, lo que supone cuadruplicar la velocidad para la transmisión de datos disponible actualmente en este tipo de redes. Permite recibir archivos de gran tamaño a un dispositivo móvil, como archivos adjuntos de correo electrónico, páginas web. Las redes HSDPA se han extendido y ofrecen banda ancha móvil en todo el mundo. HSDPA añade un nuevo canal de transporte a WCDMA, canal compartido de alta velocidad de bajada (HS-DSCH, *High Speed Downlink Shared Channel*). [20]

#### 2.10.9.1. Características de HSDPA

Entre las características de HSDPA están:

- Transmisión por el canal compartido y multi-código.
  - Tanto los códigos de canal como la potencia de transmisión en una celda son vistas como una fuente común para los usuarios.
  - La transmisión por el canal compartido resulta más eficiente en el uso de los códigos disponibles y las fuentes de potencia, comparado con el uso de un canal comparado.
  - La fuente de código compartido, sobre la cual el canal HS-DSCH está mapeado, puede contener hasta 15 códigos. El número actual empleado depende del número de códigos soportado por el terminal o el sistema, ajustes del operador y capacidad del sistema.
- Modulación de alto orden adaptativa.
  - HSDPA utiliza modulación QPSK y 16 QAM.
- Intervalo de tiempo de transmisión corto (TTI).

- Un TTI corto reduce el round-trip (rtt) y la latencia de la red y permite realizar una programación rápida entre diferentes usuarios.
- Adaptación rápida del enlace:
  - HSDPA conserva una potencia de transmisión constante y ajusta la tasa de datos para compensar las variaciones del canal.
  - HSDPA puede utilizar un espectro más eficiente con la modulación 16 QAM, siempre que las condiciones del canal lo permitan.
- Programación rápida
  - Se encarga de decidir el equipo de usuario (UE, *User Equipment*) al que la transmisión de canal compartido debe dirigirse en un momento dado. El objetivo es transmitir a los usuarios con condiciones de radio más favorables.
  - El rápido scheduling de paquetes es controlado por el control de acceso al medio (MAC), a través del protocolo MAC-hs, desde el nodoB.
- Rápida repetición de petición automática híbrido
  - El equipo de usuario puede rápidamente realizar una petición de retransmisión de datos perdidos y combinar la información de las transmisiones posteriores, antes de intentar decodificar el mensaje. Este enfoque denominado soft-combining, mejora el rendimiento y proporciona robustez al sistema.
  - Antes el RNC se encargaba de las retransmisiones pero con HSDPA se encarga el nodoB.

### 2.10.9.2. Arquitectura de HSDPA

La base de las técnicas de HSDPA está dada por la adaptación a las rápidas variaciones en las radio condiciones. Por lo tanto, estas técnicas deben ser colocadas cerca de la interfaz de radio en la parte de la red, es decir, en el nodo B. Al mismo tiempo, un importante objetivo del diseño de HSDPA fue mantener la división funcional entre las capas y nodos dentro de lo posible. La minimización de los cambios arquitectónicos es necesaria, ya que simplifica la introducción de HSDPA en redes ya desplegadas y también asegura el funcionamiento en entornos en los que no todas las células han sido mejoradas con funcionalidad HSDPA. Por lo tanto, HSDPA introduce una nueva sub-capa MAC en el nodo B, el MAC-hs, responsable de la programación, control de la velocidad y protocolo de operación. Por lo tanto, aparte de

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

las necesarias mejoras en el controlador de red de radio (RNC, *Radio Network Controller*), tales como el control de admisión de los usuarios de HSDPA, la introducción de esta tecnología afecta principalmente al nodoB. El enlace ascendente de transmisión de datos se recibirá en varias celdas y el UE recibirá los comandos de control de potencia de múltiples celdas. La movilidad de una celda soporta a una celda que no apoya fácilmente a HSDPA. Un servicio permanente al usuario puede existir siempre, aunque haya menor velocidad de transmisión de datos, utilizando el canal de conmutación en el RNC y cambiando el usuario a un canal dedicado a la celda no HSDPA. Del mismo modo, un usuario equipado con un terminal HSDPA, puede ser pasado de un canal ofrecido a HSDPA cuando el usuario entra en una celda con HSDPA de apoyo. [21]

### 2.10.9.3 Ventajas de HSDPA

Entre las ventajas de HSDPA podemos ver principalmente la conexión a Internet a alta velocidad. Permite conectarse a su correo electrónico, a Internet desde cualquier lugar y en cualquier momento. Admite una disminución de la latencia lo que permite una mejor respuesta si se realizan video llamadas, o se practican juegos en línea. Garantiza la interoperabilidad y disponibilidad de los terminales.

### 2.10.10. HSUPA

Es una tecnología de alta velocidad de enlace ascendente de paquetes de acceso, se trata de un nuevo refuerzo para aumentar la rapidez de comunicación desde un dispositivo móvil. Ejemplo: permite subir vídeos a *YouTube* en segundos para que se pueda compartir la experiencia en tiempo real. La velocidad de subida que era de 384 Kb/s con HSDPA se ha aumentado a un máximo de 5.7 Mb/s.

Es útil para usuarios que envían ficheros multimedia directamente a otros, imágenes/videos en tiempo real a la red o los juegos en tiempo real contra otro jugador. HSUPA permite las aplicaciones con mayor velocidad de transmisión de datos y simétrica, como correo electrónico móvil y en tiempo real. Las aplicaciones empresariales tradicionales, junto con muchas aplicaciones de consumo se beneficiarán de una mayor velocidad de enlace ascendente. [20]

Existen algunas diferencias en la programación de obras con el fin de servicios de todos los dispositivos de carga y la reducción de los regímenes de la modulación:

- Programación: éste es un mecanismo de solicitud de concesión iniciado por el dispositivo. El dispositivo solicita permiso para enviar datos y el nodo B determina, sobre la base de la célula de

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

carga, las solicitudes y los niveles de potencia dentro de la célula, cómo y cuándo se concede el permiso de muchos dispositivos y en qué velocidades etc.

- No programado: para determinadas aplicaciones en las que el retraso sobre la base de la petición prevista y el nodo B sería demasiado grande como VoIP, hay otro método en el que el dispositivo inicia la transmisión. En estos casos, el nivel de potencia es fijado por el dispositivo y por lo general permanece constante. Programado con solicitud para la concesión de actividad, el nodo B, determina el nivel de potencia de transmisión y el dispositivo está controlado dinámicamente para garantizar la máxima eficiencia para todos los dispositivos en esa celda.

### 2.10.10.1. Características de HSUPA

Algunas de las características son:

- EL enlace de subida añade un nuevo canal de transporte a WCDMA, canal dedicado reforzado (E-DCH, *Enhanced Dedicated Channel*).
- Las transmisiones enhanced uplink proporcionan nuevas características. Como con HSDPA, introducir estas nuevas características tiene un mínimo impacto sobre el interface de radio existente.

Para conseguir estas metas, enhanced *uplink* soporta diversas características:

- Transmisión multi-código: en contraste con HSDPA, el nuevo canal de subida que es introducido por enhanced *uplink* no está compartido entre los usuarios, está dedicado a un único usuario. Hasta 4 códigos puede ser utilizado para incrementar la tasa de datos de subida.
- Intervalo de tiempo de transmisión corto: enhanced *uplink* opera con un TTI de 2 ms o 10 ms en la subida. Un TTI corto permite una reducción significativa en el total de latencia y es fundamental para que otras características se adapten rápidamente.
- Repetición de petición automática híbrido:
  - El rápido protocolo HARQ utilizado es parecido al de HSDPA. La estación base puede rápidamente requerir retransmisiones de datos recibidos erróneos, lo cual proporciona mayor robustez y menos latencia en las retransmisiones.

