

ANEXO 1. GENERALIDADES GSM

1.1. ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA DE LA RED GSM

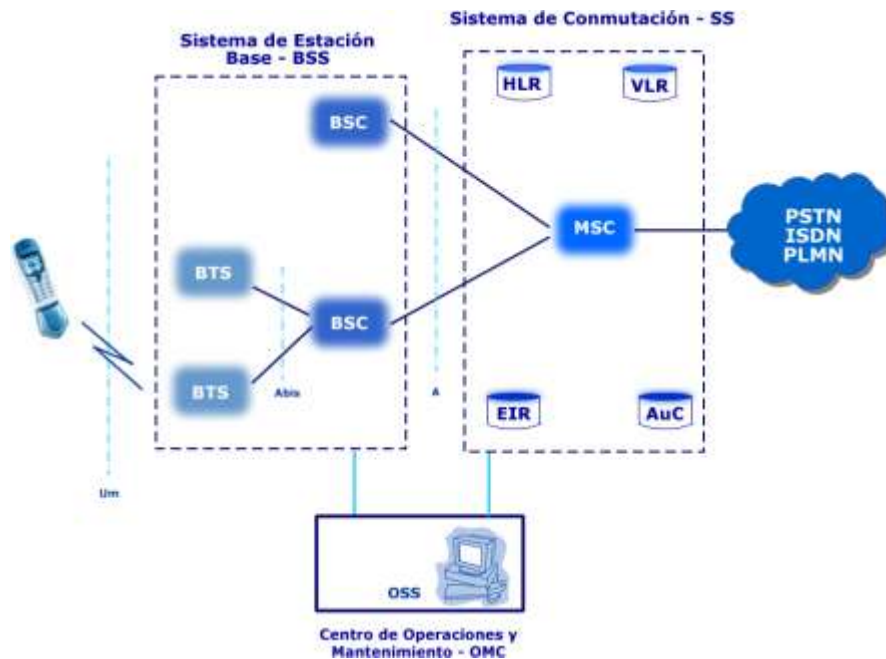


Figura 1.1. Arquitectura GSM

Los elementos de la arquitectura, mostrados en la Figura 1.1., se describen a continuación:

1.1.1. Estación Móvil (MS, Mobile Station)

La estación móvil consiste en el terminal o el equipo que tiene el suscriptor y una tarjeta inteligente llamada Módulo de Identificación del Suscriptor (SIM, Subscriber Identity Module). La tarjeta SIM provee movilidad personal, ya que el usuario puede tener acceso a los servicios sin tener en cuenta un terminal específico. Al insertar la tarjeta SIM en otro terminal GSM, el usuario está habilitado para recibir llamadas, realizar llamadas y recibir los servicios a los que el usuario está inscrito.

El equipo móvil es únicamente identificado por la Identificación Internacional de Equipos Móviles (IMEI, International Mobile Equipment Identity). La tarjeta SIM contiene la Identificación Internacional del Suscriptor Móvil (IMSI, International Mobile Subscriber Identity), utilizado para identificar al suscriptor en el sistema, una palabra secreta para autenticación y otra información. LA IMEI y la IMSI son independientes, con el fin de conseguir la movilidad personal. La tarjeta SIM puede estar protegida contra el uso desautorizado por medio de una contraseña o un número de identificación personal.

1.1.2. Sistema de Estación Base (BSS, Base Station System)

Este sistema realiza todas las funciones de radio y consta principalmente de dos partes: la Estación Base Transmisora (BTS, Base Transceiver Station) y el Controlador de la Estación Base (BSC, Base Station Controller). Estos se comunican a través de la Interfaz estándar Abis.

- La Estación Base Transmisora posee los radio transmisores y antenas que definen una celda y manipula los protocolos de los radio enlaces con la Estación Móvil. En una gran área urbana, pueden existir varios BTSs desplegados, siendo los requerimientos para un BTS los siguientes: robustez, confiabilidad, portabilidad y costo mínimo. Un grupo de BTS son controlados por un BSC.
- El Controlador de la Estación Base maneja los recursos radio para uno o varios BTSs. Este controla la estructura de los canales radio, frecuencias, handover, datos de configuración de la celda y control de los niveles de potencia de radio frecuencia en las estaciones base transmisoras. Varios BSCs están soportados por un MSC.

