

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ Estudio para el Diseño de una Red de Teléfonos Monederos
Inalámbricos para la Ciudad de Esmeraldas utilizando el
Sistema GSM ”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

Tatiana Hernández Camacho

Maria Tigreiro Vera

Xavier Vera Zapatier

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año 2005

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente la ayuda de Dios y de todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron a la realización de este trabajo. (Maria Tigrero Vera).

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis hijas porque son los seres que mas quiero y se que se alegrarán con la culminación de este trabajo. (Javier Vera Zapatier).

Agradezco a Dios, a mis Padres y a todas las personas que de manera desinteresada me brindaron su apoyo moral e intelectual para alcanzar la culminación de este trabajo. (Tatiana Hernández Camacho).

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A MI ESPOSO

A MIS HIJAS

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de Tópico, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ”

(Reglamento de Graduación de la Espol).

Tatiana Hernández C.

María Tigrero V.

Javier Vera Z.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Miguel Yapur
SUB DECANO DE LA FIEC

Ing. Washington Medina M.
DIRECTOR DE TOPICO

Ing. Germán Vargas L.
VOCAL

Ing. César Yépez F.
VOCAL

RESUMEN

Dada la orientación que tiene el Tópico de Graduación “Sistemas de Telefonía Fija Inalámbrica” y considerando la necesidad de mejorar la comunicación en nuestro país sin la utilización de alambre de cobre, sino teniendo como único medio el aire decidimos realizar un estudio para el diseño de una red de teléfonos monederos inalámbricos utilizando tecnología GSM.

Consideramos enfocar nuestro estudio en una zona poco provista del servicio telefónico como la ciudad de Esmeraldas. En esta ciudad existen sectores periféricos importantes que no logran ser atendidos por la red telefónica fija por ello hemos realizado un análisis completo de la zona y determinamos que es factible la implementación de este tipo de sistema en esta ciudad.

Nuestro diseño constará de tres estaciones bases (RBS) ubicadas en puntos que nos facilitan la realización de los enlaces microondas. Una de ellas nos servirá como central de conmutación y estación remota y consideramos

ubicarla en el edificio de la “Mutualista Luis Vargas Torres” por ser el punto mas alto en el centro de la ciudad.

Las otras dos estaciones operan como repetidoras y están ubicadas en el punto denominado como “Loma Coquita” y “Loma Gatazo” respectivamente; estos puntos prestan un buena línea de vista necesaria para los enlaces de microondas. De esta manera realizamos la sectorización de celdas en la zona.

Nuestro sistema soporta 4 enlaces E1 y solo estamos utilizando uno de ellos. En el sistema GSM cada TRx ocupa 2.5 Time Slot, por lo tanto si tengo 30 canales de datos esto significa que tendremos 12 TRx y cada uno consta de 8 canales de tráfico agrupados en una trama con multiplexación por división en el tiempo (TDMA) sobre una misma portadora, por lo tanto el número máximo de conversaciones simultáneas es 96 lo cual nos da capacidad para implementar 96 teléfonos monederos por cada enlace E1; por tanto, nuestro sistema estaría en capacidad de soportar el crecimiento de la demanda del servicio en el sector.

Para brindar el servicio Roaming característico de los sistemas GSM hemos considerado enlazarnos con un satélite de INTELSAT desde nuestra central

de conmutación, previo a acuerdos que se realicen con otras empresas que brindan el servicio de telefonía celular a nivel mundial.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VII
INDICE GENERAL.....	X
ABREVIATURAS	XVI
SIMBOLOGIA	XVIII
INDICE DE FIGURAS	XIX
INDICE DE TABLAS	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	
1. TELEFONIA FIJA INALÁMBRICA.....	3
1.1. Wireless Local Loop (WLL).....	3
1.2. Infraestructura de WLL.....	5
1.3. Ventajas de WLL.....	7
1.4. Tecnologías disponibles de WLL.....	10
1.5. Servicios que pueden ser ofrecidos por un sistema WLL	16

1.6. Parámetros para la elección de WLL	16
---	----

CAPITULO 2

2. ESTUDIO DE GSM	17
2.1. Historia del GSM	17
2.2. Redes GSM existentes	19
2.3. Novedades introducidas	20
2.4. Características del GSM	22
2.5. Funcionalidades de GSM	23
2.6. Estructura del GSM	25
2.7. La arquitectura funcional del sistema GSM	27
2.8. Elementos de un sistema GSM	29
2.8.1. Estación Móvil (MS)	29
2.8.2. Sistema de Estación Base (BSS)	30
2.8.3. Subsistema de Red	31
2.8.4. Identidades en GSM	32
2.8.5. Centro de Operación y Mantenimiento (OSS)	36
2.8.6. Centro de Gestión de Red (NMC)	36
2.9. Ecuilización multipath	36
2.10. Direccionamiento de llamadas	38

2.11. Interfaces del sistema	40
------------------------------------	----

CAPITULO 3

3. ESTUDIO TECNICO DE LA ZONA	44
3.1. Topología del terreno	44
3.2. Condiciones climatológicas	45
3.3. Estudio de la telefónica celular de la zona	46
3.4. Estudio de la telefónica fija de la zona	46
3.5. Densidad de población por cantón	49
3.6. Nivel de penetración y desarrollo económico del área	50

CAPITULO 4

4. ESTUDIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA	52
4.1. Ubicación de las estaciones del sistema	52
4.2. Áreas de cobertura	53
4.3. Sectorización de celdas	54
4.4. Estudio de la capacidad del sistema	54
4.5. Estudio de Propagación Trayecto “Loma Coquita – Mutualista”	57
4.6. Estudio de propagación Trayecto “Loma Gatazo – Mutualista”	64
4.7. Fórmulas del Análisis de Fresnel	70

4.8. Especificaciones Técnicas del Sistema	71
4.9. Especificaciones Técnicas de los Equipos	72
4.9.1. Equipo de Microondas.....	72
4.9.2. BSC/TRC	73
4.9.3. RBS	76
4.9.4. Teléfono monedero	78
4.9.5. MSC/VLR	80
4.9.6. HLR	82
4.9.7. AUC	82
4.10. Esquema del sistema GSM para la ciudad de Esmeraldas	84

CAPITULO 5

5. ROAMING	85
5.1. Definición	85
5.2. Utilización del terminal móvil para solicitar el servicio Roaming Internacional	88
5.3. Procedimiento de actualización de la posición (Roaming)	90
5.4. Enlace Satelital	94
5.5. Estación Remota	95
5.5.1. Unidad Exterior (Outdoor Unit)	96

5.5.2. Unidad Interior (Indoor Unit)	104
5.6. Costo de instalación y equipos de la Estación Remota	107
5.7. Elección del satélite	108
5.7.1. Datos Técnicos	109
5.7.2. Mapa de cobertura	112

CAPITULO 6

6. REQUISITOS LEGALES PARA ESTABLECER EL SISTEMA	113
6.1. Requisitos legales para la concesión y renovación de uso de frecuencias del servicio fijo y móvil terrestre	113
6.2. Requisitos para la concesión de uso de frecuencias para el servicio fijo y móvil por satélite	117
6.3. Procedimiento legal para el registro de estaciones terrenas ante INTELSAT	120

CAPITULO 7

7. COSTOS.....	125
-------------------	-----

CAPITULO 8

8.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
---------------------------------------	-----

ANEXOS

Anexo1: Mapa de la Provincia de Esmeraldas: Sectorización de celdas

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

ADPCM	Modulación por Codificación de Impulsos Diferencial Adaptativa
AMPS	Sistema de Telefonía Móvil Avanzada
ASK	Modulación por Corrimiento en la Amplitud
AUC	Centro de Autenticación
BER	Tasa de Error de Bit
BSC	Estación Base de Control
BSS	Sistema de Estación base
BTS	Estación Base Transrecedidora
CCITT	Comité Consultativo Internacional de la Telegrafía y la Telefonía
CDMA	Acceso Múltiple por División de Códigos
CLIP	Presentación de Identificación de la Línea que llama
CLIR	Restricción de Identificación de la Línea que llama
CONATEL	Comisión Nacional de Telecomunicaciones
CRC	Código de Redundancia Cíclica
D-AMPS	Sistema Americano de Telefonía Móvil Digital
DECT	Telecomunicaciones Digitales sin Cables
DCS	Sistemas de Comunicación Digital
e-TDMA	TDMA Mejorado
EIR	Registro de Identidad de Equipos
ETSI	Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas
FDD	División de Frecuencia Duplex
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
FSK	Modulación por Corrimiento en Frecuencia
GSM	Sistema Global para las Comunicaciones Móviles
HDLC	Control de Enlace de Datos de Alto Nivel
HLR	Registro de Localización de Llamada
IMEI	Equipo de Identificación Móvil Internacional
IMTS	Servicio telefónico Móvil Mejorado
KBPS	Kilobit/segundo
ME	Terminal de Usuarios
MHz	Megahertz
MM	Manejo de Movilidad

MS	Estación Móvil
MSC	Central Intercambiadora de Servicios Móviles
NMC	Centro de Gestión de Red
OMC	Central de Mantenimiento y Operaciones
PCH	Canal de búsqueda
PCM	Modulación por Código de Pulso
PCN	Redes de Comunicación Personal
PCS	Servicio de Comunicación Personal
PHS	Sistema Celular Personal
PSK	Modulación por Corrimiento en Fase
PSTN	Red Telefónica Analógica Pública
QAM	Modulación De Amplitud en Cuadratura
RACH	Canal de Acceso Aleatorio
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RR	Manejo de recursos de radio
SACCH	Canal de Control Lento Asociado
SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
SIM	Módulo de Identidad de Suscriptor
SMS	Servicios de Mensajes Cortos
SS7	Señalización No 7
SUPTTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador
TCH	Canal de tráfico
TDMA	Acceso Múltiple por División de Tiempo
TRX	Transceptor
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
Us	Microsegundo
UTMS	Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales
VAD	Marcado Telefónico Activado por Voz
VLR	Registro de Localización del Visitante