- El HARQ con soft-combining puede ser explotado no sólo para proporcionar robustez contra interferencias no deseadas, sino también para mejorar la eficiencia del enlace.
- Programación rápida:
  - En la subida, la fuente común compartida entre los terminales es la cantidad de interferencias tolerables; es decir, el total de potencia recibida en la estación base.
  - El algoritmo de programación no está estandarizado y diferentes estrategias de programación pueden ser implementadas. Esta flexibilidad es muy útil, ya que al existir medios y tipos de tráficos diferentes, éstos pueden tener requerimientos diferentes para la estrategia de programación. [21]

### 2.10.10.2. Ventajas de HSUPA

Acceso a internet de banda ancha para operadores portátiles. Esta tecnología permite altas velocidades de subida de información. Permite la rápida re-transmisión de los datos con fallas, que a su vez ayuda a reducir la demora en el tiempo de transmisión. Según la calidad del canal, también puede ajustar la velocidad de transmisión, y se pueden transmitir menos datos si la condición del canal no es buena.

### 2.10.11. WIMAX Móvil

WIMAX, Interoperabilidad Mundial para el Acceso de Microondas de (WIMAX, *Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Es una de las tecnologías inalámbricas de banda ancha más populares en la actualidad, la misma cuenta con el perfil móvil más conocido, nombrado WIMAX Móvil. tecnología es una de las aspirantes por parte de varios operadores en la evolución hacia la cuarta generación de tecnología móvil, más conocida como 4G. Debido a que cuenta con una infraestructura con soporte total de IP, y que utiliza una interfaz aire robusta referida a los sistemas utilizados, el soporte de ancho de banda y de calidad de servicio es suficiente, permitiendo la convergencia de servicios, algo muy buscado en la actualidad. WIMAX está diseñado como una alternativa inalámbrica al acceso de banda ancha DSL y cable, y una forma de conectar nodos Wifi en una Red de Área Metropolitana (MAN, *Metropolitan Area Network*). Se puede definir también como un sistema de comunicación digital, también conocido como IEEE 802.16. [22]

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

WIMAX provee conectividad de banda ancha inalámbrica fija, nómada, portátil, y finalmente, móvil, sin la necesidad de línea directa de visión para una estación de base. Banda Ancha es un conjunto de tecnologías que permiten ofrecer a los usuarios altas velocidades de comunicación y conexiones permanentes; Permite que los proveedores de servicio ofrezcan una variedad de servicios de valor agregado; Y se ofrece a través de una serie de tecnologías y equipamiento adecuado para llegar al usuario final con servicios de voz, video y datos. [19]

Para acelerar la adopción de WIMAX, en redes del mundo real, WIMAX Forum creó perfiles de sistemas WIMAX. Los cuales hacen referencia a una serie de juegos de parámetros sobre los que opera una red de WIMAX. Ellos Incluyen ancho de banda del canal, banda de frecuencia, y esquema de transmisión dúplex.

Actualmente existen dos perfiles de sistema; el perfil fijo y el perfil móvil. En la presente investigación los autores de la misma se centraron específicamente en el perfil móvil más conocido como WIMAX Móvil o IEEE 802.16e.

### 2.10.11.1. Características de WIMAX Móvil

Algunas de las características respaldadas por el estándar WIMAX Móvil son:

- Rangos de Datos Altos: la inclusión de las técnicas avanzadas de antena de MIMO con esquemas flexibles de sub- canalización, toda la codificación y modulación avanzada permiten que a la tecnología de WIMAX Móvil soporte rangos de datos de enlace descendente máximos hasta 63 Mbps por sector y rangos de datos de enlace ascendente máximos hasta 28 Mbps por sector en un canal 10 MHz.
- QoS: la arquitectura MAC de IEEE 802.16 es diseñada en principios para brindar QoS. Estos definen los flujos de servicio los cuales se mapean a puntos de códigos de DiffServ o etiquetas de circulación del Multiprotocolo de Conmutación de Etiqueta (MPLS, *Multiprotocol Label Switching*) que permiten QoS basados en IP punto a punto. Adicionalmente los esquemas de señalización de subcanalización y basados en MAP suministran un mecanismo flexible para la planificación óptima del espacio, la frecuencia y los recursos de tiempo sobre la interfaz aérea sobre una base marco por marco.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

- La Escalabilidad: la tecnología de WIMAX Móvil por lo tanto, es diseñada para ser capaz de trabajar a escala en diferentes canalizaciones de 1.25 a 20 MHz para obedecer variados requisitos mundiales cuando los esfuerzos siguen para conseguir la armonización de espectro a mayor plazo.
- La seguridad: las características suministradas para los aspectos de seguridad de WIMAX Móvil incluyen la autenticación basada en EAP (*Extensible Authentication Protocol*), encriptación autenticada, y los esquemas de protección de mensaje de control. Existe el soporte para juegos diverso de credenciales de usuarios, que incluyen tarjetas SIM/USIM, tarjetas inteligentes, certificados digitales, y los esquemas de nombre de usuario.
- Movilidad: WIMAX Móvil soporta planes de entrega con menos latencia de 50 milésimas de segundo para asegurar aplicaciones en tiempo real como VoIP. Sin embargo, la velocidad máxima respaldada es más baja que la velocidad típica de la red de acceso radio móvil como GSM y UMTS. Los esquemas de dirección de clave flexibles garantizan que la seguridad es mantenida durante la entrega.

La siguiente tabla almacena algunas de las principales características que describen esta tecnología.

| Características                              | Descripción   |
|--|---|
| <b>Sin línea de vista (NLOS)</b>             | No necesita línea de visión para entre la antena y el equipo del suscriptor.  |
| <b>Modulación OFDM</b>                       | Permite la transmisión simultánea de múltiples señales a través de cable o aire en diversas frecuencias; usa espaciado ortogonal para prevenir frecuencias.       |
| <b>Antenas inteligentes</b>                  | Soporta mecanismos de mejora de eficacia espectral en redes inalámbricas y diversidad de antenas.   |
| <b>Topología punto-multipunto y de malla</b> | Soporta dos tecnologías de red, servicio de distribución multipunto y la malla para comunicación entre suscriptores.  |
| <b>Calidad de servicio (QoS)</b>             | Califica la operación NLOS sin que la señal se distorsione severamente por la existencia de edificios, por las condiciones climáticas, o el movimiento vehicular. |
| <b>FDM/TDM</b>                               | Tipos de multiplexaje que soporta para propiciar la interoperabilidad con sistemas celulares (FDM) e inalámbricos.  |
| <b>Seguridad</b>                             | Incluye medidas de seguridad y criptografía inherentes en el protocolo.   |
| <b>Bandas bajo licencia</b>                  | Opera en banda licenciada de 2.4 GHz y 3.5 GHz para transmisiones externas en largas distancias.  |
| <b>Bandas libres (sin licencia)</b>          | Opera en banda libre de 5.8, 8 y 10 GHz (con variaciones según el espectro libre de cada país).   |
| <b>Canalización</b>                          | De 5 y 10 MHz.  |
| <b>Codificación</b>                          | Adaptativa.   |

Tabla 1. Principales características de WiMAX Móvil.