Otros componentes de este sistema son los siguientes:

- Centro de Mensajes (MXE, Message Center): es un nodo que provee voz integrada, fax y mensajería de datos. Específicamente, el MXE maneja el servicio de mensajes cortos, publicaciones, correo de voz, correo fax, e-mail y notificación.
- Nodo de Servicio Móvil (MSN, Mobile Service Node): manipula los servicios móviles de red inteligente.
- Gateway del Centro de Gestión de Servicios Móviles (GMSC, Gateway Mobile Services switching Center): una gateway es un nodo utilizado para conectar dos redes. La gateway a menudo es implementada en un MSC. El MSC se puede llamar GMSC.
- Unidad de Interconexión de redes GSM (GIWU, GSM Interworking Unit): consiste en la unión de hardware y software que proveen una interfaz a varias redes para comunicaciones de datos. A través de la GIWU, los usuarios pueden alternar entre voz y datos durante la misma llamada. El equipo hardware de la GIWU está localizado en el MSC/VLR.

1.1.3. Sistema de Red o Sistema de Conmutación (SS, Switching System)

Este sistema se compone principalmente del Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC, Mobile Services Switching Center). Éste actúa como un nodo normal de conmutación de la RDSI o PSTN, y provee todas las funcionalidades necesarias para manejar el suscriptor móvil, tales como: registro, autenticación, actualización de la localización, handovers y el enrutamiento de las llamadas para prestar el roaming del suscriptor. Estos servicios son suministrados gracias a la unión de entidades funcionales las cuales hacen parte del Sistema de Conmutación. El MSC también provee la conexión con las redes fijas (como la PSTN o RDSI). La señalización entre entidades funcionales

en el Sistema de Conmutación se hace por medio de señalización No. 7 (SS7, Signalling System Number 7).

Las entidades funcionales que conforman el Sistema de Conmutación son:

- El Registro de Ubicación Local (HLR, Home Location Register): es una base de datos que contiene toda la información administrativa de cada suscriptor que ha sido registrado en la red GSM, incluye también el perfil del suscriptor, información de localización y el estado de actividades. Hay un HLR por cada red GSM, aunque puede estar implementado como una base de datos distribuida.
- El Registro de Localización Visitante (VLR, Visitor Location Register): es una base de datos integrada al MSC, que contiene información temporal sobre los suscriptores que son necesitados por el MSC con el fin de proporcionar los servicios a los usuarios visitantes. Cuando una Estación Móvil transita en un área de un nuevo MSC, el VLR relacionado a ese MSC requerirá los datos del HLR del usuario. Si la Estación Móvil realiza una llamada, el VLR tendrá la información necesaria para efectuar la llamada sin tener que preguntar a cada momento al HLR.
- El HLR y el VLR, junto con el MSC proveen el enrutamiento de una llamada y las capacidades de roaming de GSM.
- El Registro de Identificación de Equipos (EIR, Equipment Identity Register): es una base de datos que contiene información sobre la identificación de los equipos móviles vigentes en la red con el fin de prevenir llamadas de equipos robados, desautorizados o estaciones móviles defectuosas.
- El Centro de Autenticación (AUC, Authentication Center): provee parámetros de autenticación y encriptación que verifican la identificación del usuario y asegura la confidencialidad de cada llamada. El AUC protege a operadores de redes de diferentes tipos de fraude encontrados en el actual mundo celular.

1.1.4. Centro de Operaciones y Mantenimiento (OMC, Operation and Maintenance Center)

El OMC está conectado a todo el equipo del Sistema de Conmutación y al BSC. La implementación del OMC se le llama Sistema de Operación y Soporte (OSS, Operation and Support System). El OSS es la entidad funcional con la cual el operador de la red monitorea y controla el sistema. Una función importante del OSS es proveer una vista de la red y soportar el mantenimiento de actividades de diferentes organizaciones de operación y mantenimiento.