SIMBOLOGÍA

N	Factor de reutilización de frecuencia
P _o	Pérdidas de espacio libre
d	Distancia
f	Frecuencia
f _o	Frecuencia piloto de la celda
U _m	Interface aire
LAI	Identidad de Área
K _i	Clave de usuario para autenticar
K _c	Clave de usuario para cifrar
E1	Enlace de 2.048 Mbps
h	Altura
G	Ganancia en dbm
P _{Tx}	Potencia de transmisión
P _c	Pérdidas en los conectores
P _L	Pérdidas en las líneas de Transmisión
M	Margen de Seguridad
P _{Rx}	Potencia de Recepción
λ	Longitud de onda
C	Constante de la velocidad de la luz
P _t	Pérdidas Totales
G _A	Ganancia de las Antenas
D	Diámetro
L _i	Longitud del tramo
K	Factor de cobertura

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Esquema de una red inalámbrica.....7
Figura 2.1	Arquitectura del sistema GSM.....29
Figura 2.2	Identidades en GSM.....35
Figura 2.3	Antenas GSM.....38
Figura 2.4	Procedimiento de la llamada.....39
Figura 3.1	Mapa de la provincia de esmeraldas.....45
Figura 4.1	Zona de Fresnel trayecto “Loma Coquita-Mutualista”.....63
Figura 4.2	Zona de Fresnel trayecto “Loma Gatazo-Mutualista”.....69
Figura 4.3	BSC 144.....73
Figura 4.4	Configuraciones posibles de la colocación del BSC.....74
Figura 4.5	RBS 2102.....76
Figura 4.6	Teléfono “Compact” marca Siemens.....78
Figura 4.7	Transceptor Siemens MC46.....79
Figura 4.8	Esquema del sistema GSM para la Ciudad de Esmeraldas.....84
Figura 5.1	Esquema del procedimiento de Roaming.....92
Figura 5.1	Esquema del procedimiento de Roaming.....93
Figura 5.3	Esquema del sistema de Roaming para redes GSM.....95
Figura 5.4	Unidad Exterior ODU.....96
Figura 5.5	Antena para enlace satelital.....97
Figura 5.6	Alimentador.....99
Figura 5.7	Convertidor de ascenso modelo ACSC-TX-KU.....100
Figura 5.8	Convertidor de descenso modelo ACSC-RX-KU.....101
Figura 5.9	Amplificador de potencia.....102
Figura 5.10	Amplificador de bajo ruido modelo PLL LNB 150338.....103
Figura 5.11	Fuente de alimentación.....105
Figura 5.12	Modulador / demodulador.....105
Figura 5.13	Satélite INTELSAT 605.....108
Figura 5.14	Mapa de cobertura del satélite INTELSAT 605.....112

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 3.1	Distribución de las Líneas en las Provincias de Concesión de Andinatel S.A.....	48
Tabla 3.2	Densidad de Población por Cantón.....	49
Tabla 3.3	Población sin Energía Eléctrica.....	50
Tabla 3.4	Población Económicamente Activa.....	51
Tabla 3.5	Población sin Servicio Telefónico.....	51
Tabla 4.1	Ubicación de las Estaciones de Radio.....	53
Tabla 4.2	Distribución de los Teléfonos en la Celda "Área Urbana".....	56
Tabla 4.3	Distribución de los Teléfonos en la Celda "Áreas Rurales".....	56
Tabla 4.4	Estudio de Propagación Trayecto "Loma Coquita-Mutualista" ..	57
Tabla 4.5	Zona de Fresnel Trayecto "Loma Coquita-Mutualista"	62
Tabla 4.6	Estudio de Propagación Trayecto "Loma Gatazo-Mutualista" ..	64
Tabla 4.7	Zona de Fresnel Trayecto "Loma Gatazo-Mutualista"	67
Tabla 4.8	Zona de Fresnel Trayecto "Loma Gatazo-Mutualista"(cont).....	68
Tabla 4.9	Especificaciones Técnicas del Sistema.....	71
Tabla 4.10	Características Técnicas del Equipo de Microondas.....	72
Tabla 4.11	Características Técnicas del BSC/TRC.....	75
Tabla 4.12	Características Técnicas de la RBS.....	77
Tabla 4.13	Características Técnicas de la MSC/VLR.....	81
Tabla 5.1	Banda de Frecuencia de Trabajo del Equipo Remoto.....	98
Tabla 5.2	Datos Técnicos de la Antena Satelital.....	98
Tabla 5.3	Datos Técnicos del Convertidor de Ascenso.....	100
Tabla 5.4	Datos Técnicos del Convertidor de Descenso.....	102
Tabla 5.5	Datos Técnicos del Amplificador de Potencia.....	103
Tabla 5.6	Datos Técnicos del Amplificador de Bajo Ruido.....	104
Tabla 5.7	Datos Técnicos de la Fuente de Alimentación.....	104
Tabla 5.8	Datos Técnicos del Modulador/Demodulador.....	106
Tabla 5.9	Equipos de la Estación Remota.....	107
Tabla 5.10	Datos Técnicos del Satélite INTELSAT 605.....	110
Tabla 5.11	Características del Satélite INTELSAT 605.....	111
Tabla 7.1	Costos Referenciales de los Equipos.....	125
Tabla 7.2	Costos de los Equipos para el Servicio de Roaming.....	126
Tabla 7.3	Costos Estimados de Implementación.....	126
Tabla 7.4	Costos de Manejo y Mantenimiento.....	126

INTRODUCCION

Nuestro mundo no puede actualmente estar incomunicado, para casos de emergencia, seguridad o para cerrar algún tipo de negocio, es por ello que las telecomunicaciones se han convertido en una necesidad primordial.

El presente trabajo trata de un “Diseño de una red de teléfonos monederos para la ciudad de Esmeraldas utilizando GSM”, enfocado principalmente a brindar servicio telefónico público a la población que habita en las zonas rurales de la ciudad. Además aprovechando la infraestructura del sistema se brindará servicio en puntos estratégicos del centro de la ciudad y el aeropuerto.

Realizamos un estudio por cantón de la provincia de Esmeraldas, y decidimos enfocar nuestro a la ciudad de Esmeraldas porque tiene una mayor penetración tecnológica, mayor número de habitantes económicamente activos comparado con los otros cantones y existe mayor accesibilidad a las redes eléctricas y telefónicas.

Nuestro diseño constará de tres estaciones bases (RBS) ubicadas en puntos que nos facilitan la realización de los enlaces microondas. Una de ellas nos servirá como central de conmutación y estación remota y las otras operan

como repetidoras. De esta forma cubriremos las zonas que hemos proyectado brindar servicio de telefonía pública.

Para realizar el roaming característico de los sistemas GSM hemos considerado enlazarnos con un satélite de INTELSAT desde nuestra central de conmutación, previo a acuerdos que se realicen con otras empresas que brindan el servicio de telefonía celular a nivel mundial.

Nuestro sistema soporta 4 enlaces E1 y solo estamos utilizando uno de ellos, por tanto, conforme crece la demanda del servicio en el sector, podríamos incrementar el número de estaciones base, proporcionando una capacidad de radio adicional sin incremento del espectro de radio. Este principio es el fundamento de todos los modernos sistemas de comunicaciones inalámbricos y en particular del sistema GSM.

CAPITULO 1

1. TELEFONIA FIJA INALÁMBRICA

1.1. Wireless Local Loop (WLL)

Es un sistema basado en celdas que conecta a usuarios a la red pública telefónica conmutada (RPTC) utilizando señales de radio, sustituyendo al cableado de cobre entre la central y el abonado.

Estos sistemas incluyen sistemas de radio fijos, sistemas celulares fijos y sistemas de acceso sin alambres y están siendo implantados en las economías emergentes, donde aún no existe acceso a las redes públicas fijas.

Los países en desarrollo como China, India, Brasil, Rusia, Indonesia y Venezuela tienen la mirada puesta en la tecnología WLL, como una manera eficiente de desplegar servicios a millones de suscriptores, evitando los costos de trazar rutas de cable físico.

También es altamente beneficioso para los operadores que entran en mercados competitivos, ya que dichas compañías pueden llegar a los usuarios sin tener que pasar por las redes de los operadores tradicionales. En economías desarrolladas, los costos de despliegue y mantenimiento de la tecnología inalámbrica, son relativamente bajos. Esas ventajas hacen de WLL una solución de alta competencia.

Alcances de una red de telefonía fija inalámbrica

Este sistema es particularmente útil para nuevos operadores que se interesen por competir en el corto plazo, ya que el tiempo de instalación requerido para el cubrimiento de una zona de servicio es mucho menor. Particularmente atractivo es para zonas donde el costo para realizar un tendido físico es alto al requerir postaciones o ductos subterráneos muy congestionados o con excesivas restricciones para las obras civiles; o al tratarse de zonas con un alto costo por el uso del suelo, o de topografía difícil.

