



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE SISTEMAS**

**“TRABAJO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS”**

**ANALISIS TECNICO – ECONOMICO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO
SOBRE LA GESTION DE RECURSOS Y CALIDAD DE SERVICIO EN LOS
SISTEMAS MOVILES DE TERCERA GENERACION (3G)**

**SANCHEZ PAEZ ANDRES DAVID
TOAPANTA TAMAYO MARCO ROBERTO**

Quito, 2010

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO 1.- REDES INALAMBRICAS.....	6
1.1 Introducción	6
1.2 Historia del sistema móvil.....	8
1.3 Primera Generación	10
1.3.1 AMPS.-	12
1.3.2 NMT.-.....	14
1.3.3 TACS y ETACS.-	15
1.4 TECNOLOGIA 2G	16
1.4.1 GSM (Groupe Spécial Mobile)	16
1.4.1.1 Sistema de conmutación	17
1.4.1.2 Sistema de Estación Base (BSS).....	18
1.4.1.3 Sistema de Soporte y Operación.....	19
1.4.1.4 Elementos adicionales.....	19
1.4.1.5 Zonas de la red GSM.....	19
1.4.2 Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).....	21
1.5 TECNOLOGIA 3G	22
1.5.1 UMTS.....	23
1.6. RESUMEN EJECUTIVO DE LAS TECNOLOGÍAS	24
CAPITULO 2: CONECTIVIDAD INALAMBRICA PARA DISPOSITIVOS MOVILES.....	25
2.1 Evolución de las redes.....	25
2.2. Criterios de Selección	35
2.3. Medios de comunicación de las redes inalámbricas.....	39
2.3.1. Ondas de radio:.....	39
2.3.2. Microondas terrestres:	41
2.3.3. Microondas satelitales:.....	42
2.3.4. Infrarrojos	44
2.4. UMTS	45
2.4.1. Frecuencias	47
2.4.2. Recepción discontinua	49
CAPITULO 3. INVESTIGACIÓN Y ANALISIS DE LOS RECURSOS.....	50

3.1	Requerimientos de un sistema de tercera generación	50
3.2	Espectro IMT-2000.....	52
	3.2.1. Flexibilidad	53
	3.2.1.1. FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia)	53
	3.2.1.2. TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo).....	55
	3.2.1.3. CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).....	57
	3.2.1.3.1. Secuencias de oro	59
	3.2.1.3.2. Códigos Largos:	59
	3.2.1.3.3. Código corto	59
	3.2.1.3.4. VENTAJAS DE CDMA.....	60
	3.2.1.3.4.1. Pendientes y la calidad de la llamada de voz	60
	3.2.1.3.4.2. Mayor cobertura para Bajo Costo.....	60
	3.2.1.3.4.3. De paquetes de datos.....	61
	3.2.1.3.4.4. Tiempo de conversación más largo, más largo y la vida de las pilas más pequeñas Teléfonos	61
	3.2.1.3.4.5. Un menor número de llamadas desconectadas	61
	3.2.1.3.4.6. Mejora de la Seguridad y Privacidad	61
	3.2.1.3.4.7. Mayor Capacidad	62
	3.2.1.3.4.8. Reducción de ruido de fondo y la interferencia.....	62
	3.2.1.3.4.9. Despliegue Rápido.....	62
	3.2.1.3.4.10. Amplia selección de productos	62
	3.2.1.3.4.11. Continuando Anticipos.....	62
	3.2.1.3.4.12. Continuar los avances tecnológicos	63
	3.2.2. Asequibilidad.....	63
	3.2.3. Compatibilidad con los sistemas existentes Servicios.....	63
	3.2.4. Diseño modular	63
3.3	Interfaces de aire IMT-2000.....	65
3.4	Recursos Espectrales	78
	3.4.1. Secuencia Directa	83
	3.4.2. Salto de Frecuencia	83
	3.4.3. Sistema de Salto Temporal.....	83
	3.4.4. Sistema de Frecuencia Modulada Pulsada.....	83

3.4.5. Espectro UMTS.....	83
3.5. Resumen Ejecutivo	85
CAPITULO 4. INVESTIGACIÓN Y ANALISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIOS	87
4.1. Aplicaciones para el análisis de tráfico	87
4.1.1. Modelo Erlang B.....	91
4.1.2. Modelo Erlang C.....	92
4.1.3. Modelo de despliegue celular.....	92
4.2. Protocolos, métodos y esquemas multicast con soporte de requerimientos de QoS.....	93
4.2.1. AQoS.....	93
4.2.1.1. Atributos y parámetros de QoS en UMTS	98
4.2.2 QoS.....	99
4.2.3 QMRP	102
4.2.3.1. IP MULTICAST.	102
4.2.3.2. ÁRBOLES MULTICAST DE DISTRIBUCIÓN.....	103
4.2.3.3. Source Tree.....	104
4.2.3.4. Shared Tree.....	104
4.2.3.5. Ciclo de vida de un grupo IP Multicast	104
4.2.3.6. Construcción del Árbol de Distribución.	106
4.2.3.7. Deshabilitación de la Sesión Multicast.....	106
4.2.3.8. Estados de QMRP	107
4.2.4. SoMR.....	109
4.2.5 RIMQoS	110
4.3 Análisis comparativo técnico - económico de las 2 aplicaciones más utilizadas.	112
4.3.1. ANALISIS ECONOMICO	113
4.3.1.1. Determinación de la Cobertura:	114
4.3.1.2. Servicio de Telecomunicaciones a ser Ofertados.....	114
4.3.1.3. Demanda esperada de los servicios ofertados	115
4.3.1.4. Costo de la Infraestructura	115
4.3.1.5. Costos de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura.....	115
4.4. Resumen Ejecutivo	115

5.- DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	118
6. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
7. - BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS	130
GLOSARIO DE TERMINOS.....	131

CAPITULO 1.- REDES INALAMBRICAS

1.1 Introducción

Como es de conocimiento común, con el avance tecnológico se ha llegado a un nivel de comunicaciones social y universal muy dinámico; se cuentan con aplicaciones que generen colaboración entre las personas y se tiene una gran variedad de servicios, tema que involucra directamente las comunicaciones de radio, de televisión, computadoras portátiles o de escritorio y por supuesto de telefonía celular, la gran demanda ha exigido el desarrollo de nuevas tecnologías más rápidas, para facilitar la comunicación entre personas y empresas, mejorando el manejo de los negocios en este mundo globalizado.

Dentro de las redes, las inalámbricas no ofrecen seguridad y velocidad como las redes cableadas, que tienen velocidades superiores a 5 o 6 veces más que las inalámbricas y tienen mucho mejores proyecciones a futuro en cuando a velocidad y seguridad. Sin embargo, las redes inalámbricas facilitan el libre movimiento para trabajar desde cualquier ubicación física, sin necesidad de estar anclado a ningún sitio en específico, pudiendo de esta manera acceder hasta los lugares inimaginables.

Las condiciones para que exista una conexión inalámbrica son principalmente, un espacio adecuado, sin barreras donde exista una interferencia grande como paredes de bastante espesor, lugares muy apartados de las zonas urbanas donde la señal es demasiado baja, y por supuesto se debe tener un contrato con algún proveedor de dicho servicio.

Las dos tecnologías de comunicación no son una competencia entre sí, al contrario son dos diferentes tipos de conexión mediante los cuales llegamos hacia un mismo fin, y por supuesto es mucho mejor si las dos trabajan complementándose la una a la otra creando así una poderosa red de telecomunicaciones.

Enfocando un poco más a la tecnología inalámbrica en la telefonía móvil, se puede decir que el gran crecimiento que ha tenido el desarrollo del hardware móvil ha sido desmesurado, iniciando con el envío de pequeños paquetes de información como mensajes simples de texto y por supuesto el envío de datos de voz, siguiendo con el crecimiento para el envío de mensajes de texto con íconos gráficos con mejor definición, se ha mejorado los algoritmos de seguridad de datos, de tal manera que en poco tiempo ya se cuenta con el envío de documentos tipo Word, canciones en formato mp3¹ y videos en vivo, muy utilizado en las videos llamadas, además de trabajar con equipos celulares, como poderosos módems.

Dentro de las principales ventajas que nos ofrecen las redes de comunicación inalámbrica podemos citar las siguientes:

- Movilidad: Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todos los usuarios de la red, contando con dispositivos móviles en forma permanente.
- Facilidad de instalación: Evita obras para tender cable por muros y techos, con un correcto análisis para la colocación de equipos que pueden cubrir grandes zonas internas y externas.
- Flexibilidad: Permite llegar donde el cable no puede, dependiendo de la capacidad que tenga el dispositivo, se puede obtener señal en lugares de difícil acceso.
- Reducción de costos: Cuando se dan cambios frecuentes, el costo inicial es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- Escalabilidad: El cambio de topología de red es sencillo y se trata de igual modo en pequeñas y grandes redes.

¹ Su nombre técnico es MPEG Audio Layer 3. La técnica de compresión es con pérdida de calidad. El oído humano no escucha todas las frecuencias de audio que un equipo musical reproduce, especialmente las que se encuentran en los límites de la percepción. Una de sus técnicas consiste en eliminar esas pequeñas porciones de los archivos de música que apenas son audibles por las personas. También elimina aquellos sonidos bajos que se contraponen con sonidos fuertes, pues tampoco tendemos a escucharlos

1.2 Historia del sistema móvil

Durante el año 1850 el italiano Antonio Meucci fue el primer hombre en crear comunicaciones de tipo telefónico al estar realizando unas pruebas médicas con la electricidad, en ese momento se dio cuenta que las vibraciones electromagnéticas tenían la capacidad de transmitir las señales de voz, a su vez y con el pasar del tiempo Meucci fue realizando varias pruebas más en cuartos cerrados y vio la factibilidad de patentar su idea bajo el nombre del teletrófono. Veinte años más tarde el italiano buscaría apoyo en varias empresas públicas y privadas, para mentalizar de una vez su innovadora idea, sin embargo no conseguiría la ayuda que esperaba por tal motivo nunca pudo continuar con la realización de su invento.

Para el año de 1876 el famoso Graham Bell presentaría oficialmente su patente con el nombre del teléfono el cual era una copia del descubrimiento previo de Meucci, a lo que el italiano decidió entablar un juicio en su contra logrando ganarlo un año más tarde, sin embargo nuevamente todos los esfuerzos de Meucci serían en vano puesto que una vez más no pudo conseguir el apoyo necesario lo cual fue muy bien aprovechado por Bell patentando el invento finalmente a su nombre.

Figura 1.



Modelo antiguo del celular

fuentes:

<http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/genesis/articulo.asp?i=443>

Con esta anécdota previa comenzó el apogeo de lo que se refiere a comunicaciones cableadas en un primer nivel puesto que luego se complementarían con las comunicaciones que enviaban sus frecuencias hacia una antena centralizada la cual se encargaba de repartirlas hacia los demás equipos siempre y cuando estuvieran dentro del rango de señal que permitía dicha antena.

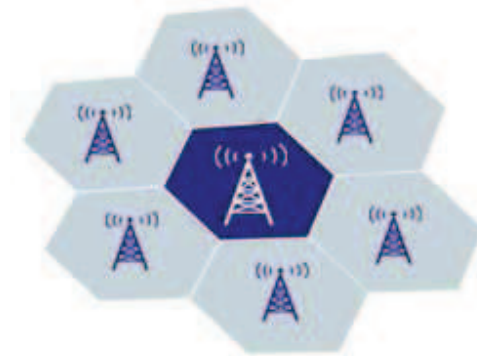
A medida que los tiempos han ido cambiando, de igual modo las comunicaciones han ido creciendo y puesto que en un comienzo la telefonía era cableada y estática, limitaba mucho el poder de comunicación entre las personas ya sea por razones familiares o por razones de negocio, de este modo se vio la necesidad de implementar nuevos sistemas que permitieran la comunicación a cualquier momento y en cualquier lugar, de esto nacen los primeros dispositivos de comunicación móvil los cuales consistían en unas pequeñas radios que emitían una frecuencia en una sola vía, esto quiere decir que solo se podía enviar un paquete de voz a la vez, la otra persona escucha el mensaje y lo podía contestar inmediatamente, no obstante, el moderno sistema de comunicación para aquella época no llegaba aún a cubrir los requerimientos que se necesitarían a futuro además de que a este concepto no se le consideraba aún como la telefonía celular móvil.

Para las comunicaciones, siempre se ha utilizado las líneas telefónicas, sin embargo esta a su vez siempre estuvo atada a cables o espacios físicos reducidos. Para los años de los 70 la idea habría de tomar un nuevo giro con la forzosa necesidad de la comunicación sin cables, pese a que las primeras investigaciones para este tipo de tecnología datan de los años 1940 tomó casi 4 décadas moldear dicha idea de tal manera que en el año 1983 la empresa Motorola lanzó el primer modelo de equipo celular.

Una primera ideología lanzada por ATT&T consistía en que los equipos celulares iban a conectarse a ciertas antenas de comunicaciones las cuales se iban a encargar de

receptar la señal del aparato, y a su vez enviarla hacía otras antenas hasta llegar a su receptor final.

Figura 2.



Transmisión via ondas

Fuente: <http://www.aprendergratis.com/historia-de-la-telefonía-movil.html>

Si el equipo celular se encontraba en movimiento como por ejemplo en un vehículo, la siguiente antena más cercana pasaba a tomar contacto y comunicación con el equipo celular, de este modo se lograría que siempre el equipo permanezca conectado simplemente haciendo el paso de frecuencias y de señales entre las diferentes antenas.

Sin embargo, este proyecto sería modelado para la década de los 60 en la cual era muy lejana la idea de enviar y recibir señales de comunicaciones al mismo tiempo, no obstante las poderosas empresas de telecomunicaciones como ATT&T y Bell comenzaron sus primeras pruebas para comunicaciones analógicas lanzando señales públicas por los años 80, consiguiendo en esa misma década el lanzamiento oficial de las comunicaciones hacía el público en general, proyecto al que al cabo de unos años más tarde ya iría ganando aceptación por ende alcanzando el millón de usuarios.

1.3 Primera Generación

El primer registro que se tiene de la telefonía móvil de primera generación o también conocida como 1G data del año 1979, se dio luego de las primeras pruebas con antenas entre varios los usuarios. La principal característica de esta generación es que la comunicación se la creó únicamente para envío y recepción de paquetes de voz además de ser analógica, para este entonces se presentaba teléfonos de enormes tamaños puesto que debían mandar la señal pura sin ningún tipo de decodificación, se estima que el primer teléfono móvil que salió fue enfocado para el uso de altos gerentes a nivel mundial que tenían la necesidad de estar comunicados constantemente para el mundo de los negocios, por tal motivo el primer móvil en el mercado se lo podía adquirir a un increíble precio de 4000 dólares, teniendo este una duración de la batería de 8 horas en modo de descanso y tan solo 1 hora en modo continuo de uso.

Figura 3



Teléfono con tecnología 1G

Cuando se habla de sistema analógico se refiere a que dicha generación trabajaba bajo el concepto de la emisión de señales análogas, que son generadas por un fenómeno electromagnético, tan sencillo como una onda con su debida amplitud y período, que va cambiando su intensidad de acuerdo a los impulsos que vaya recibiendo constantemente.

La comunicación analógica es una señal pura la cual se envía y se la recibe del mismo modo. La gran limitante que tenía el uso de la comunicación analógica es que trabajaba únicamente en las 2 franjas que son envío y recepción, es decir si se ocupaba un canal, éste debía obligadamente atender a esta petición de paquetes, sin cubrir las demandas del mercado que iban creciendo con el tiempo.

No hay mucho de que hablar en cuanto la tecnología que ofrecían los sistemas móviles de primera generación, más se atribuye su logro a que fue la tecnología pionera para el futuro desarrollo de avances tecnológicos.

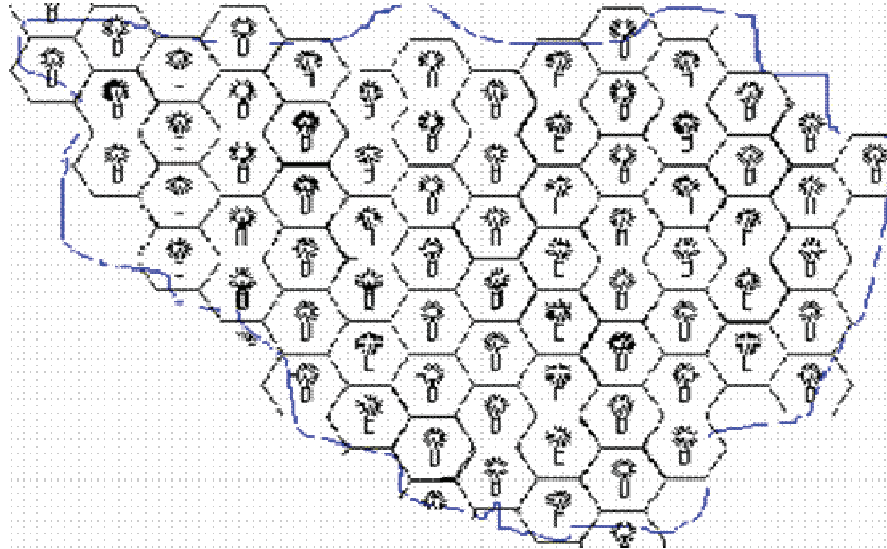
La tecnología 1G trabajaba especialmente bajo 4 estándares los cuales se diferenciaban más que nada dependiendo de la ubicación donde se encontraban, es decir para cada región del planeta se tenía una tecnología diferente, se citan las siguientes:

1.3.1 AMPS.-

Sus siglas en inglés significan Sistema Móvil Avanzado, esta tecnología fue una de las primeras en desarrollarse por inicios de los años 70's por los laboratorios Bell, su utilización se extendió hacia América, África y Rusia. Comenzó a trabajar bajo una frecuencia de 40 Mhz lo cual 10 años más tarde sería aprovechado por AT&T para comercializar el sistema de una forma masiva.

La forma de trabajo fue muy sencilla, agrupaba paquetes de frecuencias en celdas las cuales eran enviadas a través de las redes adyacentes de tal modo que cada paquete se enviaba en celdas diferentes, no existían interferencias, todas señales se enviaban hacía un dispositivo que hacia las veces de un switch para repartir las señales por los diferentes caminos. Esta tecnología luego tendría una evolución bajo estándares digitales para convertirse en la llamada TDMA.

Figura 4.

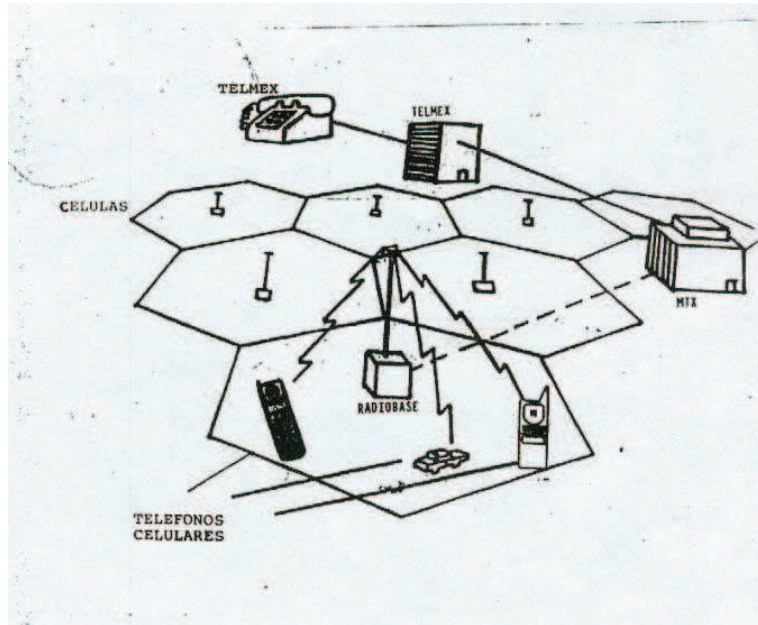


Malla de frecuencias de celdas

Fuente: http://ariadna.ii.uam.es/wiki/wiki_ar1/doku.php?id=la_capa_fisica

No obstante, el problema que surgía con este tipo de comunicación fue que mientras una persona estaba hablando vía móvil y se encontraba ya sea en un autobús o en tren viajando a través de la ciudad, existía la gran posibilidad de que se salga de los rangos que cubrían dichas celdas y perdería la comunicación, sin embargo AMPS trataba de escoger una celda libre disponible cercana para el paso del paquete con información y que de este modo la comunicación no se pierda. Además al ser una red netamente analógica, no permitía el envío de los mensajes de texto que en la actualidad tienen una demanda superior al del tiempo aire para llamadas de voz.

Figura 5.



Trasmisión entre Celdas

Fuente: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2967/1/5484.pdf>

1.3.2 NMT.-

Sus siglas significan Telefonía Móvil Nórdica tecnología la cual fue desarrollada por los países escandinavos a inicios de los años 70 teniendo su primera difusión 10 años más tarde, existían dos versiones básicamente las cuales se caracterizaban por el espectro de frecuencia bajo el cual trabajaban como son 450 Mhz y 900 Mhz. Puesto que es una tecnología muy parecida a la AMPS trabaja de una forma similar con el envío y recepción de paquetes de señal. La gran ventaja que tuvo esta tecnología es que poseía más número de Canales, por lo tanto podía transmitir mayor número de señales al mismo tiempo, además de que fue el primer sistema en soportar una funcionalidad para envío y recepción de mensajes de texto algo muy parecido a lo que hoy se conoce como SMS, sin embargo esta opción fue lanzada únicamente en los países de Rusia y Polonia.

Otra de las principales características es que esta tecnología ya era doble vía, es decir que permitía el envío y la recepción simultánea de los paquetes de voz, además de que las celdas eran de mayor tamaño que las del actual GSM por lo tanto se podía

tender a más usuarios a la vez haciendo que esto tenga un impacto positivo en las operadoras que les permitía bajar los costos de sus operaciones.

Figura 6.



Teléfonos en automóviles

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_M%C3%B3vil_N%C3%B3rdica

Además una ventaja muy importante era que el sistema realizaba el paso automáticamente entre celdas de modo que el usuario no sentía nada más que un pequeño ruido a la hora de hacer el intercambio, puesto que la tecnología ofrecía únicamente la posibilidad de que los equipos móviles permanecieran anclados a otros dispositivos para su funcionamiento como por ejemplo a un automóvil.

1.3.3 TACS y ETACS.-

Viene de sus siglas en inglés las cuales significan Sistema de Comunicaciones de Total Acceso, tienen un mayor rango de frecuencia, esta tecnología salió un tiempo después para cubrir las necesidades que implicaba el crecimiento de la población, esta banda comenzó su trabajo bajo la frecuencia de 900 Mhz. y fue creada por Motorola basándose en la tecnología que ya existía de ante mano como era la AMPS. Esta fue una de las tecnologías que más acogida tuvo desde que se lanzó la telefonía móvil principalmente en el continente europeo, y se mantuvo en funcionamiento a lo largo de los años, pese a la aparición su evolución, como fue el 2G, hasta que definitivamente

fue reemplazado con la aparición de la última y mejor tecnología de todas hasta el momento la cual fue la 3G GSM.

1.4 TECNOLOGIA 2G

El nombre de tecnología 2G se utiliza para diferenciar entre la telefonía analógica de la digital.

Estos sistemas 2G tienen un alto rendimiento en la transmisión de voz que es mucho más rápida, pero tienen problemas el momento de transmisión de datos que es más lenta.

Esta tecnología nació en 1990 y se desarrollo con el objetivo de permitir mas enlaces simultáneos en un mismo ancho de banda, lo que dio como resultado el poder integrar otro tipo de servicios como el de envío de mensajes de texto, así como envío de datos desde fax o MODEM que antes eran independientes.

Los protocolos predominantes en la tecnología 2G son:

GSM

TDMA

CDMA

1.4.1 GSM (Groupe Spécial Mobile)

Sistema Global para las Comunicaciones Móviles es lo que significan sus siglas, es un protocolo completamente digital lo que hace posible el comunicarse con un ordenador. A lo largo de la evolución de las telecomunicaciones celulares, diversos sistemas han sido desarrollados sin el beneficio de especificaciones normalizadas.

Esto presenta muchos de los problemas directamente relacionados con la compatibilidad, especialmente con el desarrollo de la tecnología de radio digital. La norma GSM se destina a hacer frente a estos problemas.

GSM se utiliza ampliamente en Europa y otras partes del mundo. GSM utiliza una variación de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y es el más utilizado de las tres tecnologías de telefonía móvil digital (TDMA, GSM y CDMA). GSM digitaliza y comprime los datos y, a continuación, lo envía por un canal con otros dos flujos de datos de usuario, cada uno en su propia ranura de tiempo. Funciona bien en 900 MHz o 1800 MHz que son las bandas de frecuencias.

Ya que muchos operadores de redes GSM tienen acuerdos de roaming con operadores extranjeros, a menudo los usuarios pueden seguir utilizando sus teléfonos móviles cuando viajan a otros países.

La red GSM se divide en tres grandes sistemas: el sistema de conmutación (SS), sistema de la estación base (BSS), y el funcionamiento y sistema de soporte (OSS).

1.4.1.1 Sistema de conmutación

El sistema de conmutación (SS) es el responsable de la realización de la llamada y las funciones relacionadas con el abonado. El sistema de conmutación incluye las siguientes unidades funcionales:

Registro de la ubicación de origen (HLR)-El HLR es una base de datos utilizada para almacenamiento y gestión de las suscripciones, además es considerado la base de datos más importante ya que almacenan los datos sobre los suscriptores, incluyendo un perfil de servicio del abonado, la ubicación, la información y la actividad.

Centro de conmutación de servicios móviles (MSC)-El MSC realiza las funciones de conmutación de telefonía del sistema, controla las llamadas entrantes y salientes y otros sistemas de datos.

También realiza las funciones de la red de interconexión, señalización por canal común, y otros.

Ubicación de registro de visitantes (VLR)-El VLR es una base de datos temporal que contiene información sobre los abonados que necesita el MSC con el fin de visitar el servicio de abonados.

Cuando una nueva estación móvil recorre una nueva MSC área, el VLR conectado al MSC solicita información acerca de la estación móvil de la HLR, si la estación móvil hace una llamada, el VLR tendrá la información necesaria para la llamada sin tener que interrogar al HLR cada vez.

Centro de autenticación (AUC)- Verifica la identidad del usuario, garantiza la confidencialidad de cada llamada y protege de fraude.

Registro de identidad de equipo (EIR)-El EIR es una base de datos que contiene información sobre la identidad de los equipos móviles que evita el robo de llamadas, llamadas no autorizadas, o las estaciones móviles defectuosas.

1.4.1.2 Sistema de Estación Base (BSS)

Todas las funciones relacionadas con la radio se llevan a cabo en la BSS, que consiste de controladores de estación base (BSC), y las estaciones de transceptor base (BTSs).

BSC proporciona todas las funciones de control y conexiones físicas entre el MSC y BTS, se trata de un interruptor de alta capacidad que proporciona funciones tales como la entrega, configuración de la celda de datos, y el control de radio frecuencia (RF), así como de los niveles de potencia en las estaciones del transceptor base.

BTS se encarga de la interfaz de radio de la estación móvil. El BTS es el equipo de radio (los transmisores y antenas) necesario para servicio de cada célula de la red.

1.4.1.3 Sistema de Soporte y Operación

El Centro de operaciones y mantenimiento (OMC) está conectado al equipo del sistema de conmutación y el BSC.

La implementación del OMC se denomina OSS, que es la entidad funcional a partir de la cual el operador de la red monitorea y controla el sistema. El propósito del OSS es ofrecer al cliente un apoyo efectivo, regional y local operacional y las actividades de mantenimiento que se requieren para una red GSM.

1.4.1.4 Elementos adicionales

Centro de mensajes (MXE) es un nodo que proporciona integrados de voz, fax, datos y mensajería, maneja el servicio de mensajes cortos, de difusión celular, correo de voz, correo de fax, correo electrónico, y la notificación.

Servicio de nodo móvil (MSN) es el nodo que maneja los servicios de red móvil inteligente.