El propósito del OSS es de ofrecer a los clientes soporte costo-beneficio para actividades operacionales centralizadas, regionales y locales y para actividades de mantenimiento que son requeridas en una red GSM.

1.1.5. La Interfaz Radio de la Red GSM

La interfaz radio está ubicada entre las estaciones móviles y la red fija. Es una de las más importantes interfaces del sistema GSM.

La eficiencia espectral depende de la interfaz radio y de la transmisión, especialmente en aspectos como capacidad del sistema y las técnicas utilizadas para disminuir la interferencia y para el mejoramiento de esquemas de reutilización de frecuencias.

1.1.5.1. Asignación de Frecuencia

Para el sistema GSM han sido asignadas dos bandas de frecuencias, como se puede ver en la Figura 1.2., cada una de 25MHz, éstas son:

- La banda 890-915 MHz ha sido asignada para el enlace de subida, transmitiendo desde la estación móvil hacia la estación base.
- La banda de 935-960 MHz ha sido asignada para el enlace de bajada, transmitiendo desde la estación base hacia la estación móvil.

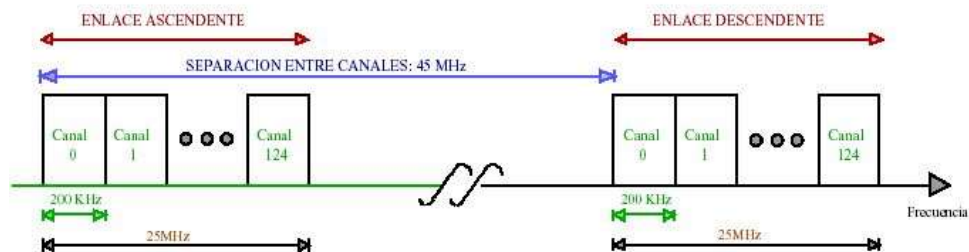


Figura 1.2. Bandas de frecuencia utilizadas en GSM

Por razones militares y debido a la existencia de sistemas analógicos en esas zonas del espectro, las frecuencias asignadas para GSM no pueden utilizarse en todos los países.

1.1.5.2. Técnica de Acceso Múltiple

La técnica de acceso múltiple define las diferentes comunicaciones simultáneas que pueden realizarse entre diferentes estaciones móviles situadas en celdas diferentes, que comparten espectro GSM. Una mezcla de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA, Frequency Division Multiple Access) y Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access) junto con el salto en frecuencia han sido adoptados como la técnica de acceso para GSM.

En GSM, la banda de 25 MHz es dividida en 124 portadoras, utilizando la técnica de FDMA, espaciadas en una banda de frecuencia de 200 KHz. Normalmente, una banda de 25 MHz puede soportar 125 portadoras, pero la primera portadora es utilizada como banda de guarda entre GSM y otros servicios que trabajen con bajas frecuencias. Cada portadora es dividida utilizando la técnica TDMA. Ésta divide el canal radio, espaciados

200 KHz, en 8 ráfagas. La unidad de transmisión es una serie de bits modulados y se denominan ráfagas. Las ráfagas se envían en ventanas de frecuencia y tiempo que se denominan ranuras o slots. Las frecuencias centrales de los slots se sitúan cada 200 kHz en la banda de frecuencias del sistema (aspecto FDMA), y ocurren durante 0.577ms, o más exactamente 15/26 ms (aspecto TDMA). Cada slot tiene 8 ráfagas y dura 4.165 ms.

En la red GSM se pueden distinguir 4 tipos de ráfagas:

- La ráfaga corrección de frecuencia es utilizada en el canal FCCH. Ésta tiene la misma longitud que una ráfaga normal pero cambia la estructura.
- La ráfaga de sincronización se utiliza en el canal SCH, tiene la misma longitud que la ráfaga normal pero cambia la estructura.
- La ráfaga de acceso aleatorio es usada en el canal RACH y es mas corta que la ráfaga normal.
- La ráfaga normal se usa para transportar información de voz o datos, ésta dura aproximadamente 0.577 ms y tiene una longitud de 156,26 bits. La estructura se presenta en la Figura 1.3.