1.2. Infraestructura de WLL

Terminales

El suscriptor recibe el servicio telefónico a través de terminales conectados por radio a una red de estaciones. Los terminales WLL pueden ser microteléfonos que permiten grados variables de movilidad. Pueden constar de teléfono integrado a un equipo para uso en el escritorio o pueden ser unidades solas o de varias líneas que se conectan con unos o más teléfonos estándares.

Los terminales se pueden montar dentro de una habitación o al aire libre, ellas pueden o no incluir baterías de respaldo para el uso durante interrupciones de la línea de potencia. Las diferencias en diseños de los terminales WLL reflejan el uso de diversas tecnologías de radio.

Las radio bases WLL

Las radio bases en un sistema WLL se despliegan para proveer la cobertura geográfica necesaria. Cada radio base se conecta a la red, bien por cable o por microondas. De esta manera, un sistema

WLL se asemeja a un sistema celular móvil: cada radio base utiliza una célula o varios sectores de cobertura, manteniendo a los suscriptores dentro del área de cobertura y proporcionando conexión de retorno a la red principal. El área de cobertura es determinada por la potencia del transmisor, las frecuencias en las cuales la radio base y los radios terminales del suscriptor funcionan, las características locales asociadas de la propagación en función de la geografía local y del terreno, y los modelos de radiación de las antenas de la terminal de la estación base y del suscriptor.

En los sistemas WLL que no permiten movilidad del usuario, algunas reducciones en el costo pueden ser obtenidas, gracias a la optimización del diseño de la radio base, con el fin de atender a un suscriptor que se encuentra en una ubicación fija, ya conocida de antemano.

El número de radio bases depende de anticipar el tráfico para el cual se va a utilizar, la capacidad de sistema, la disponibilidad del sitio, el rango de cobertura que se va a proporcionar y las características de propagación local, además del ancho de banda a ser usado por la red WLL. En general, cuanto mayor es el ancho de banda disponible, mayor es la capacidad para desplegar la red.

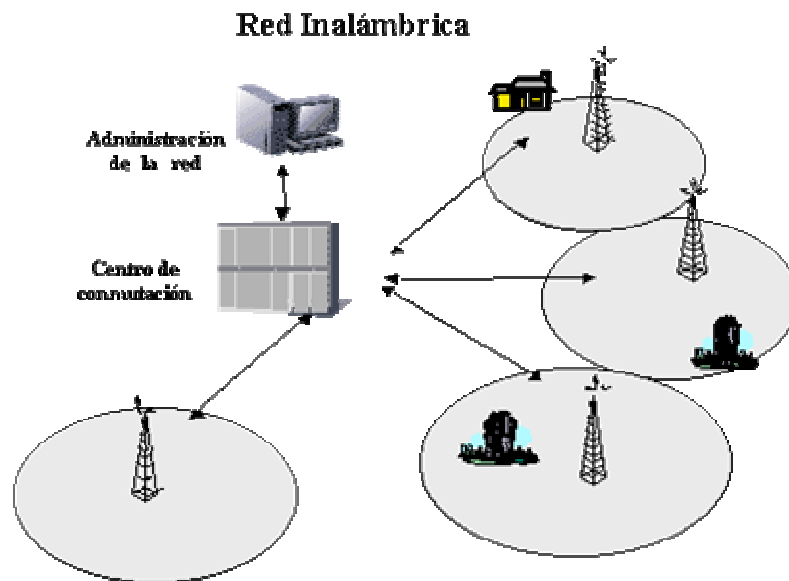


FIGURA 1.1. ESQUEMA DE UNA RED INALAMBRICA

www.subtel.cl/licitaciones/servicio-inalambrico.htm

1.3. Ventajas de WLL

En comparación a la alternativa de desplegar líneas de cobre, la tecnología WLL ofrece un sinnúmero de ventajas dominantes, las principales son:

- **Despliegue más rápido**

Los sistemas WLL se pueden desplegar en semanas o meses, en comparación a los meses o los años que se requieren para

desplegar el alambre de cobre por encima o por debajo de la tierra. Ello puede significar ganancias más pronto y reducción del tiempo para el retorno de la inversión. Aún con costos más altos por suscriptor, asociados al equipo terminal y a las radios bases, el despliegue más rápido puede permitir un retorno más alto en la inversión.

También es una ventaja para el operador ser el primero en el mercado, en cuanto a servicios competitivos.

Desde el punto de vista social y político, acelera el proceso de desarrollo económico regional y local.

- **Bajos costos de construcción**

El despliegue de la tecnología WLL implica considerablemente menos construcción pesada que la necesaria para instalar líneas de cobre. Esos costos más bajos pueden ser más que compensados por los costos de equipo adicional asociados a tecnología WLL, pero, especialmente en áreas urbanas, puede haber un valor considerable si se evitan las interrupciones que

regularmente exige el despliegue a gran escala de líneas de cobre.

- **Bajo mantenimiento de la red**

La gerencia y los gastos de explotación, especialmente en las áreas donde el despliegue de líneas de cobre tiene potencial de incertidumbre, son inferiores. El equipo sin hilos puede ser menos propenso a incidentes y menos vulnerable a sabotaje, hurto o daño debido los elementos naturales, humanos o animales.

Por otra parte, el manejo de la red, incluyendo análisis de averías y la reconfiguración del sistema, puede ser conducido desde una localización centralizada. El resultado final son costos reducidos durante la vida útil de la red.

- **Bajos costos de extensión de red**

Una vez que la infraestructura WLL, la red de radio base y la interfaz a la red telefónica está en su lugar, los costos por incremento del número de suscriptores son muy bajos. Los sistemas WLL se diseñan para ser modulares y escalables,

además de permitir que el ritmo de despliegue de la red se corresponda con la demanda, reduciendo al mínimo los costos asociados a la planta poco utilizada.

1.4. Tecnologías disponibles de WLL

WLL puede ser puesto en ejecución a través de cinco categorías de tecnologías inalámbricas:

1. Digital celular.
2. Analógico celular.
3. Servicios de Comunicaciones personales (PCS).
4. Telefonía sin cables de segunda generación (CT-2) – Telecomunicaciones digitales sin cables (Dect).
5. Implementaciones propietarias.

Digital celular

Estos sistemas, que han visto un crecimiento bastante rápido, desplazarán a los analógicos en muy poco tiempo. Los estándares celulares digitales más importantes son:

- GSM, sistema global para las comunicaciones móviles.
- TDMA, acceso múltiple por división de tiempo.
- e-TDMA, Hughes enhanced TDMA.
- CDMA, acceso múltiple por división de códigos.

GSM domina el mercado celular digital con 71% de suscriptores y está concentrado en Europa. Se espera que el sistema celular digital desempeñe un papel importante en proporcionar WLL, ya que pueden soportar mayor cantidad de suscriptores que los sistemas analógicos, y también ofrecen funciones que satisfacen mejor la necesidad de emular las capacidades de las redes cableadas avanzadas. Su desventaja es que no es tan escalable como celular analógico

Aunque el GSM domina actualmente el mercado celular digital móvil, poco se ha hecho para usarlo como plataforma WLL, puesto que la configuración de GSM fue diseñada para manejar roaming internacional, lleva implícito una gran cantidad de gastos indirectos que lo hacen poco manejable y costoso para aplicaciones WLL.

CDMA parece ser el estándar mejor colocado para aplicaciones WLL. CDMA emplea una técnica de modulación para separar el espectro, según la cual una amplia gama de la frecuencia se utiliza para la transmisión y la señal de baja potencia del sistema se separa a través de frecuencia de banda ancha. Asimismo ofrece mayor capacidad que los otros estándares digitales (celulares 10 a 15 veces mayor que analógicos), voz relativamente de alta calidad y un alto nivel de aislamiento.

Celular analógico

El celular analógico posee una amplia disponibilidad, resultado de su participación en mercados de la alta movilidad. Actualmente existen tres tipos principales de sistemas analógicos celulares:

- AMPS, sistema de telefonía móvil avanzada.
- NMT, telefonía móvil (para los países) nórdicos.
- TACS, sistemas de comunicaciones del acceso total.

Los tres tienen su nicho de participación en el mercado. Como plataforma WLL, el sistema celular analógico tiene algunas

limitaciones con respecto a capacidad y funciones. Debido a su extenso despliegue, se espera que los sistemas celulares analógicos sean una plataforma sin hilos importante para WLL, por lo menos en corto plazo. Para el año pasado se esperaba que las redes celulares analógicas soportaran 19% de los suscriptores de WLL.

PCS

Su propósito es ofrecer a baja movilidad, servicios inalámbricos usando antenas de baja potencia y microteléfonos ligeros y baratos. PCS es un sistema de comunicaciones para ciudad, con rango menor que el celular. Tiene una amplia gama de servicios de telecomunicaciones individualizados que dejan a la gente o los dispositivos comunicarse sin importar dónde se encuentren.

No está claro qué estándar dominará la opción WLL en PCS. Los candidatos son CMDA, TDMA, GSM, sistemas de comunicación personales del acceso (PACS), omnipoint CDMA, upbanded CDMA, el sistema japonés PHS, y el teléfono sin hilos digital (DCT-U, en Estados Unidos). Estos estándares serán

utilizados probablemente en combinación para proporcionar WLL y servicios de la radio de la alta movilidad.

CT-2/DECT

La telefonía sin hilos fue desarrollada originalmente para proporcionar acceso inalámbrico dentro de una residencia o de un negocio, entre un teléfono y una estación PBX. Puesto que la estación sigue estando atada por cable a la red telefónica fija, no se considera WLL.