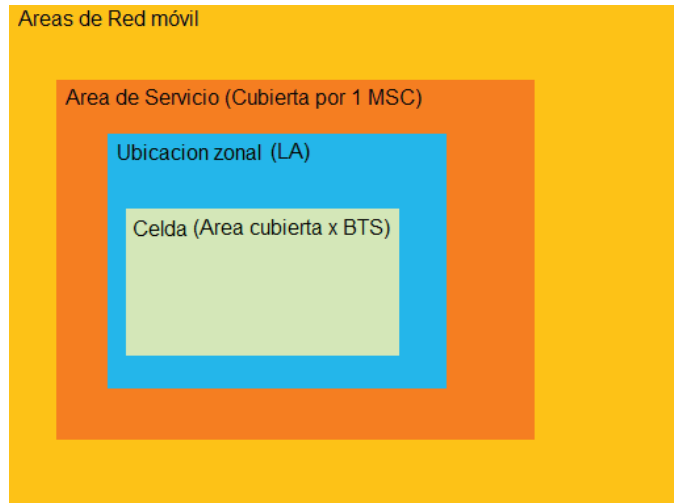
Centro de Conmutación de Servicios móviles este Gateway es usado para interconectar ambas redes, el Gateway de entrada es a menudo implementado por un MSC.

GSM unidad simultanea (GIWU) consta de hardware y software que proporcionan una interfaz a varias redes para comunicaciones de datos. A través del GIWU los usuarios pueden alternar entre voz y datos durante la misma llamada.

1.4.1.5 Zonas de la red GSM

La red GSM está formada por zonas geográficas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7.

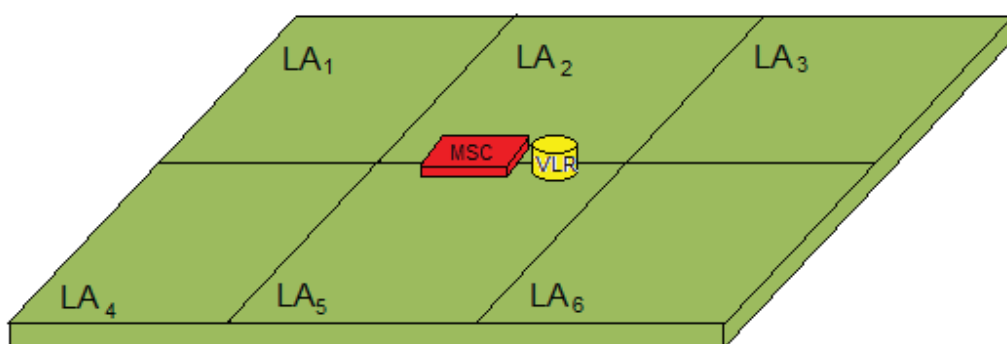


Zonas Geográficas Red GSM

Autores: Andres Sánchez y Roberto Toapanta

La celda es el área de cobertura dada por una estación base de transceptor. GSM identifica a cada celda de la red a través de la celda de identidad global (CGI), que es un número asignado a cada celda. La ubicación zonal es un grupo de celdas. Cada LA es servida por uno o más controladores de estación base, pero sólo por un único MSC. Cada Ubicación zonal esta identificada por un número.

Figura 8.

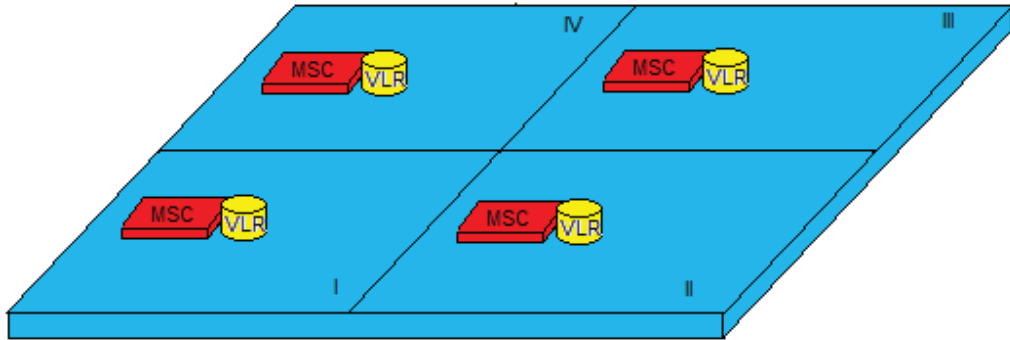


Ubicación Zonal

Autores: Andres Sánchez y Roberto Toapanta

MSC/VLR representa el área de servicio que está cubierta

Figura 9

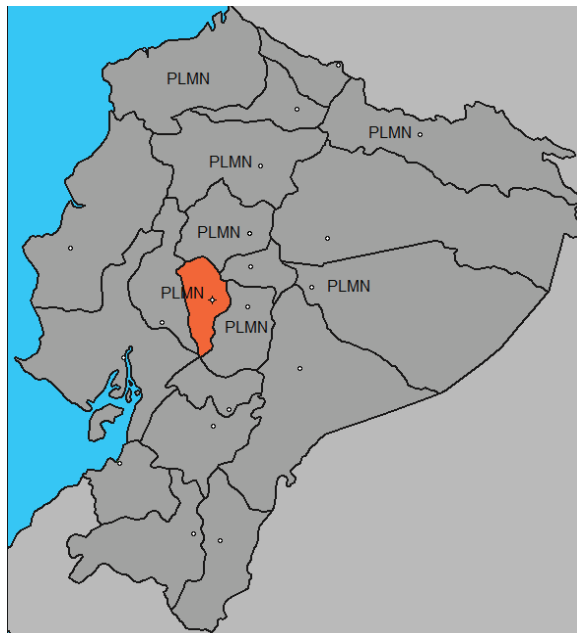


Área de Servicio

Autores: Andres Sánchez y Roberto Toapanta

PLMN es un área de servicio que esta atendida por un operador de red.

Figura 10



Áreas de Red Móvil

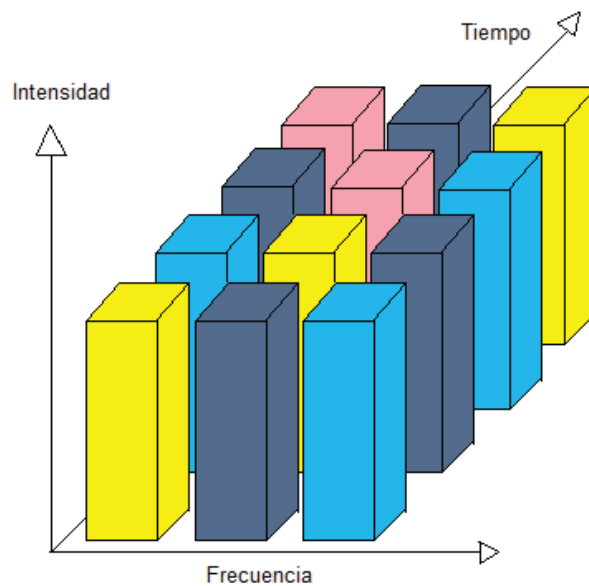
Fuente: http://html.rincondelvago.com/telefonía-movil_1.html

1.4.2 Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)

Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) es la tecnología de transmisión digital permite a los usuarios acceder a radiofrecuencia sin interferencia. Esta tecnología superó a su anterior (APMS o de Primera Generación) en 3 a 1. A cada llamada se le asigna una determinada ranura de tiempo para su transmisión.

TDMA se basa en el hecho de que la señal de audio ha sido digitalizada, es decir, dividida en un número de milisegundos a lo largo de los paquetes. Se asigna un único canal de frecuencia por un tiempo corto y luego se traslada a otro canal como se muestra en la figura.

Figura 11



TDMA

Autores: Andres Sánchez y Roberto Toapanta

1.5 TECNOLOGIA 3G

La tecnología 3G significa tercera generación para dispositivos móviles, esta tecnología transfiere tanto datos como voz de una manera rápida y eficaz, así como la utilización de aplicaciones multimedia, posee una velocidad de hasta 384 kbps que es casi 7

veces más rápida que la conexión telefónica estándar. Los usuarios de 3G están siempre conectados ya que tiene acceso permanente a Internet

1.5.1 UMTS

La ventaja de esta tecnología 3G, es que pueden acceder mas usuarios en una red global y la velocidad aumenta a 2 Mbps por usuario, que es un paso gigantesco en el área de las comunicaciones porque la gente podrá realizar un sin número de aplicaciones desde cualquier parte del mundo sin necesidad de estar frente a un ordenador.

Figura 12.

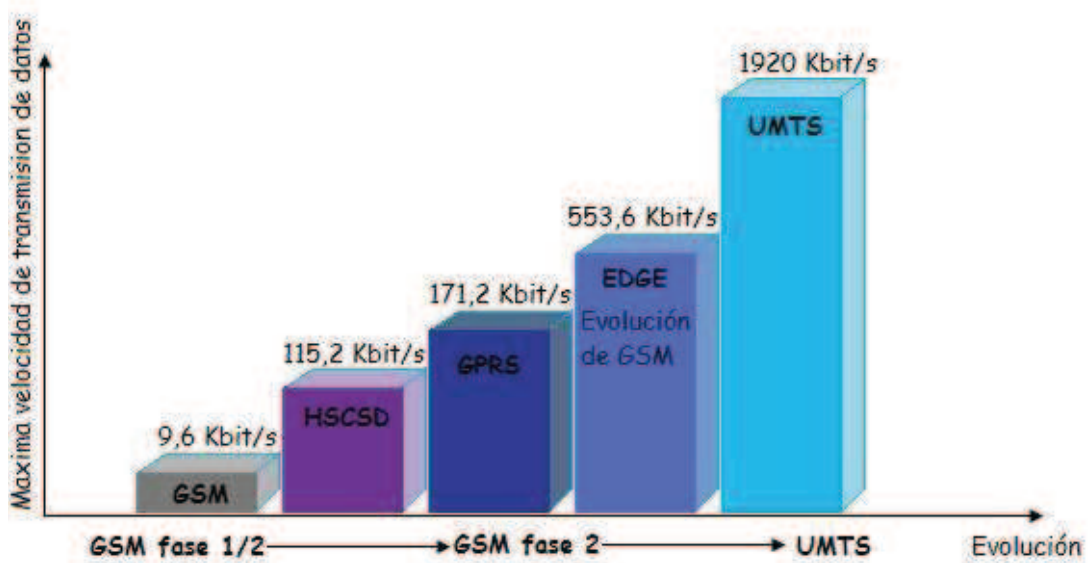


Gráfico de la Evolución de UTMS

Autores: Andres Sánchez y Roberto Toapanta, basado en <http://www.dia.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-9900/umts/iec.html>

1.6. RESUMEN EJECUTIVO DE LAS TECNOLOGÍAS

TECNOLOGIA	DESCRIPCION	VELOCIDAD
PRIMERA GENERACION	Su principal característica es que funciona bajo el esquema de señales analógicas, y su incursión se remonta hacia los años 1980 aproximadamente	< 64Kbps
SEGUNDA GENERACION	La principal diferencia con la 1G es que aquí todo el proceso de la telefonía se hace digital. Su funcionamiento es aproximadamente en el año 1990. Este cambio permite ofrecer mas servicios a los usuarios y aprovechar mejor el espectro de frecuencia en los que operan	64Kbps
TERCERA GENERACION	En esta generación ya se empieza a hablar de transferencia de voz y datos sobre las redes celulares. Usa protocolos y tecnologías como WCDMA (UTMS) Y CDMA2000	hasta 3Mbps

CAPITULO 2: CONECTIVIDAD INALAMBRICA PARA DISPOSITIVOS MOVILES

2.1 Evolución de las redes

Como ya es de nuestro conocimiento la gran acogida que tuvo la tecnología móvil, el gran incremento en cuanto a número de usuarios se refiere, y la gran cantidad de compañías que se fueron formando para brindar el servicio de telefonía hizo que con el pasar del tiempo las tecnologías móviles vayan evolucionando de una forma necesaria, es decir que con el pasar del tiempo ya se iban requiriendo más y mejores aparatos, mucho más potentes y con mejores capacidades técnicas (podemos hacer una analogía a lo que ahora representa en el mercado el Iphone de Apple).

Antonio Gómez Moliner, director general de Ciena² para el Sur de Europa expresa su parecer al respecto de las nuevas tendencias tecnológicas: “Estas tendencias ponen de manifiesto la necesidad de que los operadores móviles inviertan en una infraestructura de redes de siguiente generación para poder satisfacer la creciente demanda de ancho de banda y mantener al mismo tiempo su rentabilidad.

Los costos operativos asociados a las redes de agregación móvil tradicional (es decir, la parte de acceso de la red que transporta el tráfico entre la estación base móvil y los accesos a la red de conmutación de paquetes y la red de conmutación de voz) están creciendo con mayor rapidez que los ingresos generados por los nuevos servicios de datos.

El reto al que han de hacer frente los operadores móviles es conseguir aumentar el ancho de banda de la red, tanto en cuanto a capacidad como a velocidad, reduciendo

² Ciena Corporation es líder mundial en plataformas, software y servicios profesionales para redes de comunicaciones. Su especialidad es la transición de redes empresariales, gubernamentales y de telecomunicaciones para brindar el máximo en valor comercial, valor operativo y valor para el usuario final.

al mismo tiempo el coste total de explotación de la red y aumentando los beneficios totales por servicios.

En consecuencia, los operadores móviles deben reducir el costo por bit del transporte de datos en la red de agregación sin dejar de garantizar la calidad de la voz; mientras mantienen las operaciones y proporcionan una fiabilidad similar a la previa.

Los operadores pueden aprovechar las ventajas de la tecnología Ethernet como solución para los retos a los que se enfrenta la red de agregación móvil, reduciendo su dependencia de líneas E1 alquiladas y de una costosa infraestructura SDH. La tecnología Carrier Ethernet es mucho más económica, ya que reduce el coste por bit y los gastos de explotación, al tiempo que ofrece una gestión eficiente y calidad de servicio con los atributos adecuados.

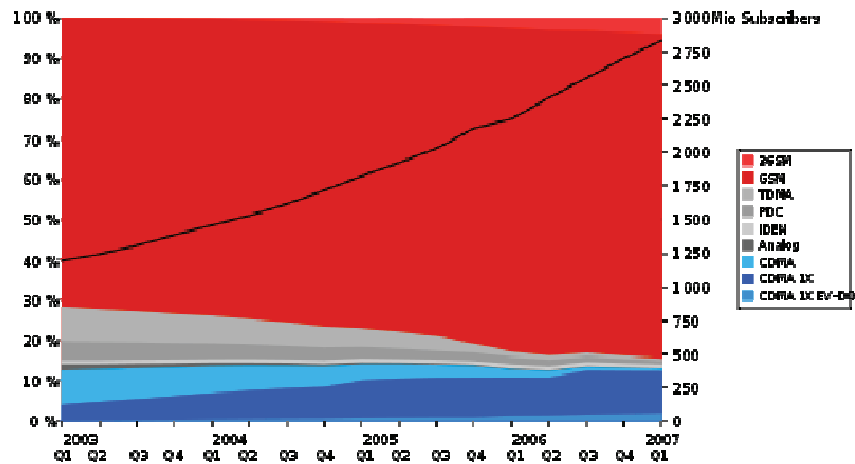
Las soluciones Carrier Ethernet de alto rendimiento ofrecen canales de mayor dimensión – esencialmente, mayor ancho de banda – para responder a las necesidades de ancho de banda del usuario final, reduciendo el coste general de infraestructura y garantizando una alta calidad de servicio. Con la creación de una red de agregación móvil sobre Ethernet, los operadores pueden llevar al máximo la velocidad y utilizar el mismo circuito para el transporte de diferentes tipos de tráfico.

No obstante, pese a que la tecnología avanzada Ethernet ofrece una solución a los problemas de las redes de agregación, estas no funcionan de manera aislada. Para funcionar con eficiencia y aprovechar las ventajas en cuanto a la reducción de gastos de explotación, la red central móvil debe también evolucionar durante la migración a la red de acceso a Ethernet. La creación de una infraestructura de red Carrier Ethernet que utilice los estándares definidos por el Metro Ethernet Forum, proporciona a los operadores una estrategia a largo plazo y bajo coste para la sustitución de su infraestructura SDH actual, manteniendo un nivel de fiabilidad carrier-class”

Con esta pequeña introducción se inicia revisando el tema del funcionamiento de las redes móviles haciendo referencia de cierto modo a los cambios que ha ido teniendo a

lo largo del tiempo y por ende como han sido necesarias las mejoras en base a los requerimientos que se han presentando.

Figura 13



Evolución de usuario de acuerdo a la tecnología

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil

En el gráfico se puede observar la evolución según el número de usuarios de acuerdo a la tecnología que emplean.

Cada móvil funciona como si fuese un emisor de ondas de radio, los cuales a su vez trabajan también como receptores actuando siempre sobre la antena (estación de base o BTS) más cercana, las cuales también se agrupan en celdas con diferentes tipos de frecuencias de modo que no exista interferencia entre una y otra. Luego desde las estaciones de base BTS se las traslada hacia los controladores de estación de base BSC, que es una central de todas las celdas que existen alrededor, para que la señal pase hacia los centros de conmutación móvil MCS, que son los encargados de hacer enlaces a la hora de llamadas o mensajes de texto. Para esta funcionalidad es necesario identificar en que celda se encuentra el móvil que está haciendo la petición de los datos, porque registra de cada movimiento con un número de identificación temporal a cada móvil que requiere cobertura. Haciendo una analogía al tiempo moderno, se puede comparar con los sistemas de rastreo de vehículos o con los

sistemas GPS de los móviles de la actualidad los cuales en cuestión de segundos envían y reciben información y con ello pueden saber al instante la localización exacta.

Figura 14

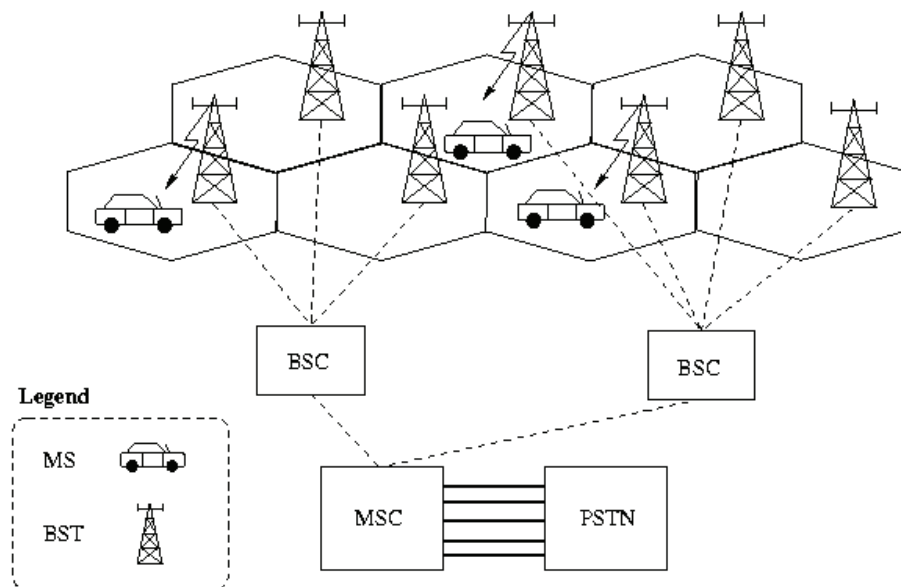


Grafico Modelo Estación – Base

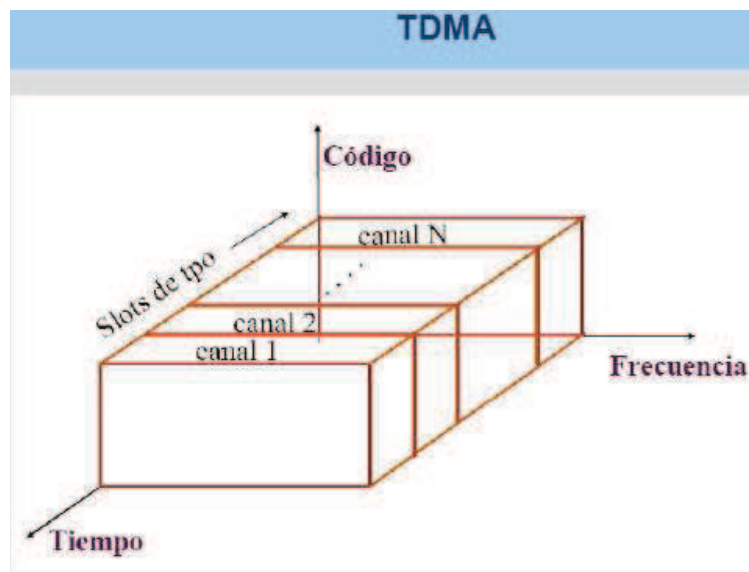
Fuente: <http://www.acm.org/crossroads/espanol/xrds7-2/cellular.html>

Acceso Múltiple por División de Tiempo o también conocida como TDMA, esta tecnología permite a la red celular multiplexear transmisiones sobre una frecuencia de radio, que proporciona mayor soporte, con esto los móviles de dicha época podían trabajar bajo el modo dual el cual comprendía la compartición entre analógico y digital. Considerando que este tiene un espectro de frecuencia bastante limitado, soporta hasta tres transmisiones digitales sobre una misma frecuencia lo cual es muy bueno pese a que teóricamente debería soportar hasta 10.

Esta tecnología trabaja bajo lo que se conoce como Transmisión por Ráfagas, que cuando un equipo móvil realiza una petición de servicio, se calcula el sitio donde se encuentra y el tiempo que utilizará, una vez que se le asigne una celda para la

comunicación ningún otro teléfono podrá utilizar la misma. Actualmente esta tecnología se la usa para cubrir grandes espacios, aunque con pocos usuarios siendo aún muy eficiente en su rendimiento. No se ha difundido mayormente porque tenía mucha interferencia con sistemas de audio, de navegación de área, marcapasos, etc.

Figura 15



Tecnología TDMA

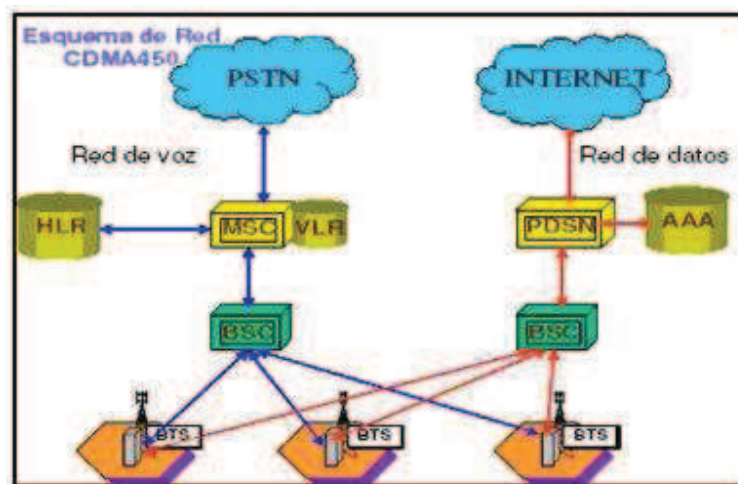
Fuente: http://www.kn-s.dlr.de/People/Haas/fdma_tdma_cdma.jpg

La tecnología CDMA, que significa Acceso Múltiple por División de Código, a diferencia de la TDMA, opera sobre una misma frecuencia sin el multiplexado, en su lugar y como su nombre lo indica agrega un código único para cada transmisión, de este modo cada equipo codifica un código único para evitar los cruces. Esta red emplea un modo de ahorro de batería. Opera en modo digital.

Podemos hacer un pequeño paréntesis para hablar un poco acerca del gran cambio que surge entre lo que es el modo digital contra el modo analógico, que relaciona mucho el cambio a CDMA desde TDMA. Como se mencionó anteriormente, el gran problema de la red analógica es la limitante a la hora de almacenar usuarios, porque a pesar de que el número de usuarios es reducido, cada usuario ocupa una y solo una

frecuencia en un ancho de banda limitado. En modo digital tenemos la ventaja de que controlan los niveles de potencia y por ende reducen el consumo de batería, además disminuye la interferencia entre celdas.

Figura 16



Esquema de Red CDMA

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/item/41459>

Con el avance tecnológico, se han dado mejoras continuas en las tecnologías móviles, en lo que se refiere a velocidad de transmisión de voz, seguridad en la transmisión de mensajes de texto y posteriormente transmisión de paquetes de datos, envío de información gráfica, audio, mail, fotografías que alcanzan hasta los 5MP, grabación de video, PDA, video llamada, y televisión digital.

La evolución se ha venido dando con el cambio a la tecnología de tipo digital para el acceso a portales Web, creados especialmente para móviles que son los portales WAP que operaban de modo similar al de una llamada telefónica, el cliente debía marcar desde su equipo hacia un número que le permitiría hacer la conexión con un servidor, que a su vez haría las veces de modem y enviaba paquetes de datos en una forma básica, no muy rápida, pero segura para la época y la necesidad de visualizar páginas WAP livianas y sin tanto contenido interactivo.

Figura 17



Módem USB para Internet móvil Huawei E220

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil

Las mejoras en la tecnología móvil llevan hacia lo que es la tecnología GSM Sistemas Globales de Comunicación Móvil, actualmente está considerada como una tecnología de tercera generación, que se basa principalmente en el transporte de datos, de envío y recepción de voz y máximo extendía a mensajes de texto transmitiendo a velocidades de 9.6 kbps y posteriormente la mejora alcanzó los 40 kbps.

La red para esta nueva era digital que había surgido, permite ciertas características importantes como la llamada en espera, identificación de llamada, retención de llamadas, modo conferencias, etc. Otra característica adicional de la red GSM es el uso de la tarjeta SIM, donde se almacena la información del usuario, como directorio telefónico, el número de celular, llamadas recibidas, llamadas enviadas y mensajes de texto.

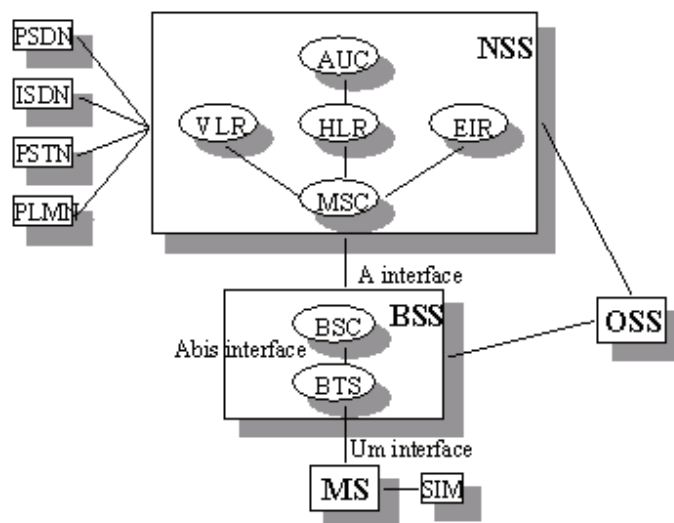
Estaciones móviles (MS).- es el equipamiento necesario para que el abonado pueda acceder a los servicios móviles.

Sistema de estaciones base (BSS).- se encarga de todas las transmisiones vía radio

Sistema de conmutación (MSC).- se encargada de todas las funciones de conmutación para las estaciones móviles

Sistema de operaciones y mantenimiento (OMC).- se encarga del sistema de explotación de una o varias entidades del sistema.

Figura 18



Estructura de un Sistema GSM

Fuente: <http://www.fortunecity.com/millennium/berkeley/85/gsm/index.htm>

En el gráfico de interfaces se puede observar la estructura de un sistema GSM, dividido en 4 partes.

En lo que se refiere a la estructura básica del sistema GSM, este se organiza como una red de células radio eléctrica continua que proporcionan cobertura completa al área de servicio. Cada célula pertenece a una estación base (BTS) que opera en un conjunto de canales de radio diferentes a los usados en la células adyacentes y que se encuentran distribuidas según un plan celular.

Un grupo de BTSs se encuentran conectados a un controlador de estaciones base (BSC), encargados de aspectos como el handover (traspaso del móvil de una célula a otra) o el control de potencia de las BTSs y de los móviles. En consecuencia, el BSC se encarga del manejo de toda la red de radio.

Una o varias BSCs se conectan a una central de conmutación de móviles (MSC). Este es el corazón del GSM como responsable de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas, así como de la información de la tarificación.

Posteriormente y con el pasar del tiempo nació lo que se conoce como GPRS una tecnología que permitía acceder a Internet con el protocolos de comunicaciones IP para mensajería, servicio de telnet, entre otros, el trabajo ya era muy similar al que propone una computadora de escritorio común y corriente, que trabajan a una velocidad similar a los 54 kbps.