### 2.10.11.2. Arquitectura de WIMAX Móvil

La arquitectura de red WIMAX puede ser representada por un Modelo de Referencia de Red (NRM, *Network Reference Model*), que identifica las entidades fundamentales mostradas anteriormente y los puntos de referencia sobre los cuales una infraestructura de red es definida.

En un nivel más alto la red de referencia diferencia entre los NAP (*Network Access Providers*) y los NSPs (*Network Service Provider*). Un NAP (*Network Access Provider*) es una entidad de negocio que provee la infraestructura de acceso radio WIMAX, que es implementada utilizando una o más ASNs.

Un NSP (*Network Service Provider*) es una entidad de negocio que provee conectividad IP y servicios WIMAX a los suscriptores de acuerdo a un nivel de servicio acordado o SLA, a través de acuerdos contratados con uno o más NAPs. El NSP debería tener control sobre el CSN.

Dentro de las entidades que componen la red:

- MS: es un equipamiento generalizado móvil o fijo que proporciona conectividad inalámbrica entre la estación suscriptora y la red WIMAX. La estación suscriptora puede ser un *host* o un equipo en las Instalaciones del Cliente (CPE, *Customer Premises Equipment*) de un dispositivo fijo, que él mismo soporta un CPE, o un dispositivo fijo que soporta varios *hosts*.
- Servicio de acceso de red (ASN, *Access Service Network*): la ASN representa el punto de entrada de los móviles en la red WIMAX, y por tanto debe soportar un grupo completo de funciones de red requeridas para proporcionar el acceso radio a la MS. Las siguientes funciones son obligadas para todas las ASN independientemente del soporte de movilidad
  - Conectividad de capa 2 802.16 Layer-2 (L2) con una MS WIMAX;
  - Transferencia de mensajes de AAA a la red sirviente del suscriptor WIMAX para autenticación, autorización y contabilidad de las sesiones de los suscriptores.
  - Descubrimiento de la red y selección de la NSP preferida por el suscriptor
- Gestión de recursos radio.
- Administración de políticas y QoS.
- Tunnelado ASN-CSN y ASN-ASN.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

---

- Adicionalmente para proveer movilidad la ASN también soporta las siguientes funciones.
- Fijado de Movilidad ASN.
- Fijado de movilidad CSN y gestión de paging y locación.
- CSN (*Connectivity Service Network*): la CSN es definida como un grupo de funciones de red que proveen conectividad de servicios IP a los suscriptores WIMAX.

Una CSN generalmente se compone de varios elementos de red como *router*, *gateways* de interconexión, servidores proxy de AAA y bases de datos de usuarios.

Una CSN provee funciones de:

- Dirección IP de MS y asignación de parámetros de usuario final para las sesiones de usuario.
- Acceso Internet.
- Servicios AAA.
- Políticas y Control de Admisión basados en los perfiles de suscripción.
- Soporte de tunelado ASN-CSN.
- Facturación del suscriptor WIMAX y acuerdos interoperadores.
- Tunelado inter CSN para itinerancia.
- Movilidad interASN.
- Conectividad a servicios WIMAX como IMS, servicios basados en la localización, servicios peer to peer y provisionamiento de recursos de red.

Cada función requiere la interacción entre dos o más entidades funcionales. También cada una de las funciones identificada dentro de una entidad lógica puede ser realizada dentro de un mismo dispositivo físico o distribuido en varios.

- La red extremo-extremo soporta movilidad y *handover* de forma extensiva incluyendo:
  - *Handover* vertical o intertecnología bajo operación multimodo.
  - Gestión de movilidad basada en IPv4 e IPv6.

## Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles

- Roaming entre diferentes proveedores de servicios
- *Handover* transparente hasta velocidades vehiculares satisfaciendo los límites de interrupción de servicio.

La arquitectura de red pro visiona Calidad de Servicio a través de diferentes niveles de QoS, control de admisión, administración de ancho de banda, y otras políticas apropiadas.

A continuación se muestra una figura de la arquitectura de WIMAX Móvil.

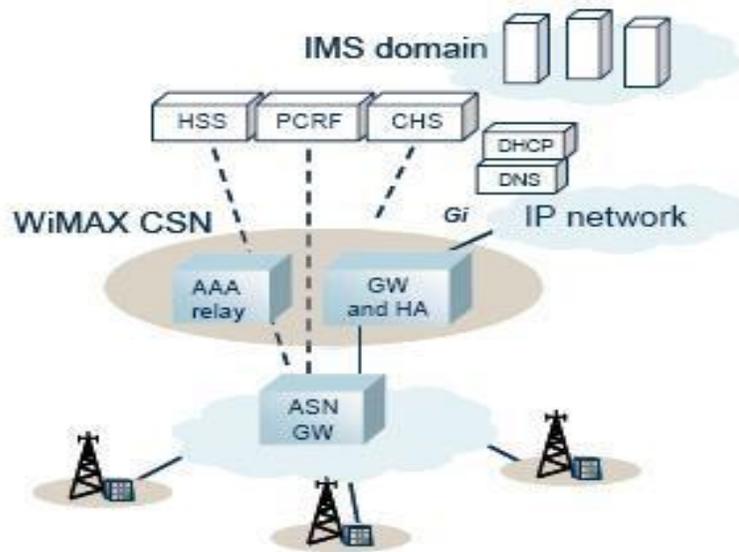


Figura 10. Arquitectura WIMAX Móvil

Teniendo en cuenta que ya se conoce la arquitectura WIMAX típica se verá en las próximas secciones la introducción e interacción de WIMAX en diferentes escenarios, ya sea WIMAX solamente o en conjunto con tecnologías existentes.

### 2.10.11.3. Ventajas de WIMAX Móvil

Algunas de las ventajas de WIMAX son:

## *Capítulo 2: IMS en Sistemas Móviles*

---

- Da cobertura a un área bastante extensa y la instalación de las antenas para transmitir y recibir, formando estaciones base, son sencillas y rápidas de instalar. Esto lo hace adecuado para dar comunicación en ciudades enteras, pudiendo formar una MAN, en lugar de un área de red local como puede proporcionar Wifi.
- WIMAX tiene una alta velocidad de transmisión, y dependiendo del ancho de banda disponible, puede producir transmisiones de hasta un poco más de 70 Mbps.
- Es simétrico lo cual significa que puede proporcionar un flujo de datos similar tanto de subida como de bajada.

### **2.11. Conclusiones**

En este capítulo se efectuó un estudio con cierto grado de profundidad sobre IMS en los sistemas móviles, también se hizo un estudio de los sistemas en cuanto a características y sus arquitecturas. Este capítulo es el comienzo del análisis para la propuesta de solución.

# *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

## **CAPÍTULO 3**

### **3.1 Introducción**

Hasta el momento se ha analizado como ha sido el proceso de la evolución en las telecomunicaciones específicamente en la telefonía celular, así como también se ha visto dentro de los avances tecnológicos la llegada de IMS y su relación con los sistemas móviles celulares. En el capítulo anterior se efectuó una disertación de la tecnología IMS enfocado a los sistemas móviles a partir de la 2G, haciendo énfasis en las principales características de estos sistemas. En este capítulo se propone el más factible de acuerdo a las características de Cuba para ajustar servicios IMS.