DECT se considera WLL cuando un operador de red pública proporciona servicio sin hilos directamente al utilizar esta tecnología.

Aunque DECT no parece satisfacer plenamente las aplicaciones rurales o de baja densidad, tiene algunas ventajas significativas en áreas de media y alta densidad. La telefonía sin hilos tiene ventajas en términos de escalabilidad y funcionalidad. Con respecto a tecnología celular, DECT es capaz de llevar el tráfico a niveles más altos, proporciona mejor calidad de voz y puede transmitir datos a tasas más altas. La configuración de las

microceldas en DECT, permite que sea desplegado en incrementos más pequeños hasta que se logra emparejar la demanda de suscriptores, con requisitos de capital inicial reducidos.

Los Sistemas Propietarios

Las puestas en práctica de Sistemas Propietarias WLL abarcan una variedad de tecnologías y de configuraciones. Estos sistemas se consideran propietarios porque no están disponibles en redes inalámbricas públicas y son modificadas según los requisitos particulares de una aplicación específica.

Generalmente no proporcionan movilidad. Esto hace que la tecnología propietaria sea la más eficaz para aplicaciones que no se pueden desarrollar - por rentabilidad y tiempo - con alternativas cableadas.

1.5. Servicios que pueden ser ofrecidos por un sistema WLL

- Servicio de voz: PCM (Pulse Code Modulation) de 64 Kbps
- ADPCM (PCM adaptativo diferencial) de 32 Kbps
- Servicio de datos en banda de voz: 56 Kbps fax/módem
- Servicios de datos: 155 Kbps (e.g. Internet)
- Servicio ISDN: 144 Kbps (2B+D)

1.6. Parámetros para la elección de WLL

La tecnología apropiada dependerá en última instancia de consideraciones acerca del tamaño y densidad demográfica (rural contra urbano) y de las necesidades básicas del suscriptor (residencial versus comercial; servicio de voz versus el acceso de los datos).

El mayor desafío para los vendedores de WLL se encuentra en la identificación del protocolo inalámbrico óptimo para satisfacer las necesidades únicas de una aplicación específica, para luego brindar soluciones integradas al mercado y reducir costo por suscriptor, a través de una escala en la colocación de equipos.

CAPITULO 2

2. ESTUDIO DE GSM

2.1. Historia del GSM

Los factores que promovieron la aparición del GSM son:

- Limitación de capacidad de los sistemas analógicos.
- Saturación de los sistemas analógicos.
- Conveniencia de un sistema de cobertura europea.
- Intento de establecer un estándar europeo para la industria.

En 1989 la responsabilidad del GSM se trasladó al ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y las primeras especificaciones se publicaron en 1990. El GSM comenzó su servicio de forma comercial a mediados de 1991, y en 1993 había 36 redes GSM en 22 países. GSM no es sólo un estándar europeo. Las redes

GSM (incluyendo DCS1800 y PCS1800) son actualmente operativas (o en fase de planificación) en más de 80 países. A principios de 1994 había 1,3 millones de usuarios y a principios de 1995 alrededor de 10 millones de usuarios en todo el mundo. Se estima que en año 2.000 tenga un número de usuarios entre 15 y 20 millones; para el DCS-1800 se esperan entre 4 a 13 millones para el citado año 2.000.

El GSM ofrece movilidad internacional, y una gran variedad de servicios como telefonía, transferencia de datos, fax, mensajes cortos, y se acerca a los requerimientos de un sistema de comunicaciones personales. De hecho está siendo usado como base para la siguiente generación de tecnología de comunicaciones en Europa, el UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

El GSM es un estándar muy complejo, pero esto es el precio que hay que pagar para alcanzar el nivel de servicios y la calidad ofrecida usando un medio con unas restricciones tan importantes como es la radio.

2.2. Redes GSM existentes

Las redes del GSM funcionan actualmente en tres diversos rangos de frecuencia. Éstos son:

GSM 900

O simplemente GSM, es la red digital más adoptada. La utilizan actualmente más de 100 países del mundo, principalmente en Europa y en Asia (Pacífico). Utiliza la frecuencia de radio de 900MHz. Hoy día, como ya está bastante saturada en varios países (como por ejemplo Portugal), las operadoras la utilizan juntamente con la red GSM 1800 para poder aumentar la capacidad de utilización. Para hacer uso de la red GSM 1800 es necesario tener un teléfono Dual Band que conmute automáticamente para el GSM900 o para el GSM1800 según la disponibilidad del sitio. La red GSM900 tiene más alcance pero tiene menos capacidad de penetración, por eso es ideal para ser utilizada en espacios abiertos, y menos indicada en las ciudades o en zonas verticalmente urbanizadas.

GSM 1800

También conocido por DCS 1800 o por PCN, es utilizado en Europa y Asia-Pacífico. Utilizando una banda de frecuencias superior sirve de alternativa a la ya sobrecargada red GSM 900, pudiendo ser disponible simultáneamente con esta.

GSM 1900

También conocida por PCS (Personal Communications Service) 1900; es una red digital utilizada en algunas partes de Estados Unidos y de Canadá, y también está prevista para otras partes de América y África. Utiliza la frecuencia de radio 1900Mhz.

2.3. Novedades introducidas

El sistema GSM permite la conexión con la red conmutada (Telefónica) y con la RDSI (Red de servicios integrados) y permite ofrecer al usuario telefonía, transmisión de datos (hasta 9.600 bit/s), facsímil del grupo III, conexión a sistemas de correo electrónico (X-400) y envío de mensajes cortos (alfanuméricos) que permite tanto su envío como su recepción desde un terminal móvil, leyéndolos en

este ultimo caso en el visor correspondiente. Soporta igualmente otras prestaciones adicionales, como son, desvío de llamada, restricciones de llamadas entrantes o salientes, conferencias a tres, llamada en espera y otras más. El terminal a su vez, ofrece prestaciones adicionales como marcación abreviada, repetición del ultimo numero marcado, bloqueo del terminal, etc.

El tema de la seguridad ofrece en este servicio novedades importantes respecto a los actuales (TMA), el uso de tarjeta de usuario para la autenticación de la validez de la llamada; encriptado, que facilita una confidencialidad total (voz, datos e identidad del abonado) e imposibilidad de utilización de equipos robados mediante la asignación previa de un numero de serie a cada estación móvil. En su componente radio se utiliza la banda de frecuencias de 900 Mhz con el método TDMA (Acceso por multiplexación en el tiempo), que proporciona ocho canales telefónicos en una misma portadora y una codificación de voz a 13 Kbps, destinándose un octavo de tiempo a cada canal. Esta prevista para un futuro una codificación de voz a velocidad mitad, lo que permitiría la utilización de 16 canales por portadora.

2.4. Características del GSM

Las principales características del GSM son:

- Tipo de servicio: telefonía celular pública.
- El acceso al medio se realiza mediante TDMA/FDM , esto es acceso por división el tiempo.
- Tiene 124 canales, y cada canal puede dar servicio a 8 o 16 usuarios a la vez.
- Ancho de banda del canal 200 kHz.
- La modulación empleada es GMSK.
- La velocidad máxima del canal de radio es 270.833 kbps
- Duración de un bit de 3,692 msec.
- La longitud de una trama es de 4,615 msec, y la longitud de un *slot* de tiempo 0,577 msec.
- Codificación de la voz: RELP-LTP 13 kbps
- Potencia de salida de 20 mW a 20W.
- La especificación es la GSM Standard.

2.5. Funcionalidades de GSM

El sistema GSM posee una serie de funcionalidades, que pueden ser implementadas por los operadores en sus redes. Las varias características incluyen:

- Posibilidad de usar el terminal y la tarjeta SIM en redes GSM de otros países (*roaming*).
- Servicio de mensajes cortos (SMS) a través del que pueden ser enviadas y recibidos mensajes con hasta 126 caracteres.
- Reenvío de llamadas para otro número.
- Transmisión y recepción de datos y fax con velocidades de hasta 9.6 Kbps.
- Difusión celular - mensajes con hasta 93 caracteres pueden ser enviados para todos los teléfonos móviles en un área geográfica.

Los mensajes son recibidos cuando el terminal no está siendo utilizado y pueden ser recibidos cada dos minutos.

- CLIP (Calling Line Identification Presentation) - permite ver en pantalla el número que nos está llamando. Por oposición, el CLIR (Calling Line Identification Restriction) impide que el número llamante sea visto por alguien (anónimo) gracias al CLIP.

- Posibilidad de visualización de crédito / costes.

- Grupos restringidos de utilizadores - permiten que los teléfonos registrados en los grupos sean utilizados con extensiones de otro teléfono o cuenta.

- Ligaciones sin estática.

- Notificación de llamadas en espera, cuando estamos hablando por teléfono.

- Posibilidad de colocar una llamada en espera, mientras se coge otra.

- Las llamadas son encriptadas, lo que impide que sean escuchadas por otros.
- Posibilidad de impedir la recepción / transmisión de ciertas llamadas.
- Llamadas de emergencia - el 112 puede ser siempre marcado en cualquier red, incluso sin SIM.
- Posibilidad de varios utilizadores hablen entre si al mismo tiempo - servicio de conferencia.