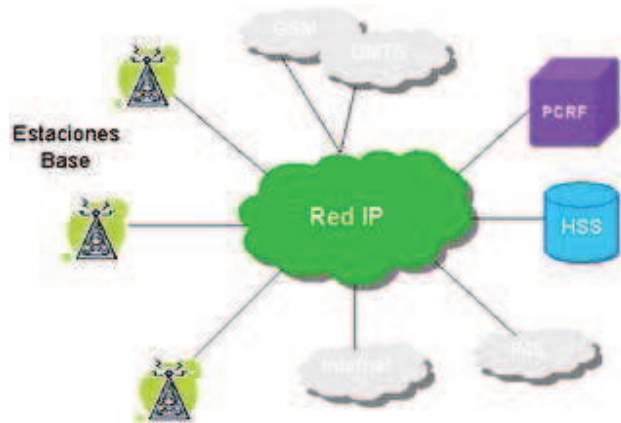
Posteriormente las redes fueron introduciendo servicios digitales, como la video llamada, lo que permitió que la aumente y por ende necesite un mayor ancho de banda para cubrir las necesidades tecnológicas. Las mejoras han consistido en buscar mayores tasas de transferencia que produzcan menores retardos y mayor eficiencia espectral en las transmisiones de datos.

Siguiendo con el avance tecnológico, se cuenta con HSUPA que significa Paquetes de Acceso de Alta Velocidad, que mejoraron los tiempos de respuesta tanto en subida como en bajada de datos, esta tecnología va de la mano con la conocida 3G, a continuación vamos a mencionar algunas de las tecnologías asociadas que fueron pasando y evolucionando con el tiempo.

En primer lugar se tiene la 3GPP-7, ésta tecnología se encarga del incremento de las capacidades para disminuir el retardo en transmisión, sus estimaciones de velocidad alcanzan ya los 40 mbps teniendo un retardo de 50 milisegundos. Las principales mejoras se las espera realizar con la implantación de múltiples antenas tanto en los transmisores como en los teléfonos.

Otra de las tecnologías importantes es la 3GPP-8, que nació con la ideología de triplicar la eficiencia espectral y alcanzar los 100 mbps para velocidades de bajada y la mitad en velocidades de subida, con esto se estaría alcanzado los niveles que se maneja en la banda ancha de una computadora de escritorio. La forma de trabajar es similar al Protocolo de Internet fijo de un computador, ésta arquitectura toma el nombre de Sistema de Paquete Envuelto.

Figura 19



Modelo Mediante IP

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/archive/738/2008-07>

Este modelo trata de unificar todos los servicios en un solo paquete, mediante IP. Tecnología que estaría lista para el año 2010. En un principio lo más importante era mantener la señal cuando un móvil se encontraba en movimiento; hoy en día, el enfoque ha cambiado, se trata de elevar las calidades de servicio manteniendo ahora la velocidad de transferencia desde Internet, bajando los tiempos de espera y de retardo.

La tecnología LTE³, denominada como la cuarta generación de redes móviles es básicamente una evolución de la actual 3G, habiendo sido normalizada por los organismos de estandarizaciones mundiales. Con la tecnología LTE o 4G, las empresas de telefonía esperan poder ofrecer velocidades de pico de hasta 340 Mbps y aumentar la capacidad de sus redes para poder ofrecer servicios de banda ancha móvil. La idea de las operadoras no es detenerse con la tecnología HSPA, si no superar los 100 mbps, además el camino hacia el 2010 es que las tecnologías explicadas anteriormente sean compatibles con HSPA, alcanzando velocidades hasta en gigabits por segundo.

³ Long Term Evolution o evolución a largo plazo, es la evolución de la tecnología 3G a 4G basada totalmente en IP

2.2. Criterios de Selección

Es importante analizar las características de las tecnologías para seleccionar una, por ejemplo se habla de un handover⁴, proceso donde el equipo celular que se encuentra en movimiento se empieza a alejar mucho de una radio base y empieza a retomar contacto con otra más cercana. En este caso la selección es muy sencilla, la radio base que se encuentra en ese momento atendiendo la petición del cliente mide la distancia a la cual se encuentra el dispositivo de la radio base dependiendo del tiempo (milisegundos) que se demora en ir y venir el paquete de información, con ello un segundo equipo de radio base empieza a hacer la misma medición y como son celdas que trabajan dentro de un mismo rango, pues la llamada pasa a tomar control de la siguiente radio base más cercana, tal como podemos observar en el gráfico.

Figura 20

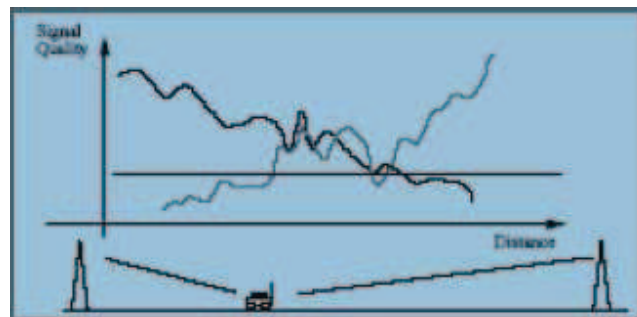


Gráfico de Calidad de la Señal

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Handover>

En este caso el sistema de conmutación MSC, hace la solicitud a la siguiente radio base para que reserve una frecuencia y con ello anuncia el cambio de canal de dicho usuario que se encuentra en movimiento.

⁴ sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente. Este mecanismo garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura.

Cuando no existe ninguna celda adyacente junta que trabaje bajo el MSC, el proceso se lo conoce como un Inter MCS Handover, que no es más que el mismo proceso a diferencia que ahora el cambio es conjunto entre celdas y entre conmutadores.

Otra de las razones por las que se da un criterio de selección de tipo handover es por la baja de señal, interferencia entre frecuencias, o simplemente cuando existe sobre carga de muchos usuarios sobre una determinada celda, pues en ese caso una celda vecina toma el control y libera de la carga.

Figura 21



Tráfico de Red

Fuente: <http://www.nextgenerationtechnology.info/2008/11/inter-bsc-handover.html>

Otro criterio de selección importante a considerar es el tráfico de red, que dependiendo de éste parámetro se procede con un sencillo giro de una de las antenas que emite señal. En un principio, el enfoque principal apuntaba hacia la ambientes dentro de edificios, donde existe la mayor aglomeración de personas; sin embargo, hoy en día se ha identificado que el lugar donde más tráfico existe en las carreteras, donde circulan cantidades grandes de vehículos, con personas que hablan por su celular a través de redes públicas.

Figura 22



Sectorización Adaptativa

Fuente: <http://bitacoradocaurel.blogspot.es/img/wimax1.jpg>

A este proceso se le conoce como Sectorización adaptativa, de su nombre nace su concepto.

Existen criterios de selección basados en otros principios tal y como es por ejemplo el medio en el cual se transmite la señal móvil. En este caso debemos analizar dos puntos muy importantes tal y como son las tasas de error y el ancho de banda reducido.

Cuando se miden las tasas de error se tiene que hacer referencia a los obstáculos que interfieren con la señal que viaja desde el emisor hacia el receptor. A la pérdida de señal se la conoce como desvanecimiento lento, que va dependiendo de los obstáculos que están en cuestión. En cambio cuando se hace referencia al ancho de banda reducido, el tema es netamente de los equipos y la configuración de los mismos, la idea principal es reducir los anchos de banda pero atender a los clientes con un mejor servicio sin ningún tipo de interferencia.

A continuación se nombrará ciertas características que enfocan su criterio de selección en el protocolo TCP en lo que a enlaces inalámbricos se requiere, los cuales son:

Protocolo de nivel de enlace la cual trabaja basado en la corrección de errores y la retransmisión como respuesta a los mensajes, esta técnica es muy utilizada en los sistemas más antiguos tal y como son TDMA, CMDA, etc. El principal objetivo es eliminar los vacíos y huecos que existen en la comunicación, es en ese momento que la red en cuestión de milisegundos decide reenviar un paquete que se perdió en el camino y con ello trata de reducir las pérdidas de TCP, si bien no es muy eficiente trata de corregir de cierto modo el problema planteado.

Los protocolos con conexión partida son aquellos que se dividen en dos partes, la fija de la móvil, el objetivo de esta selección es muy sencillo, evitar y aliviar la carga al ser trabajada en dos diferentes sectores disminuyendo así los problemas por desconexiones temporales principalmente cuando un usuario está cambiando de celda debido a que se encuentra en movimiento.

Protocolo Snoop⁵ es una variante, en este caso se propone una leve mejora en cuanto se refiere a la comunicación entre dispositivos fijos y dispositivos móviles, el cual trabaja introduciendo un módulo en la estación base que se encarga del monitoreo en ambos sentidos del envío y recepción de los paquetes de datos guardando en su interior cierta información de los paquetes que se han perdido y no se han entregado satisfactoriamente, existe casos en los que el almacenamiento se comienza a duplicar pero el sistema es capaz de reconocer esto y borrar la información que se encuentra por demás de esto modo se evita pérdidas en la transmisión de información.

A continuación se analizará un nuevo criterio moderno y muy comparable al funcionamiento que realizan las computadoras de escritorio en un ambiente de trabajo en una red local, el cual es el funcionamiento bajo el protocolo IP. Como se conoce en la actualidad las redes móviles ya no sirven únicamente para envío y recepción de paquetes de voz, ni tampoco para el envío y recepción de mensajes de texto, el concepto ha llegado más lejos y ahora la necesidad aumentó a no perder la

⁵ Consiste en tener un agente instalado en la Estación Base que haga retransmisiones locales en la parte radio de los segmentos que se consideran perdidos.

conectividad de Internet, es decir al movilizarse que no se interrumpa una video llamada, o una descarga de datos, canciones en formato mp3, videos mp4, archivos, correos electrónicos, etc. Con esto el protocolo IP al trabajar de una forma similar al de un computador va a operar bajo dos diferentes criterios de selección.

Como primera acción que realiza es buscar un agente de movilidad que pasa enviando constantemente mensajes para advertir de su disponibilidad y ubicación, en este caso el equipo encuentra esta nueva y mejor ubicación y la toma para no perder señal y contacto. La segunda acción se basa en la necesidad que tiene el aparato móvil, es decir mientras se empieza a mover y ve que va perdiendo enlace hace peticiones de búsqueda hasta obtener respuesta de los agentes móviles.

2.3. Medios de comunicación de las redes inalámbricas.

Los medios mas comunes que se utilizan para la transmisión de información a través de las redes inalámbricas son los siguientes:

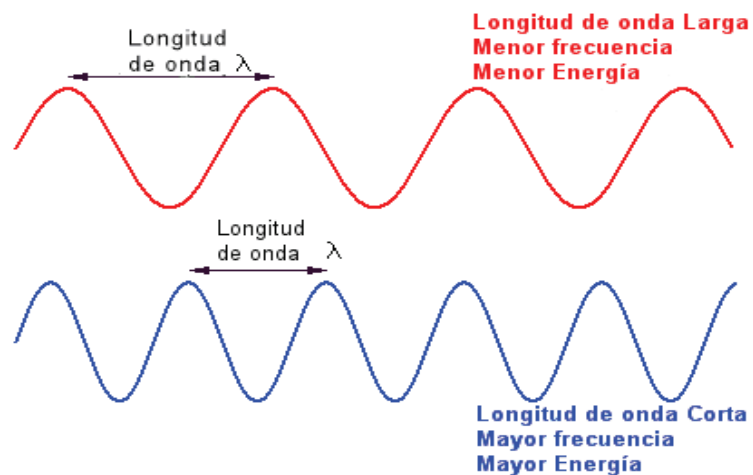
2.3.1. Ondas de radio:

Conocidas también como ONDAS ELECTROMAGNETICAS, u ONDAS HERZIANAS. Las ondas de radio tienen longitudes que van de tan sólo unos cuantos milímetros y pueden llegar a ser tan extensas que alcanzan cientos de kilómetros. En comparación, la luz visible tiene longitudes de onda en el rango de 400 a 700 nanómetros, aproximadamente 5 000 menos que la longitud de onda de las ondas de radio. Las ondas de radio oscilan en frecuencias entre unos cuantos kilohertz (kHz o miles de Hertz) y unos cuantos terahertz (THz or 10^{12} hertz).

Para que una onda de radio pueda desplazarse, llevar información y ser captada a larga distancia, es necesario elevar su frecuencia mucho más allá de los 20.000 ciclos, alejándola de la banda audible. La banda comercial de radio de onda media (OM), por

ejemplo, trabaja en frecuencias que van desde 535.000 hasta 1.700.000 ciclos o herzios, que seria el término mas apropiado.

Figura 23



Ondas Electromagnéticas

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos19/salud-y-radio-frecuencias/salud-y-radio-frecuencias.shtml>

Entre 3 y 30 Mhz (3 y 30 millones de herzios) las ondas pueden desplazarse en mayor o menor grado a lo largo de la Tierra, rebotando en la atmósfera (en una capa llamada ionosfera), dando la vuelta al globo y pudiendo ser recibida por receptores que se encuentran en el emisor. En este margen de frecuencias se encuentra la onda corta (OC), que tiempos atrás tuvo mayor protagonismo, durante las guerras y posguerras, entre desplazados y emigrantes que seguían los sucesos en sus países de origen gracias a los aparatos de radio que cubrían esta banda de frecuencias.

Conforme se va elevando la frecuencia más allá de los 30 Mhz, las ondas se van comportando de forma más direccional, es decir, se desplazan preferentemente en línea recta y pierden paulatinamente su capacidad de rebotar en los obstáculos, por tanto cualquier receptor que se encuentre al otro lado de una barrera física para las ondas de esta banda, no las podrá captar.

Sin embargo, las ondas direccionales tienen otras importantes ventajas: cuanto más alta sea su frecuencia, más pequeñas pueden ser sus antenas y menos potencia se necesitará para llegar al mismo lugar, lo que se traduce en aparatos más pequeños y manejables. Además, estas ondas son menos vulnerables a las interferencias y a los efectos de la radiación electromagnética del Sol.

Las ondas de radio sólo son una mínima expresión del extenso espectro de ondas electromagnéticas, en realidad se encuentran en la parte más baja del espectro.

2.3.2. Microondas terrestres:

La antena más común en las microondas es la de **tipo parabólico**. El tamaño típico es de un diámetro de unos 3 metros. Esta antena se debe conectar rígidamente y debe estar alineada hacia la antena receptora, entre mayor sea la altura mayor el alcance, sus problemas se dan por la pérdidas de datos por atenuación e interferencias, y es muy sensible a las malas condiciones atmosféricas.

Figura 24



Antena Parabólica

Fuente: <http://zatinforme.blogspot.com/2007/09/los-diferentes-tipos-de-antenas-para.html>

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o a las fibras ópticas. Para una distancia dada, las microondas requieren menor número de

repetidores o amplificadores que el cable coaxial, pero necesita que las antenas estén perfectamente alineadas. El uso de las microondas es frecuente en la transmisión de televisión y voz.

Tiene como características que su ancho de banda varia entre 300 a 3.000 Mhz, aunque con algunos canales de banda superior, entre 3.5 Ghz y 26 Ghz.

Las bandas de frecuencias superiores son menos útiles para distancias más largas debido a que cada vez la atenuación es mayor, ahora bien, son bastantes adecuadas para distancias más cortas. Además, a frecuencias superiores las antenas son más pequeñas y más baratas.

2.3.3. Microondas satelitales:

Básicamente un satélite es una estación que retransmite microondas, en los cuales entran 3 elementos básicos para que se de la transmisión de los datos por este medio, lo cuales son:

El Receptor, el Transmisor y el canal Aéreo.

Como su nombre lo indica el transmisor es el que genera la señal, el canal aéreo es el responsable de transmitir dicha señal para finalmente esta sea tomada por el receptor.

De la misma manera que una linterna proyecta un rayo de luz de un punto a otro, las microondas pueden ser transmitidas a lo largo de una recta, sin obstáculos de la línea de un transmisor a un receptor. En el proceso el haz de microondas pueden llevar información de audio y vídeo.

Las Microondas por satélite inicialmente sólo se utilizaban en la radiodifusión de costa a costa para la red de televisión y para estudios de transmisión de enlaces. Sin embargo, como las emisiones a distancia se hicieron más populares, las cadenas de televisión vieron una ventaja en materia de producción teniendo en camiones equipos

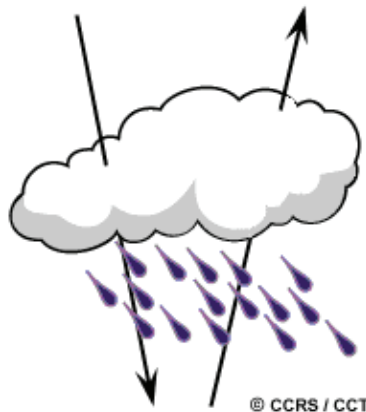
con platos de microondas a fin de que las noticias, acontecimientos deportivos, desfiles, reuniones cívicas, etc, podrían ser cubiertos en vivo.

Para que la transmisión sea óptima los satélites deben ser ubicados a una distancia de más o menos 36000 Km. sobre la superficie terrestre.

Los satélites giran a la misma velocidad que la tierra y terminan siendo estacionaria en relación con la superficie de la tierra. Obviamente, esto simplifica el trabajo de mantenerlos dentro del rango.

Las microondas tienen la capacidad de atravesar todo obstáculo que se encuentra en el ambiente, como nubes, polvo, precipitación, niebla, etc.

Figura 25



Obstáculos

Fuente: <http://tutorial.galeon.com/inalambrico.htm>

Entre las aplicaciones más importantes para los satélites tenemos: Difusión de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y redes privadas entre otras. Debido a que los satélites por lo general son multidespacho, su utilización es muy adecuada para distribución de televisión, por lo que están siendo ampliamente utilizadas en todo el mundo.

2.3.4. Infrarrojos

El infrarrojo es un tipo de luz que no podemos observar con nuestros propios ojos, sino que se necesita aparatos especiales para diferenciarlos.

La información que nos proporciona este tipo de luz es la del calor que emite cada cuerpo, ya que todo cuerpo, a partir de los 0 grados Kelvin es decir -273 grados centígrados, emite radiación infrarroja, incluso objetos que nosotros pensamos que son muy frías, como el hielo, irradian calor.

Figura 25



Utilización de luz Infrarroja 1

Fuente: http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/

La Luz infrarroja es muy útil para distinguir los objetos que mediante la luz normal o visible no se puede.

Figura 26

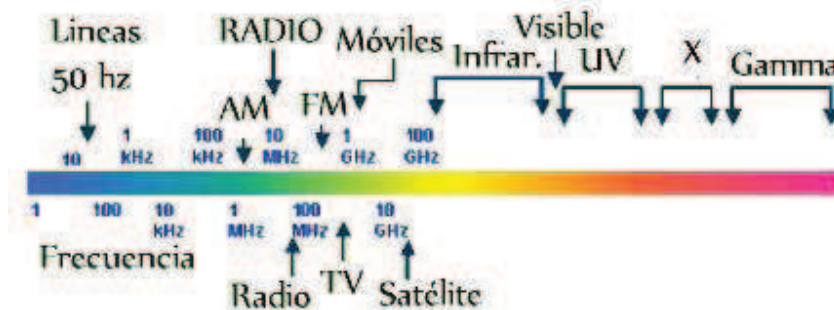


Utilización de luz Infrarroja 2

Fuente: http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/

Esta gráfica explica, a que frecuencia trabaja cada uno de los medios de conexión de las redes inalámbricas:

Figura 27



Radio de Frecuencias de los medios de Conexión

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n

2.4. UMTS

Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles es una tecnología utilizada por los sistemas móviles de tercera Generación (3G), sucesora de la segunda generación basado en tecnología celular GSM incluyendo GPRS y EDGE.

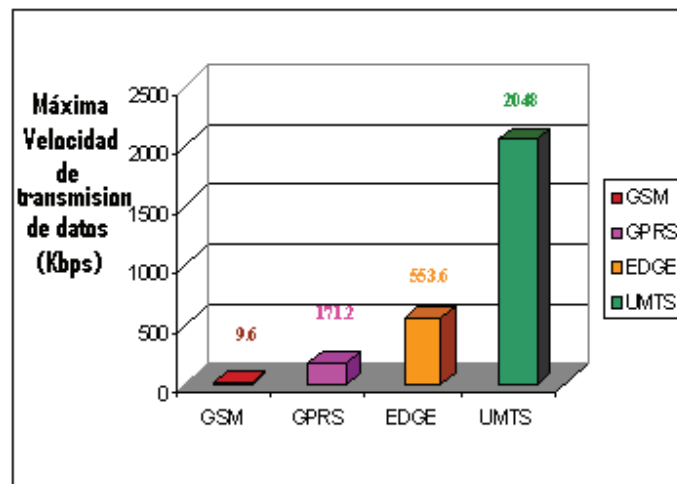
UMTS utiliza banda ancha CDMA (WCDMA o W-CDMA) para las transmisiones por radio y, a menudo, el sistema está contemplado por el nombre WCDMA.

UMTS utiliza el ancho de banda de CDMA - WCDMA - como el estándar de transmisión de radio. Emplea a un canal de 5 MHz de ancho de banda. El uso de este ancho de banda tiene la capacidad para transportar más de 100 llamadas de voz simultáneas, o es capaz de transportar datos a velocidades de hasta 2 Mbps en su formato original.

Muchas de las ideas que se incorporaron en la tecnología GSM se están aplicando ahora en estas nuevas tecnologías UMTS, como por ejemplo el uso de tarjetas SIM conocidas como los famosos chips, que ahora han sido mejoradas y se denominan USIM (Universal SIM).

Además todo el equipamiento que se utilizó para GPRS y EDGE sirve para esta tecnología lo que requiere de una mínima inversión.

Figura 28



Velocidad de transmisión de las Tecnologías

Fuente: <http://www.dia.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-9900/umts/iec.html>

La base de procesamiento de señales de banda se compone principalmente de circuitos digitales. Esto es considerablemente más complicado que el utilizado en los teléfonos para las generaciones anteriores. Una vez más, esto ha sido optimizado para reducir el consumo de corriente en la medida de lo posible.

Mientras que el consumo actual se ha reducido al mínimo en la medida de lo posible dentro de los circuitos del teléfono, se ha producido un aumento de la corriente de la batería. Como los usuarios esperan la misma duración entre las pilas de carga como el experimentado en la generación anterior de teléfonos, esto ha requerido el uso de las nuevas tecnologías y la mejora de la batería. Ahora son usadas las baterías de Ion-Litio, y estos teléfonos siguen siendo relativamente pequeños y ligeros.

La tarjeta USIM también contiene un mensaje corto de área de almacenamiento que permite que los mensajes permanezcan con el usuario, incluso cuando el teléfono se cambia. Del mismo modo "agenda" los números y la información de las llamadas de los números de las llamadas entrantes y salientes son almacenados.

2.4.1. Frecuencias

Actualmente existen seis bandas que se especifican para el uso de UMTS / WCDMA, aunque en otras frecuencias de operación no queda excluida. Sin embargo gran parte de la atención para el UMTS se encuentra actualmente en torno a las asignaciones de frecuencias de 2 GHz.

En la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones en 1992, las bandas 1885 - 2025 y 2110 - 2200 MHz, se reservaron para su uso a nivel mundial por las administraciones que deseen aplicar Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000).

UTMS utiliza el ancho de banda de CDMA como mecanismo de transporte, los canales son espaciados por 5Mhz. La modulación que se utiliza es diferente en el enlace ascendente y descendente.

Los datos que deberán transmitirse están codificados mediante un código particular para la difusión de un determinado usuario. De esta forma, sólo el destinatario es capaz de correlacionar y descodificar la señal, todos los demás aparecen como señales de ruido. Esto permite que el canal físico de RF pueda ser usado por varios usuarios simultáneamente.

Los datos de una señal de CDMA se multiplican con un código de difusión para aumentar el ancho de banda de la señal. Para la señal de WCDMA cada canal se propaga con una única secuencia.

Como con cualquier sistema CDMA, es esencial que la estación base reciba la totalidad de las señales en aproximadamente el mismo nivel de potencia, si no es así, las señales que se encuentran mas lejos llegaran con menor fuerza que las que se encuentran cerca y no se oirán. Este efecto se denomina a menudo near-far (cerca-lejos). Para superar esto, un nodo (B) se encargara de las estaciones más cercanas, para reducir su poder de transmisión, y en los más alejados de aumentar las suyas. De esta manera, todas las estaciones se recibirán en aproximadamente la misma fuerza.

También es importante para el nodo B controlar sus niveles de potencia de manera eficaz, ya que de no ser así las señales emitidas por diferentes nodos interferirían entre si.

Los paquetes de datos son unos elementos cada vez más importantes dentro de las aplicaciones de telefonía móvil. WCDMA es capaz de transportar datos en este formato de dos maneras.

El primero es para paquetes de datos pequeños, este método utiliza un canal común para la transmisión de paquetes, es necesario utilizar este tipo de canal ya que si se utiliza el canal dedicado existiría una sobrecarga inaceptable.

Para los paquetes de datos grandes se utiliza para la transmisión un canal dedicado, ya que este se libera inmediatamente luego de que el paquete ha sido transmitido.

Para poder transmitir o codificar voz lo que se utiliza es un detector que actividad de voz, esto es particularmente útil durante las conversaciones porque hay largos períodos de inactividad.

2.4.2. Recepción discontinua

Uno de los grandes problemas con los teléfonos móviles en general es el de la duración de la batería. Es uno de los diferenciadores clave que la gente tenga en cuenta a la hora de comprar un teléfono y este da una medida de su importancia.

Teniendo esto en cuenta a la hora de desarrollar el UMTS / WCDMA se introdujo un nuevo método de recepción discontinua. Este modo permite que varios sectores no esenciales de los circuitos de teléfono se apaguen cuando no se reciba mensajes.

CAPITULO 3. INVESTIGACIÓN Y ANALISIS DE LOS RECURSOS

3.1 Requerimientos de un sistema de tercera generación

Los principales requerimientos para un sistema 3G son:

- Alta velocidad en transmisión de datos, hasta 144 Kb/s, velocidad de datos móviles (vehicular); hasta 384 Kb/s, velocidad de datos portátil (peatonal) y hasta 2 Mb/s, velocidad de datos fijos (terminal estático).
- Transmisión de datos simétrica y asimétrica.
- Servicios de conmutación de paquetes y en modo circuito, tales como tráfico Internet (IP) y video en tiempo real.
- Calidad de voz comparable con la calidad ofrecida por sistemas alámbricos.
- Mayor capacidad y mejor eficiencia del espectro con respecto a los sistemas actuales.
- Capacidad de proveer servicios simultáneos a usuarios finales y terminales.
- Incorporación de sistemas de segunda generación y posibilidad de coexistencia e interconexión con servicios móviles por satélite.
- Itinerancia internacional entre diferentes operadores (Roaming Internacional).

Con la IMT-2000, La ITU ha definido requerimientos claves para los servicios 3G como son los siguientes:

- Mejoras a la capacidad del sistema
- Compatibilidad hacia atrás con sistemas de segunda generación (2G)
- Soporte Servicios Multimedia
- Servicios de paquetes a alta velocidad tomando en cuenta los siguientes criterios
- 2 Mbps en ambientes fijos o “in-building”
- 384 Kbps en movimiento o en ambientes urbanos

- 144 Kbps en ambiente de alto tráfico

Existen principalmente tres tecnologías 3G. Para Europa existe UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) usando CDMA de banda ancha (W-CDMA). Este sistema provee transferencia de información de hasta 2Mbps.

Están a su vez las evoluciones de CDMA2000. La primera en ser lanzada fue CDMA2000 1xEV-DO, donde EV-DO viene de Evolution Data Only. La idea atrás de este sistema era que muchas de las aplicaciones sólo requirieran conexión de datos, como sería el caso si se usara el celular para conectar una PC a Internet en forma inalámbrica.

En caso de requerir además comunicación por voz, un canal 1X estándar es requerido. Además de usar tecnología CDMA, EV-DO utiliza tecnología TDMA para proveer de la velocidad de transferencia necesaria y mantener la compatibilidad con CDMA y CDMA2000 1X.

La siguiente evolución de CDMA2000 fue CDMA2000 1xEV-DV. Esto fue una evolución del sistema 1X totalmente distinto a CDMA2000 1xEV-DO, ofreciendo servicios totales de voz y datos. Este sistema también es compatible con CDMA y CDMA2000 1X y es capaz de ofrecer tasas de transferencia de 3.1Mbps.

Un tercer sistema 3G fue desarrollado en China que usa TDD. Conocido como TD-SCDMA (Time Division Synchronous CDMA), usa un canal de 1.6MHz y fue pensado para que abarque el mercado Chino y de los países vecinos.

Algunos de los sistemas 2.5G, como CDMA2000 1x y GPRS, proveen de funcionalidades de 3G, sin llegar a los niveles de transferencia de datos o usos multimedia de la nueva generación. Por ejemplo, CDMA2000-1X puede en teoría, transferir información hasta a 307 kbit/s. Justo por encima de esto se encuentra el sistema EDGE, que puede superar los requerimientos de los sistemas 3G; aunque en la práctica, cualquier implementación quedaría probablemente por debajo del límite deseado.