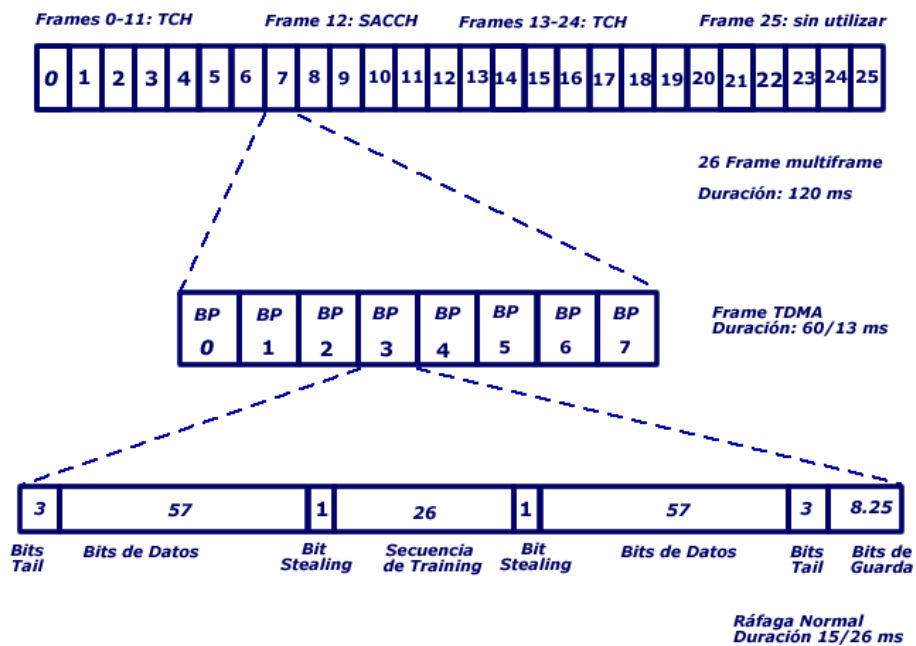


Figura 1.3. Estructura de la ráfaga

Los bits tail (T), son un grupo de 3 bits puestos en cero y localizados al principio y al final de la ráfaga. Éstos son usados para cubrir los periodos de subida y bajada de potencia del móvil.

Los bits de datos codificados corresponden a señalización y datos de usuario, cada grupo tiene 57 bits.

Las banderas stealing (S), le indican al receptor, el tipo de información transportada, ya sea tráfico o datos de señalización.

La secuencia de training tiene una longitud de 26 bits. Ésta se usa para sincronizar al receptor según la información entrante para evitar los problemas de la propagación multidireccional.

El período de guarda (GP) tiene una longitud de 8.25 bits y se usa para evitar el posible traslape de dos móviles.

1.1.5.3. Estructura de los Canales

De acuerdo con la información transportada, se definen dos tipos de canales lógicos: canales de control y canales de tráfico. Los canales de tráfico se utilizan exclusivamente para transportar la información del usuario. El uso principal de los canales de control es transferir la información de señalización y se dividen en: canales de control comunes y canales de control dedicados.

1.1.5.3.1. Canales de Control Comunes

Según sus funciones, existen cuatro tipos de canales de control.

- El Canal de Control de Difusión (BCCH, Broadcast Control Channel), es un canal unidireccional en sentido red a móvil. Se utiliza para difundir información del sistema. Incluye información específica de la celda e información relativa a celdas vecinas, que se utiliza para orientar al móvil en la red de radio.
- El Canal de Búsqueda (PCH, Paging Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil que se utiliza para "buscar" al móvil (llamadas terminadas).
- El Canal de Acceso Aleatorio (RACH, Random Access Channel) es un canal unidireccional con sentido móvil a red que se utiliza por las estaciones móviles para acceder a dicha red.
- El Canal de Acceso Garantizado (AGCH, Access Grant Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil, utilizado por la red para asignar un canal dedicado de control tras un acceso aleatorio exitoso.