### **3.2 Necesidad de un sistema celular para plataformas con servicios IMS ajustable a las condiciones económicas y materiales de Cuba.**

En Cuba se llevan a cabo enormes transformaciones para el desarrollo de la red móvil. En el mercado internacional los servicios devenidos de la telefonía móvil han alcanzado un nivel de aceptación sumamente elevado. Uno de los servicios más demandados por los usuarios en la actualidad son los que abogan por la convergencia de los servicios, es decir el uso de varios servicios de modo simultáneo. En los últimos años ha sido evidente una gran penetración de la telefonía celular en Cuba, pero a pesar de eso, el número de servicios añadidos por el operador existente es prácticamente nulo. La Universidad se plantea la necesidad de contar con una base de conocimiento que posibilite el futuro desarrollo, en el área de las Telecomunicaciones de la misma, de aplicaciones de software a partir de plataformas con servicios IMS aplicables a un sistema celular capaz de soportar esta tecnología teniendo en cuenta las situación económica de nuestro país, llevando de esta manera a Cuba hacia la soberanía tecnológica que necesita. Además, contribuiría al desarrollo de plataformas para las empresas que ofrezcan servicios integrales orientados al cliente final, tales como la videoconferencia en grupos de varios usuarios en cualquier espacio de tiempo y en cualquier posición geográfica.

Luego de la descripción de los sistemas celulares, las funcionalidades y servicios IMS, se muestran algunas razones por las cuales estos sistemas en su mayoría no son aplicables a IMS, teniendo en cuenta la situación actual del país. Las plataformas con servicios IMS serían aplicadas por primera vez en el

# *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

país, por lo que, lo más factible sería llevar a cabo la elección de una tecnología celular que involucre el menor número de gastos posibles.

## **3.3. Análisis de la factibilidad de aplicación en Cuba de plataformas con servicios IMS.**

### **3.3.1. Sistema GSM**

Este sistema no es idóneo para implantar servicios IMS en Cuba. GSM fue creado principalmente para la transmisión de voz y no para la transmisión de datos con grandes aciertos de calidad, tiene una velocidad de transmisión de datos lenta de 9.6 Kbps, ésto limita la cantidad de servicios que Internet nos ofrece, con la velocidad que cuenta este sistema es un poco difícil navegar por Internet de una manera satisfactoria, si además se tiene en cuenta que se paga por tiempo de conexión, los costos ascienden. No se puede comparar una hora de conversación con una hora de navegación por Internet. Otra de las deficiencias es a la hora de mantener la conectividad en itinerancia. Los terminales GSM operan mediante conmutación de circuitos. En este sistema de transmisión, cada llamada establece un circuito con el otro extremo y cuando la llamada concluye, dicho circuito se libera. Ésta forma de transmisión de datos es extremadamente limitada en términos de capacidad. Otras de las desventajas que tiene GSM es que no es orientada a la conexión, cada uno de los paquetes pueden seguir rutas distintas entre el origen y el destino, por lo que pueden llegar desordenados o duplicados.

### **3.3.2. Sistema GPRS**

Como se pudo observar en el estudio realizado anteriormente de este sistema, el mismo presenta como una de sus principales características, la posibilidad de estar conectado todo el tiempo que desee, ya que no hace uso de los recursos de red, y por tanto no paga mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos. Pero a pesar de ser un sistema con características favorables presenta algunas desventajas que validan el por qué no es el sistema idóneo para soportar plataformas de servicios IMS en Cuba, como por ejemplo: capacidad limitada de la célula para todos los usuarios. Otra de las deficiencias de éste sistema es que la velocidad es mucho más baja en la realidad; alcanzar la máxima velocidad de transmisión de GPRS implicaría que un solo usuario utilizará las 8 ranuras de tiempo disponible, y sin protección contra errores. Claramente, un operador de red no destinaría toda su capacidad a un solo

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

usuario, por lo que la velocidad de GPRS es mucho más baja (115 kbps) en realidad al utilizar únicamente entre 1 y 3 ranuras de tiempo.

### **3.3.3. Sistema WCDMA**

Es válido destacar que este sistema tiene un mayor grado de aceptación que los anteriormente estudiados, pero tiene como limitante que presenta una cobertura limitada. No está orientado a la conexión. Sin embargo el hecho de no ser orientado a conexión tiene la ventaja de no saturar la red. Además para elegir la ruta existen algoritmos que eligen qué ruta es mejor, estos algoritmos se basan en la calidad del canal, en la velocidad del mismo y, en algunos, oportunidad hasta en 4 factores (todos ellos configurables) para que un paquete decida una ruta. Otra de las limitantes que presenta este sistema de 3G como propuesta de solución ante la implantación de servicios IMS en Cuba es que no puede manejar tráfico asimétrico de forma eficiente. La razón es que operan en modo FDD, usando un espectro par. WCDMA presenta solamente multiplexación CDMA, lo cual no es el tipo de multiplex.

### **3.3.4. Sistema CDMA2000**

Éste sistema tiene un alto nivel de aprobación para plataformas de servicios IMS, pues sus características lo justifican, sin embargo no sería recomendable su aplicación en Cuba por las siguientes razones: la principal desventaja de esta tecnología es que a pesar de ser relativamente barata, es un estándar americano, e influyen mucho las relaciones de Cuba con EEUU, por lo que se hace muy difícil su implantación en nuestro país. Otra de los inconvenientes es que éste sistema no maneja tráfico asimétrico de manera eficiente. Pues opera en modo FDD, usando un espectro par.

### **3.3.5 Sistema TD-SCDMA**

Éste es uno de los sistemas con uno de los mayores números de ventajas para la aceptación de la tecnología IMS, tiene dentro de sus características principales la presencia de células grandes con un diámetro de hasta 40 Km, además presenta una buena movilidad aproximadamente de 120 Km/h. Como estándar chino se puede tener en cuenta las excelentes relaciones de China con Cuba. Pero sin embargo no es el sistema más apropiado para implantar servicios IMS en Cuba, pues tiene como limitante su economía restringida, además es una tecnología probada únicamente en china, por lo que no es reconocida a nivel mundial. A pesar de ser un sistema muy bien definido por sus fabricantes aún carece

# *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

de experiencia internacional. La economía del país no es la más favorable para migrar a este tipo de sistema, el mismo con altos costos de inversión.

### **3.3.6 Sistema HSPA**

De los sistemas de 3G, HSPA se puede considerar como uno de los más ventajosos, hasta pudiera llegar a ser el estándar de esa generación, se valora como un sistema que también soporta servicios IMS, pero presenta algunas restricciones por las que no se escoge como propuesta de solución para plataformas de servicios IMS en Cuba. Como se había Es una tecnología muy cara, el costo de inversión para su implantación en el país es muy elevada, algo desfavorable para Cuba, partiendo de que el país necesita una tecnología que le garantice el menor gasto posible en su implantación. Otro aspecto muy importante es que no proporciona funciones de seguridad adicionales.

### **3.4. Propuesta de un sistema celular para la implantación de plataformas con servicios IMS en Cuba.**

Se ha querido dejar para este epígrafe la tecnología que finalmente se justifica como propuesta para implantar plataformas con servicios IMS en Cuba. Para ello se ha decidido por los autores de la investigación, gracias al estudio realizado y a las características de los sistemas tratados en los capítulos anteriores, proponer la tecnología Wimax Mobile como la más idónea para la implantación de plataformas de servicios IMS en Cuba.