Además Los sistemas de tercera generación deberán proveer soporte para aplicaciones como:

- Voz en banda estrecha a servicios multimedia en tiempo real y banda ancha.
- Apoyo para datos a alta velocidad para navegar por la world wide web, entregar información como noticias, tráfico y finanzas por técnicas de empuje y acceso remoto inalámbrico a Internet e intranets.
- Servicios unificados de mensajes como correo electrónico multimedia.
- Aplicaciones de comercio electrónico móvil, que incluye operaciones bancarias y compras móviles.
- Aplicaciones audio/video en tiempo real como videoteléfono, videoconferencia interactiva, audio y música, aplicaciones multimedia especializadas como telemedicina y supervisión remota de seguridad.

3.2 Espectro IMT-2000

Es una serie de estándares utilizados para normalizar los requerimientos. Hoy en día, la idea de un único estándar internacional se ha visto dividida en múltiples estándares bien diferenciados entre sí.

El espectro IMT-2000 definida por un conjunto de Recomendaciones interdependientes de la UIT. Las IMT-2000 constituyen un marco para el acceso inalámbrico a escala mundial, ya que permiten conectar diversos sistemas de redes terrenales y/o por satélite. Las IMT-2000 aprovechan la sinergia potencial entre las tecnologías y sistemas móviles digitales de telecomunicaciones en favor de los sistemas fijo y móvil de acceso inalámbrico.

Las actividades que realiza la UIT en lo que concierne a las IMT-2000 abarcan la normalización internacional, lo que incluye las especificaciones de espectro de radiofrecuencias de carácter técnico para los componentes radioeléctrico y de red, las tarifas y la facturación, la asistencia técnica y los estudios sobre aspectos de reglamentación y política.

IMT-2000 ofrece la capacidad de proporcionar servicios de valor añadido y aplicaciones sobre la base de una norma única. El sistema contempla una plataforma para la distribución de convergencia fija, móvil, voz, datos, Internet y servicios multimedia. Una de sus características es proporcionar transparencia, la itinerancia mundial, que permite a los usuarios moverse a través de las fronteras, mientras que utilizando el mismo número y teléfono.

IMT-2000 también tiene como objetivo facilitar el suministro de servicios, a lo largo de una serie de medios de comunicación (satélite, fija, etc.). Se espera que las IMT-2000 proporcionará mayores velocidades de transmisión: una velocidad mínima de 2 Mbit / s para estacionaria, y 348 kbit / s en un vehículo en movimiento. Sistemas de segunda generación sólo proporcionan velocidades que van de 9,6 kbit / s a 28,8 kbit / s.

Las características más importantes de las IMT-2000 son las que siguen a continuación:

3.2.1. Flexibilidad

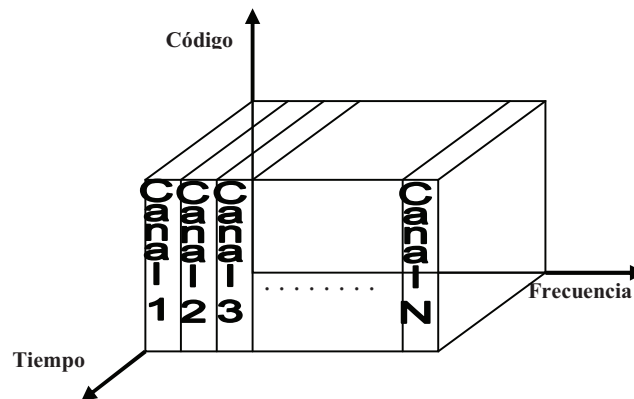
Con el gran número de fusiones y consolidaciones que se producen en la industria móvil, además de la iniciativa en los mercados extranjeros, los operadores querían evitar el tener que soportar una amplia gama de interfaces y tecnologías. Esto, sin duda, ha obstaculizado el crecimiento de la 3G en todo el mundo. La norma IMT-2000 aborda este problema, proporcionando un sistema muy flexible, capaz de soportar una amplia gama de servicios y aplicaciones. La norma IMT-2000 acoge a cinco posibles interfaces de radio sobre la base de tres diferentes tecnologías de acceso (FDMA, TDMA y CDMA).

3.2.1.1. FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia)

Es la división de la banda de frecuencia asignada para la comunicación inalámbrica de telefonía celular en 30 canales, cada uno de los cuales pueden llevar una conversación de voz o, con el servicio digital, llevar los datos digitales. FDMA es una tecnología

básica en el analógico Servicio Móvil Avanzado (AMPS), es el sistema de teléfono celular mas instalado en América del Norte. Con FDMA, cada canal puede ser asignado a un solo usuario a la vez.

Figura 29



Tecnología FDMA

Fuente: http://www.kn-s.dlr.de/People/Haas/fdma_tdma_cdma.jpg

Los usuarios también pueden compartir el acceso a través de diferentes métodos, tales TDMA, CDMA, o SDMA. Estos protocolos se utilizan de otra manera, en los distintos niveles teóricos del modelo OSI.

La desventaja es que puede existir interferencia en la frecuencia y otros pueden interrumpir la transmisión.

FDMA se utiliza exclusivamente para los sistemas celulares analógicos, aunque en teoría FDMA también se puede usar con digitales.

Características

FDMA requiere filtros de alto rendimiento en el equipo de radio, en contraste con TDMA y CDMA.

FDMA no es vulnerable a problemas de tiempo como TDMA. Desde una determinada banda de frecuencia está disponible para todo el período de la comunicación.

Debido a la frecuencia de filtrado, FDMA no es sensible a los problemas que ahora se pronuncia con CDMA.

Cada usuario transmite y recibe en diferentes frecuencias, porque cada usuario recibe una única ranura de frecuencia.

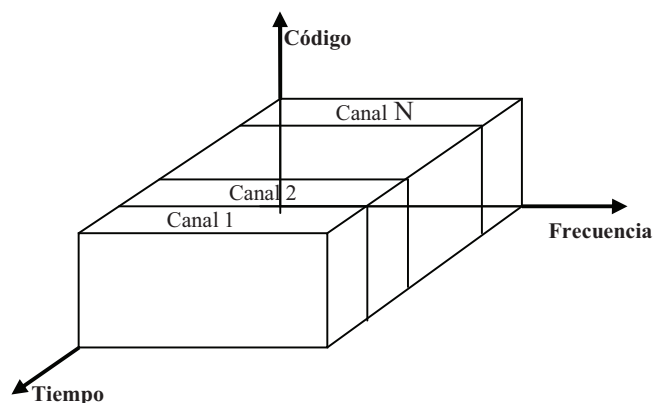
Dada la naturaleza de la señal analógica de teléfonos celulares debe utilizar una mayor potencia (entre 1 y 3 vatios) para obtener la calidad de la llamada aceptable. Estas características analógicas hacen que FDMA esté siendo sustituida por nuevas redes digitales como TDMA y CDMA.

3.2.1.2. TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo)

Es la tecnología de transmisión digital que permite a un número de usuarios acceder a una sola de radiofrecuencia (RF) sin interferencia de canal único mediante la asignación de franjas horarias para cada usuario, dentro de cada canal.

El actual estándar para celulares TDMA divide un único canal en seis franjas horarias, con cada señal utilizando dos franjas horarias, con una ganancia de 3 a 1 en más de la capacidad avanzada de servicios de telefonía móvil (AMPS). Cada llamada se le asigna una ranura de tiempo específico para su transmisión.

Figura 30



Tecnología TDMA

Fuente: http://www.kn-s.dlr.de/People/Haas/fdma_tdma_cdma.jpg

Descripción general

La industria inalámbrica comenzó a explorar la conversión de la red analógica a la digital como medio para mejorar la capacidad de volver a finales de 1980. En 1989, la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones Celulares (CTIA) eligió a Motorola TDMA, acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) (hoy conocido como analógicas de banda estrecha de servicios de telefonía móvil [NAMPS]) de banda estrecha como la tecnología estándar de elección para los mercados de celular de 800 MHz y de 1,9-GHz emergentes mercados. Con la creciente competencia aplicada por Qualcomm en favor del acceso múltiple por división de código (CDMA) y las realidades del sistema global europeo para comunicaciones móviles (GSM) estándar, el CTIA decidió dejar que las empresas hagan su propia selección de la tecnología.

Los principales sistemas encargados de dividir la RF son TDMA y CDMA. CDMA es una tecnología de espectro extendido, que permite múltiples frecuencias que se deben utilizar simultáneamente. CDMA digital de todos los códigos que envía paquetes con una clave única. Un receptor CDMA sólo responde a la clave y puede recoger y demodular la señal asociada.

El sistema TDMA se ha diseñado para su uso en una variedad de ambientes y situaciones, el uso de portátiles en el centro de una oficina para un usuario móvil que viaja a gran velocidad por la autopista. El sistema también soporta una variedad de servicios para el usuario final, tales como voz, datos, fax, servicio de mensajes cortos y mensajes de difusión. TDMA ofrece una flexible interfaz de aire, ofreciendo un alto rendimiento con respecto a la capacidad, cobertura y apoyo ilimitado de la movilidad y la capacidad para manejar diferentes tipos de necesidades de los usuarios.

Todas las técnicas de acceso múltiple dependen de la adopción de la tecnología digital. La tecnología digital es ahora el estándar para la red telefónica pública analógica pide que todos se convierten a formato digital para su transmisión por la red troncal. Digital tiene una serie de ventajas con respecto a la transmisión analógica:

- Es económico en el ancho de banda.

- Permite una fácil integración con los sistemas de comunicación personal (PCS) dispositivos.
- Se mantiene la calidad superior de transmisión de voz a través de largas distancias.
- Es difícil de descifrar.
- Se puede usar la media más baja potencia de transmisión.
- Permite más pequeños y menos costosos los receptores y transmisores.
- Ofrece la privacidad de voz.

3.2.1.3. CDMA (Acceso Múltiple por División de Código)

Técnica de modulación digital de amplio espectro utilizada principalmente con dispositivos para comunicaciones personales, como teléfonos móviles. Digitaliza la conversación y la codifica con una frecuencia especial. Los datos son dispersados por la banda de frecuencia de manera pseudo-aleatoria. El dispositivo receptor recibe instrucciones para descifrar sólo los datos correspondientes a un código particular para reconstruir la señal.

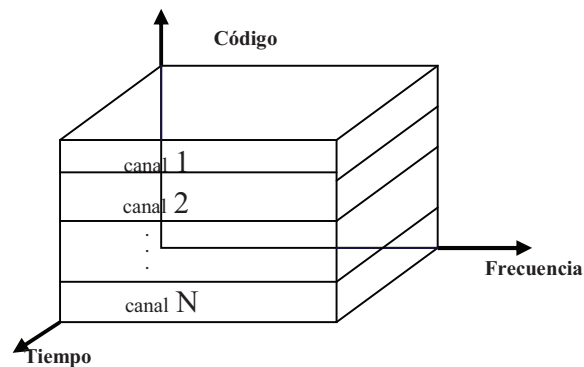
Es decir, una llamada CDMA empieza con una transmisión a 9600 bits por segundo. Entonces la señal es ensanchada para ser transmitida a 1.23 Megabits por segundo aproximadamente.

El ensanchamiento implica que un código digital concreto se aplica a la señal generada por un usuario en una célula. Posteriormente la señal ensanchada es transmitida junto con el resto de señales generadas por otros usuarios, usando el mismo ancho de banda. Cuando las señales se reciben, éstas se separan haciendo uso de los códigos distintivos y devuelven las llamadas a una velocidad de 9600 bps.

Los usos tradicionales del espectro ensanchado son más frecuentes en áreas militares, debido a que una señal ensanchada es muy difícil de bloquear, de interferir y de identificar. Funciona de esta manera porque la potencia de estas señales esta distribuida en un gran ancho de banda y solo aparecen como un ruido ligero. Lo

contrario ocurre con el resto de tecnologías que concentran la potencia de la señal en un ancho de banda estrecho y fácilmente detectable.

Figura 31



Tecnología CDMA

Fuente: http://www.kn-s.dlr.de/People/Haas/fdma_tdma_cdma.jpg

Características

Se utiliza la misma frecuencia.

Se combina con TDD o FDD.

CDMA posee capacidad suave limitada.

- Al aumentar el número de usuarios aumenta el piso de ruido de manera lineal.
- No existe limitación en número de usuarios
- Al aumentar número de usuarios aumenta la probabilidad de error

CDMA reduce el descoloque de multitrayecto, debido a que la señal es extendida en un espectro amplio.

El problema cercano-lejano, es indeseado, por lo que se utiliza un detector de alta potencia y se compara con la deseada.

Existen varias secuencias que cumplen con los requisitos para transmitir información, pero las que las cumplen estrictamente se denominan frecuencias máximas, que su nombre abreviado es m-frecuencias de máximo.

3.2.1.3.1. Secuencias de oro

La combinación de dos m-secuencias crea códigos de oro. Estos códigos se utilizan en los Sistemas CDMA de manera asincrónica.

Secuencias de oro son una clase importante que permite la construcción de secuencias largas, además las secuencias de oro son construidas a partir de pares de m-secuencias de la misma longitud.

Las secuencias de oro son inútiles cuando no se trabaja con CDMA no ortogonal (CDMA 2000 es principalmente sistema ortogonal CDMA).

IS-95 y SE-2000 utiliza 2 códigos que realmente son m-secuencias, pero tiene nombre y usos especiales. Dichas secuencias se denominan códigos largos y cortos, que son:

3.2.1.3.2. Códigos Largos:

Los códigos largos poseen 42 bits y corren a 1,2288 Mb/s, El tiempo que tarda en reciclar esta longitud de código en esta velocidad es 41,2 días. Se utiliza tanto para difundir la señal como para cifrarla.

Las Redes CDMA tienen un protocolo de seguridad denominado CAVERNAS que requiere una clave de autenticación de 64 bits, llamado A-clave y la única ESN (Numero de serie electrónico, asignados a la telefonía móvil basada en el número de teléfono). La red utiliza este protocolo para crear un número aleatorio que crea una máscara de un código largo para cifrar y propagar cada llamada.

Existen 2 tipos de códigos Largos, pública y privada. El público es el código utilizado siempre por los móviles para comunicarse con la base durante la llamada fase de instalación. El código largo privado es uno generado por cada llamada entonces se libera después de que la llamada se ha completado.

3.2.1.3.3. Código corto

El código corto utilizado en el sistema CDMA está basado en una m-secuencia de longitud $2^{15} - 1 = 32.767$ códigos, que utilizan para la sincronización en el avance y retroceso de los vínculos.

El código corto se repite cada 26,666 milisegundos. Se repite exactamente la secuencia 75 veces en cada 2 segundos.

Como esta secuencia es bastante corta y durante la configuración de la llamada, el dispositivo móvil está buscando un código corto y necesita estar habilitada, ésta debe encontrarla con bastante rapidez.

Dos segundos es el tiempo máximo que un móvil tendrá que buscar una estación de base. Un móvil se le asigna un código corto PN, compensado por la estación base a la que se está transmitiendo. El móvil añade el código corto en un específico PN para compensar el tráfico de mensajes, de modo que la estación base en la región sabe que el mensaje es para ella y no a la estación base adyacente. Ésta es esencialmente la manera en que la estación base principal se identifica en una llamada telefónica.

3.2.1.3.4. VENTAJAS DE CDMA

Hay muchas razones para el uso de CDMA, es la tecnología de elección para la próxima generación de comunicaciones inalámbricas digitales de productos y servicios:

3.2.1.3.4.1. Pendientes y la calidad de la llamada de voz

CDMA filtra el ruido de fondo al hablar, además de las interferencias que existen, para obtener una voz nítida y de calidad, una mayor privacidad y la mejora de la calidad de la llamada. QUALCOMM CDMA del tipo de interés variable vocoder traduce la voz en las transmisiones digitales, ceros y unos, en las más altas tasas de traducción posible (8Kbps o 13kbps). This allows for crystal clear voice and also maximizes your system capacity. Esto permite la cristalina voz y maximiza la capacidad de su sistema.

3.2.1.3.4.2. Mayor cobertura para Bajo Costo

CDMA en la transmisión de la señal de espectro ofrece la mayor cobertura en la industria inalámbrica, permitiendo que las redes que se construyen con un número mucho menor de los sitios de células, que es posible con otras tecnologías inalámbricas. Un menor número de sitios de células se traduce en reducción de gastos de funcionamiento, lo que resulta en ahorros para los operadores y los consumidores.

3.2.1.3.4.3. De paquetes de datos

Redes CDMA se construyen con los protocolos de paquetes de datos IP. Otras redes requieren costosas actualizaciones para añadir nuevos datos en el equipo de la red e inclusive será necesario teléfonos actualizados. Norma cdmaOne, en este caso los teléfonos ya tiene TCP / IP y protocolos de PPP construido en ellos.

3.2.1.3.4.4. Tiempo de conversación más largo, más largo y la vida de las pilas más pequeñas Teléfonos

Puede dejar el teléfono con CDMA, que usa para controlar y supervisar su potencia y comunicación del sistema telefónico. Microteléfonos CDMA suelen transmitir a los más bajos niveles de potencia en la industria, lo que permite mayor duración de la batería, permitiendo más tiempo de conversación y tiempo de espera. Microteléfonos CDMA también pueden incorporar baterías más pequeñas e inclusive ligeras de peso del teléfono. Más fácil de llevar. Más fácil de usar.

3.2.1.3.4.5. Un menor número de llamadas desconectadas

CDMA patentado de " handoff suave⁶ ", el método de pasar llamadas entre celdas reduce drásticamente el riesgo de interrupción o llamadas desconectadas durante un handoff⁷. El proceso de handoff suave conduce a un menor número de llamadas se redujo en 2 o 3 células están monitoreando su llamada en cualquier momento dado.

3.2.1.3.4.6. Mejora de la Seguridad y Privacidad

⁶ Es cuando 2 radios bases están simultáneamente conectados por un periodo corto de tiempo con el móvil durante el handoff.

⁷ Cuando un usuario se mueve del área de cobertura definida, de una célula a otra, el sistema debe proveer la capacidad de mantener al usuario en contacto aunque se rompa la conexión establecida con la radio base y se establezca la conexión con otra radio base, a esta operación se la conoce como handoff.

CDMA son codificados digitalmente. Diseñado con alrededor de 4,4 billones de códigos, CDMA virtualmente elimina la clonación y otros tipos de fraude.

3.2.1.3.4.7. Mayor Capacidad

CDMA permite el mayor número de abonados a la misma cuota de frecuencias de radio, ayudando a los proveedores de servicios aumentar su rentabilidad. CDMA usa la tecnología de espectro que puede proporcionar hasta 10-20 veces la capacidad de los equipos analógicos y más de tres veces la capacidad de otros dispositivos digitales plataformas. Con teléfonos de modo dual, CDMA es compatible con otras tecnologías para una amplia cobertura de roaming sin fisuras.

3.2.1.3.4.8. Reducción de ruido de fondo y la interferencia

CDMA combina múltiples señales y mejora la fuerza de la señal. Esto lleva a la eliminación casi total de interferencias y desvanecimiento. Ruido de fondo, tanto eléctricos (ordenador de ruido) y el ruido de fondo acústico (conversaciones de fondo) son filtrados mediante el uso de ancho de banda angosta que corresponde a la frecuencia de la voz humana. Esto evita que el ruido de fondo de sus conversaciones.

3.2.1.3.4.9. Despliegue Rápido

Sistemas CDMA se pueden desplegar y ampliar rápidamente y ser más rentable que la mayoría de redes alámbrica, porque requieren un menor número de sitios de células, las redes CDMA pueden desplegarse con mayor rapidez que otros tipos de redes inalámbricas.

3.2.1.3.4.10. Amplia selección de productos

QUALCOMM ha licenciado la tecnología de CDMA a más de 65 fabricantes líderes de comunicaciones en todo el mundo, permitiendo a los proveedores de servicios y los clientes a elegir entre una amplia gama muy avanzada, en función de los costos competitivos, los productos basados en CDMA.

3.2.1.3.4.11. Continuando Anticipos

Tecnología CDMA permite a los usuarios acceder a una amplia gama de nuevos servicios, incluidos los de identificación de llamadas, servicios de mensajería corta y de conexiones a Internet. Simultánea de voz y llamadas de datos también son posibles utilizando la tecnología CDMA.

3.2.1.3.4.12. Continuar los avances tecnológicos

El mundo digital más avanzado de la tecnología inalámbrica, QUALCOMM del CDMA de tercera generación es también la norma para la industria inalámbrica. Esta norma flexible de funciones en tres modos - multi portadora, directa Difusión y Time División Duplex - y opera con la norma ANSI-41 y GSM-MAP redes. Con CDMA como la única norma de la industria, los transportistas de todo el mundo se benefician de mayores posibilidades de elección de equipos, precios más bajos, y la capacidad de desplegar equipos y servicios más rápido que nunca. La próxima generación de productos se pueden beneficiar de los productos resultantes de las curvas de costo menor para los operadores y los consumidores.

3.2.2. Asequibilidad

Hubo acuerdo entre la industria que los sistemas 3G han tenido que ser más asequibles, a fin de alentar su adopción por parte de los consumidores y los operadores.

3.2.3. Compatibilidad con los sistemas existentes Servicios

IMT-2000 tienen que ser compatibles con los sistemas existentes. Sistemas 2G, como la norma GSM (en Europa y partes de Asia y África) seguirán existiendo por algún tiempo y la compatibilidad con estos sistemas se debe garantizar eficaz y sin fisuras a través de rutas de migración.

3.2.4. Diseño modular

La visión para los sistemas IMT-2000 es que debe ser fácilmente ampliable con el fin de permitir el crecimiento de los usuarios, las áreas de cobertura y nuevos servicios, con un mínimo de inversión inicial.

En Ginebra el 25 de Octubre del 2001 se reunieron más de 250 delegados en representación de 32 países de todo el mundo que convergieron en Tokio para experimentar la realidad de la 3G y de acuerdo en los factores clave para las IMT-2000 en curso éxito.

En la 6^a reunión de la UIT-R Working Party 8F, celebrada del 10 al 16 de octubre, el mundo de la industria inalámbrica, en colaboración con las normas de las organizaciones de desarrollo, aprobó la primera revisión del conjunto de especificaciones de interfaz de radio terrestre de IMT-2000 y de acuerdo en el marco técnico que permita a las personas viajar y utilizar sus terminales 3G en cualquier parte del mundo.

En la reunión de Ginebra se adoptaron varias mejoras en toda la gama de tecnologías de 3G. En respuesta a la visión de un mundo centrado en los datos, la adición de alta velocidad de paquetes de radio basado en la capacidad de las radio especificaciones de IMT-2000, que permitirá a los operadores de manera más eficaz la prestación del servicio de sus redes y adaptar sus sistemas a las necesidades dinámicas de los usuarios como el mercado 3G vaya madurando.

Esta revisión de las especificaciones de interfaz de radio de la IMT-2000, se basa en la sólida plataforma establecida en la aprobación inicial de la norma IMT-2000. Esto proporciona un enfoque evolutivo hacia el futuro en respuesta a las crecientes necesidades del mercado de las comunicaciones inalámbricas.

“La fundación WP 8F se basa en las especificaciones de las IMT-2000, precisamente por el trabajo con la industria y las administraciones de todo el mundo para desarrollar las IMT-2000, que ha sido un proceso continuo, centrado en asegurarse de que es beneficioso a nivel mundial el uso de 3G inalámbrica, manteniendo al mismo tiempo la relevancia de necesidades del mercado local. El objetivo es lograr una completa gama de servicios innovadores para todos los usuarios ”, dice Stephen Blust, Presidente del GT 8F.

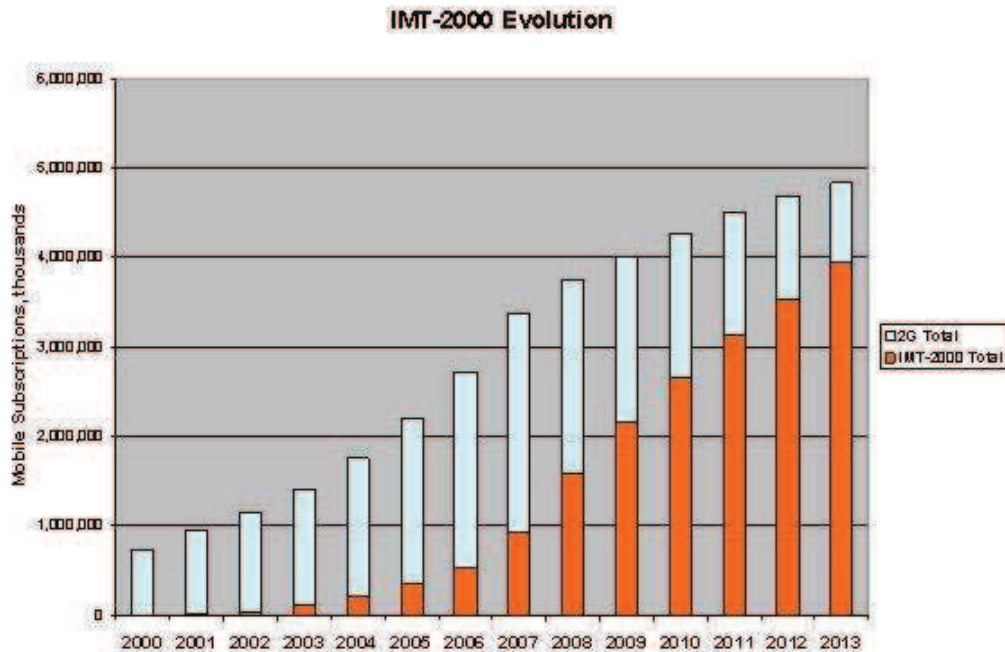
En la esfera de la circulación mundial de terminales de las IMT-2000, la UIT celebra en Tokio, en el año 2001, los resultados logrados notablemente, llegando a una conclusión con éxito, las difíciles negociaciones entre las autoridades reguladoras, los operadores inalámbricos y fabricantes que llegaron a un acuerdo sobre la base técnica del marco internacional, que facilitan y transforman la circulación mundial de terminales de las IMT-2000 de la itinerancia mundial en una realidad.

3.3 Interfaces de aire IMT-2000

Toma su nombre de las siglas en Inglés “Telecomunicaciones Móviles Internacionales”, diseñado como una interfase estándar para las comunicaciones de tercera generación, la principal característica es crear un marco inalámbrico para unir diversos sistemas de redes terrestres y satelitales. Son consideradas como una norma mundial para las comunicaciones inalámbricas puesto que aprovechan la sinergia potencial entre las tecnologías y sistemas móviles digitales de telecomunicaciones en favor de los sistemas fijos y móviles.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones abarca la normalización internacional en base al IMT-2000, incluyendo los espectros de radio frecuencia, tarifas de facturación, asistencia técnica y estudios de política.

Figura 32



Evolución de IMT-2000

Fuente: <http://www2.udec.cl/~johperez/psi/tic/cuerpo.html>

En este cuadro se puede observar la evolución de la interfase IMT-2000 a partir del año 2000, con una proyección aproximada al 2013, donde tendrá una cobertura de un 90%, actualmente hablamos de un 60% puesto que todavía se maneja mucho la tecnología 2G.

La Unión Internacional de telecomunicaciones enfoca sus principales desarrollos en cuatro áreas que son:

1. Desarrollo de las telecomunicaciones.- Realiza estudios enfocados a fomentar el desarrollo de las tecnologías IMT-2000 en lugares donde aún no ha llegado.
2. Radiocomunicación.- Se encarga de estudiar los espectros de radiocomunicación de los sistemas IMT-2000, éste es el grupo principal de estudios puesto que realiza los análisis tanto terrenales como satelitales.