1.1.5.3.2. Canales de Control Dedicados

Los canales de control dedicados se asignan a una única estación móvil para comunicación punto a punto con la red. Pueden ser canales de control autónomos (stand-alone control channels) o asociados a otro canal dedicado. Los canales definidos son:

- El Canal de Control Dedicado Autónomo (SDCCH, Stand-alone Dedicated Control Channel), que es un canal de control independiente.

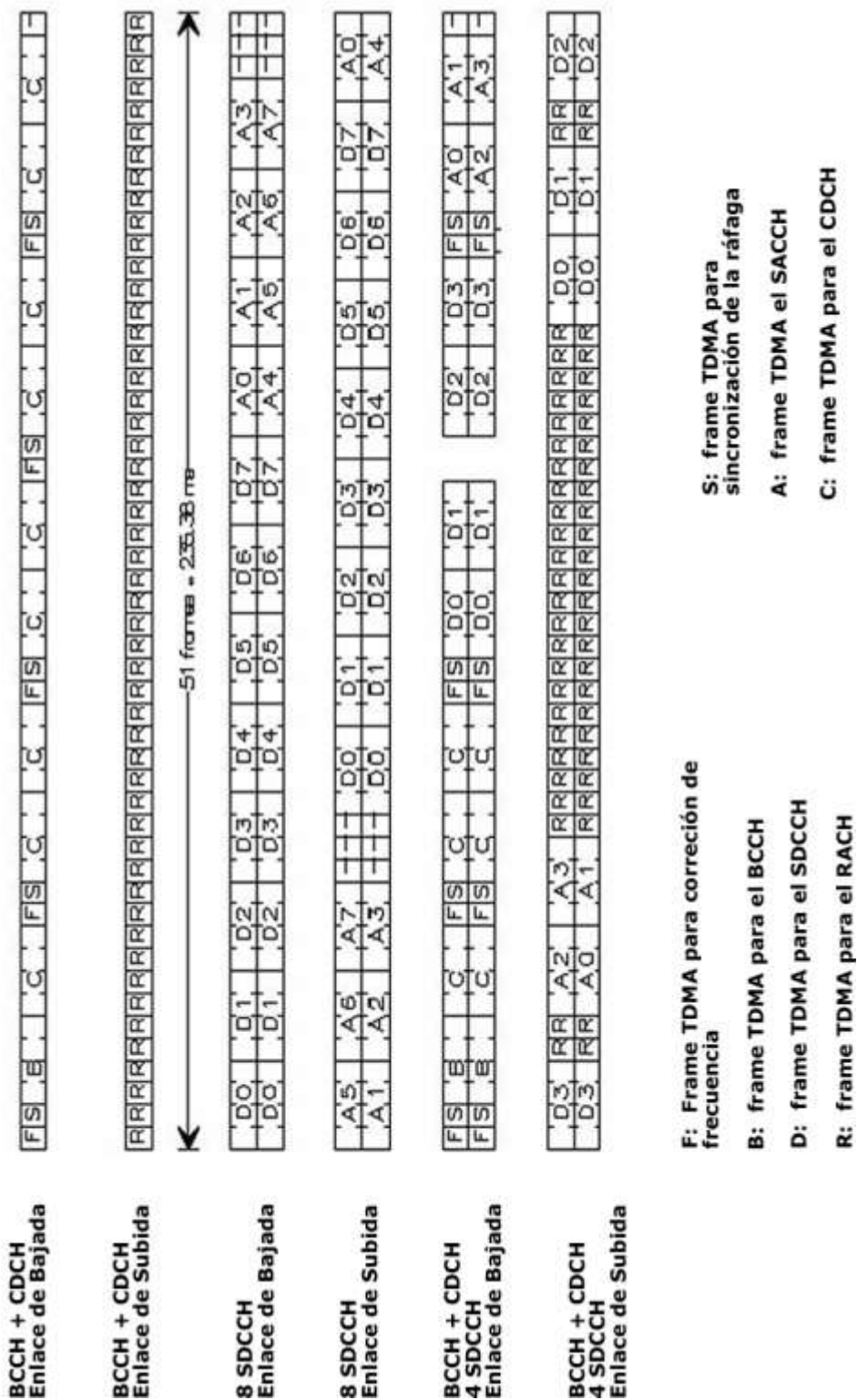


Figura 1.5. Organización de los canales de control

1.2. ÁREAS DE LA RED GSM

La red GSM está asumida como varias áreas geográficas, como se muestra en la Figura 1.6. Estas áreas incluyen celdas, áreas de Localización (LA, Location Area), áreas de Servicio MSC/VLR y áreas Públicas de Redes Móviles (PLMN, Public Land Mobile Network).



Figura 1.6. Áreas de la red GSM

La celda es un área que da cobertura radio por medio de una estación transmisora. La red GSM identifica cada celda por medio del número de Identificación Global de Celda (CGI, Cell Global Identification) asignado a cada una. El área de Localización (LA) es un grupo de celdas, es el área en la cual el usuario está registrado. Cada LA está servida por uno o más controladores de estaciones base, pero sólo por un MSC como se muestra en la Figura 1.7. Cada LA es asignado a un número de Identificación de área de Localización (LAI, Location Area Identity).

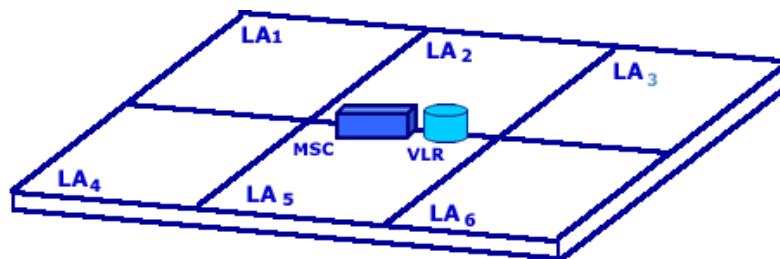


Figura 1.7. Áreas de Localización