Para proponer a WIMAX Móvil como un sistema capaz de soportar servicios IMS con un nivel de calidad alto, teniendo en cuenta las condiciones económicas del país es sumamente importante partir que es una de las tecnologías inalámbricas de banda ancha más codiciada en la actualidad. Para beneficio de las nuevas expectativas de nuestro país es una tecnología multipunto, con la capacidad incorporada de hacer redes malladas. Es una tecnología que por sus características descriptivas se puede implementar como un sistema celular, admite altas velocidades de conexión, es decir permite mantener el servicio sin perder la conexión a una velocidad de hasta 120 km/h. Con la utilización de técnicas de antena MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), además de esquemas de sub-canalización flexibles, modulación y codificación avanzada permiten soportar velocidades picos en el *downlink* de 63 Mbps por sector y de 28

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

MBps en el *uplink* para un canal de 10 MHz. Presenta un ventajoso ancho de banda de los canales que oscilan entre los 5 MHz, 7 MHz, y 20 MHz.

El soporte de duplexado TDD y FDD, así como half-duplex FDD, da la posibilidad de una implementación de sistemas de bajo costo. Ya el TDD está más extendido debido a que proporciona flexibilidad para escoger la relación de razón de datos *uplink/dowlink*. Además proporciona habilidad para explotar la reciprocidad del canal y para desplegar en espectro sin licencia.

El tipo de acceso de la tecnología WIMAX Móvil es OFDM, para soportar movilidad se utiliza Acceso de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Escalable, (S-OFDMA, *Scalable Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access*), es una variante de OFDMA que posibilita un número inestable de subportadoras, basado en el ancho de banda disponible sin afectar el espaciamiento entre subportadoras y otros valores que perjudican el procesamiento en capas superiores. Esto permite la flexibilidad en la asignación de los recursos apoyándolos en las condiciones del canal y disponibilidad del espectro para un usuario individual en una determinada locación geográfica. Asigna diferentes subcanales a los diferentes abonados y soporta el acceso simultáneo a Internet de varios afianzados.

WIMAX Móvil utiliza varias tecnologías para permitir la movilidad y la obtención de altas velocidades de transmisión, entre las que se destacan: los sistemas avanzados de antenas, codificación y control de error, etc.

La posibilidad de WIMAX Móvil de contar con sistemas avanzados de antenas, brinda la obtención de una ganancia significativa en la capacidad total del sistema y en la eficiencia espectral. Estos sistemas de antenas incluyen el soporte de varias soluciones de sistemas multiantenas, incluyendo diversidad de transmisión, formado de haz y multiplexado espacial.

Para WIMAX Móvil el conformado de haz puede ser usado para transmitir la misma señal de forma apropiada para cada elemento de antena, buscando transmitir el haz en la dirección del receptor y sin interferencia, optimizando la relación señal a ruido. Este sistema puede aumentar sustancialmente el rango de cobertura, la capacidad y robustez. Para la obtención del haz se necesita un conocimiento preciso del canal, que en TDD es fácil teniendo en cuenta la reciprocidad del canal, pero para FDD se requiere un canal de realimentación para conocer las características del canal.

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

En ambientes urbanos la señal de radio a menudo se divide en varias trayectorias de transmisión debido a la reflexión y refracción causada por los objetos en la línea directa de vista entre el Tx y el Rx. Como los caminos son diferentes cada copia de la señal llega con una pequeña diferencia de tiempo al receptor. Para aprovechar esta situación se utiliza un esquema de antenas MIMO, se utilizan múltiples antenas en el receptor y el transmisor para enviar datos por diferentes caminos pero en la misma frecuencia. Si se envían datos diferentes por cada camino la razón de datos se incrementa.

MIMO requiere una antena dedicada para cada camino en el receptor (*Multiple Input*) y en el transmisor (*Multiple Output*). Además cada camino de Tx requiere su propia cadena de Tx y Rx en la estación base y el equipo cliente. Un sistema MIMO típico, hace uso de dos o cuatro caminos, los cuales requieren dos o cuatro antenas respectivamente. Actualmente los diseños de antena utilizados son aquellos que ya incorporan dos antenas para obtener señales polarizadas horizontalmente y verticalmente dadas por la reflexión y refracción para contrarrestar el efecto de desvanecimiento multicamino, a este método se le llama diversidad polarizada. Estas señales se mantienen independientes y son introducidas en cadenas de recepción independientes.

La representación de AAS (*Adaptive Antenna System*) en WIMAX Móvil da la posibilidad de desplegar antenas múltiples para transmitir y recibir señales. Utiliza la tecnología de procesamiento de señal digital para rastrear la información espacial de cada abonado móvil y genera haces de onda direccionales de espacio que utilizan completamente las señales de los abonados al mismo tiempo que elimina señales de interferencia. En base a las diferentes posiciones espaciales de los abonados, el AAS puede transmitir y recibir las señales de cada abonado en el mismo canal para mejorar la utilización del espectro sin introducir una interferencia mutua significativa. [25]

El AAS mejora las ganancias y reduce la transmisión de las antenas en potencia de transmisión de estaciones móviles en direcciones especiales. Por lo tanto, la utilización de AAS permite a los operadores contar con una cobertura más amplia, reducir la utilización de estaciones base y mejorar la utilización de espectro, reduciendo así el OPEX. En el extremo de recepción de la antena, la síntesis de señales de espacio genera ganancias en la dirección esperada en el mapa direccional de la totalidad del banco de antenas. Por otro lado, en otras direcciones las ganancias son inferiores. Esto conduce a una proporción

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

de ruido a señal más alto en términos de señales de recepción y forma un punto cero de espacio en la dirección de interferencia, suprimiendo así cualquier interferencia importante. [25]

La adición de una red de banda ancha superpuesta OFDMA-MIMO como WIMAX requiere el despliegue de nuevas tarjetas de línea de estaciones base y clientes, así como mejoras a la red de núcleo para soportar los altos tráficos IP. Se puede decir que los operadores móviles existentes pueden co-localizar equipamiento de estación base WIMAX Móvil en sus sitios de células 2G y 3G.

Como se ha hecho referencia anteriormente; GSM es el sistema vigente en Cuba, como ventaja para el país las estaciones base de WIMAX Móvil se pueden instalar en los sitios de BTS GSM, con ambos compartiendo un cuarto de equipos, energía y sistemas de transmisión, y alimentadores de antena. Las BTS coexistentes permiten llegar a los operadores a áreas de hot spots o ciudades, y proveer servicios de datos fijos y móviles después de una pequeña inversión. La gestión de WIMAX Móvil se puede integrar con la gestión realizada a la red GSM. En esta situación ya que IMS no está relacionado con el acceso se puede introducir en la red de núcleo para fortalecer el potencial de la red. WIMAX Móvil soporta acceso transparente a la red IMS, lo cual aumenta el control de la QoS y garantiza la elevada utilidad de los recursos. Como IMS puede soportar una serie de servicios basados en SIP, además una red VoIP, video telefonía, IP convergente, sesiones multimedia, llamadas de emergencia y servicios de localización, los usuarios pueden utilizar cualquier terminal que soporte WIMAX Móvil para acceder a los servicios convergentes en cualquier momento y lugar.

En Cuba los espacios de aplicación de WIMAX Móvil son tan disímiles como las oportunidades que brindan sus sistemas. Los lugares que más se beneficiarían son aquellos donde no es rentable llegar con tecnologías cableadas, o aquellos sitios donde no se haya hecho ninguna inversión por la poca densidad poblacional, pero que al mismo tiempo necesite conectividad social, como por ejemplo la sierra maestra, el Escambray u otras zonas montañosas.