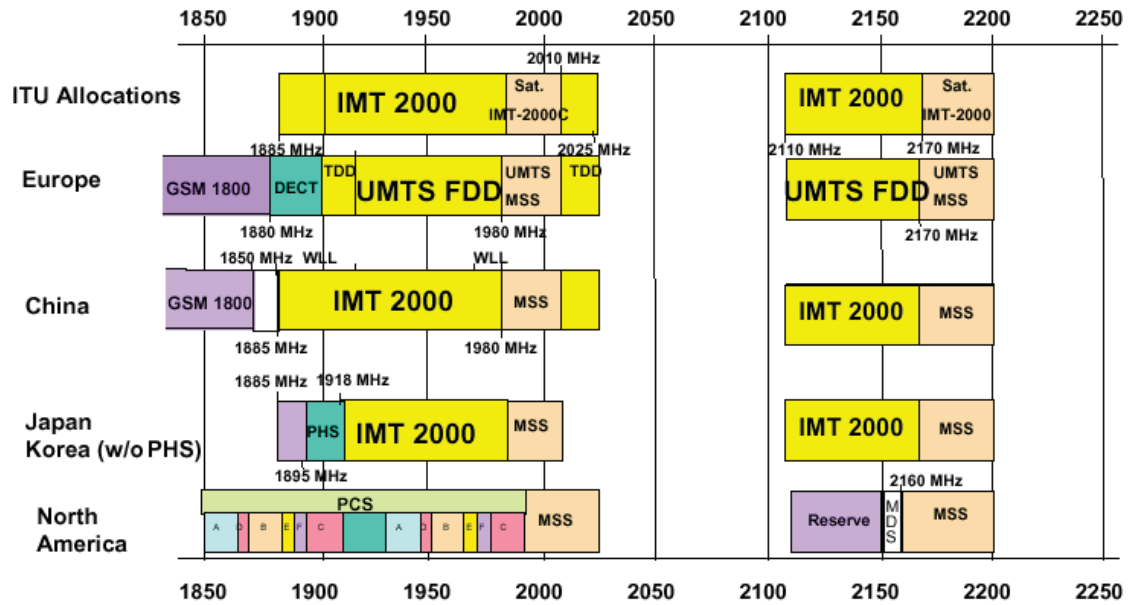
3. Normalización de las telecomunicaciones.- Se encarga de estudiar los aspectos de la red en las telecomunicaciones móviles, incluyendo por supuesto las IMT-2000, redes, convergencias, gestión de movilidad, funciones multimedia, etc.

4. Investigación y Análisis.- Prepara estadísticas sobre las telecomunicaciones móviles con ello elabora publicaciones mediante las cuales se hace un seguimiento de las políticas cambiantes a nivel mundial.

El estándar que se utiliza hoy en día, fue creado en el año 1999, con lo que se definió diversos criterios de interfaces de radio, de entre ellas podemos destacar la CDMA, UMTS, CDMA-2000. Sin embargo años atrás en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones en 1992, se asignó el estándar de 230 Mhz en las bandas.

Otro de los importantes avances que se dio fue el uso de una gran componente satelital que facilitaba las comunicaciones de roaming internacional, esto ha servido para solucionar el inconveniente en zonas terrestres, donde era muy difícil la creación de torres y por ende de celdas para la comunicación celular. Años más adelante con el crecimiento de las nuevas tecnologías como son Internet, servicios de correo electrónico, envío de archivos digitales, conferencias, etc. Ha hecho que la necesidad de incrementar el espectro IMT-2000 sea inminente.

Figura 33



Incremento del Espectro IMT-2000

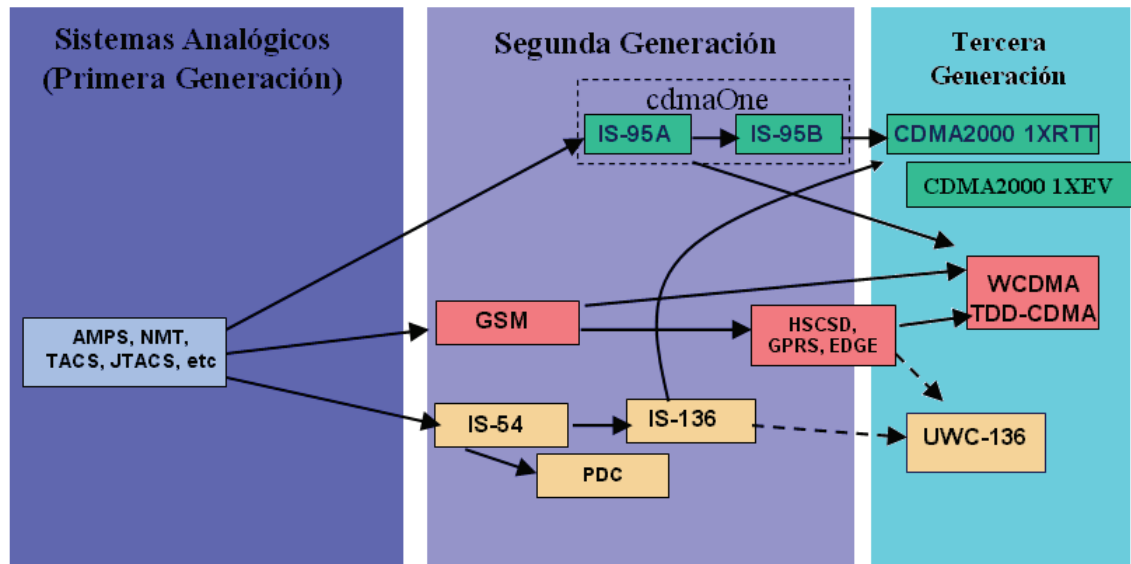
Fuente:

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/fajardo_p_d/capitulo0.pdf

La interfase de aire IMT-2000 toma como característica importante la interfase de aire RTT que significa la selección de la tecnología de transmisión de radio, básicamente el contenido nos informa acerca de cómo el sistema se encarga del paso de la llamada desde la estación base, hasta la terminar con la entrega de datos al usuario final.

Una de las primeras evoluciones propuestas se dio con el paso de la tecnología CDMA hacia la IMT-2000, este sistema consistía en el uso de una técnica de espectro ensanchada, además del acceso por multiplexación de división de códigos.

Figura 34



Evolución de las Tecnologías

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos15/nvas-tecnologias/nvas-tecnologias.shtml>

En este gráfico podemos ver la evolución que acompañó a los sistemas CDMA de segunda generación para llegar hasta los nuevos sistemas de tercera generación, entre los principales cambios podemos destacar los siguientes:

- Superposición de sistemas AMPS
- Mejor calidad de voz
- Mejor eficiencia espectral
- Mejoras en el acceso y relevo de llamadas
- La capacidad de voz se duplicó
- Mejoró la cobertura
- Aumento el tiempo de stand-by
- Conmutación por circuito de paquetes
- Transferencia de datos de hasta 2 Mbps

Luego de varios análisis y mejoras de esta interfase de aire, la Unión Internacional de Telecomunicaciones decidió abrir su estándar global IMT-2000 en seis interfases de radio diferentes, las mismas que se detallan a continuación, con ello pese a que todas trabajan bajo un mismo estándar con esto lo que se logra es que existan varios accesos diferentes a cada red, que el ancho de banda y de canal sean codificados por cada una de ellas dependiendo de las necesidades.

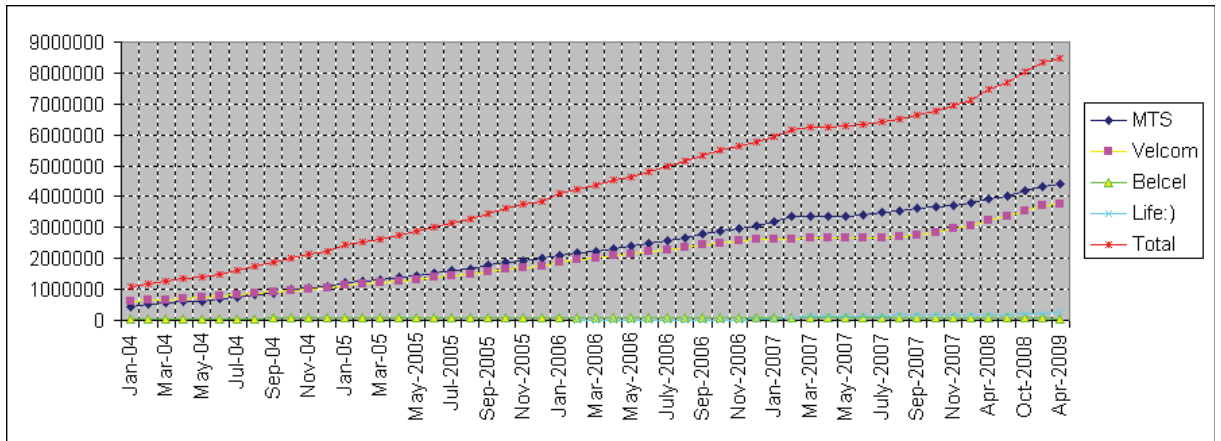
La primera interfase es la IMT-SC Single Carrier, más conocida por nosotros como EDGE, la primera de las tecnologías cuyas siglas significan Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM, por el mismo hecho de ser una de las primeras tecnologías introducidas en el mercado, esta se encarga de enlazar la 2G con la 3G y mediante una técnica de encriptación de palabras logra triplicar el ancho de banda para GSM.

EDGE es un algoritmo de adaptación de tasas puesto que adapta una modulación y una codificación usando así un índice binario que le brinda mayor calidad de canal de radio y mayor ancho para la transmisión de datos llegando a los 384 kbps, que es suficiente como para aceptarla en una red 3G. Esta tecnología sin duda alguna domina el mercado global de las comunicaciones debido a su efectiva operatividad y a los costos moderados.

La siguiente interfase es la IMT-MC Multi Carrier, conocida como la CDMA2000, introducida propiamente como un estándar de telecomunicaciones móviles de tercera generación que utiliza tecnología CDMA con un acceso múltiple para redes digitales tanto para el envío de voz como de datos, trabaja perfectamente entre teléfonos celulares y estaciones base.

Sus siglas significan Acceso Múltiple por División de Código y trabaja digitalmente con la transmisión de bits con lo que se logra que múltiples terminales compartan el mismo canal de frecuencia.

Figura 35



Progreso de la Tecnología IMT-MC

Fuente: <http://www.e-belarus.org/images/belarusmobileusers.gif>

En este gráfico podemos observar el progreso de la tecnología IMT-MC en diferentes operadoras, teniendo un total representativo a lo largo de los últimos cuatro años.

Los estándares CDMA2000, CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, y CDMA2000 1xEV-DV son interfaces aprobadas por el estándar ITU IMT-2000.

El CDMA2000 1x.- considerada como el núcleo de las redes CDMA2000 la cual duplica las velocidades de transmisión sobre sus predecesores y opera bajo una frecuencia de 1.25 Mhz, pese a que es considerado como una tecnología directamente 3G trabaja fuertemente como 2.5G y 2.75G, puesto que su implementación ha sido tan buena que ha logrado adaptarse con facilidad en países donde el 3G no fue posible su instalación.

CDMA2000 3x.- su nombre viene debido a que opera a 3.75 Mhz (3 x 1.25), su modificación fue realizada para alcanzar mayor velocidades de datos.

El CDMA2000 1xEV-DO, debe su nombre a las siglas en inglés “Evolución de Datos Optimizada”, en sus últimas pruebas se pudo notar que la velocidad que alcanzaba esta tecnología fue de 3.1 Mbps, fue introducido como una primera instancia en Japón y a partir del 2006 incurrió en América del Norte teniendo ahora un tope de 2.5 Mbps.

Finalmente CDMA2000 1xEV-DV, su nombre viene de las siglas “Evolución de Datos” y de Voz que trabaja de una forma muy parecida a CDMA2000 1xEV-DO, además que soporta una operación ocurrencia de voz en el mismo canal. Sin embargo debido a su desinterés el proyecto quedó paralizado porque la mayoría utiliza la tecnología EV-DO.

Pasamos a la siguiente interfase IMT-DS Direct Sequence, conocida también como WCDMA cuyas siglas significan Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha, es una tecnología inalámbrica de tercera generación que aumenta las tasas de transmisión de los sistemas GSM pudiendo trabajar así desde los 144 kbps en lugares abiertos, alcanzando un tope de 2 Mbps en áreas más cubiertas, esta tecnología opera bajo dos modos que son:

TDD.- consiste en un método de transmisiones ascendentes y descendentes que trabajan en la misma frecuencia usando intervalos de tiempo de forma sincronizada, de tal manera puede coordinar de la mejor manera los flujos de transmisión y recepción.

FDD.- para este caso los enlaces de subida y de bajada emplean dos diferentes canales que operan por separado teniendo así una frecuencia asignada para cada enlace.

Otra interfase que interviene en el proceso es la IMT-TD Time Division, esta interfase de aire es la conocida como TD-CDMA, la cual a su vez se descompone en otra interfase denominada TD-SCDMA, que fue utilizada por primera vez como un estándar en China para las comunicaciones.

Esta tecnología toma el nombre de sus siglas en inglés Time Division Synchronous, pese a su denominación, ésta interfase de aire trabaja únicamente bajo un canal de acceso en el cual se basa una sola tecnología llamada CDMA. El propósito de dividirla en dos interfases fue básicamente su forma de uso, con la TD-SCDMA se trataría de cubrir áreas más pobladas y de mayor dificultad de acceso, por su funcionamiento que

optimiza el trabajo entre células de energía, en cambio la TD-CDMA es mejor usado en escenarios con una carga mucho menor en donde se trabaja con micro células.

Su lanzamiento estuvo previsto para el año 2005, sin embargo realmente fue lanzado a inicios del 2006, tiempo en el que ésta tecnología llegó a tener 60.000 usuarios inmediatos y la toma más reciente que data del 25 de Junio del 2009 se pudo conocer que existen 700.000 usuarios suscritos en esta red.

Una de las mayores ventajas que nos ofrece esta interfase de aire es su forma de operación cuando se trata de paquetes de bajada y de subida, el sistema puede acomodar este tráfico de una forma simétrica dependiendo de la cantidad de datos que contenga el paquete, de modo que optimiza tiempos y velocidades pese a que utiliza un mismo canal operando en ambas direcciones, precisamente la letra "S" de sus siglas significa la sincronización con la que trabaja, la señal de subida sincroniza su llegada hacia la estación base y esta analiza con la necesidad y petición de otros usuarios para la toma de decisiones a la hora de enviar y recibir paquetes.

Esta interfase usa el estándar TDD Time Division Duplexing, a diferencia de la FDD en la cual se manejan dos distintas frecuencias tanto para subida como para bajada de datos.

Ultra TDD HRC es una de las interfases de aire utilizadas, usa incrementos de 5 Mhz por espectro y cada paquete lo divide en 10 cuadros que contienen 50 paquetes más pequeños cada uno, esta técnica permite ajustar los tiempos de bajada y subida, y es perfecta cuando existen múltiples cadenas de transferencias.

Ultra TDD LCR es una interfase de aire alternativa que usa 1.6 Mhz de espectro, más se la conoce como un estándar de la tecnología UMTS de la 3G.

La interfase TDD ha sido desarrollada en al menos 90 países en los que opera en vivo, y en los Estados Unidos esta red se la comenzó a utilizar para respuestas en llamadas de emergencia principalmente en la ciudad de Nueva York teniendo una gran aceptación en el manejo del GPS y del Internet.

Otra de las interfases que intervienen es la IMT-FT Frequency Time, es una de las más utilizadas en Europa para la telefonía inalámbrica y se la conoce como DECT. Proviene de sus siglas en inglés Digital Enhanced Cordless Telecommunications aparece desde 1995 como un estándar digital para los teléfonos inalámbricos de casa, entre estos se puede incluir las bases celulares que se instalan en los hogares, muy utilizado en Europa inclusive en empresas. Es una tecnología que opera muy bien con la interfase IMT-2000 e inclusive se la ha llegado a considerar como una interfase muy calificada para operar en 3G.

DECT tuvo su fuerte en todo Europa prácticamente, trabajando en bandas entre los 1880 – 1900 Mhz, sin embargo, América del Norte hizo su primera aparición en el año 2005 con un espectro de 1920 – 1930 Mhz con lo cual solo se debió hacer unas pequeñas modificaciones en los canales para que los aparatos se puedan comercializar libremente y puedan operar sin problemas.

La gran novedad que presentó DECT fue la conocida voz sobre IP, hoy en día muy utilizada en empresas mediante redes internas que han permitido un ahorro muy significativo en planillas telefónicas. Esta gran ventaja se hizo posible debido a su forma de operación, un dispositivo portátil puede acceder a la red vía radio, es decir mediante la emisión de ondas, mediante esta conexión se puede acceder a un puerto de enlace que conecta las llamadas con la red de células en sí.

Figura 36



Esquema de una Red Voz sobre IP

Fuente: <http://jayatron.wordpress.com/>

En este gráfico se visualiza un esquema básico de una red con voz sobre IP, se aprecia que el enlace principal es el acceso al Internet y mediante un adaptador permite conectar con un teléfono convencional, el esquema puede ser tan grande según la necesidad de la empresa.

Las tres principales aplicaciones que alcanzó DECT fueron:

- Telefonía doméstica inalámbrica usando una estación base que se encarga de conectar varios equipos a la red pública.
- El uso de varias estaciones base para construir redes inalámbricas, con esto las llamadas continuaban mientras el cliente estaba en movimiento y se cambiaba entre diferentes celdas. Debido a su gran acogida y su excelente funcionamiento como red inalámbrica, en algunos países de África del Sur se las utilizó, a más del servicio celular, para crear redes wireless, se sacrificó tráfico de red y algunas antenas pero se logró cubrir alrededor de 10 Km con cada antena. El acceso era público con lo que se podía cubrir tanto las áreas urbanas como las rurales.

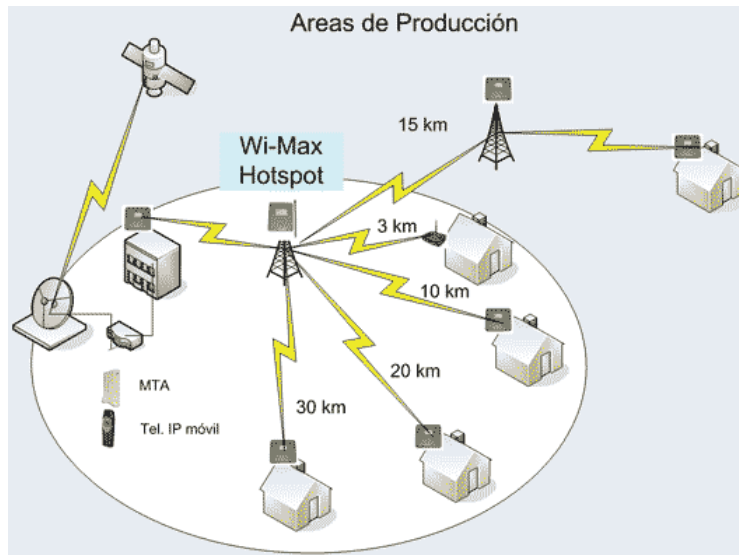
La voz sobre IP se convirtió en uno de los ejes principales en las comunicaciones internas de una empresa, teniendo hasta hoy en día una demanda increíble por los bajos costos de las radio bases que ofrecen una solución económica eliminando por completo el gasto de comunicaciones internas de la empresa principalmente cuando existe una gran cantidad de usuarios en la red. Entre las principales características tenemos:

- Permite múltiples conexiones desde teléfonos inalámbricos hacia una estación base y mediante un solo socket, esto permite instalar varios dispositivos alrededor de la casa o de la empresa según la necesidad de la misma, esto evita la necesidad de hacer varias conexiones y de adquirir varios puntos para la conexión.
- Puede operar hasta 100 metros puertas afuera de una forma clara y evitando las señales de ruido del ambiente como son las redes wi-fi, bluetooth y dispositivos de monitoreo.
- La habilidad de realizar llamadas internas sin costo alguno.

La última interfase es la IMT-OFDMA, TDD WMAN. También conocida como WiMax que viene de sus siglas en inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, esta tecnología permite la transmisión de datos vía Wireless usando diferentes tipos de transmisión y alcanzando velocidades de hasta 3 Mbits/s sin la necesidad del cableado antiguo, la misma nació de este principio, tener una tecnología paralela a la conexión por cable y DSL.

Entre sus principales características de uso tenemos la libre conexión hacia los puertos de Internet y liberando de este modo la gran carga que había en las conexiones DSL mediante cable. Además nos brinda servicios de transmisión de datos en las telecomunicaciones sin la necesidad de estar anclados a un sitio en específico.

Figura 37



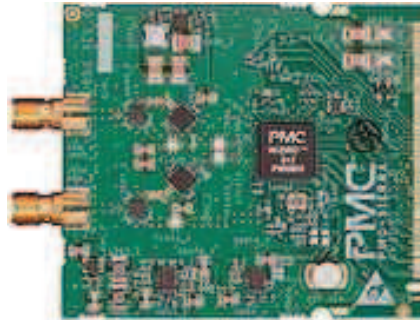
Esquema de una Red WiMax

Fuente: <http://www.proasetel.com/paginas/telecomunicaciones/imagenes/areas.gif>

En el gráfico se puede observar un esquema conectado con la red WiMax, con todas las características principales que son la cobertura de una gran área y libre de cableado, además la posibilidad de extenderse mediante una antena que haga las veces de repetidora.

La interfase WiMAX es considerado como el mejor elemento para reemplazar a las tecnologías actuales como GSM y CDMA o para aumentar la capacidad de las mismas y para ser tomada en cuenta como un poderoso núcleo central para íreles en las tecnologías 2G, 3G y 4G.

Figura 38



Placa WiMax

Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

En el gráfico se demuestra una placa WiMax cuya interoperabilidad tiene relación con wi-fi, puesto que sus implementaciones se las ha realizado en base a los estándares de la IEEE 802.11, sin embargo su forma de funcionamiento es diferente.

3.4 Recursos Espectrales

Los recursos espectrales nacieron casi 100 años atrás en los años 20, donde las primeras frecuencias fueron adquiridas por la policía de los Estados Unidos, estos espectros permanecían siempre ocupados en cada equipo que tenía la policía, ya sea que los ocupasen o que estuvieran libres, para ese entonces fue una muy buena solución y dicha idea ayudó mucho a que la comunicación sea constante y sin importar el lugar donde cada uno de ellos se encuentre. Sin embargo, años más adelante el crecimiento que hubo en los medios de radio y de televisión hizo que se ocupen varios de los espectros que quedaban libres, el progreso de estos medios también fue significativo con los enlaces microondas, transmisiones satélite, eventos en vivo, etc.

De esta manera se debió aprovechar al máximo los espectros disponibles y la primera solución y la más obvia que se dio es la de dejar todos los espectros libres y cuando existiera una petición de algún dispositivo para conexión, se asigne un canal libre y mantenerlo ocupado mientras la comunicación se mantenía presente (trunking), este proceso de lo hacía de forma manual, una vez terminada el enlace se volvía a liberar el

canal, con esto el espectro de canales que había que instalar se redujo en un gran número. El progreso fue significativo de tal modo que en los años 70, la gran compañía de ese entonces BellSouth propondría el mismo criterio basado en un sistema de redes neuronales, capaz de alimentarse y poder tomar decisiones en la asignación y liberación de espectros.

Este mismo concepto tomó en sus inicios la telefonía móvil puesto que las primeras asignaciones entre un equipo móvil y una estación base eran estáticas, es decir que un canal siempre estaba ocupado para dicha pareja sin importar si estaban o no operando consumiendo el canal asignado. Esto quería decir que si aumentaba un cliente era necesario aumentar un canal para satisfacer sus necesidades de comunicación.

Posteriormente y hasta la actualidad se utilizó el denominado sistema trunking, donde cada uno de los canales es compartido por todos los usuarios que estén dentro de su alcance, en este caso si se añade un solo canal más ya no cubrirá a un solo usuario, en su defecto al ser compartido ese canal adicional la eficiencia en las comunicaciones será notablemente superior.

El tema de espectros móviles siempre ha sido de gran controversia, especialmente en nuestro medio, donde por los años 2000 empezó el apogeo de la telefonía celular con los precios tanto de servicios como de equipos muy elevados, por tal motivo la mejor alternativa que se tenía para ese entonces era traerse un equipo del exterior a un precio mucho más conveniente y con mejores características de las que había en ese momento en el mercado, el verdadero problema surge cuando a la hora de comprar un equipo y traerlo a funcionar en otros país, este simplemente no funcionaba y esto era debido a los espectros de frecuencia bajo los cuales operan los equipos móviles y las antenas que se encargan de transmitir la información, si el equipo tiene un espectro de x cantidad y las antenas operan bajo un espectro de y , estos nunca van a poder trabajar juntos.

Los espectros o bandas de frecuencia operan desde los 700 Mhz hasta 4 Ghz los cuales han ido variando con el pasar de los años obligados por la necesidad de las

operadoras de brindar un mejor servicio a sus clientes, ganando cobertura a lo largo de su punto de operabilidad, soportando la creciente en tráfico de usuarios, etc. La cobertura inicial que se plantea una operadora dentro del rango que puede abarcar es del 98% para exteriores y un 80% para interiores, pero con la gran creciente que tiene la telefonía móvil a nivel mundial estos índices en unos pocos meses empiezan a bajar por lo que se vuelve necesario aumentar las coberturas y ofrecer mas capacidades para cubrir con la demanda.

Lamentablemente cuando se hace referencia de cobertura y de capacidad, estos dos criterios actúan de una forma inversa por lo que se hace necesario que trabajen en conjunto bajo un esquema de capas de modo que formen un complemento la una de la otra. Con el continuo crecimiento de los usuarios, ésta cobertura empieza a decaer hasta un 80% y en ese punto se vuelve necesario aumentar la capacidad para crear una capa que trabaje paralelamente.

Una de las técnicas que se implementó a futuro fue la denominada como espectro ensanchado la que nos serviría para modular la transmisión de paquetes de datos ya sea por radiofrecuencia o digitalmente.

En un comienzo las primeras aplicaciones que se hicieron tuvieron propósitos militares siendo su implementación muy costosa, afortunadamente el desarrollo tecnológico llevó al desarrollo de las VLSI con lo cual se pudo colocar miles de componentes electrónicos en un solo y diminuto aparato denominado chip con lo que se pudo abaratar costos siendo posible el uso a nivel público de estas técnicas.

Durante la segunda guerra mundial en 1942 la tecnología cobró un papel muy importante, la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas podría haber significado el éxito de uno u otro equipo ya que con nuevas técnicas se podía ampliar la señal de cobertura de radares, mejor los sistemas de navegación y detección de enemigos. Uno de los principios básico en la guerra era el uso de misil dirigidos para destruir submarinos, estos trabajaban mediante control remoto y actuaban al recibir un impulso magnético el cual era constante desde que el misil salía del barco hasta que impactaba

con su objetivo, con el pasar del tiempo estudios descubrieron que se podía ubicar dicha frecuencia y bloquearla antes del impacto evitando así el temido ataque. Hedy Kiesler actriz de Hollywood tuvo la idea de cambiar los espectros de frecuencia mientras el misil se encontraba rumbo a su objetivo tal como funciona un piano al ser interpretado por su músico, actualmente esta técnica es conocida como salto de frecuencia y con ello empezó a idealizarse la técnica de ensanchamiento de espectro.

Como su nombre lo indica el principio básico de esta técnica es el ensanchamiento de la señal que va a ser transmitida a lo largo de una banda de frecuencias y cumplen los siguientes criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.
- Que el sistema resista las interferencias externas y opere con baja densidad espectral.
- Proporcionar capacidad de acceso múltiple sin control externo que sea seguro e inaccesible para oyentes no autorizados.

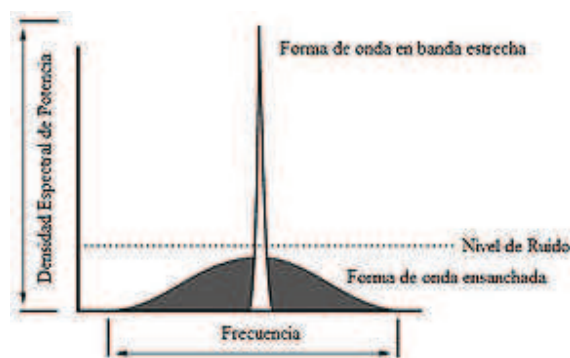
Al hacer una analogía con el funcionamiento de las estaciones de radio que operan localmente en un país, se analiza que son opuestas, las estaciones de radio se basan en el principio de receptor de banda estrechada. Por ejemplo, si una banda opera con una frecuencia entre los 88 y 108 Mhz y cada emisora tiene una amplitud de 1 Mhz, se puede obtener un máximo de 20 estaciones de radio dentro de ese espectro, la solución más óptima fue bajar la amplitud con la que transmite cada emisora a 0.2 Mhz para con ello tener 100 emisoras en FM.

El problema a la hora de bajar la amplitud de cada emisora sería el no poder cubrir todos los lugares donde se desea llegar además de perder la calidad de su envío de datos, caso contrario ocurre en la telefonía celular en donde se usa un criterio opuesto para la selección de amplitudes, ya que se escoge la amplitud más grande posible de

tal manera que en la gran mayoría de los casos, la amplitud es mucho mayor que la que realmente se necesita para un correcto funcionamiento, una de las grandes ventajas que se obtiene con esta técnica es que cuando se emite una señal con amplitud tan grande, todos los aparatos receptores que se encuentren dentro del alcance suficiente como para captar la señal, escucharían el llamado solo en su inicio pero no podría codificar el resto del mensaje enviado en el paquete, con esto se puede evitar de cierto modo el robo de la información ya que se necesitan los equipos adecuados para captar toda la señal y poder convertirla, equipos los cuales son muy costosos y únicamente los poseen las empresas telefónicas.