Un Área de servicio MSC/VLR representa la parte de la red GSM que está cubierta por un MSC y que es accesible porque está registrado en el VLR del MSC, como se muestra en la Figura 1.8.

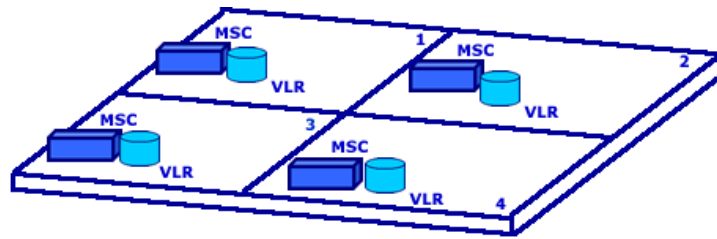


Figura 1.8. Áreas de Servicio MSC/VLR

La Figura 1.9. muestra que el área de servicio PLMN está servida por un operador de red.



Figura 1.9. Áreas PLMN

1.3. FUNCIONES DE LA RED GSM

Las funciones de la red son:

- Transmisión
- Gestión de Recursos Radio
- Gestión de Movilidad
- Gestión de Comunicación
- Operación, Administración y Mantenimiento

1.3.1. Transmisión

Las funciones de Transmisión están relacionadas con la necesidad de transmisión de la información del usuario e información de señalización.

No todos los componentes de la red GSM están fuertemente relacionados con las funciones de Transmisión. La MS, el BTS y el BSC, entre otros, tienen que ver con Transmisión. Pero otros componentes, como los registros HLR, VLR y el EIR están relacionados con la necesidad de transmisión de sus señales con otros componentes de la red.

1.3.2. Gestión de Recursos Radio (RR, Radio Resources)

Se encarga de las establecer, mantener y poner en marcha los enlaces de comunicación entre las estaciones móviles y el MSC. Los elementos que están ligados con las funciones de la gestión de Recursos Radio son la estación móvil y la estación base. También se encarga de mantener la conexión aún cuando los usuarios se muevan de una celda a otra.