Para brindar servicios a empresas, industrias, nuevas instalaciones hoteleras, incluso en los cayos, se puede utilizar como red de acceso de banda ancha como alternativa al XDSL, cuando no sea rentable el cable o la calidad no lo permita además de poder brindar acceso inalámbrico. Otra alternativa es su

## Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS

---

utilización como red de soporte de sistemas de monitorización de procesos industriales, productivos, redes de transporte y redes de video vigilancia.

### 3.4.1. Equipamiento de WIMAX Móvil según Huawei vigente en Cuba

En ETECSA se encuentra el equipo ASN-GW/WASN9770, que presenta una arquitectura descrita por Huawei. Esto es uno de los primeros pasos en cuanto a una posible migración hacia la tecnología WIMAX Móvil. La UCI está dando su aporte al querer comprar la BS 3900 que se conecta a la ASN-GW mediante fibra óptica, esto trae múltiples beneficios ya que permite todo el acceso a Internet y la conexión con otras tecnologías. Según Frank Miravalle, Director de Gestión Tecnológica, se van a comprar equipos semi-móviles para dar soporte a la red que se piensa formar.

#### 3.4.1.1. Funciones de WASN9770

ASN-GW es un servicio de paquetes de puerta de enlace de la red WIMAX, que suministra funciones de transmisión de paquetes de datos, control de acceso, gestión del flujo de QoS, la contabilidad y móvil IP. ASN-GW/WASN9770 se aplica en la red WIMAX.

WASN9770 de Huawei cumple con la Asociación de la Industria Electrónica (TIA, *Telecommunications Industry Association*) y las normas de WIMAX Forum. Realiza las funciones de ASN-GW, agente externo (FA, *Foreign Agent*), y de AAA.

El ASN-GW es uno de los principales elementos de la red WIMAX, en el sistema de dominio del ASN. Como un dispositivo de puerta de enlace de una MS para acceder a una red de paquetes de datos externas (PDN), la ASN-GW se encuentra en el conjunto de la conexión de la ASN y el CSN. Se conecta a la MS de una red IP, para ofrecer paquetes de servicios de datos.

# Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS

## 3.4.1.2. Estructura de la red

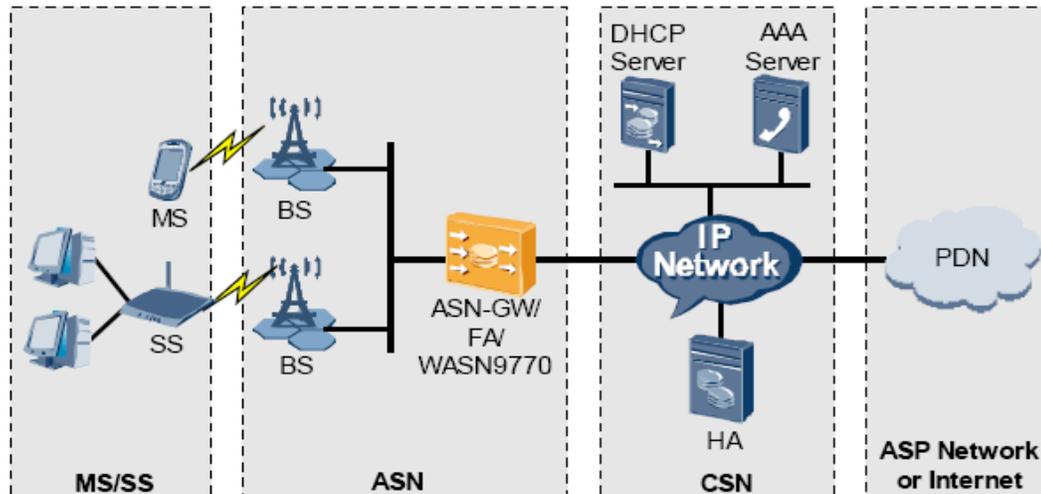


Figura 11. Estructura de la red del sistema WIMAX Móvil de Huawei

El sistema WIMAX cuenta con los siguientes elementos:

- La estación móvil y la estación de abonado.
- Servicio de acceso de red.
- Servicio de conectividad de red.

### 3.4.1.2.1. La MS y SS son los abonados de la parte del sistema WIMAX.

- La MS es un dispositivo móvil que proporciona la conexión entre el dispositivo de abonado y la BS.
- La SS es un dispositivo fijo que proporciona la conexión entre el dispositivo de abonado y la BS.

### 3.4.1.2.2. Servicio de acceso de red

La ASN consta de BS y ASN-GW. La ASN accede a múltiples servicios de conectividad de red (CSNs) y proporciona servicio de acceso a la radio de CSN de los diferentes proveedores de servicios de red

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

(NSPs). La ASN gestiona la interfaz de aire de IEEE 802.16 y proporciona acceso de radio a los suscriptores WiMAX. Las funciones son las siguientes:

- El establecimiento de la capa 2 facilita la conectividad entre la MS y la capa superior.
- Establecimiento de la conectividad de la capa 3 para transferir mensajes de la MS, como la asignación de direcciones IP.
- Descubrimiento y suministro de la red de selección del abonado WiMAX preferido por NSP.
- Proporcionar túnel ASN-GW.
- Paginación y ubicación en la gestión de la ASN.
- Proporcionar la gestión de los recursos de radio.
- Almacenamiento temporal y gestión de la información de la lista de abonados.
- Proporcionar agente móvil IP y agente extranjero para suscriptores móviles IP.

### **3.4.1.2.3. Servicio de conectividad de red**

CSN incluye elementos de red tales como: routers, proxy AAA, servidores, bases de datos, y dispositivos gateway de Internet. El CSN sirve como una entidad nueva de red en un nuevo sistema WiMAX, y así lograr funciones utilizando los dispositivos de red. El CSN dispone de conectividad IP a los suscriptores de WiMAX. Las funciones son las siguientes:

- Asignación de dirección IP y MS para las sesiones de usuario.
- Proporcionar acceso a Internet.
- Proporcionar AAA o servidor proxy.
- Proporcionar la facturación de los abonados y la solución.
- Proporcionar la admisión y control de QoS basado en los parámetros del sistema de los abonados.
- La gestión de la movilidad entre ASN.
- Establecimiento y gestión de túneles ASN-CSN.

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

- Proporcionar servicios de WiMAX, como los servicios basados en localización o los servicios de multidifusión.

### **3.4.1.3. Funciones de los elementos de la red WIMAX**

- Servidor AAA: es un servidor de alto rendimiento remoto, que permite la verificación del servidor de marcación de los abonados. Soporta múltiples tipos de bases de datos, es un agente poderoso, flexible y de operaciones.
- ASN-GW/FA/WASN9770: el ASN-GW es una entidad lógica que tiene un plano de control. El ASN-GW puede interactuar con el interior de BS de la ASN. La ruta y el puente se integran en el ASN-GW. Además, la lógica de la entidad del agente externo está integrada en el ASN-GW, de modo que el ASN-GW sirve como un agente externo. ASN-GW/FA de Huawei, se llama paquete WASN9770 servicio de puerta de enlace.
- BS: se utiliza para transmitir y recibir señales de radio, poner en práctica la comunicación entre la red WiMAX y la MS/SS.
- DHCP Server: el servidor DHCP proporciona una dirección IP y asigna la dirección IP a la MS/SS, a través del protocolo DHCP.
- MS/SS: proporciona la conexión entre el dispositivo de abonado y BS. La MS y SS pueden soportar uno o varios hosts de abonado.
- HA: cuando la MS está fuera de su propia red, HA mantiene la ubicación actual de la MS y envía los paquetes de datos destinados a la MS a través del túnel. La HA también asigna direcciones IP y suscriptores móviles. [24]

### **3.4.1.4. Escenarios de aplicación**

El WASN9770 soporta cuatro escenarios de aplicación del sistema WIMAX, incluyendo: acceso fijo, acceso nómada, portátil y acceso simple.