Otra ventaja que podemos nombrar es que a la vez que la amplitud de banda es mayor se puede albergar a más usuarios y puesto que las demás frecuencias que operan en el medio ambiente son menores no hay peligro de que se crucen las señales o existe interferencia en cualquiera de los dos casos.

Figura 39



Frecuencias en los Recursos Espectrales

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado

En este gráfico se puede observar claramente la diferencia entre los dos tipos de frecuencias antes mencionados.

A continuación se detalla sobre cinco de las técnicas que utiliza el espectro ensanchado en su forma de operar:

3.4.1. Secuencia Directa

Es una de las técnicas más conocidas y más utilizadas, su implementación es muy sencilla puesto que genera una secuencia pseudoaleatoria que es similar a la del ruido pero constante, la señal llega al receptor y la información se la codifica multiplicando las señales entrantes y utilizando un algoritmo interno que tiene únicamente el aparato que recibe la señal.

3.4.2. Salto de Frecuencia

Es una buena técnica utilizada principalmente cuando se quiere tener más seguridades, puesto que aquí la frecuencia que va camino al receptor cambia constantemente de acuerdo a una secuencia programada, es decir los saltos de las frecuencias se ajustan perfectamente al código bajo el cual fue programado.

3.4.3. Sistema de Salto Temporal

En este sistema el período del ciclo que se está enviando opera bajo un código aleatorio, esta técnica es mayormente utilizada con los saltos de frecuencia para formar un sistema híbrido, mediante acceso múltiple por división de tiempo, es decir la forma de trabajo de la TDMA. La gran ventaja de formar un sistema híbrido es que los métodos pueden adoptar las principales características de cada método según la conveniencia del algoritmo bajo el que fueron programados.

3.4.4. Sistema de Frecuencia Modulada Pulsada

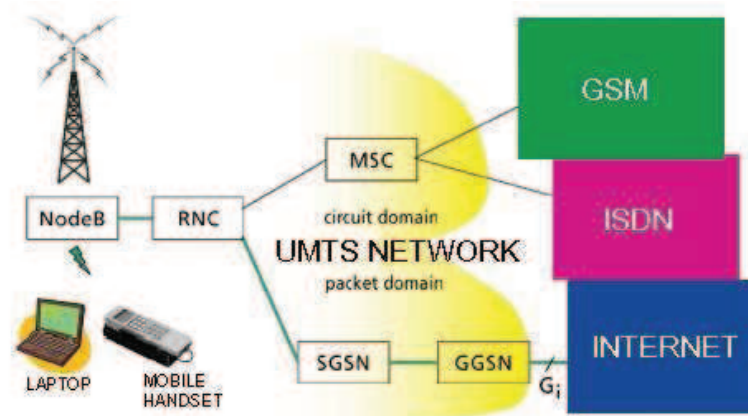
Esta es considerada como la técnica más rara, esta usa pulsos eléctricos que navegan a lo largo de la frecuencia y con ello logran expandir la señal espectral, esta técnica es más común cuando hay envío de paquetes de datos.

3.4.5. Espectro UMTS

Los Sistemas Universales de Telecomunicaciones Móviles UMTS son el estándar de más poderío tecnológico en lo que compete a comunicaciones de voz y de paquetes de datos dentro de la nueva tecnología 3G IMT-2000, pese a que la tecnología utilizada sigue siendo la conocida WCDMA y CMDA, que por su disposición de banda amplia que es muy conveniente al momento de intercambiar datos. UMTS siendo considerada

una evolución de las redes GSM abarcando hoy en día el 85% del total de las comunicaciones mundiales con más de 680 redes de más de 200 países lo utilizan sobre su base para operabilidad 3G, esto podría mencionar un problema en cuanto a la limitación del espectro se refiere, sin embargo UMTS funciona bajo una diversidad de bandas de espectro tanto existentes como nuevas, incluyendo la banda 1900 Mhz.

Figura 40



Esquema de una Red UMTS

Fuente: <http://www.mobilecomms-technology.com/projects/emtel/emtel1.html>

En el gráfico se puede observar un esquema básico del modo de operación de la red UMTS, haciendo una especie de puente para la comunicación con otras redes de comunicación alternas y con el Internet.

Se había comentado anteriormente acerca de la técnica de espectro ensanchado que utiliza dos capas que operan de diferente manera para cubrir la mayoría de las necesidades, en este caso UMTS es un gran ejemplo real del uso de esta tecnología, puesto que a la vez que debe cubrir con servicios enormes de comunicaciones, tanto de voz como servicios multimedia, transferencia de archivos, video, debe utilizar la combinación de dos fuertes tecnologías como son la de Acceso Múltiple por División de Código CDMA y Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA, para lograr un uso altamente eficiente del espectro para las velocidades de datos superiores a los 100 kbps.

Del análisis de puede citar contados puntos como negativos acerca del espectro especialmente del UMTS y estos son:

Utilizan un ancho de canal cuatro veces mayor por lo cual se ha criticado el gran uso del espectro.

Varios países pequeños que no tienen la capacidad de apoyar un gran número de espectros no podrían adoptar esta tecnología.

Pese a que los nuevos procesos son muy sencillos el costo de las nuevas licencias y de la instalación de espectros en torres es muy costoso.

3.5. Resumen Ejecutivo

Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas
FDMA	Es la división de la banda de frecuencia asignada para la comunicación inalámbrica de telefonía celular en 30 canales, cada uno de los cuales pueden llevar una conversación de voz o, con el servicio digital, llevar los datos digitales. FDMA es una tecnología básica en el Analógico Servicio Móvil Avanzado (AMPS), es el sistema de teléfono celular mas instalado en América del Norte. Con FDMA, cada canal puede ser asignado a un solo usuario a la vez.	No es vulnerable a problemas de tiempo; desde una determinada banda de frecuencia está disponible para todo el período de la comunicación. Debido a la frecuencia de filtrado, no es sensible a los problemas que ahora se pronuncia con	Puede existir interferencia en la frecuencia y otros pueden interrumpir la transmisión. Se utiliza exclusivamente para los sistemas celulares analógicos

		CDMA	
TDMA	Es la tecnología de transmisión digital que permite a un número de usuarios acceder a una sola de radiofrecuencia sin interferencia de canal único mediante la asignación de franjas horarias para cada usuario, dentro de cada canal	Es diseñado para su uso en una variedad de ambientes y situaciones. El sistema también soporta una variedad de servicios para el usuario final, tales como voz, datos, fax, servicio de mensajes cortos y mensajes de difusión	Es vulnerable a problemas de tiempo
CDMA	Técnica de modulación digital de amplio espectro utilizada principalmente con dispositivos para comunicaciones personales, como teléfonos móviles. Digitaliza la conversación y la codifica con una frecuencia especial.	Filtra el ruido de fondo al hablar. En la transmisión de la señal de espectro ofrece la mayor cobertura en la industria inalámbrica. Mejora la seguridad y Privacidad. Mayor Capacidad	Al aumentar el numero de usuarios, aumenta la probabilidad de error. Al aumentar el numero de usuarios aumenta el piso de ruido

CAPITULO 4. INVESTIGACIÓN Y ANALISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIOS

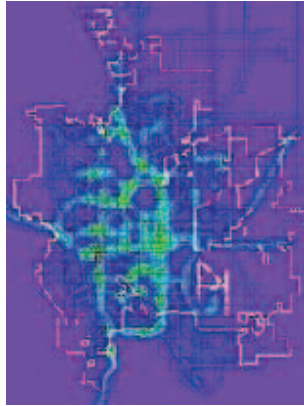
4.1. Aplicaciones para el análisis de tráfico

Una aplicación para análisis de tráfico de basa principalmente en la medición tanto del tráfico de voz, así como en la transferencia de datos a lo largo de la red de comunicaciones de todos los clientes abonados al servicio celular, por supuesto el propósito es medir los niveles de calidad de servicios para poder obtener resultados comparativos y tomar decisiones sobre ellas para minimizar el congestionamiento y optimizar el tráfico de la red.

En una primera instancia se hablaba de dos diferente tipos de comunicaciones por separado, estas eran la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes, haciendo referencia al envío de datos para comunicaciones mediante servicios de voz y la comunicación de información mediante los servicios de Internet respectivamente. Esta nueva manera de trabajar de forma conjunta se puede notar claramente en el servicio de envío de mensajes de texto, especialmente que proporciona una sutil combinación entre ellas, ésta operación conjunta inevitablemente ha hecho que el tráfico en las redes celulares crezcan inesperadamente, tratando hoy en día de dar soluciones y alternativas para evitar estos atascos en la red.

De hecho no sería muy complicado el monitoreo del tráfico en una red, puesto que obligadamente se debe tener varias señales que estén continuamente moviéndose en una red, puesto que las señales de red actúan cada 2 segundos si se encuentran en stand by y más aún si están atendiendo una llamada.

Figura 41



Monitoreo de Red

Fuente: http://www.net.com.mx/servicios/analisis_trafico_de_red.php

En este gráfico se tiene un pequeño ejemplo de un monitoreo de red en alguna parte de una ciudad, las líneas verdes denotan el tráfico que se atascó debido a la congestión.

El alto tráfico en las redes móviles ocasionó el deterioro en la calidad de servicios de comunicación que ofrecen las operadoras, puesto que a mayor demanda de usuarios en la red el sistema se vuelve incapaz de cubrir todas las necesidades que requiere el tráfico en ciertos momentos. Por tal motivo mediante estas aplicaciones de análisis de tráfico se busca obtener soluciones y nuevas alternativas para cubrir con la demanda que hoy en día los usuarios requieren. En una primera instancia las comunicaciones móviles se crearon con el único fin de distribuir señales de voz sin tomar mucho en cuenta si éstas eran alámbricas o inalámbricas, con el pasar de los años la tecnología fue evolucionando y el número de suscriptores creció de una forma nunca antes pensada y se optó por mejorar el servicio adicionando la transmisión de paquetes de datos también, de este modo inició el planteamiento real del problema a tratarse, con la idea de evaluar el tráfico en tiempo real y realizar comparaciones con los niveles estándares exigidos para brindar un buen servicio móvil.

Uno de los puntos más fuertes que se toma en cuenta es el control de flujos, esto se refiere a la cantidad que tiene un sistema para transferir llamadas desde un controlador hacia otro, dentro de una misma red celular, en un sistema óptimo las computadoras que hacen las veces de estaciones que transmiten una llamada de una célula a otra, en un mínimo de tiempo y casi sin interrupción en tiempo real, el algoritmo se encarga de la medición de cantidad de tráfico y cuando una señal se está alejando de su célula principal, por lo tanto empieza a perder intensidad de señal, este sistema empieza a buscar un canal libre y de ser el caso necesario realiza el flujo hacia la nueva célula.

El análisis del tráfico es sin duda alguna uno de los puntos más importantes para montar una red móvil, en este estudio se analizará la configuración de equipos, la asignación de recursos, la ubicación de antenas, etc. El concepto de tráfico telefónico se lo definió por Díaz en el 2002 quien dijo: “Es el agregado de llamadas sobre un grupo de circuitos o troncales con respecto a la dirección de la llamada y a su cantidad. La teoría de tráfico esta basada en el estudio de la congestión, las llamadas perdidas y el grado de servicio”.

La congestión se define como la incapacidad de cualquiera de los componentes inmersos en el proceso de comunicaciones para mantener una llamada determinada, generalmente este problema aparece cuando existen más conexiones simultáneas de las que pueden soportar los equipos. Además, la congestión puede darse a cualquier hora, en cualquier momento, en cualquier red, cualquier día, minutos, etc. A mas de medir la congestión, se debe comparar con el grado de servicio que se define mediante el número de llamadas perdidas sobre el número total de llamadas ofrecidas, esto en cifras se puede obtener diferentes escalafones de medidas que varían desde una llamada perdida de cien realizadas, hasta una llamada perdida de un total de un millón realizadas.

Antes de mencionar en si los sistemas o algoritmos más utilizados, se detallan los componentes que intervienen a la hora de medir el tráfico y los niveles de implicación que cada uno de ellos tiene. En primer lugar se tiene el nivel denominando de llamada, que aparte de hacernos referencia al acto de la conversación entre dos usuarios vía voz, lo hace también cuando existe un dialogo mediante mensajes de texto. Estudios

han demostrado que este nivel de tráfico ocupa la posición número uno con un 70% pese a que cuando se ocupa un canal entero para una comunicación el 50% de tiempo, este no se lo utiliza ya que solo una persona es la que se encarga de hablar o de enviar el mensaje de texto de ser el caso. Además se puede mencionar que este nivel trabaja bajo un modelo de distribución exponencial pese a que también se lo ha definido como un modelo de Poisson.

El segundo nivel es transmisión, este si se lo toma como efectivo, que aparece únicamente cuando existe la interacción de una de las personas locutoras que se encarga del envío de datos, pues para el sistema resulta difícil localizar los puntos en los que hay el cambio de locutor, por tal motivo observa siempre sobre el 50% de comunicación efectiva. Este nivel sigue una distribución exponencial ya que el tiempo de transmisión de un interlocutor es el tiempo de silencio del otro.

Finalmente el último nivel se lo conoce como ráfaga, existen algunos sistemas que trabajan midiendo los niveles de ráfagas que existen en una comunicación lo que hace que el sistema sea mucho más eficiente puesto que se activa solo cuando se detecta un envío en las señales de datos, para esto los sistemas deberían contar con los métodos DAS (Detector de actividad de silencio), TASI (Tiempo de asignación de interpolación de palabra), DSI (Interpolación Digital). El nivel de ráfaga toma un comportamiento similar tanto en actividades de ruido y de señal siguen una distribución exponencial.

Mencionamos algunos de los sistemas más utilizados que nos sirven para modelar el tráfico de una red, según una definición brindada por Santa en el 2003 nos dice lo siguiente: “Los factores que determinan el cálculo son los siguientes: Llamadas entrantes y tiempo de retención para distribución, número de fuentes de tráfico, disponibilidad, manejo de las llamadas perdidas”.

La unidad de medida Erlang no tiene dimensión y es utilizada para estimar volúmenes de tráfico en una red celular basado principalmente en la teoría de colas investigada por el ingeniero Agner Krarup Erlang. Este sistema es un recurso que se utiliza de

forma continua bajo dos canales que operan al 50% cada uno, esto nos quiere decir que si en una red tiene dos teléfonos y los dos estas siendo ocupados en el mismo instante de tiempo, nuestra medida será de 2 Erlangs.

Se puede considerar a la medida Erlang como un multiplicador por unidad de tiempo, así se mueve durante una hora y el canal estuvo ocupado toda la hora eso equivale a un uso del 100% que nos representa 1 Erlang. Con el uso de esta unidad se puede medir los niveles de la calidad de servicio, es decir si tiene demasiados o muy pocos recursos asignados, a continuación se detallan tres modelos principales utilizados para la medición de tráfico.

4.1.1. Modelo Erlang B

Es un modelo de tráfico aleatorio, por tal motivo existen pérdidas de llamadas, colas de espera, etc. Este modelo no establece que existe poca o gran cantidad de llamadas para la medición del tráfico, sino más bien asume que el tráfico se mantiene constante y las llamadas pérdidas se las toma como valor cero y se borran para los cálculos. Siempre va a existir completa disponibilidad para cualquier llamada entrante. El tiempo entre dos llamadas siempre puede variar puesto que la toma es aleatoria.

Además asume una población infinita tal como se tiene los usuarios en la telefonía ofreciendo así tráfico a N cantidad de servidores. Es uno de los modelos más usados por las operadoras puesto que es el más estable.

Se procesa con la siguiente fórmula:

$$B(N, A) = \frac{AB(N-1, A)}{N + AB(N-1, A)}$$

Donde:

- B es la probabilidad de bloqueo
- N es el número de recursos como servidores o circuitos en un grupo
- $A = \lambda h$ es la cantidad de tráfico entrante expresado en Erlangs

4.1.2. Modelo Erlang C

Este modelo es muy similar al Erlang B, a diferencia que este si mantiene las colas en espera hasta que existan recursos disponibles para atender las llamadas, con esto principalmente se evita que se pierdan posibles conexiones, por tal motivo se los denomina también como sistemas con memoria. Este modelo es muy útil si se tiene una idea un poco más clara de cuantos abonados se tiene y cuantas personas hacen conexiones en ciertas horas determinadas. Se puede citar que de existir una gran carga de usuarios el sistema tiene una mayor probabilidad de colapsar puesto que más usuarios entrarían en cola esperando ser atendidos.

En este sistema los usuarios que no pueden ser atendidos de inmediato, se mantienen en espera hasta poder cubrir su petición. El número de llamadas aleatorias con el pasar del tiempo empieza a trabajar como un constante. Usa el modo de colas FIFO es decir el primero en entrar es el primero en salir.

Fórmula:

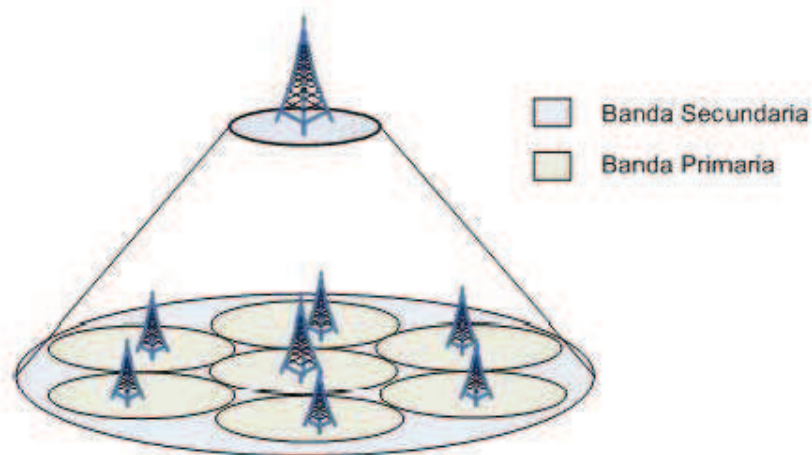
$$P_W = \frac{\frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}}{\sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}}$$

- A es la intensidad total del trafico ofrecido en unidades de Erlangs.
- N es la cantidad de servidores [número de troncales].
- PW es la probabilidad de que un cliente tenga que esperar para ser atendido

4.1.3. Modelo de despliegue celular

El modelo de despliegue celular trabaja con dos capas distintas, una capa primaria es utilizada para cubrir el despliegue celular inicial y con la segunda capa se ocupan de cubrir otras zonas las cuales la estación base principal no puede llegar a cubrir.

Figura 42



Distribución de Bandas

Fuente:

<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/933/7/T10696CAP2.pdf>

En este gráfico se observa la distribución de capas, una primaria que se encarga de cubrir la mayor parte de las zonas, y en aquellos puntos donde no logran ser cubiertas se coloca una capa secundaria para que pueda abarcar el resto, teniendo así una cobertura total del tráfico de red.

4.2. Protocolos, métodos y esquemas multicast con soporte de requerimientos de QoS.

4.2.1. AQoS

El protocolo QoS viene de sus siglas en inglés que significan (Quality of Service Management) se refiere a la gestión de una gama de diferentes actividades, de selección y asignación de recursos a través de la liberación de los mismos, dejando así a disponibilidad la mayor cantidad de recursos que sea posible. El enfoque es particularmente útil si la carga de trabajo o los cambios en el tráfico de red son

impredecibles durante el tiempo que dura una sesión activa. El administrador de la capacidad de servicios propone compensar la degradación de QoS y optimizar la utilización de los recursos, mediante el aumento del número de solicitudes de servicio gestionados por un agente durante un momento determinado. Tal situación podría tener lugar, por ejemplo, si la red subyacente o de recursos cambia en una forma impredecible.

El método AQoS hace referencia al *Aggregated Multicast Tree* para proporcionar la calidad de servicios necesaria sobre los flujos de datos IP. El tree manager propone un nodo centralizado que además tiene conexión con los demás nodos de su red, este nodo contiene en su interior información tal como:

- Topología de red.
- Disponibilidad de recursos.
- Grupos multicast.
- Requerimientos de calidad de servicios.

Además posee módulos lógicos de servicio compuestos por:

- Control de admisión que mantienen la información sobre el ancho de banda disponible en cada enlace.
- Funciones de ruteo dentro de las cuales se puede contar con la constante comunicación con los router vecinos para obtener información actualizada sobre la red en la que está operando.
- Políticas de control para mantener el control interno en la red.

Cuando se inicia una comunicación en la red, antes de tomar algún pedido con el tree manager, este pregunta a los routers de la red la siguiente información:

- Estado y disponibilidad de enlaces cercanos.
- Topología de red.
- Ancho de banda disponible en cada uno de los enlaces.
- Grupos de árboles multicast establecidos.

Una de las figuras más representativas en la QoS, se puede observar en el 3GPP y este a su vez en la tecnología UMTS para comunicación móvil en donde además intervienen los espectros de frecuencia, el poder de transmisión y los periodos de tiempo, la idea en sí es interactuar con estos factores de modo de optimizar los recursos de la mejor forma posible.

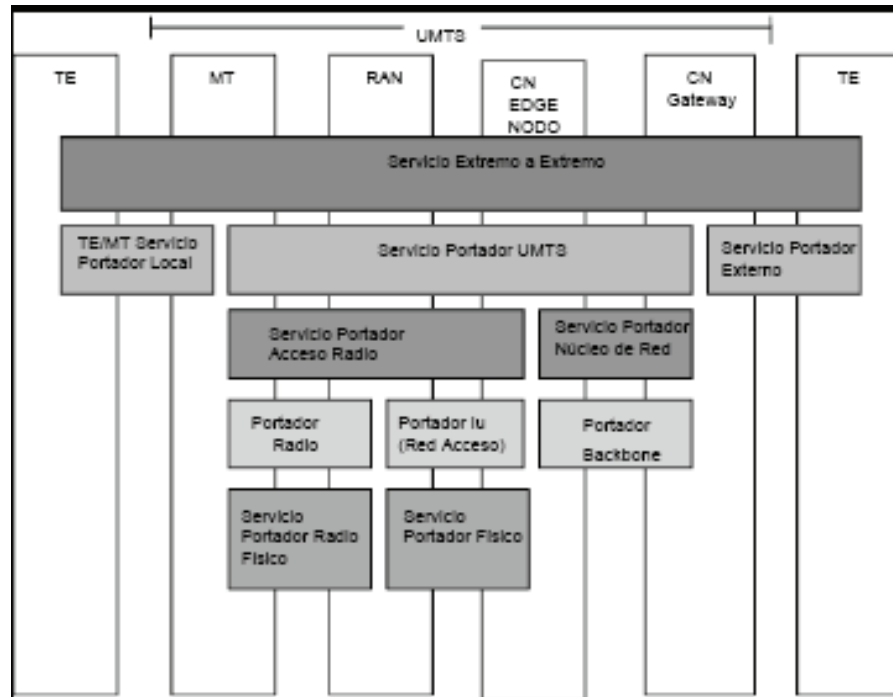
La gran diversidad de servicios que ofrece hoy en día la telefonía celular, hace que el ancho de banda cada vez sea más reducido, ocasionando así pérdida de información, errores en las comunicaciones, retardos en tiempo real de conexión, etc. Por tal motivo se hace necesaria la implementación de metodologías de calidad y servicio para manejar los recursos de la red.

En sí la calidad de servicio a más de ser considerada como la implementación como tal de las medidas, el punto más importante es como percibe el usuario el servicio que le ofrece la compañía móvil, teniendo en cuenta siempre que la calidad de servicio depende de todos los factores que intervienen en la comunicación, desde equipos celulares, distribución de redes, terminales, equipos de comunicación y enrutamiento, por tal motivo se debe de considerar todos los aspectos, y en especial en UMTS donde además interviene el tráfico de red, Internet, paquetes y datos, además de la comunicación de voz y de texto.

En lo que concierne al QoS en los servicios UMTS pues estos siguen una estructura de acuerdo a los niveles de acceso que se puedan tener a la red, así se tienen:

- Señalizaciones de control.
- Transporte de información del plano del usuario.
- Función de gestión de la calidad de servicios.

Figura 43



QoS en una Arquitectura UMTS

Fuente:

http://w3.iec.csic.es/ursi/articulos_modernos/articulos_gandia_2005/articulos/CMo2/220.pdf

En este gráfico se ven los niveles de la calidad de servicio en una arquitectura UMTS.

Existen otros componentes relacionados externamente con UMTS y tienes más incidencia en las normalizaciones genéricas de 3GPP, sin embargo el componente de servicio al portador es la que proporciona la calidad de servicio intrínseca.

El protocolo QoSM se basan en la clasificación de restricciones y limitaciones en las interfaces de aire para las normas 3GPP, que se puede dividir las en cuatro diferentes clases que son la conversacional, de tráfico, interactiva, de fondo, estas clases se distinguen porque el factor en común entre ellas es la sensibilidad al tráfico que tienen.

Las clases conversacional y de tráfico, se las usa principalmente para llevar flujos de tráfico en tiempo real, su principal función es analizar y cuan sensible es el tráfico en la red, ya que en este caso se habla de servicios en tiempo real tal como son las video conferencias.

La clase interactiva y de fondo son en cambio utilizadas para manejar el tráfico de todo lo que se refiere al Internet como tal, es decir, páginas web, servicios de mail, telnet, noticias, ftp, etc. A diferenciación de las otras dos clases, estas no toman en cuenta los tiempos de retardo y menos aún si se transmiten en tiempo real, sin embargo en cualquiera de los dos casos se ha llegado a tener una calidad de servicio muy alta que minimiza en gran parte los errores en codificación y transmisión. Además, hay que tener en cuenta que las clases de calidad y servicios que se ocupan del tráfico en tiempo real tienen una mayor prioridad sobre las otras dos que en sí trabajan con operaciones de fondo como descarga de archivos, lectura de correos electrónicos.

La componente portadora de servicios UMTS consta de dos partes, el servicio portador de Acceso Radio y el servicio portador de Núcleo de Red.

El servicio portador de Acceso Radio, es una de las partes más importantes puesto que afecta a la red de acceso como a la de transporte dentro del sistema, proporciona transporte de señalización e información de usuarios de forma confidencial entre el equipo móvil y el núcleo de la red Red, con la QoS negociada para el servicio portador UMTS. Este componente, se basa en las características de la interfaz radio del sistema y red de acceso, y debe ser mantenida para usuarios en movimiento.

El servicio portador Núcleo de Red, enlaza el Nodo de acceso del Núcleo con el nodo pasarela hacia redes externas conectadas al sistema UMTS, y ejecuta, básicamente, áreas de control y negociación con ésta. Para ello, hace uso de la estructura de conmutación de circuitos o de paquetes de la red, además que tienen en cuenta la perspectiva de topología de una red celular, y aspectos de movilidad y perfil del usuario.

4.2.1.1. Atributos y parámetros de QoS en UMTS

Son las características y parámetros que determinan individualmente la calidad de servicios del portador, se pueden definir varias características para cada una de las clases tal como sigue:

Conversacional y de Tráfico (puesto que las dos operan de una forma similar)

- Clase de tráfico
- Entrega ordenada
- Tamaño máximo de SDU⁸
- Tasa de SDUs erróneas
- Tasa de error de bit
- Retardo de transferencias
- Prioridad de asignación
- Descriptor de la fuente

Interactiva y de Fondo (de igual modo, las dos operan a la par)

- Clase de tráfico
- Entrega ordenada
- Tamaño máximo de SDU
- Tasa de error de bit
- Entrega de SUDs erróneas
- Prioridad de tráfico
- Prioridad de asignación
- Indicación de señalización

Cuando se hace referencia a las aplicaciones de datos, los parámetros determinantes en la calidad de servicios son el caudal, pérdida de paquetes, retardo de paquetes y

⁸Service Data Unit: Es un conjunto de datos que son enviados por un usuario de los servicios de una capa dada, y es transmitido sin cambios semánticamente a un usuario de servicios de pares.