El RR es responsable de la gestión del espectro de frecuencia y de la reacción de la red al cambio de las condiciones ambientales. Algunos de los procedimientos principales del RR que aseguran sus responsabilidades son:

- Asignación de canales, cambio y puesta en marcha
- Handover
- Reutilización de frecuencia
- Control de niveles de potencia
- Transmisión y recepción discontinua
- Sincronización

1.3.3. Gestión de la Movilidad (MM, Management Mobility)

Se encarga de todos los aspectos relacionados con la movilidad del usuario, especialmente la gestión de localización, autenticación y seguridad.

- Gestión de localización. Cuando una estación móvil se enciende, ésta realiza un procedimiento de actualización de localización por medio de su IMSI a la red. La estación móvil también realiza la actualización para indicar la localización actual cuando se mueve a una nueva LA o a una diferente PLMN. El mensaje de actualización es enviado al nuevo MSC/VLR, el cual da la información de la localización al HLR del usuario. Si la estación móvil esta autorizado en el nuevo MSC/VLR, el HLR del suscriptor cancela el registro de la estación móvil con el antiguo MSC/VLR.

La actualización se realiza periódicamente, si después de un período de tiempo, la estación móvil no ha sido registrada, ésta se elimina el registro.

Cuando la estación móvil se apaga, ésta realiza un procedimiento para indicarle a la red que no se encuentra conectado.

- Autenticación y Seguridad. Este procedimiento está relacionado con la tarjeta SIM y el Centro de Autenticación. El número secreto de la tarjeta SIM, el AuC y el algoritmo numérico llamado A5 son utilizados en orden para verificar la autenticidad del usuario. Otro procedimiento de seguridad es verificar la identificación del equipo. Si el número IMEI es autorizado en el EIR, la estación móvil es conectada a la red. Para asegurar la confidencialidad del usuario, el usuario es registrado con un Identificador Temporal de Usuario Móvil (TMSI, Temporary Mobile Subscriber Identity) después de su primer

procedimiento de actualización. También se utiliza el cifrado para garantizar una buena seguridad.

1.3.4. Gestión de Comunicación (CM, Communication Management):

La gestión de Comunicación se encarga de :

- **Control de llamada.** Se encarga del establecimiento, mantenimiento y liberación según el tipo de servicio. Una de las funciones más importantes es el enrutamiento de la llamada. Para conseguir un suscriptor móvil, el usuario marca el ISDN, el cual incluye el código del país, un código de identificación del operador del suscriptor de destino y un código correspondiente al HLR del suscriptor.
La llamada se pasa al GMSC, si la llamada proviene de la red fija, el cual conoce el HLR correspondiente a cierto ISDN. El GMSC pregunta al HLR por la información necesaria para el enrutamiento de la llamada. El HLR solicita esta información del actual VLR, éste VLR asigna temporalmente un número Roaming de Estación Móvil (MSRN, Mobile Station Roaming Number) para la llamada. El número MSRN es la información que envía el HLR al GMSC. Gracias al MSRN, la llamada es enrutada al actual MSC/VLR del suscriptor.

- **Gestión de Servicios Suplementarios.** La estación móvil y el HLR son los componentes que se involucran en esta función.

- **Gestión del Servicio de Mensajes Cortos.** Para la prestación de este servicio, la red GSM está en contacto con el centro de Gestión de Servicios Cortos por medio de dos interfaces:
 - La SMS-GMSC para mensajes cortos cuyo destino es un terminal móvil.
 - La SMS-IWMSC para mensajes cortos originados en un terminal móvil.

1.3.5. Operación, Administración y Mantenimiento (OAM, Operation Administration and Maintenance)

Éstas funciones permiten al operador monitorear y controlar el sistema, así como modificar la configuración de los elementos del sistema. No sólo el OSS es parte de OAM, sino también el BSS y el NSS participan en éstas funciones. Los componentes del BSS y el NSS proveen al operador con la información que se necesita. Esta información se pasa al OSS que se encarga de analizarla y controlar la red.

Las funciones de prueba , usualmente incorporadas en los componentes del BSS y el NSS, también forman parte de las funciones del OAM.