#### **3.4.1.4.1. Escenario de acceso fijo**

# *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

El servicio de acceso estacionario es el modo básico del servicio WIMAX. Es similar a la de banda ancha DSL, o por cable, el servicio no es compatible con la movilidad y la entrega de terminales. La MS puede estar conectada a otra BS en la parte de la red, para garantizar la calidad de la interfaz aire.

#### **3.4.1.4.2. Escenario de acceso nómada**

El acceso nómada es el paso más allá del acceso fijo. La MS tiene acceso a la red WIMAX en diferentes lugares. La movilidad y la entrega de los terminales no son compatibles. Al entrar en la red, la MS puede volver a obtener una dirección IP.

#### **3.4.1.4.3. Escenario de acceso portátil**

El acceso portátil es el paso más allá del acceso nómada. La movilidad y la entrega de los terminales son realizadas en este escenario. Ofrece a sus suscriptores la misma experiencia que brinda el acceso fijo y el acceso nómada. Al traspaso entre las diferentes BSs se les conoce como BE en la que puede existir interrupción temporal y retraso en la calidad del servicio.

#### **3.4.1.4.4. Escenario de acceso móvil**

La entrega confiable entre BSs está disponible.

- Cuando se fija la MS, el escenario de acceso móvil ofrece a sus suscriptores experiencia de acceso fijo y acceso nómada.
- Durante la entrega, el retraso, la calidad del servicio son controladas dentro de cierto rango. El escenario móvil simple tiene ciertos requisitos para la velocidad del móvil. Cuando la velocidad del móvil es inferior a 60 km/h, el rendimiento no se ve afectado. Cuando la velocidad del móvil está entre 60 km/h y 120 km/h, el rendimiento es inversamente proporcional a la velocidad del móvil.
- El modo de espera y de búsqueda en la parte de la red, se apoya en el escenario móvil simple. [24]

La combinación perfecta de WIMAX e IMS hace posible formar una red toda IP, lo que da como resultado un ancho de banda superior a costos ínfimos. Huawei, como uno de los más prestigiosos proveedores, les suministra a los operadores móviles una solución de networking combinada con WIMAX Móvil, que les permite integrar sus redes 2G/3G existentes con la red WIMAX. Como resultado, los

## *Capítulo 3: Propuesta de un sistema celular para implantación de plataformas con servicios IMS*

---

operadores pueden proteger su inversión existente haciendo que las dos redes compartan dispositivos múltiples en la red core, tal como HA, HLR y AAA.

Finalmente la aplicación de esta tecnología en Cuba, proporciona conectividad de banda ancha aprobando verticalidad en la implementación de los servicios al estar constituida por una plataforma completamente IP, lo que facilita la integración con redes corporativas. Como cuenta con una sola interfaz inalámbrica da la posibilidad de servicios de voz, datos y multimedia, algo fundamental para los servicios IMS. Los dispositivos con múltiples interfaces inalámbricas permiten gran flexibilidad y cobertura. Vale señalar que permite acelerados despliegues en comparación con otras tecnologías. Wimax Móvil e IMS es la relación perfecta para llevar a Cuba a mediano y largo plazo al inminente avance tecnológico que tanto necesita. Dando la posibilidad a los usuarios de un mundo mejor con respecto a la telefonía móvil, con los servicios y ventajas que involucra ésta combinación perfecta.

### **3.5. Conclusiones**

Como se pudo valorar, WIMAX Móvil es una tecnología muy bien definida, con un alto prestigio por parte de los fabricantes y con un número considerable de alternativas para los operadores y usuarios, que pueden contar con una tecnología de banda ancha con soporte de movilidad con todas las ventajas que ello implica.

La posibilidad de introducción en los sitios de células GSM es quizás una de las más atractivas aplicaciones que brinda, dada la búsqueda actual de nuevos servicios y la expansión de los servicios móviles en nuestro país.

Algo más significativo es la posibilidad de coexistencia de dicha tecnología con las redes existentes en la actualidad, lo que permite el ahorro de recursos en inversión y la mejora de los servicios. Como se pudo estimar, es una tecnología muy atractiva para las características del desarrollo de nuestro país, pudiéndose aumentar el alcance de la red y la difusión de los servicios en múltiples aplicaciones, industriales, hoteleras, entre otras.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Con el desarrollo de este trabajo se profundizó en las plataformas de servicios IMS en los sistemas móviles celulares, así como en los principales elementos que caracterizan las bases de estos sistemas. Después de un estudio riguroso y detallado de las sistemas móviles celulares se propuso la tecnología que guiada por sus relevantes ventajas fuera la más apropiada para implantar servicios IMS en Cuba en el futuro, teniendo en cuenta las condiciones económicas reales del país.

Según los aspectos anteriormente planteados, se suponen abordados y cumplidos los objetivos propuestos. Además, vale la pena recalcar que para el correcto desarrollo de la investigación se consultó bibliografía la cual presenta una correcta actualización de acuerdo a los sistemas estudiados.

Seguidamente se realizan una serie de recomendaciones que han de tenerse en cuenta para la continuación de la investigación y el desarrollo de futuras aplicaciones.

## **RECOMENDACIONES**

A partir de las conclusiones abordadas y de la base de conocimiento aportada en el tema de la tecnología IMS, los autores recomiendan:

- Aprovechar nuestro Centro Universitario para la realización de pruebas, o sea, diseñar una arquitectura que sea capaz de soportar servicios IMS.
- Que se tome esta investigación como los primeros pasos hacia una migración a una tecnología celular capaz de implementar plataformas de servicios IMS en cualquier parte del mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. IMS Multimedia Telephony over Cellular Systems\_(Shyam Chakraborty, Janne Peisa, Tomas Frankkila, Per Synnergren)\_John Wiley & Sons, 2007.
- [2].González Soto, Oscar, Consultor Experto UIT. Concepto y Arquitectura de las redes NGN, Río de Janeiro, Brasil Mayo 2006.
- [3]. IP Multimedia Subsystem\_ Junquera, Rafael A. Tele-medios, Septiembre 2007.
- [4] Arquitectura Funcional de NGN Release 1, Real Martín, Luis Fernando, Marzo 2008.
- [5]. Pérez Hernández, Alain O, Pérez Carmenates, Arianna. Trabajo de Diploma por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, 2008.
- [6]. IP Multimedia Subsystem Principios y Arquitectura, Simón ZNATY, Jean-Louis DAUPHI. <http://www.efort.com>.
- [8]. The IP Multimedia Subsystem (IMS), (Travis Russell) McGraw-Hill, 2008.
- [9]. IP Multimedia Subsystem (IMS). Handbook, (Syed A. Ahson, Mohammad Ilyas) CRC Press, 2009.
- [10]. Pérez Arbellá, Yudel, Guerra Fernández, Serguei. GPRS: Arquitectura Interfaces y Protocolos, Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, 2008.
- [11]. GSM, Architecture, Protocols and Services (Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann), John Wiley&Sons, 2009.
- [12]. Beyond 3G Bringing Networks, 2009.
- [13]. 3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband (Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld and Per Beming), Academic Press, 2007.
- [14]. The 3G IP Multimedia Subsystem, Merging the Internet and the Cellular Worlds (Gonzalo Camarillo, Miguel A. Garcia Martin).