2.6. Estructura del GSM

En lo que se refiere a la estructura básica del GSM el sistema se organiza como una red de células radioeléctricas continuas 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 las células adyacentes y que se encuentran distribuidas según un plan celular. Un grupo de BTS's se encuentran conectado a un controlador de estaciones base (BSC), encargado de aspectos como el handover (traspaso del móvil de una célula a otra) o el control de potencia de las BTS's y de los

móviles. En consecuencia el BSC se encarga del manejo de toda la red de radio y supone una autentica novedad respecto a los anteriores sistemas celulares. Una o varias BSC's 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 sobre la tarificación. Es también el interface entre diversas redes GSM o entre una de ellas y las redes publicas de telefonía o datos. La información referente a los abonados se encuentra almacenada en dos bases de datos que se conocen como registro de posiciones base (HLR) y registro de posiciones de visitantes (VLR). El primero analiza los niveles de suscripción, servicios suplementarios y localización actual, o mas reciente de los móviles que pertenecen a la red local.

Asociado al HLR trabaja el centro de autentificación (AUC), que contiene la información por la que se comprueba la autenticidad de las llamadas con el fin de evitar los posibles fraudes, la utilización de tarjetas de abonado (SIM's) robadas o el disfrute del servicio por parte de impagados. El VLR contiene la información sobre los niveles de suscripción, servicios suplementarios y área de localización para un abonado que se encuentra o al menos se

encontraba recientemente en otra zona visitada. Esta base de datos dispone también de información relativa a si el abonado se encuentra activo o no, lo que evita el uso improductivo de la red (envío de señales a una localización que se encuentra desconectada). El registro de identidad de los equipos (EIR) almacena información sobre el tipo de estación móvil en uso y puede eludir que se realice una llamada cuando se detecte que ha sido robada, pertenece a algún modelo no homologado o sufre de algún fallo susceptible de afectar negativamente a la red. En cuanto a las comunicaciones en la red, se ha desarrollado un nuevo esquema de señalización digital.

Para la comunicación entre MSC's y registros de posición se utiliza la parte de aplicación para móviles del Sistema de Señalización numero 7 del CCITT, formula casi imprescindible para la operación de redes GSM a nivel internacional. Entre las diversas entidades de la red se encuentran definidos interfaces estándar que aseguren un método común de acceso para todos los móviles, tanto los de diferentes países como los de diferentes suministradores.

2.7. La arquitectura funcional del sistema GSM

La red GSM está compuesta por numerosas entidades funcionales, en la figura 2.1 se muestra una red GSM típica. La red GSM puede dividirse en cuatro partes:

1. Equipo móvil (ME). Es el terminal de usuario.
2. Sistema de Estaciones Base (Base Station System - BSS). Controla el enlace de radio con el ME.
3. Sistema de Conmutación (Switching System - SS). Su parte principal es el Centro de Conmutación para Móviles (MSC). Ofrece el servicio de conmutación de llamadas entre los móviles y la red fija y el manejo de la movilidad.
4. Sistema de Mantenimiento y Operaciones (OSS). El OSS permite Operación y Mantenimiento remoto y centralizado de todos los elementos de una manera uniforme. El OSS es muy fácil de usar, son cerca de 50 aplicaciones para operar la red. Ofrece menús, ventanas y gráficas con las cuales los operadores del sistema pueden interactuar.

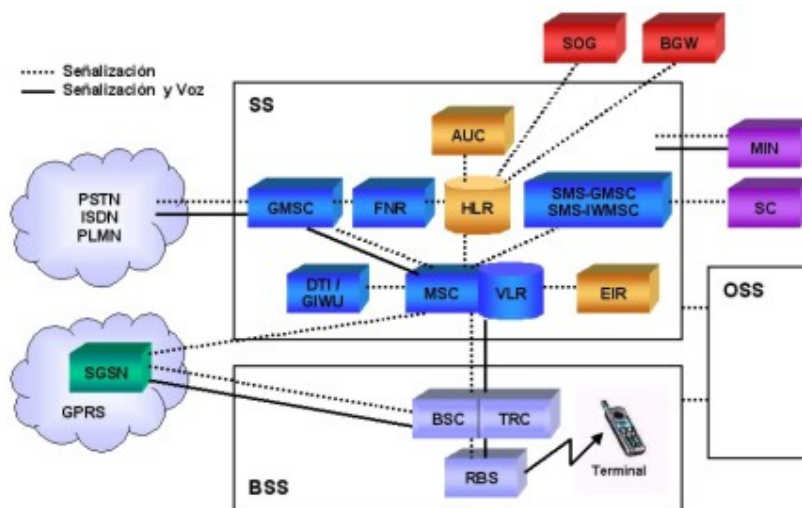


FIGURA 2.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM

http://www.ewh.ieee.org_r9_uruguay_jpiaggio_151101.ppp/

2.8. Elementos de un sistema GSM

2.8.1. Estación Móvil (MS)

La estación móvil consta del equipo móvil (terminal) y una *smart card* llamada SIM (Subscriber Identity Module). El SIM es el que permite la movilidad, así el usuario con dicha tarjeta puede acceder a la red desde cualquier terminal. La tarjeta SIM puede ser protegida contra uso no autorizado mediante el uso de *password* o número de identificación personal. El terminal se identifica de forma inequívoca mediante el IMEI (

International Mobile Equipment Identity). El IMEI y el IMSI son independientes.

El ME y el BTS se comunican a través del denominado interface Um, al que también se conoce como Interface aire.

2.8.2. Sistema de Estación Base (BSS)

El BTS (Base Station Subsystem) está compuesto por dos partes: el BTS (Base Station Transceiver) y el BSC (Base Station Controller). Estas se comunican mediante el llamado Interface Abis. Este interface está basado en vías PCM de 2 Mb/s o de 64 Kb/s.

El BTS lleva el transmisor/receptor de radio que define la célula y maneja el protocolo de radio con la Estación Móvil.

El BSC maneja los recursos de radio de una o más BTS. Maneja la inicialización de los canales de radio, el salto en frecuencia y los handover. Es la conexión entre la Estación Móvil y el MSC.

En GSM el tamaño de la celda es variable, siendo valores típicos entre 350 m y 35 km.

2.8.3. Subsistema de Red (SS)

El componente principal de este sistema es el MSC (Mobile services Switching Center). Actúa como un nodo de conmutación normal de una red PSTN o ISDN añadiendo todas las funciones necesarias para manejar un usuario móvil, como su registro, autenticación, localización handovers....

El MSC facilita la conexión con las redes fijas utilizando el SS7 (Signalling System Number 7). El interface entre el BSC y las BTS se realiza mediante el Interfaz A, basado en vías PCM de 2 Mb/s.

En general, el BTS y el BSC se integran en un mismo equipo, el BSS (Base Station Subsystem).

También cada MSC tiene su propio VLR, que puede cubrir varias áreas. Cada área se identifica por una identidad de área (LAI) compuesta por tres dígitos de país, dos de red GSM

(puede haber varios proveedores en un mismo país) y dos octetos de identidad de área. Cada celda se identifica por una identidad de área, más un campo variable de identidad de celda que siempre es menor de 16 bits.

Por otro lado, cada estación base tiene un código de 6 bits denominado BSIC con el que se distingue de los adyacentes para el envío de las medidas hacia el MSC. Este BSIC puede repetirse en el mismo país para dos BTS que no estén próximas. En el MSC hay 4 registros o bases de datos: HLR, VLR, EIR, AuC.

2.8.4. Identidades en GSM

El HLR (Home Location Register) y el VLR (Visitor Location Register) junto con el MSC proporcionan la ruta o camino de la llamada (routing) y la capacidad de roaming (seguimiento de la llamada) del GSM (figura 2.2).

El HLR (en castellano se denomina RPB, registro de posiciones base) contiene toda la información administrativa de cada cliente registrado en la red GSM con la actual

localización del móvil. Hay un HLR por cada red GSM, aunque puede estar implementado en una base de datos distribuida.

El VLR contiene la información del HLR necesaria para el control y ejecución de los servicios contratados para cada móvil situado en el área geográfica controlada por el VLR.

Aunque el VLR puede ser configurado como una entidad independiente todos los fabricantes lo sitúan junto en el MSC, de forma que el área geográfica controlada por el MSC corresponde a la controlada por el VLR. De esta forma se simplifica la señalización.

Los otros dos registros se utilizan para autenticación y seguridad. El EIR (Equipment Identity Register) es una base de datos que contiene una lista de los equipos móviles válidos en la red en donde cada estación móvil se identifica con su IMEI.

El AuC (Authentication Center) es una base de datos protegida que almacena una copia de la clave secreta

almacenada en cada tarjeta SIM y que se utiliza para la autenticación y encriptado de la señal en el canal de radio.

Cada usuario posee un número personal denominado IMSI, de ámbito internacional. Está memorizado en la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) en la cual también se graba un código personal PIN de cuatro dígitos que protege del uso indebido del terminal. De esta clave secreta una copia se almacena en la tarjeta SIM y otra en el AuC. El usuario también se identifica, para el resto de los que le llaman, por su número de directorio ISDN.

El IMEI es un número de identificación grabado internamente por el fabricante. Este número puede ser solicitado por la red para comprobar si no se encuentra en una lista de equipos robados o con mal funcionamiento.

Cuando un móvil se mueve por un área controlada por un VLR, en éste se le asigna un número temporal (TMSI). En el HLR y en el VLR se memorizan para usuario unas claves Ki y Kc que sirven para autenticar y cifrar. En la tarjeta también se graba la identidad del última área de localización visitada.

En el centro de autenticación (AuC) que puede estar en el mismo lugar que el HLR se generan y almacenan por cada IMSI cinco tripletas de autenticación compuestas por cinco conjuntos de serie pregunta, serie respuesta y llave de cifrado.