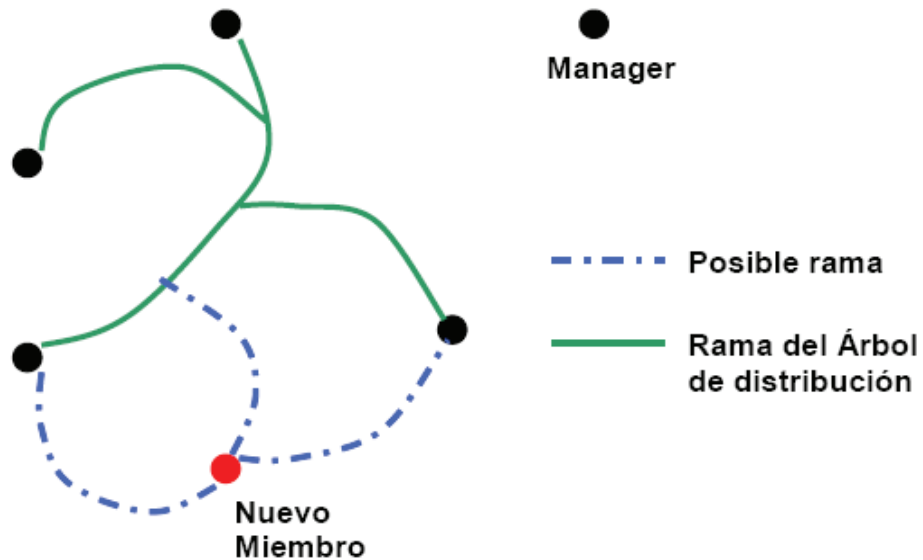
variación del retardo, además la operadora pone a consideración varios aspectos que serán percibidos por el usuario, estos son:

- Asignación de prioridades a cada tipo de servicio y a usuarios en el.
- Características de configuración en calidad de servicios según las capacidades generales y las interfaces de radio.
- Potencia recibida por el canal piloto.
- Potencia transmitida al portador, mediante código y por una canalización.
- Potencia transmitida por el terminal.
- Diferencia de tiempos de llegada de señales desde distintas células.

4.2.2 QoS MIC

Este protocolo de servicio trabaja con un ruteo heurístico, esto consiste en encontrar distintos caminos hacia nodos adyacentes, es decir no existe un nodo que sea el central de la red, si no más bien todos actúan como un conjunto para formar una mucho más grande y poderosa en cuanto a comunicaciones, con este servicio se puede manejar varias conexiones obteniendo un mejor performance y además que soporta más usuarios. Estructura tipo árbol

Figura 44



Esquema Tipo Árbol

Fuente:

<http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carrera/Magister/Redes20de%20Datos/Tesis/Tesis%20Perez%20David.pdf>

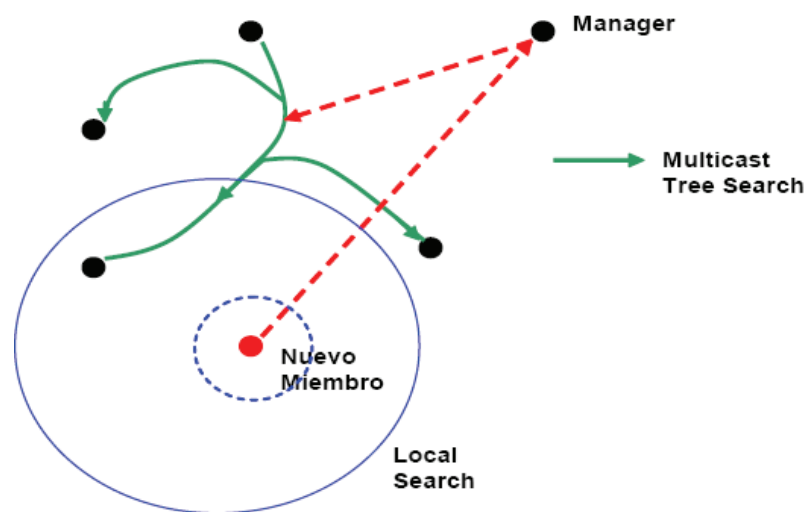
En este gráfico se tiene el esquema QoS MIC denominado también tipo árbol, se ven los puntos principales y las ramas de comunicación que existen entre ellas, además la posibilidad de plantear un nuevo punto principal y nuevos caminos de comunicación para mejorar la calidad de servicio dependiendo de la necesidad de la empresa en cuanto al manejo de usuarios se refiere.

Una de las técnicas manejadas por este protocolo de servicio es denominada receiver-driven y se compone de tres fases:

- Fase de búsqueda.- se identifican los nodos que actúan en el árbol y además se buscan los posibles candidatos para nuevos nodos, ya sea mediante una búsqueda local que consiste simplemente en hacer un broadcast y obtener respuesta de los nodos que se encuentren más cerca, o ejecutando un algoritmo especial de búsqueda que elige su mejor opción.

- Fase bid.- en esta fase los posibles nodos candidatos envían una señal bid, con esto los nodos que son parte del árbol envían datos para medir la calidad de servicio que cada uno está proporcionando y en base a ello elige el mejor camino.
- Fase de selección.- los nodos involucrados en el envío de la información selecciona su mejor opción para formar un nuevo nodo como parte del árbol.

Figura 45



Protocolo de Selección

Fuente:

<http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carrera/Magister/Redes20de%20Datos/Tesis/Tesis%20Perez%20David.pdf>

Se expone un ejemplo gráfico de cómo opera el protocolo para buscar nuevos nodos, por un lado se tiene la búsqueda local que nos limita a ciertos puntos, y por otro la búsqueda mediante algoritmo para elegir el mejor candidato.

Para establecer la conexión se cuenta con cuatro pasos que son los siguientes:

- El nuevo nodo selecciona su mejor candidato adyacente dependiendo de sus necesidades de calidad de servicio, esto lo hace basándose en el mensaje bid anteriormente enviado.

- El nodo que tenga la mejor calidad de servicio, envía un mensaje tipo join hacía el nodo nuevo con el cual desea establecer la conexión.
- Una vez que se estableció la conexión mediante el mensaje join, se comienza la enviar la información mediante el nuevo camino de árbol que se fue definiendo.
- Cuando toda la información ha llegado hacia un nodo, este comienza nuevamente el proceso de búsqueda y de conexión para continuar con el paso de la información.

Características principales:

- Es un protocolo de ruteo el cual en base a la calidad de servicio ofrece soluciones muy viables y flexibles.
- Identifica múltiples caminos y dependiendo del requerimiento del usuario elige el se ajuste de mejor manera.

La calidad de servicio depende de la información que pasó por los nodos, ya sea de los nodos que forman parte del árbol así como de los nuevos que tratan de formar parte del camino.

4.2.3 QMRP

QMRP se plantea como un protocolo de ruteo IP Multicast que tiene en cuenta aspectos de QoS y que presenta una mayor escalabilidad que IP Multicast Nativo. Proporciona el soporte de requerimientos de QoS no aditivos, como ancho de banda y espacio en *buffers*.

4.2.3.1. IP MULTICAST.

Multicast se basa en el concepto de grupo. Un grupo arbitrario de receptores esperan recibir un particular flujo de datos. Los grupos no tienen ningún sentido físico de ubicación, pueden localizarse en cualquier parte de Internet. Los *Hosts* que estén interesados en ser receptores de un flujo de datos, deben unirse al Grupo Multicast usando la dirección IGMP del grupo. Los *hosts* deben ser miembros del grupo para recibir el flujo de datos. Las direcciones IP Multicast especifican un conjunto arbitrario

de *hosts* que pertenecen a un grupo Multicast, los cuales recibirán el tráfico enviado a ese grupo.

IP Multicast es una tecnología basada en la optimización del uso del ancho de banda, entregando simultáneamente un sólo flujo de información a los destinatarios del mismo. Entrega tráfico desde una fuente, *source*, a los múltiples receptores, *receivers*, sin agregar carga adicional en la fuente o los receptores, utilizando el menor ancho de banda de la red cualquiera sea la tecnología.

En IPv4 las direcciones IP Multicast son direcciones clase D:

224.0.0.0 a 239.255.255.255

Este rango de direcciones sólo se utiliza para identificar la dirección de grupo o la dirección IP de destino del tráfico IP Multicast.

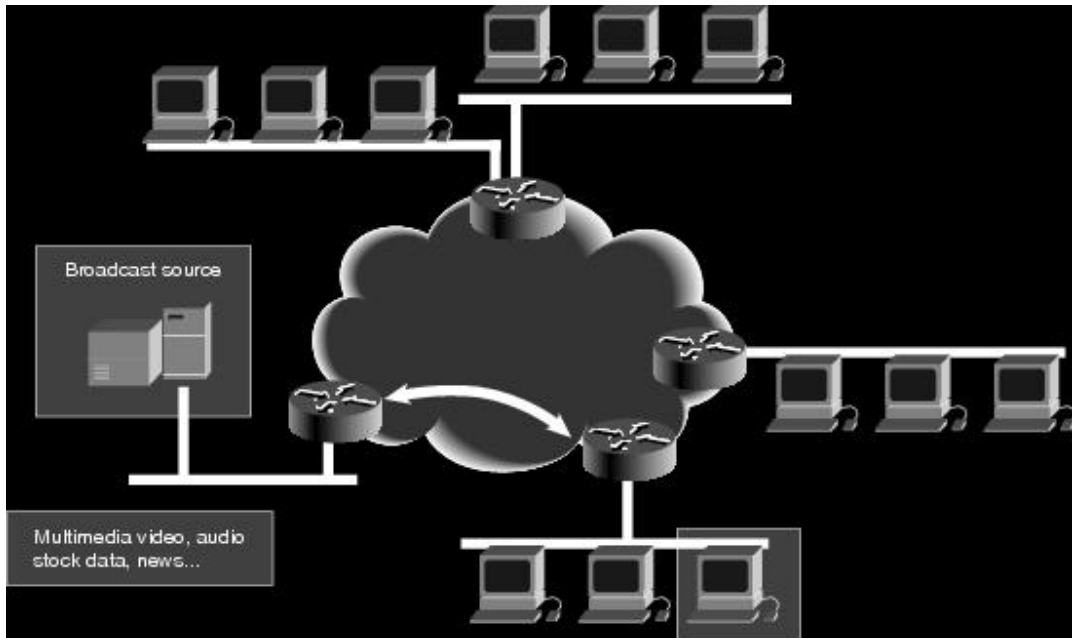
4.2.3.2. ÁRBOLES MULTICAST DE DISTRIBUCIÓN.

Los *routers* Multicast crean árboles de distribución que controlan el camino de los paquetes IP Multicast a través de la red para entregar el tráfico a todos los receptores.

Los dos tipos básicos de árboles de distribución IP Multicast son:

- Source Tree
- Shared Tree

Figura 46



Esquema de Árboles de Distribución

4.2.3.3. Source Tree

La forma más simple que toma un árbol de distribución en IP Multicast es *Source Tree*, formando una topología tipo *Spanning Tree* entre las fuentes y los receptores. Esta topología utiliza el concepto del camino más corto, se lo llama también *SPT (Shortest Path Tree)*.

4.2.3.4. Shared Tree

A diferencia de la topología *Source Tree*, la topología *Shared Tree* utiliza una única raíz, *root*, situada en algún punto de la red. Dependiendo del protocolo IP Multicast utilizado, esta es a menudo denominada *Rendezvous Point, RP*, o *Core*. Al utilizar esta topología de distribución, las fuentes envían el tráfico al *RP* definido por el protocolo IP Multicast, y este lo direcciona al grupo IP Multicast destino.

4.2.3.5. Ciclo de vida de un grupo IP Multicast

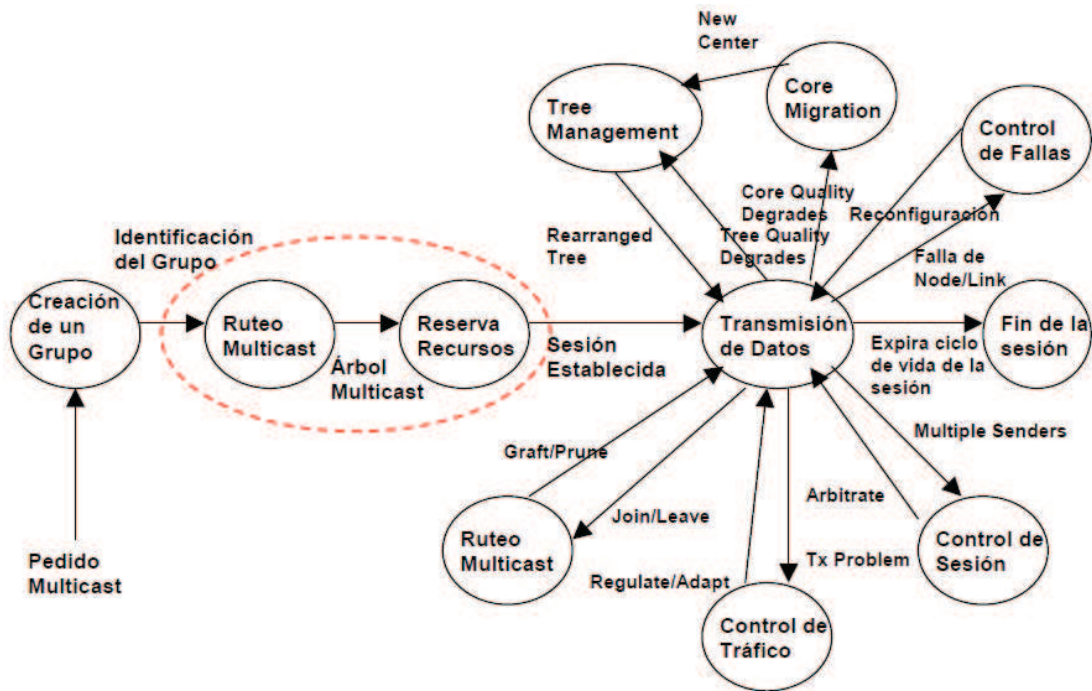
Una arquitectura de red que tiene como objetivo proveer soporte a comunicaciones Multicast, se ve sobrecargada con la tarea de administrar las sesiones Multicast de una

manera transparente hacia los usuarios, lo cual impone ciertos requisitos en la implementación de este tipo de redes.

Las fases o pasos más relevantes durante el ciclo de vida de una sesión IP Multicast se pueden resumir como:

- ◆ Creación del grupo o sesión Multicast.
- ◆ Construcción del árbol de distribución.
- ◆ Transmisión de datos.
- ◆ Deshabilitación de la sesión Multicast.

Figura 47



Sesión Multicast

Fuente:

<http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carrera/Magister/Redes20de%20Datos/Tesis/Tesis%20Perez%20David.pdf>

El primer paso en la iniciación de una sesión Multicast es asignar una única dirección al grupo Multicast, tal que los datos de un grupo no colisionen con los de otro. Tanto los grupos (o sesiones) como las direcciones Multicast tienen un tiempo de vida asociado.

Las direcciones de los grupos pueden ser estáticas o dinámicas, dependiendo de si fueron asignadas en forma permanente a un determinado grupo o si son asignadas a diferentes grupos en distintos instantes de tiempo. La forma más habitual de asignar direcciones a los grupos es asignar direcciones estáticas a grupos Multicast permanentes, y direcciones dinámicas a grupos transitorios.

4.2.3.6. Construcción del Árbol de Distribución.

Una vez que el grupo fue creado, se construye el árbol de distribución. La determinación de la ruta del tráfico Multicast es una tarea relacionada con la construcción del árbol de distribución. Se pueden mencionar tres características que hacen a la definición del mecanismo utilizado para la construcción del árbol Multicast:

- Las fuentes necesitan transmitir un único paquete a través del árbol hacia los receptores.
- La estructura del árbol debe permitir transmisiones en paralelo hacia varios receptores.
- La estructura del árbol debe minimizar la replicación de los paquetes de datos.

4.2.3.7. Deshabilitación de la Sesión Multicast

En algún momento, cuando el tiempo de vida de la sesión expira, la fuente iniciará los procedimientos para dar de baja la sesión. Esto involucrará la liberación de los recursos reservados para la sesión a lo largo de los enlaces que componen el árbol de distribución Multicast, y el “borrado” de las entradas en la tabla de ruteo

correspondiente. Finalmente se libera la dirección IP Multicast asociada al grupo Multicast.

Las características más importantes de este protocolo de ruteo se pueden resumir en:

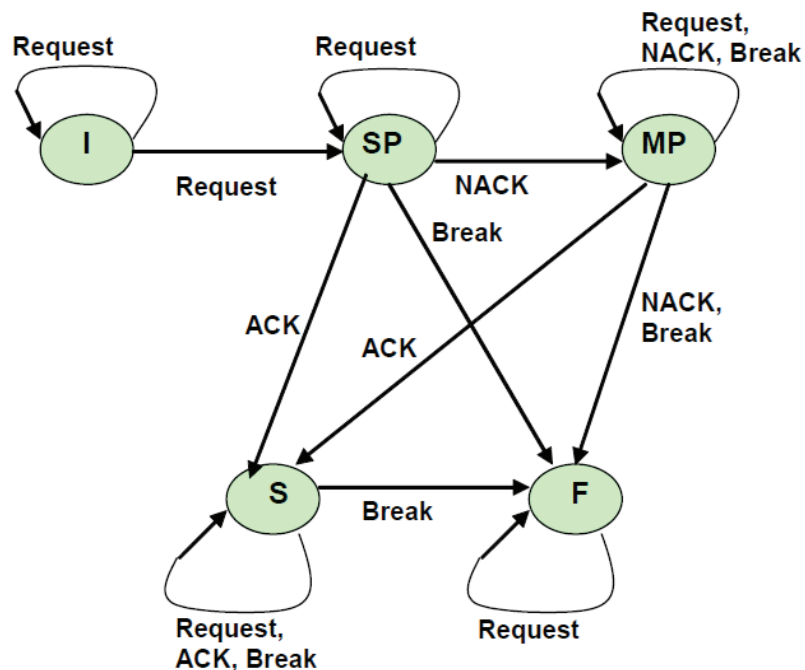
- Escalabilidad: lo logra reduciendo el overhead en la construcción de los árboles de distribución. Intercambia entre ruteo single-path y ruteo multiple-path de acuerdo con las condiciones de la red, y sólo agrega, en forma incremental, caminos adicionales dentro de los procesos de búsqueda.
- Requerimientos de QoS: minimiza el overhead y maximiza la posibilidad de éxito, tal que los procesos de ruteo tienen la capacidad de manejar requerimientos de QoS.
- Eficiencia: detecta múltiples ramas de un árbol para un nuevo miembro, seleccionando la mejor de ellas según los requerimientos este último.
- Robuste: no se basa en un elemento extra de control, el proceso de ruteo es enteramente descentralizado.
- Operatividad: puede operar sobre protocolos Unicast ya existentes en la red.
- Respuesta: presenta un mecanismo que permite detectar la terminación del proceso de ruteo, ya sea por una falla o que haya terminado en forma satisfactoria.

El protocolo comienza con la elección de un único árbol de distribución, pero en caso de ser necesario, puede expandir la búsqueda separándola en uno o más puntos de manera controlada. Estos puntos son seleccionados según las condiciones de la red.

4.2.3.8. Estados de QMRP

El protocolo QMRP implementa un mecanismo de cinco estados en cada nodo, donde el comportamiento de cada nodo dependerá del estado en que este se encuentre, pudiendo cambiar su estado luego de recibir un mensaje de control. En la siguiente figura se muestra el comportamiento de un nodo en cada uno de los estados de QMRP, y cuando un nodo cambia de estado. Mientras un nodo incrementa su propia maquina de estados, el comportamiento colectivo de todos los nodos da forma al proceso de ruteo.

Figura 48



Protocolo QRMP

Fuente:

<http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carrera/Magister/Redes20de%20Datos/Tesis/Tesis%20Perez%20David.pdf>

Los cinco estados representados en la figura anterior son:

1. *I*: estado inicial.
2. *SP*: estado *Single Path*.
3. *MP*: estado *Multiple Path*.
4. *F*: estado de falla.

5. S: estado de éxito.

Los mensajes se definen como:

Request: posibilitan el procedimiento de búsqueda.

NACK: detiene la búsqueda del árbol de distribución, y a la vez inicializa el estado *MP* en el nodo receptor, lo cual subsecuentemente amplía la búsqueda.

Break: detiene la búsqueda del árbol de distribución, sin inicializar el estado *MP* en el nodo receptor.

ACK: transforma una rama de la búsqueda del árbol de distribución como una parte del árbol Multicast. También transporta las propiedades de QoS del camino (como: *delay*, ancho de banda, etc).

4.2.4. SoMR

Es un protocolo de ruteo Multicast que permite tener en cuenta condiciones de QoS. Minimiza los requerimientos del sistema, dependiendo sólo de los estados locales almacenados en los nodos de la red. El proceso de ruteo es totalmente descentralizado. Este protocolo SoMR fue diseñado para aplicaciones con requerimientos de QoS aditivos como el *delay*. Elimina el almacenamiento temporal de estados por grupo y por mensaje *Join* en los *routers*.

No requiere almacenar otro estado extra de ruteo más que el árbol de distribución. Elimina el mecanismo de búsqueda del árbol de distribución que presenta QMRP, lo cual simplifica su implementación.

Emplea un mecanismo denominado *Early-Warning*, el cual le permite tener en cuenta las características aditivas de requerimientos de QoS como el *delay*, por el cual se

identifica el punto más apropiado para explorar caminos alternativos que le permiten maximizar la probabilidad de éxito. Presenta un buen balance entre el *overhead* de comunicación y la probabilidad de éxito.

4.2.5 RIMQoS

Las principales características de este protocolo son:

Brinda soporte de condiciones de QoS Multicast con esquemas de membresía tanto dinámicos como estáticos.

Intenta minimizar el costo de un árbol de distribución; para lo cual, permite que un nodo se una a un árbol de distribución a través de un camino de bajo costo.

Permite cambiar un miembro de una rama del árbol a otra, la cual posea mejores condiciones de calidad de servicio.

Permite una implementación totalmente distribuida y el soporte de múltiples métricas de QoS y requerimientos.

Reduce la cantidad de mensajes que se tendrían en un esquema Multicast Nativo, simplificando el procedimiento de *Join* de los nuevos miembros.

No requiere el conocimiento previo de los miembros existentes.

El procedimiento de reservación de recursos no requiere la utilización de demasiados recursos en los nodos de la red.

Fue desarrollado para soportar la implementación de calidad de servicio bajo un esquema Multicast desde una única fuente hacia varios receptores.

RIMQoS fue diseñado para trabajar sobre protocolos de ruteo existentes, los cuales soporten QoS y tengan la funcionalidad de pre-calculer los caminos.

Breve descripción del protocolo:

Cuando un nuevo miembro, receptor, solicita unirse a un grupo, envía un mensaje *Join Request* hacia la fuente, o hacia el nodo raíz del árbol de distribución. Luego, cada interfase en la tabla de ruteo Multicast será etiquetada como *Active*, activa, o *Pending*, pendiente. Así, el tráfico Multicast sólo será reenviado por las interfases activas.

Para la reservación de recursos se utilizan dos tipos de mensajes: *Accept Notification* y *Deny Notification*. Cuando un mensaje *Join Request* es aceptado o no, en algún nodo, un mensaje *Accept/Deny Notification* será enviado hacia el nuevo receptor. Los mensajes *Accept Notification* reservarán los recursos necesarios, cambiando las indicaciones de *Pending* a *Active*, a medida que atraviesan las interfases de los nodos.

Cuando un miembro deja un grupo, enviará mensajes *Prune* en dirección *upstream* a lo largo de las ramas del árbol de distribución.

Cuando un miembro se une a un grupo, los “*contratos de servicio*” concernientes a las condiciones de QoS serán efectivos hasta tanto la conexión sea liberada. No se consideran renegociaciones sobre la calidad de servicio.

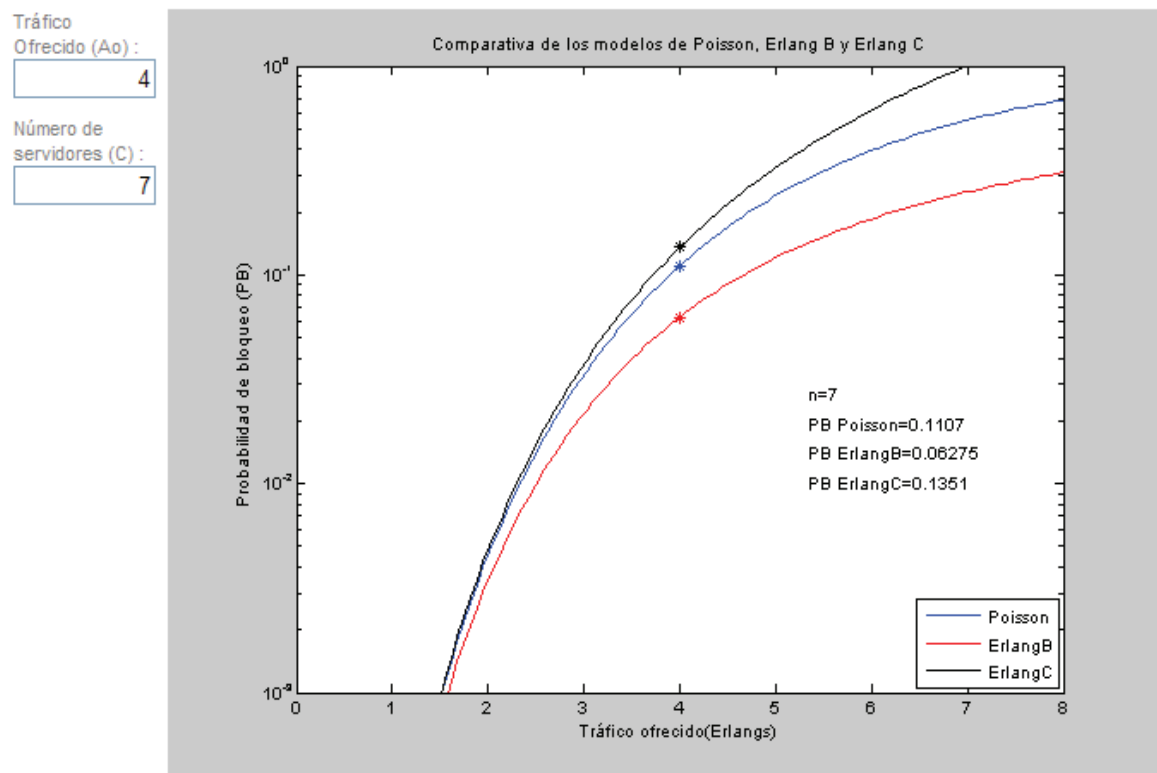
Tanto el nodo fuente como los nodos interiores de un árbol de distribución enviarán mensajes QoS *Probing* en forma periódica, o bajo ciertos umbrales, hacia todos o algunos de los nodos receptores. Los nodos intermedios procesarán y modificarán estos mensajes, tal que la información sobre la calidad de servicio del camino entre la fuente y el nodo receptor sea transportada en el mensaje.

En RIMQoS se delega la mayor parte de la complejidad de cómputo a los nodos receptores. Estos nodos realizan los cálculos necesarios para el ruteo de los mensajes y paquetes de datos, mientras que el resto de los nodos del árbol de distribución sólo realizan el procesamiento de los mensajes.

4.3 Análisis comparativo técnico - económico de las 2 aplicaciones más utilizadas.

Con la ayuda de un software en línea se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 49



Resultados Modelos más Utilizados

Fuente:

http://laboratoriosvirtuales.upv.es:8080/eslabon/Ejercicio?do=OA_Comparativa_Modelo

S

Para la obtención de los resultados técnicos entre los modelos mas utilizados se planteo como parámetros 4 Erlangs, que no es mas que la unidad de medida que se

manipulo como marco de referencia para comparar los modelos detallados en el punto 4.1.

Los 4 Erlangs representan el 100 por ciento del trafico manejado en la red, además se tomaron para la practica 7 servidores o troncales ya que de esta manera los resultados son mas fáciles de manipular.

Como se observa en la figura en el modelo Erlang C, el bloqueo es mayor que en los otros 2 ya que este utiliza un algoritmo de encolamiento lo cual no funciona cuando se tiene una cantidad alta de usuarios ya que se satura la red.

En cuanto a Poisson la variación del bloqueo no dista mucho de la anterior, pero el modelo Erlang B tiene un porcentaje mayor de fluidez de tráfico ya que maneja el tráfico aleatoriamente en donde existe perdida de cola en espera y las llamadas pueden ser enviadas a otras rutas.

Bloqueo = perdida del sistema.

4.3.1. ANALISIS ECONOMICO

Los costos que se reflejan en la instalación de una red varían de acuerdo al diseño del mismo, por ejemplo los costos de infraestructura se muestran principalmente en el precio entre las estaciones base, ya que el manejo de una tecnología u otra no son un factor diferenciador.

El tráfico telefónico corresponde a uno de los análisis mas importantes cuando de presupuestar se trata ya que de su estudio depende el diseño de las redes de comunicación e incluso de la ubicación de las antenas.