[15]. [http://www. bandaancha.eu](http://www.bandaancha.eu).

[16]. <http://hspa.gsmworld.com>.

[17]. IP Multimedia Subsystem\_Convergencia total en IMS.mhtml (Millán Tejedor, Ramón Jesús). Publicado en Comunicaciones, IDG Communications S.A, 2006.

[18]. Ing. Gil Bachiller Garcia, Neudys. Tesis de maestría. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Ciudad de la Habana, 2008.

[19]. Álvarez González, Yolanda. Introducción a la Tecnología Wimax Móvil. Trabajo para optar por el título de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana, Cuba, Junio, 2008.

[20]. CINIT, Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones, 2007.

[21]. Durán Nardecchia, Eduardo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Electrónico. Chile 2005.

[22]. Guzmán Obregón, Omar A. Calzadilla Aguiar, Wilfredo. Arbella Pérez, Yudel. Guerra Fernández, Serguei. Rodríguez Morales, Orestes. Alternativas de implementación de Mobile WiMAX en la red de Telecomunicaciones de Cuba. Universidad de Ciencias Informáticas, 2008.

[23]. Actions Addressing Identified Issues with the Session Initiation Protocol's (SIP) Non-INVITE Transaction, January 2006.

[24]. HUAWEI WASN9770 Packet Service Gateway. Huawei Proprietary and Confidential Copyright © Huawei Technologies Co, Ltd. 2008.

[25]. <http://www.huawei.com/es/catalog.do?id=701>

ANEXOS

Anexo1

| Sistemas Celulares      | Tipo de modulación       | Multiplexación     | Velocidades de transferencia     | Ancho de banda del canal |
|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|
| <b>GSM</b>              | GMSK                     | FDMA/TDMA          | 9.6 Kbps                         | 200 KHz                  |
| <b>GPRS</b>             | GMSK                     | FDMA/TDMA          | 144 Kbps                         | 200 KHz                  |
| <b>CDMA 2000 1X-RTT</b> | QPSK                     | CDMA               | 144 Kbps                         | 1.25 MHz                 |
| <b>CDMA 2000 EV-DO</b>  | QPSK<br>8-PSK<br>16-QAM  | TDMA/CDMA          | 3.1 Mbps Down<br>1.8 Mbps Up     | 1.25 MHz                 |
| <b>WCDMA</b>            | BPSK<br>QPSK             | CDMA               | 384 Kbps/2 Mbps                  | 5 MHz                    |
| <b>TD-SCDMA</b>         | QPSK                     | TDMA/CDMA/<br>FDMA | 2 Mbps                           | 1.6 MHz/5 MHz            |
| <b>HSUPA</b>            | QPSK<br>16-QAM           | TDMA/CDMA          | 14.4 Kbps Down<br>5.8 Mbps de Up | 5 MHz                    |
| <b>HSDPA</b>            | QPSK<br>16-QAM           | TDMA/CDMA          | 14.4 Mbps Down<br>384 Kbps Up    | 5 MHz                    |
| <b>Wimax Móvil</b>      | QPSK<br>16-QAM<br>64-QAM | TDMA/OFDM          | 70 Mbps Down<br>32 Mbps Up       | 1.5 MHz/20 MHz           |

Tabla 2: Tabla con características de algunos sistemas celulares.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ADSL:** Línea Digital Asimétrica de Subscriptor (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)

**AMPS:** (*Advanced Mobile Phone System*) Red analógica utilizada principalmente en Estados Unidos.

**BS:** Estación base. Estación radioeléctrica fija del servicio de telefonía móvil celular, permite el acceso de las estaciones de abonado a la red de telefonía móvil celular, mediante la interconexión con la estación central de conmutación y la comunicación con las estaciones de abonado.

**BSC:** Controlador de estaciones base (*Base Station Controller*).

**BSS:** Subsistema de estación base (*Base Station Subsystem*).

**CDMA:** Acceso múltiple por división de código (*Code Division Multiple Access*).

**CSCF:** Función de control de estado de llamada (*Call State Control Function*).

**DiffServ:** Estándar de QoS desarrollado por el IETF (*Differentiated Services*).

**EDGE:** Velocidades de Datos Extendidas para una Evolución Global o EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), es una tecnología de telefonía móvil digital.

**FDD:** Dúplex por división de frecuencia (*frequency division duplex*).

**GGSN:** Nodo pasarela de soporte GPRS (*Gateway GPRS Support Node*).

**HSDPA:** *High Speed Downlink Packet Acces*.

**HSS:** Servidor de abonado base (*Home Subscriber Server*).

**IEEE:** The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

# Glosario de Términos

---

**IETF:** Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (*Internet engineering task force*), Es la organización que gestiona los estándares de Internet.

**IMS:** Subsistema de multimedia IP (*IP multimedia subsystem*).

**IP:** Protocolo Internet (Internet Protocol).

**ISDN:** Red digital de servicios integrados (*Integrated Services Data Network*).

**LAN:** Red de área local (*local area network*).

**MAC:** Control de acceso a medios (*medium access control*).

**MMS:** El MMS (Servicio de Mensajería Multimedia) es una nueva norma que se está definiendo para su uso en terminales inalámbricos avanzados. Este servicio permite la transmisión en tiempo no real de distintos tipos de contenidos multimedia, como imágenes, audio, secuencias de vídeo, etc.

**OFDM:** Multiplexión por división de frecuencia ortogonal (*orthogonal frequency division multiplexing*).

**OFDMA:** Modo de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (*orthogonal frequency division multiplexing access mode*).

**QPSK:** Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (*quadrature phase shift key*).

**QoS:** Calidad de servicio (*quality of service*).

**RDSI:** Red digital de servicios integrados.

**RSVP:** Protocolo de reserva de recursos (*Resource Reservation Protocol*).

**SIM:** Subscriber Identity Module.

**SMS:** El Servicio de Mensajes Cortos (SMS) es una función disponible en algunos teléfonos inalámbricos que permite al usuario enviar y/o recibir breves mensajes alfanuméricos.

# Glosario de Términos

---

**TDD:** Dúplex por división en el tiempo (*time division duplex*).

**TD-SCDMA:** Acceso múltiple por división de código con sincronismo y división en el tiempo (*time division synchronous code division multiple access*).

**UMTS:** Sistema europeo de comunicaciones móviles de tercera generación basado en la tecnología WCDMA. Además de voz y datos, el sistema UMTS permite la transmisión de audio y vídeo a dispositivos inalámbricos.

**VoIP:** Protocolo de transmisión de voz sobre Internet (*voice-over-Internet protocol*).

**WAN:** Red de área extensa (*wide area network*).

**WCDMA:** Acceso múltiple por división de código de banda ancha (*wideband code division multiple access*).

**WiFi:** Fidelidad inalámbrica (*wireless fidelity*).

**WIMAX:** Interoperabilidad mundial de acceso por microondas (*world wide interoperability for microwave access*), estándar 802.16e.

**WLAN:** Red de área local inalámbrica (*wireless local area network*).

**3G:** Comunicaciones móviles de tercera generación (*Third generation mobile communications*).

**3GPP:** Proyecto sobre asociación para comunicaciones móviles de la tercera generación (*third generation partnership project*).