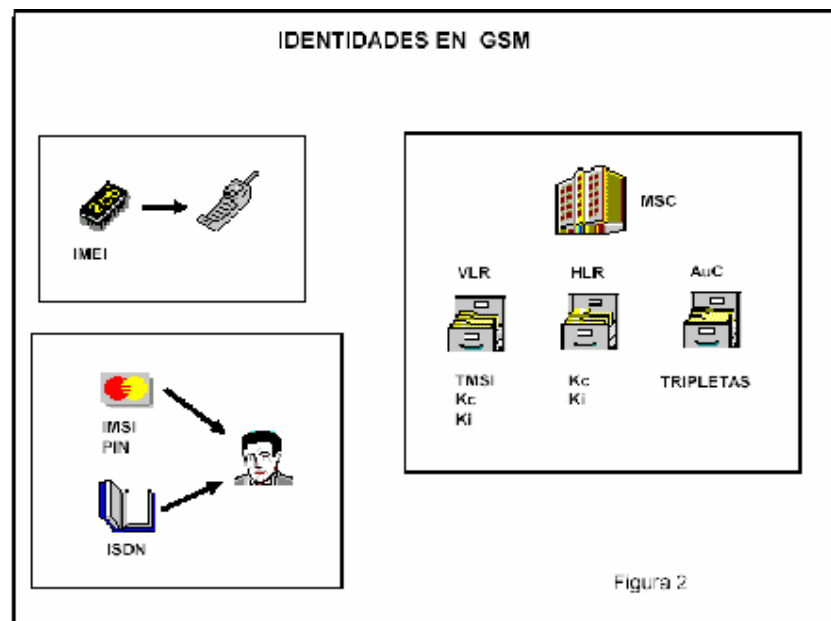


FIGURA 2.2. IDENTIDADES EN GSM

http://www.ewh.ieee.org_r9_uruguay_jpiaggio_151101.ppp/

2.8.5. Sistema de Operación y Mantenimiento (OSS)

Es un sistema de operación que se encarga de las funciones de explotación de una o varias entidades del sistema GSM.

2.8.6. Centro de Gestión de Red (NMC)

Es un sistema de operación que constituye la máxima jerarquía dentro del sistema de explotación. De este centro depende todos los demás Centros de Operación y Mantenimiento.

2.9. Ecuación multipath

A la frecuencia de 900 Mhz las ondas de radio rebotan con todo: edificios, colinas, vehículos, aviones....

Muchas de estas ondas reflejadas, cada una con diferente fase, llegan a la antena receptora. La ecuación se utiliza para extraer la señal deseada de las reflexiones. El sistema trabaja analizando como se ven afectadas las señales debido al efecto multipath y construyendo un filtro inverso para recuperar la señal. Para ello

utiliza una secuencia de bits de entrenamiento situados en mitad de cada trama. En GSM se consideran cuatro modelos de propagación multipath: urbano, montaña, rural y suburbano. Se asumen para ellos diferentes formas y duraciones: entre 18 μ s a 20 μ s o hasta 5 bits.

En general, las antenas del GSM, que están polarizadas verticalmente, están situadas en zonas urbanas en lo alto de edificios y en zonas rurales en lo alto de torres construidas a al efecto.

Se suelen poner 9 antenas situadas en tres planos a 120° (figura 2.3) de forma que hay 3 antenas por plano. De las 3 antenas situadas en cada plano las de los extremos son de recepción y la central de transmisión.

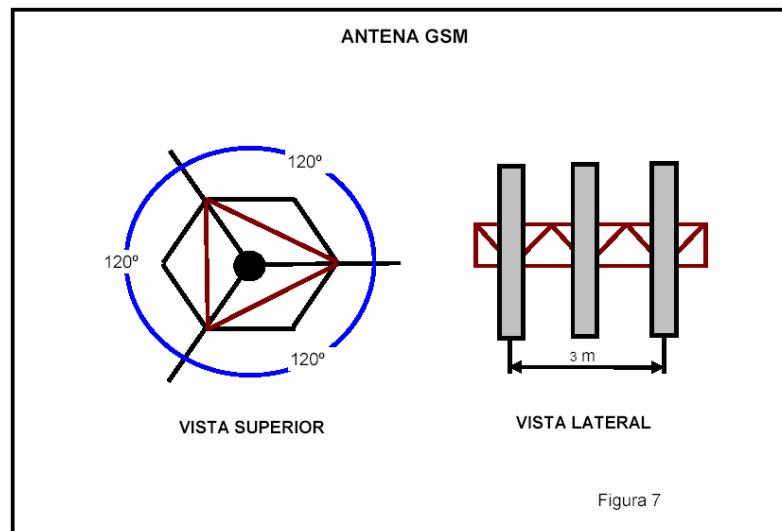


FIGURA 2.3. ANTENAS GSM

http://www.ewh.ieee.org_r9_uruguay_jpiaggio_151101.ppp/

2.10. Direccionamiento de llamadas

En el caso de la red GSM, al ser una red para servicios a móviles , un usuario de esta red puede moverse dentro de su país e incluso a otros países. El número a marcar para localizar a un móvil se llama MSISDN (Mobile Subscriber ISDN) y está definido en el plan de numeración E.164. Este número incluye un código de país, y un código de destino nacional, que identifica al operador.

Una llamada para un móvil se direcciona a la función gateway MSC (GMSC). El GMSC interroga al HLR para obtener la información del direccionamiento y además contiene una tabla que vincula los MSISDN a sus correspondientes HLR. La información de direccionamiento que se le devuelve al GMSC es el MSRN (Mobile Station Roaming Number), que está también definido en el plan de numeración E.164 (figura 2.4).

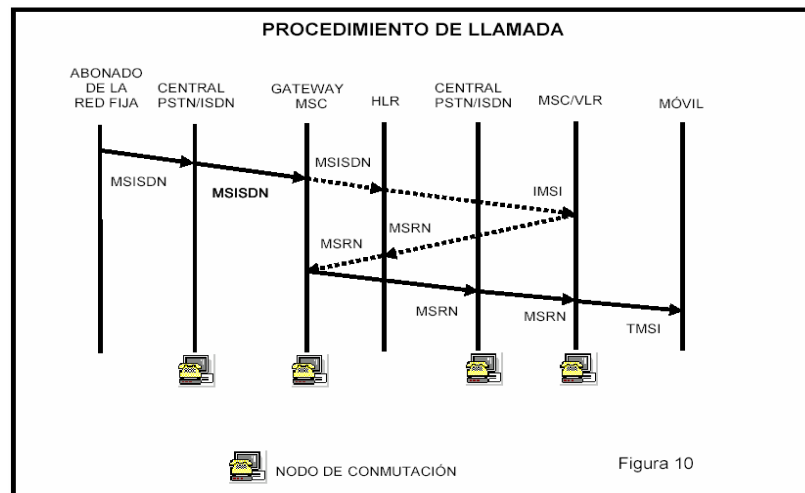


FIGURA 2.4. PROCEDIMIENTO DE LA LLAMADA

http://www.ewh.ieee.org_r9_uruguay_jpiaggio_151101.ppp/

2.11. Interfaces del sistema

Interface Radio (Interface UM)

El interface radio es utilizado por las estaciones móviles para acceder a todos los servicios y facilidades del sistema GSM utilizando para ello los sistemas de estación base como punto de conexión con la red.

Interface entre la SMC y el BSS (interface A)

Este interface se utiliza fundamentalmente para el intercambio de información relacionada con las siguientes funciones:

- Gestión del BSS
- Manejo de la llamada
- Gestión de la movilidad

Interface entre el BSC y la BTS (interface A-bis)

Este interface permite conectar de una forma normalizada estaciones base y controladores de estación base, independientemente de que sean realizadas por un mismo suministrador o por suministradores distintos.

Interface entre la SMC y el VLR asociado (interface B)

Como se vio anteriormente el Registro de Posición Visitado es la base de datos para gestión y seguimiento de los móviles dentro del área controlada por su SMC asociada (o SMC asociadas).

Interface entre el HLR y la SMC (interface C)

Este interface se utiliza fundamentalmente para las siguientes funciones:

- Al final de una llamada en la que un móvil tiene que ser tarificado la SMC de ese móvil puede enviar un mensaje de tarificación al HLR.
- Cuando la red fija no puede realizar el procedimiento de interrogación necesario para el establecimiento de una llamada hacia un usuario móvil, la SMC de cabecera debe interrogar al HLR del usuario llamado para conocer el numero de seguimiento del móvil llamado.

Interface entre el HLR y el VLR (interface D)

Este interface se utiliza para intercambiar los datos relacionados con la posición de la estación móvil y los datos de suscripción del usuario. A través de este interface el VLR informa al HLR correspondiente de la posición de una estación móvil gestionada por este ultimo registro, proporcionándole un numero de

seguimiento a fin de que pueda encaminar las llamadas dirigidas hacia esta estación móvil. En el otro sentido el HLR envía al VLR que controla el rea donde se encuentra la estación móvil, los datos correspondientes necesarios para soportar los servicios contratados por el usuario.

Asimismo mediante un interfaz similar el HLR debe informar también al VLR anterior que cancele el registro de localización correspondiente a dicha estación móvil, cuando esta estación móvil se desplaza a una nueva área VLR. Estos intercambios de datos se producen cuando la estación móvil requiere un servicio determinado, cuando el usuario quiere cambiar algunos datos relacionados con su suscripción, o bien cuando los parámetros de la suscripción se modifican por el operador del sistema.