El momento de planificar la red se debe realizar una caracterización del tráfico, para de esta manera establecer la carga esperada y así mismo cumplir con las necesidades de comunicación entre los usuarios.

Otro factor muy importante en el momento de realizar un análisis económico es el de la congestión, que no es más que la incapacidad de la red o de sus componentes para atender una llamada o servicio en un momento determinado.

Para poder determinar las dimensiones de las instalaciones telefónicas en concordancia con las necesidades requeridas, se debe reconocer la naturaleza del tráfico telefónico y su distribución con respecto al tiempo y destino.

Las duraciones de las llamadas son otro factor muy importante que se debe considerar, porque aunque la duración de cada llamada varía depende del mes, se ha determinado que en un promedio las llamadas que superan los 3 minutos son muy frecuentes, y las que duran 10 minutos o más son ocasionales.

Tomando en cuenta todos estos factores se puede llegar a una conclusión adecuada que ajuste con los requisitos de la red que se desea implantar.

A continuación se presentara los valores estimados para la instalación, implementación y mantenimiento de una Red inalámbrica para celulares con un alcance de 7 Km. de radio y con una utilización de la Tecnología GSM en la banda de 800 Mhz.

4.3.1.1. Determinación de la Cobertura:

Para los cálculos predictivos de cobertura se ha tomado en cuenta los siguientes detalles:

- Altura de la Torre: 45 m.
- Potencia de Transmisión: 43 dBm
- Ganancia de Antenas: 17 dB
- Potencia Irradiada: 57.4 dBm
- Nivel de Señal mínimo: -95 dBm

4.3.1.2. Servicio de Telecomunicaciones a ser Ofertados

Los servicios que ofrecería la Red inalámbrica serían:

- Telefonía Fija residencial inalámbrica
- Telefonía Fija de uso publico
- Telefonía Móvil en un área de cobertura de 7 Km.

4.3.1.3. Demanda esperada de los servicios ofertados

Se espera que esta base celular permita atender una demanda:

Inicial: 142 usuarios de telefonía móvil, 23 usuarios de telefonía fija residencial y 6 teléfonos de uso publico.

Final: 926 usuarios de telefonía Móvil, 93 usuarios de telefonía fija residencial y 6 teléfonos de uso publico

4.3.1.4. Costo de la Infraestructura

La infraestructura a ser implementada en forma resumida involucra una inversión de US\$ 325,451.81

DESCRIPCION	PRECIO US\$
Obras civiles e instalaciones electricas de baja tension	144.409,49
Suministro de estructura metálica (Torre de 54 Mts. Autosoportada)	43.059,75
Complemento de Estructura metálica (Instalacion y transporte)	12.863,32
Acometida Electrica 2 Km.	58.484,01
Equipamento celular (transceptor, antenas, cables, instalacion, transporte)	45.738,50
Equipamento estacion terrena (antena, modem, instalacion, transporte)	20.896,74
TOTAL	325.451,81

4.3.1.5. Costos de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura

Los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura se encuentran resumidos en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	MONTO MENSUAL	MESES	MONTO ANUAL
Enlace	938,00	12	11.256,00
Energía	400,00	12	4.800,00
Mantenimiento	300,00	12	3.600,00
TOTAL	1.638,00		19.656,00

4.4. Resumen Ejecutivo

Modelo	Descripción	Recomendación
Modelo Erlang B	Es un modelo de tráfico aleatorio, por tal motivo existen pérdidas de llamadas, colas de espera, etc. Este modelo no establece que existe poca o gran cantidad de llamadas para la medición del tráfico, sino más bien asume que el tráfico se mantiene constante y las llamadas pérdidas se las toma como valor cero y se borran para los cálculos.	Asume una población infinita tal como se tiene los usuarios en la telefonía ofreciendo así tráfico a N cantidad de servidores. Es uno de los modelos más usados por las operadoras puesto que es el más estable.
Modelo Erlang C	Este modelo es muy similar al Erlang B, a diferencia que este si mantiene las colas en espera hasta que existan recursos disponibles para atender las llamadas, con esto principalmente se evita que se pierdan posibles conexiones, por tal motivo se los denomina también como sistemas con memoria.	Este modelo es muy útil si se tiene una idea un poco más clara de cuantos abonados se tiene y cuantas personas hacen conexiones en ciertas horas determinadas. Se puede citar que de existir una gran carga de usuarios el sistema tiene una mayor probabilidad de colapsar puesto que más usuarios entrarían en cola esperando ser atendidos.
Modelo de Despliegue Celular	El modelo de despliegue celular trabaja con dos	Para lugares de difícil acceso en donde una capa

	capas distintas, una capa primaria es utilizada para cubrir el despliegue celular inicial y con la segunda capa se ocupan de cubrir otras zonas las cuales la estación base principal no puede llegar a cubrir.	primaria se encarga de cubrir la mayor parte de las zonas, y en aquellos puntos donde no logran ser cubiertas se coloca una capa secundaria para que pueda abarcar el resto, teniendo así una cobertura total del tráfico de red.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.- DESARROLLO DEL PROTOTIPO

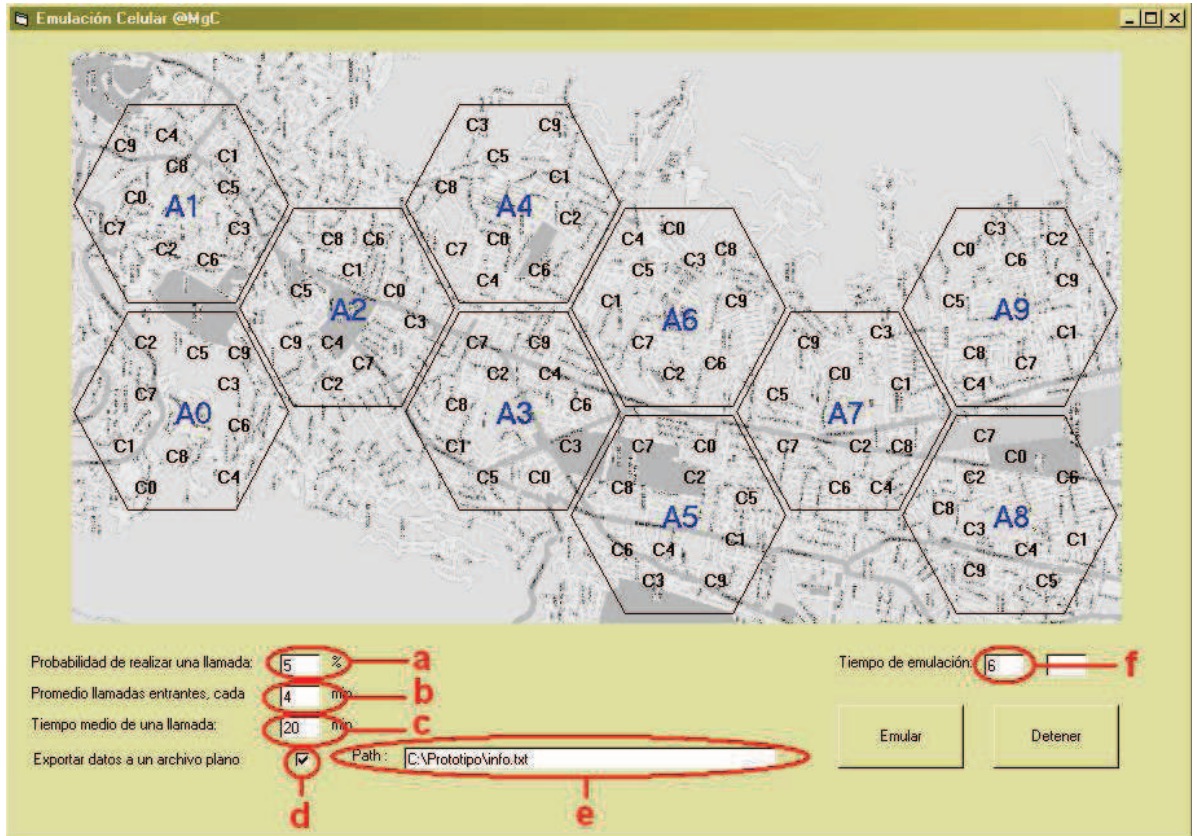
MANUAL TÉCNICO “EMULACIÓN CELULAR @MgC”

Objetivo del desarrollo

Se deberá crear un prototipo que sea capaz de emular la teoría propuesta en el presente desarrollo de disertación de tesis, además de verificar su funcionamiento práctico contra el teórico.

Requisitos

En base a la teoría planteada se requiriere emular el comportamiento celular dentro de una ciudad, para ello se ingresará datos de entrada que serán obligatorios para el correcto funcionamiento del prototipo, los cuales son:



- a) Probabilidad de realizar una llamada.- Valor numérico dado en porcentaje que indica la probabilidad de que un equipo inicie una llamada dentro de una unidad de tiempo, en este caso la medición será una hora (1 Erlang).
- b) Promedio llamadas entrantes, cada.- Valor numérico medido en minutos, este valor dirá cada que intervalo de tiempo entra una llamada en un equipo móvil dentro de una ciudad.
- c) Tiempo medio de una llamada.- Valor numérico medido en minutos, hace referencia a la cantidad de tiempo que una llamada permanece activa, es decir el tiempo medio de conexión entre dos diferentes equipos móviles.
- d) Exportar datos a un archivo plano.- Valor tipo booleano, se manifiesta como encendido (true) o apagado (false), dependiendo del estado de este campo se habilitará el campo "Path" para bajar la información hacia un archivo plano ubicado en el disco duro local.

- e) Path.- Recibe valores de tipo alfanumérico, este campo trabaja en base al campo anterior, cuando este campo se habilite se podrá ingresar una dirección física en el disco local para grabar el archivo con la información numérica de la emulación.
- f) Tiempo de emulación.- Campo de tipo numérico, la cantidad ingresada en este campo determinará el tiempo máximo que durará la emulación y más específicamente la toma de datos por debajo para la generación del archivo plano.

Restricciones y Limitaciones

Debido a que este prototipo es una emulación de una de las aplicaciones para el análisis del tráfico de una red, no emulará todos los comportamientos conocidos en la práctica real, para este caso se ha tomado el modelo “Erlang B” que según la teoría es el más estable puesto que tiene menos probabilidad de bloqueo

Estructura de Datos

Se crea una base de datos con dos tablas para la interacción de la información, las tablas y el mapeo de campos se detalla a continuación:

- a) Tabla “Celulares”:

Nombre del Campo	Tipo de Dato
<u>Celular</u>	Texto (8)
Ocupado	Bolean (s/n)

- b) Tabla “Llamadas”:

Nombre del Campo	Tipo de Dato
------------------	--------------

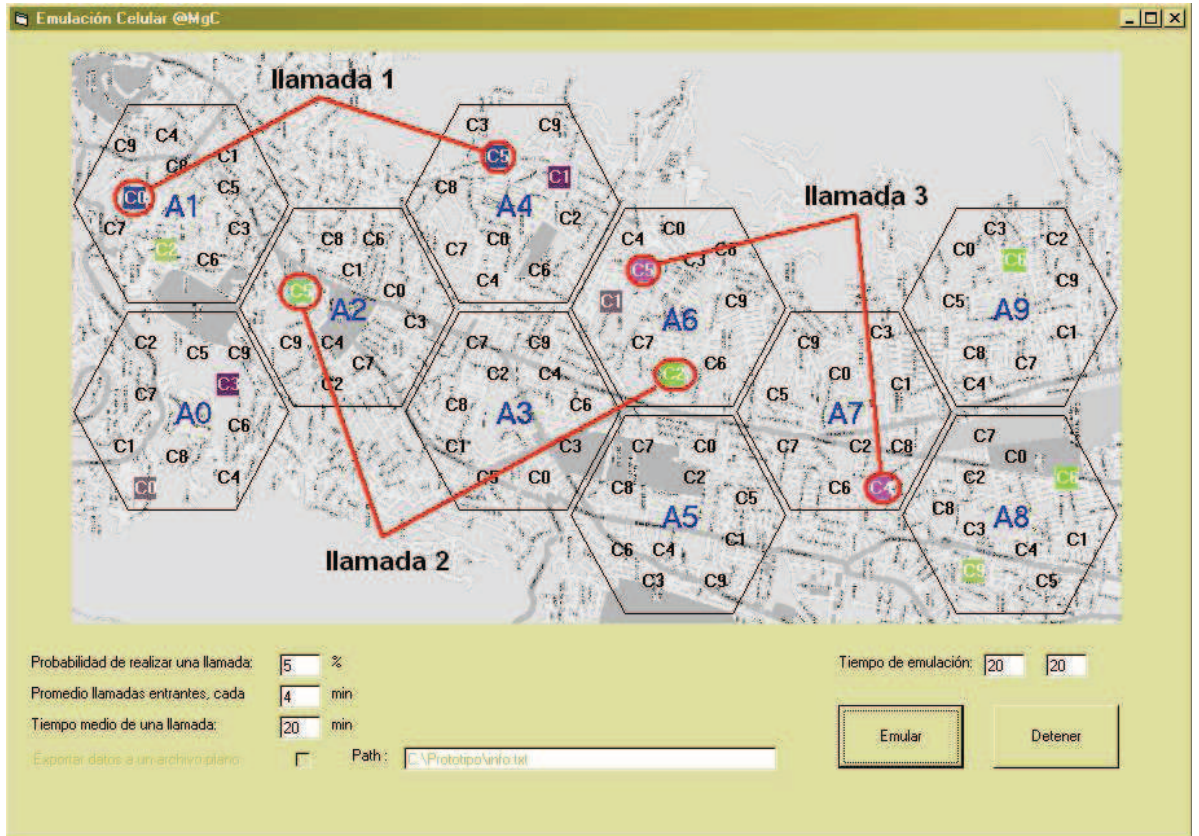
<u>Llama</u>	Texto (8)
Contesta	Texto (8)
Tiempo	Número (Entero)

Diseño del Proceso

El prototipo emula el funcionamiento de una red celular dentro de una gran ciudad. Para esto se armó paneles cada uno con su respectiva antena y con su rango de cobertura, dichos paneles se extienden a lo largo de la ciudad cubriendo toda la zona urbana, dentro de cada panel se manejará varios celulares los cuales trabajarán de forma real, es decir, un equipo realizará una llamada y habrá un receptor además estos permanecerán conectados por n ciclos de tiempo antes de liberarse y que puedan nuevamente realizar otra llamada.

El proceso toma como variables de entrada los datos ingresados por pantalla, en base a estos datos y a un juego de probabilidades aleatorias comienza el funcionamiento del prototipo que trabaja en forma de carrusel durante el tiempo que se definió para que dure la emulación.

Debido a que se utilizó un modelo "Erlang B" se maneja tráfico aleatorio y no existen colas de llamadas, con esto la emulación hace un barrido de todos los equipos y en base a los datos ingresados y a otros datos aleatorios propios del tráfico, se comienza a buscar un candidato para realizar una llamada, acto consecutivo y en base a los mismos criterios utilizados anteriormente se busca el equipo que atenderá dicha llamada, a estos se le asigna un tiempo medio de conversación. El proceso se puede visualizar en la pantalla de emulación puesto que los equipos en contacto toman diferentes colores pareados y permanecen prendidos durante el tiempo que se les fue asignado.



Una vez que ha transcurrido el tiempo asignado, los dos equipos se liberan y quedan listos para entrar nuevamente en el flujo de llamada-contesta, la emulación cae en un período cíclico hasta que termine el tiempo de emulación.

Una gran funcionalidad que tiene el prototipo es que todos los datos se pueden exportar a un archivo plano para su análisis, manejo de estadísticas, nuevas probabilidades, etc.

Finalmente se deberá comprobar que el modelo “Erlang B” cumple con lo especificado en la teoría, es decir que es el modelo más estable y tiene una probabilidad casi nula de caerse, en nuestro caso podremos visualizar el error cuando el sistema llegue a una sobre carga, arrojará un mensaje propio del sistema y no continuará con su funcionamiento.

6. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las redes inalámbricas son utilizadas según los requerimientos de las empresas u organizaciones; estos requerimientos podrían satisfacerse también con el uso de redes convencionales, pero la diferencia radica en el precio, además existe una característica fundamental en las redes inalámbricas que no pueden superar las redes cableadas; la movilidad.
- Los costos iniciales para la instalación de una red inalámbrica dentro de una organización suelen ser altos, además que se requiere de un análisis del medio en donde se va a realizar la instalación ya que pueden existir obstáculos que interrumpen la señal; así mismo la capacitación de los usuarios es indispensable, pero todo estos costos se ven reflejados en el ahorro a mediano y largo plazo.
- Existe una gran variedad de tecnologías y formas en las que se puede desarrollar una red inalámbrica ya sea infrarroja, bluetooth, etc. Lo cual hace que estos sistemas se adapten fácilmente a los requerimientos de las empresas.
- Lo que ha retrasado las telecomunicaciones y el desarrollo de sistemas inalámbricos es la falta de credibilidad en que el país no esta preparado o que no tiene la tecnología necesaria para la implementación de este tipo de sistemas.
- Los riesgos para la salud producidos por las redes inalámbricas son mínimos. En cuanto al uso de teléfonos celulares hasta el momento no existe un estudio que pueda afirmar el peligro de daño cerebral o de cualquier otro tipo por el uso de estos teléfonos. De existir cierto riesgo, este se daría únicamente para las personas que usan el teléfono celular por más de una hora diaria con el aparato completamente junto a su oreja, y ni siquiera esta afirmación ha sido

comprobada. En el caso de redes inalámbricas, no es necesario que una persona se encuentre cerca del transmisor – receptor a ningún momento por lo que el peligro es nulo.

- El conocido uso del protocolo TCP/IP no es apto para redes inalámbricas, por este motivo se creó el protocolo Mobile IP que sí realiza un direccionamiento adecuado cuando existen varias celdas en una red inalámbrica.
- La tecnología 3G adecuadamente implementada es una herramienta para lograr la eficiencia y eficacia de muchos procesos que de otra manera estarían a merced del talento y la capacidad de las personas, y aun las personas talentosas y capaces pueden cometer errores y siempre les tomara más tiempo realizar un proceso que no se encuentra automatizado.
- Otra ventaja de las redes inalámbricas es cuando se debe salvar distancias; aunque sea una distancia pequeña.
- La creación de estándares especializados en redes informáticas inalámbricas está entusiasmando a los fabricantes a colocar más productos en los mercados, lo que ha ocasionado la baja de sus precios en gran medida en los últimos años. Además se ha tomado la precaución de no exigir demasiado dentro de estos estándares, es decir un sistema de distribución específico, lo que hace que las redes inalámbricas puedan funcionar bajo un sin número de plataformas. Además es un factor atractivo para las organizaciones interesadas en este tipo de tecnología 3G ya que no deben hacer grandes modificaciones a sus estructuras informáticas existentes, únicamente una inversión con mucho rédito a futuro.
- Una desventaja que existe en nuestro país es que no se dispone de mucha bibliografía en cuanto a redes inalámbricas o tecnologías 3G, por consiguiente se hace muy difícil la investigación.

- Una de las partes más importantes al momento de instalar una tecnología 3G es el levantamiento de la información, debido a que de esto depende el éxito fracaso en la implementación de la misma.
- Para que la evaluación de la información sea exitosa se necesita gente que sea muy capaz, es decir que domine en tema ya que esto encierra muchos temas y términos técnicos que en el transcurso se deberán conocer a fondo.
- La tecnología 3G ha llegado a tener un gran auge a nivel mundial, en el caso de nuestro país va creciendo paulatinamente su implementación debido a la necesidad de los usuarios.
- Con el desarrollo del prototipo podemos concluir que efectivamente el modelo Erlang B es el mas efectivo según nos mostraba la grafica de la teoría, podemos observar durante la emulación que este sistema nunca pierde su consistencia y evita toda perdida de llamada siendo así el de mejores resultados para la compañía que la emplea, pese a que las cifras ingresadas sean muy elevadas para la toma de datos, este modelo cumple perfectamente con su funcionamiento optimo.

RECOMENDACIONES

- En base al punto anterior se puede recomendar el uso del modelo Erlang B, actualmente en nuestro medio se utiliza el criterio de llamada en espera, el mismo que en la mayoría de los casos resulta ser un espejismo ya que el 90% de dichas llamadas no es contestada, con esto lo único que se obtiene es mayor congestionamiento, mayor tiempo de espera y no existe una remuneración justificable.

- Sin duda alguna es mas recomendable manejar la nueva tecnología 3G, si bien es cierto que las tecnologías anteriores resultaron muy estables en su momento y fueron progresando de a poco desde el envío de paquetes de voz y luego a paquetes de texto, hoy en día la necesidad de estar conectados y recibir información digital en tiempo real es muy importante ya sea en estudios, trabajo, comunicación familiar, etc. Por tal motivo es indispensable que una operadora local permita el envío y recepción de todo tipo este tipo de información que se alberga en la tecnología 3G, así se obtiene un doble beneficio tanto como para la operadora a nivel económico, así como para el cliente ya que cubre sus necesidades.
- Se recomienda tomar muy en cuenta los requerimientos de la empresa antes de implementar este tipo de tecnologías. De nada vale disponer de una gran plataforma de gestión si no se encuentra adaptada y personalizada a las necesidades de cada compañía.
- Se debe tener muy claro los procesos internos de la empresa, para así poder llevar a cabo una implantación de este modelo; La empresa cliente ha de tener muy en claro cuales son sus procesos, a fin de poder emprender una personalización y adaptación de la tecnología 3G a su compañía.
- Se recomienda el Modelo Erlang B si el trafico se mantiene constante, ya que siempre va a existir completa disponibilidad para cualquier llamada entrante, y esto lo hace uno de los modelos mas estables.
- Se recomienda en el momento de realizar un análisis económico, tomar en cuenta la congestión, que no es más que la incapacidad de la red o de sus componentes para atender una llamada o servicio en un momento determinado.

7. - BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO 1

- es.wikipedia.org/wiki/GSM
- www.phonescoop.com/glossary/term.php?gid=3
- www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t%253DGSM%2526i%253D43985
- searchmobilecomputing.techtarget.com/sDefinition/0,,sid40_gci213988,00.html
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_tiempo
- <http://www.alegsa.com.ar/Dic/tdma.php>
- http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=788
- <http://es.wikipedia.org/wiki/3G>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaciones_UMTS#Caracter.C3.ADsticas
- <http://www.34t.com/box-docs.asp?doc=644>
- <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam.shtml>
- <http://www.aprendergratis.com/historia-de-la-telefonía-movil.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil
- [es.wikipedia.org/wiki/Señal analógica](http://es.wikipedia.org/wiki/Señal_analógica)
- <http://es.writel.info/wiki/AMPS>
- <http://es.writel.info/wiki/NMT>

CAPITULO 2

- http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_de_radio
- <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam.shtml>
- <http://www.ac.uma.es/educacion/cursos/informatica/ArqRed/material/tema2.pdf>
- http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/transmision_i.htm#z
- <http://www.taringa.net/posts/info/1049205/comunicacion-por-satelite-2.html>

- <http://www.monografias.com/trabajos12/comsat/comsat.shtml#COMUN>
- http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/transmision_i.htm#z
- http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_infrarroja
- http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/
- <http://www.telecomkh.com/es/telefonía-movil/productos-y-servicios/carrier-ethernet/ciena/522>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil

CAPITULO 3

- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencia
- <http://www.complextoreal.com>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced_Data_Rates_for_GSM_Evolution
- http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.e-belarus.org/images/belarusmobileusers.gif&imgrefurl=http://www.e-belarus.org/news/200302171.html&usq=__x2G_yKmS9ps3VsrHvGQR3FJwQKQ=&h=325&w=897&sz=16&hl=es&start=1&um=1&tbnid=PytfxKYfUUiWuM:&tbnh=53&tbnw=146&prev=/images%3Fq%3DIMIT%2BMC%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1
- http://en.wikipedia.org/wiki/CDMA2000#CDMA2000_EV-DV
- http://es.wikipedia.org/wiki/Wideband_Code_Division_Multiple_Access
- <http://en.wikipedia.org/wiki/UMTS-TDD#TD-CDMA>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/DECT>
- <http://www.proasetel.com/paginas/telecomunicaciones/imagenes/areas.gif>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX>
- <http://blog.pucp.edu.pe/item/26401>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado
- http://www.sertec.com.py/telergia/telergia/informaciones/varios_img/image002.jpg

- http://www.itu.int/newsarchive/press_releases/2001/20-es.html

CAPITULO 4

- [3GPP, TS.23.107, "Quality of Service \(QoS\) concept and architecture](#)
- [Cayetano Lluch Mesquida, Jose María Hernando Rábanos, 2ª ed. Telefónica Móviles España, S.A. "Comunicaciones Móviles de Tercera Generación". Volumen1](#)
- [León y Widjaja. Redes de Comunicación. McGraw Hill, Madrid \(2002\)](#)
- [Santa Wilddgha. Redes inalámbricas de nueva generación. Editorial McGraw Hill, Colombia \(2002\)](#)
- [http://laboratoriosvirtuales.upv.es:8080/eslabon/Ejercicio?do=OA_Comparativa Modelos](http://laboratoriosvirtuales.upv.es:8080/eslabon/Ejercicio?do=OA_Comparativa_Modelos)

ANEXOS

GLOSARIO DE TERMINOS

BANDWIDTH (ancho de banda): Es el rango límite de un canal. Mientras más amplio sea el ancho de banda, mas rápido pueden ser enviados los datos.

Bits por segundo (bps): Es la cantidad de bits enviados por unidad de tiempo (segundos), ocho bits equivale a un byte.

FRECUENCIA: Es el numero de ciclos por unidad de tiempo, la frecuencia se mide en Hercios (Hz).

KILO: Es la designación para 1000, la abreviatura kbps representa 1000 bits por segundo.

MEGAHERCIOS (MHz): 1000000 hertzios (ciclos por segundo)

MILISEGUNDOS (ms): Una milésima de un segundo

VATIOS (W): Una medida de potencia de un transmisor

CTIA: la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones Celulares

NAMPS: Analógicas de banda estrecha de servicios de telefonía móvil

RF: Radio Frecuencia

TDD: Time Division Duplex

FDD: Frequency Division Duplex

FDMA: Acceso múltiple por división de frecuencia

TDMA: Acceso múltiple por división de tiempo

CDMA Acceso Múltiple por División de Código

GSM: Global System for Mobile Communications: originally from Groupe Spécial Mobile

dBm: Es una unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia *absoluta* mediante una relación logarítmica.

El dBm se define como el nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1 mW

AMPS: Siglas en inglés que significan Sistema Móvil Avanzado

NMT: Siglas en ingles que significan Telefonía Móvil Nórdica

TACS: Sistema de Comunicaciones de Total Acceso

SS: Sistema de Conmutación.

BSS: Sistema de Estación Base

OSS: Sistema de Soporte

HLR: Registro de la ubicación de origen

MSC: Centro de conmutación de servicios móviles

VLR: Ubicación de registro de visitantes

AUC: Centro de autenticación

EIR: Registro de identidad de equipo

BTS: Equipo de radio

OMC: Centro de Operaciones y Mantenimiento

MXE: Centro de mensajes

MSN: Servicio de nodo Móvil

GIWU: GSM Unidad Simultánea

CGI: Celda de identidad Global

MS: Estaciones Móviles

PLMN: Área de Servicio atendida por un operador de Red.

HSPA: Paquetes de Acceso de alta velocidad

LTE: Long Term Evolution

UMTS: Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

EDGE: Enhanced Data rates for GSM of Evolution (Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM)

GPRS: General Packet Radio Service o servicio general de paquetes vía radio

EV-DO: Evolution Data Only

TD-SCDMA: Time Division Synchronous CDMA

UIT: Union Internacional de Telecomunicaciones

OSI: Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (Open System Interconnection)

CTIA: Asociación de la Industria de Telecomunicaciones Celulares

IMT: Telecomunicaciones Móviles Internacionales

TDD.- Consiste en un método de transmisiones ascendentes y descendentes que trabajan en la misma frecuencia usando intervalos de tiempo de forma sincronizada, de tal manera puede coordinar de la mejor manera los flujos de transmisión y recepción.

FDD.- Para este caso los enlaces de subida y de bajada emplean dos diferentes canales que operan por separado teniendo así una frecuencia asignada para cada enlace.

TDD: Time Division Duplexing

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access

DAS: Detector de actividad de silencio

TASI: Tiempo de asignación de interpolación de palabra

DSI: Interpolación Digital.

FIFO: First in First out

QoSM: Quality of Service Management

SPT: Shortest Path Tree.

SDU: (Service Data Unit) Es un conjunto de datos que son enviados por un usuario de los servicios de una capa dada, y es transmitido sin cambios semánticamente a un usuario de servicios de pares.