Interface entre SMC (interface E)

Cuando una estación se desplaza del arrea controlada por una SMC al área de otra SMC distinta, es necesario realizar un procedimiento de traspaso para poder continuar la conversación. En este caso las SMC deben intercambiar datos para poder llevar a cabo esta operación.

CAPITULO 3

3. ESTUDIO TECNICO DE LA ZONA

3.1. Topología del terreno

Ubicada al norte de la región de la Costa, limita al Norte con la República de Colombia, al Sur con las provincias de Manabí y Pichincha, al Este con las de Carchi e Imbabura y al Oeste con el océano Pacífico. Su capital es Esmeraldas. La superficie de esta provincia es de 15.239 Km² y comprende los cantones de Esmeraldas, Eloy Alfaro, Muisne, Quinindé, San Lorenzo y Atacames. Se extiende desde las estribaciones de los Andes hasta el océano, generalmente llano con algunas elevaciones de poca consideración que no sobrepasan los 300 m. (montañas de Onzole, Moche, San Francisco, Atacames y Cojimíes). Sus principales ríos son: Santiago, Cayapas, Blanco y Esmeraldas (navegable). A continuación presentamos el mapa político de esta provincia:



FIGURA 3.1. MAPA DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

<http://www.cabosanfrancisco.ch/mapas.htm>

3.2. Condiciones climatológicas

Por sus zonas, varía entre tropical, subhúmedo, subtropical húmedo y subtropical muy húmedo. La temperatura promedio es 23 grados centígrados. Esta provincia está situada en zonas bajas, está atravesada por varias estribaciones que son prolongaciones de la cordillera occidental de los Andes. Las estribaciones de Cayapas y Toisán se encuentran al Este y hacia el Oeste las montañas de Muisne, Atacames y Cojimíes.

3.3. Estudio de la telefónica celular de la zona

Una de las empresas que brindan servicio celular en la Provincia de Esmeraldas es Porta Celular teniendo estaciones bases en las siguientes coordenadas: 0°57'4" de latitud norte y 79°53'44" de longitud oeste, esto corresponde al sector Don Juan que tiene una elevación de 55m sobre el nivel del mar. Otra antena se encuentra en el sector llamado Gatazo con las siguientes coordenadas 0°57'0,5" de latitud norte y 79°39'40" de longitud oeste, este sector tiene una elevación de 239m y la ultima estación base la tienen en Quinindé a 0°20'4,25" de latitud norte y 79°28'21,53" de longitud oeste, este sector tiene una elevación de 99 m. sobre el nivel del mar.

3.4. Estudio de la telefónica fija de la zona

La empresa que brinda servicio de telefonía fija en la provincia de Esmeraldas es Andinatel. Esta empresa utiliza la tecnología Japonesa NEC G1E en sus centrales.

El área de concesión de ANDINATEL comprende las provincias de: Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Sucumbios y Tungurahua. El número

de líneas principales por la operadora ANDINATEL S.A. hasta junio del 2003 es de 779.713 líneas distribuidas como se muestra en la tabla 3.1.

En la ciudad de Esmeraldas existen dos centrales telefónicas: Esmeraldas 2 y Esmeraldas 3 cuyos números telefónicos van desde 720000 hasta 729999 para Esmeraldas 2 y los números del 700000 hasta 705999 y del 710000 hasta 713999 para Esmeraldas 3.

La central Esmeraldas 2 tiene capacidad para 9000 abonados y abarca el centro de la ciudad, mientras que Esmeraldas 3 tiene una capacidad de 10000 abonados y cubre también parte del centro de la ciudad, las zonas periféricas y el resto de Cantones.

Andinatel tiene sistemas alternos para brindar servicios telefónico en zonas en las cuales las centrales no alcanzan a cubrir, lo brindan mediante un sistema de radio denominado Sistema Rural que tiene entre 16 y 64 abonados por poblado, también tienen un sistema inalámbrico que cubre: Atacames, Tonsura, Súa, Same y

PROVINCIA	Líneas principales				Líneas en Centrales	Población *	Densidad Telefónica (%)	Digitalización (%)
	Abonados	Servicio	Monederos	Total				
BOLIVAR	8.838	93	40	8.971	10.008	174.632	5,14%	98,00%
CARCHI	15.105	124	99	15.328	17.609	157.691	9,72%	100,00%
CHIMBORAZO	34.297	191	198	34.686	38.520	416.172	8,33%	100,00%
COTOPAXI	25.526	201	176	25.903	31.765	360.399	7,19%	100,00%
ESMERALDAS	26.756	145	144	27.045	31.413	397.191	6,81%	100,00%
IMBABURA	37.590	193	278	38.061	48.021	354.733	10,73%	100,00%
MORONA SANTIAGO **	547	8	0	555	624	6.513	8,52%	100,00%
NAPO	4.357	39	22	4.418	5.200	81.598	5,41%	100,00%
ORELLANA	3.196	28	27	3.251	3.664	89.180	3,65%	100,00%
PASTAZA	5.888	58	96	6.042	6.320	63.698	9,49%	100,00%
PICHINCHA	555.615	3.367	2.737	561.719	704.887	2.463.034	22,81%	99,98%
SUCUMBIOS	4.411	43	83	4.537	5.568	133.002	3,41%	100,00%
TUNGURAHUA	48.644	299	254	49.197	60.574	454.736	10,82%	100,00%
TOTAL	770.770	4.789	4.154	779.713	964.173	5.152.579	15,13%	99,96%

TABLA 3.1. DISTRIBUCIÓN DE LINEAS EN LAS PROVINCIAS DE CONCESIÓN DE ANDINATEL S.A.

<http://www.supertel.gov.ec/servpub1.htm>

Tonchigue, cuyos números telefónicos son de la serie 730, 732, 733, 734 y 735.

Las llamadas nacionales e internacionales se procesan en la central Quito. Para realizar esto la central Esmeraldas 2 recoge el tráfico generado en las centrales locales y lo enruta hacia la central Quito. Esta central de tránsito se enlaza con la central Quito a través de un enlace E1, de 30 circuitos.

Las llamadas locales e intercantoneales se procesan en la central Esmeraldas 2.

3.5. Densidad de población por cantón

CANTON	POBLACION
Eloy Alfaro	30730
Quininde	95757
Muisne	28658
San Lorenzo	27132
Atacames	21221
Esmeraldas	187612
TOTAL	391110

TABLA 3.2. DENSIDAD DE POBLACIÓN POR CANTON

3.6. Nivel de penetración y desarrollo económico del área

La mayor parte de la economía está basada en la agricultura, ganadería y en la pesca. En cuanto a la agricultura, se produce banano, café, cacao, tabaco, cereales y frutas tropicales (sandías, plátanos, melones, cocotera, piñas y palma africana). Ganadería bobina y porcina y también ganado importado. La explotación forestal es una de las principales actividades (cedro, caoba, guayacán, etc.).

Para nuestro diseño contemplaremos el cantón Esmeraldas ya que es la capital de la provincia y tiene mayor penetración tecnológica y para ello presentaremos los valores estadísticos por cantón .

POBLACION SIN ENERGIA ELECTRICA		
CANTON	POBLACION TOTAL	POBLACION DEFICITARIA
Eloy Alfaro	30730	16340
Quinindé	95757	50953
Muisne	28658	13470
San Lorenzo	27132	10392
Atacames	21221	7852
Esmeraldas	187612	35643
<i>TOTAL</i>	391110	134650

TABLA 3.3. POBLACIÓN SIN ENERGÍA ELÉCTRICA

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.			
CANTON	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Esmeraldas	35000	15000	50000
Quininde	13000	4000	17000
Eloy Alfaro	5500	2000	7500
Muisne	5500	500	6000
San Lorenzo	5000	800	5800
Atacames	4550	50	4600
TOTAL	68550	22350	90900

TABLA 3.4. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

POBLACION SIN SERVICIO TELEFONICO		
CANTON	POBLACIÓN TOTAL	POBLACION DEFICITARIA
Eloy Alfaro	30730	29206
Quinindé	95757	88096
Muisne	28658	25749
San Lorenzo	27132	24419
Atacames	21221	19099
Esmeraldas	187612	151966
TOTAL	391110	338535

TABLA 3.5. POBLACIÓN SIN SERVICIO TELEFÓNICO

CAPITULO 4

4. ESTUDIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

4.1. Ubicación de las estaciones del sistema

Considerando la distribución geográfica y poblacional que presenta la zona objeto de nuestro estudio hemos considerado ubicar nuestro centro de operaciones (estación base) en el edificio de la Mutualista “Luis Vargas Torres” ubicado en las calles Bolívar y Manuela Cañizares por ser éste el punto más alto dentro del centro de la ciudad. Desde aquí nos enlazaremos vía enlace radial hasta el punto denominado Loma “Coquita”, y también hasta el punto denominado Loma “Gatazo”.

Debemos mencionar que estos dos puntos fueron escogidos porque tienen una buena línea de vista con la estación base.

En el desarrollo de este proyecto ubicaremos 3 estaciones de radio denominadas **RBS** (Radio Base Station) ubicadas según lo muestra la siguiente tabla:

RBS's	LOCALIDAD	LONG.	LAT.	ALT.
RBS1	Edif. Mutualista "Luis Vargas Torres"	79°39'0''	0°58'0''	60 m
RBS2	Extensión Loma "Coquita"	79°40'33''	0°59'13''	100 m
RBS3	Loma "Gatazo"	79°41'0''	0°56'52.5''	240 m

TABLA 4.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RADIO

4.2. Áreas de cobertura

Con el planteamiento de este proyecto nuestra prioridad es dar servicio a las zonas rurales de la ciudad de Esmeraldas y aprovechando la capacidad del sistema inalámbrico a utilizar también instalaremos teléfonos públicos dentro del área urbana.

Los sectores a cubrir son los siguientes: La Propicia, Codesa, La Victoria, Tolita 1, Tolita 2, San Rafael, Tiwinza y el área urbana de la ciudad de Esmeraldas.

4.3. Sectorización de celdas

En nuestro proyecto el arreglo de antenas lo realizamos con sectores de tamaño uniforme dependiendo de la distribución que se tiene de los abonados. De tal forma nuestra sectorización de celdas queda de la siguiente manera:

Celda “Area Urbana”

Esta celda tendrá 27 teléfonos públicos para los cuales hemos decidido utilizar una antena direccional de 60°.

Celda “Zonas Rurales”

Esta celda tendrá 69 teléfonos públicos para los cuales hemos decidido utilizar una antena direccional de 60° .

4.4. Estudio de la capacidad del sistema

Según las especificaciones de los equipos a utilizar a cada RBS llega un enlace de 2 Mbits, esto es, un enlace E1 el cual está formado por 30 canales de datos de 64 kbps más 2 canales de señalización.

En el sistema GSM cada TRx ocupa 2.5 Time Slot, por lo tanto si tengo 30 canales de datos esto significa que tendremos 12 TRx y cada uno consta de 8 canales de tráfico agrupados en una trama con multiplexación por división en el tiempo (TDMA) sobre una misma portadora, por lo tanto el número máximo de conversaciones simultáneas que tendremos es:

12 TRx x 8 canales = 96 conversaciones simultáneas.

El valor anteriormente calculado nos indica el número de teléfonos públicos que podremos instalar por cada enlace E1 libre.

En nuestro análisis no es necesario realizar un estudio de tráfico en Erlangs para calcular el número máximo de conversaciones simultáneas debido a que la cantidad de abonados (teléfonos públicos) es fija y utilizaremos un solo enlace E1 libre para la instalación de los **96 teléfonos públicos**. Cabe indicar que nuestra central tiene capacidad para 4 enlaces E1.

SECTOR	ABONADOS	DISTANCIA
Aeropuerto	2	3.3 Km
Área Urbana	25	2.25 Km

TABLA 4.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS TELEFONOS EN LA CELDA
“AREA URBANA”

SECTOR	ABONADOS	DISTANCIA
Propicia	12	3.4 Km
Codesa	12	2.3 Km
Tolita 1/La Victoria	15	3.1 Km
Tolita2	5	3.55 Km
San Rafael/Tiwinza	25	4.25 Km.

TABLA 4.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS TELEFONOS EN LA CELDA
“AREAS RURALES”

Hemos considerado asignar mayor número de cabinas telefónicas a las áreas rurales que al sector urbano basándonos en el hecho de que dentro del área urbana de la ciudad Esmeraldas el porcentaje de servicio telefónico es mayor que en las áreas rurales.

También consideramos colocar 2 cabinas telefónicas en el Aeropuerto de Esmeraldas ubicado en el sector de Tachina, a pesar de que éste sector se encuentra situado fuera de la ciudad lo trajimos

a consideración debido a la importancia que tiene la comunicación dentro de los aeropuertos.

4.5. Estudio de Propagación Trayecto “Loma Coquita – Mutualista”

Frecuencia de operación (f)	15 (Ghz); $\lambda = 2,0$ cm
Distancia de enlace (d)	2300 m
Altura de la antena 1 (h1)	60 m
Altura de la antena 2 (h2)	100 m
Ganancia de antena 1 (G1)	30.0 dB
Ganancia de antena 2 (G2)	30.0 dB
Potencia de transmisión (P_{TX})	20 dBm
Pérdidas de Espacio Libre (P_o)	123.2 dB
Pérdidas en los conectores (P_c)	0.8 dB
Pérdidas en las líneas de Transmisión (P_L)	No significativa
Antena 1	
Antena 2	
Margen de Seguridad (M)	45 dB
Potencia de Recepción (P_{RX})	-89 dBm

TABLA 4.4. ESTUDIO DE PROPAGACIÓN

TRAYECTO “LOMA COQUITA – MUTUALISTA”

Longitud de onda (λ)

$$C = f \times \lambda \quad \therefore \lambda = \frac{C}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ (m/s)}}{15 \times 10^9 \text{ (1/s)}}$$

$$\lambda = 0,02 \text{ m} = 2,0 \text{ cm}$$

Potencia de transmisión (P_{TX})

Para establecer una comunicación con el receptor, emplearemos un transmisor que emita una potencia de **20 dBm**, este valor es de acuerdo a las especificaciones del equipo a emplear en la frecuencia en la que se trabajará.

Potencia de Recepción (P_{RX})

De acuerdo a las especificaciones del equipo hemos escogido trabajar con una potencia de recepción de **-89 dBm**.

Utilizaremos este valor considerando que nuestro sistema inalámbrico podría ser ampliado en el futuro hasta una capacidad máxima de 4x2 Mbit/s.

Pérdidas de Espacio Libre (Po)

$$P_o \text{ (dB)} = 92.44 + 20\log(d)/\text{Km} + 20\log(f)/\text{Ghz}$$

$$P_o \text{ (dB)} = 92.44 + 20\log(2.3)/\text{Km} + 20\log(15)/\text{Ghz}$$

$$P_o \text{ (dB)} = 123.20 \text{ dB}$$

Pérdidas en las Líneas de Transmisión (PL)

Las pérdidas en las líneas de transmisión son despreciables porque para la conexión entre el equipo de radio y la antena utilizaremos cable LMR –400 de 50 Ω marca Times para el cual las pérdidas son no significativas. $P_L \approx 0$

Pérdidas en los Conectores (Pc).

$$P_c = 0.2 \frac{\text{dB}}{\text{conector}} \times 4 \text{ conectores}$$

$$P_c = 0.8 \text{ dB}$$

Margen de Seguridad (M)

$$M = 45 \text{ dB}$$

Pérdidas Totales (Pt)

$$Pt \text{ (dB)} = P_o + P_L + P_c + M$$

$$Pt \text{ (dB)} = 123.2 + 0 + 0.8 + 45$$

$$Pt = 169.0 \text{ dB}$$

Ganancia de las Antenas (G1, G2)

$$G_A \text{ (dB)} = P_{Rx} + Pt - P_{Tx}$$

$$G_A \text{ (dB)} = -89 + 169 - 20$$

$$G_A \text{ (dB)} = 60.0$$

$$G1 = G2 = G_A / 2 = 30.0 \text{ dB}$$

Cálculo del Diámetro de las Antenas

$$G = 10 \log \eta \left[\frac{\pi D}{\lambda} \right]^2 \quad \therefore \quad D = \frac{\lambda}{\pi} \left[\frac{\frac{G}{10}}{\eta} \right]^{1/2}$$

$$D = \frac{0.02}{\pi} \left[\frac{\frac{30.0}{10}}{0.55} \right]^{1/2}$$

$$D = 0.27 \text{ mts} = 27 \text{ cm.}$$

f (frecuencia)	15GHz
L (longitud del tramo)	2350 mts
n	1,00
Alt Ant (h1)	30 mts
Alt Ant (h2)	15 mts

longitud de onda	2,00 cm
HA	100 mts
HB	60 mts
Dx (incremento)	200 mts
Nt (#total de divisiones)	23

No	Lx	PERFIL	CURVATURA	ALTITUD	X	Hx(m)	Radio de la enésima region	Hx-	Hx+
Div	(km)	(m)	Be (X) (m)	(m)			de la elipsoide de Fresnel (Rn)		
1	0.01	100.001837	0.001836735	100	0.00425532	99.8297872	1.411201389	98.4185858	101.240989
2	0.2	60.033752	0.033751962	60	0.08510638	96.5957447	6.049441683	90.546303	102.645186
2	0.4	6.06122449	0.06122449	6	0.17021277	93.1914894	8.147575021	85.0439143	101.339064
3	0.6	6.08241758	0.082417582	6	0.25531915	89.787234	9.453131869	80.3341022	99.2403659
4	0.8	5.09733124	0.09733124	5	0.34042553	86.3829787	10.27287277	76.110106	96.6558515
5	1	7.10596546	0.105965463	7	0.42553191	82.9787234	10.71884402	72.2598794	93.6975674
6	1.2	5.10832025	0.108320251	5	0.5106383	79.5744681	10.83728788	68.7371802	90.411756
7	1.4	6.1043956	0.104395604	6	0.59574468	76.1702128	10.6391489	65.5310639	86.8093617
8	1.6	5.09419152	0.094191523	5	0.68085106	72.7659574	10.10582305	62.6601344	82.8717805
9	1.8	4.07770801	0.077708006	4	0.76595745	69.3617021	9.179069623	60.1826325	78.5407718
10	2	6.05494505	0.054945055	6	0.85106383	65.9574468	7.71844985	58.238997	73.6758967
11	2.2	4.02590267	0.025902669	4	0.93617021	62.5531915	5.299538318	57.2536532	67.8527298
12	2.3	60.0090267	0.009026688	60	0.9787234	60.8510638	3.128455536	57.7226083	63.9795194
13	2.35	60	0	60	1	60	0	60	60

TABLA 4.5. ZONA DE FRESNEL – TRAYECTO “LOMA COQUITA – MUTUALISTA”

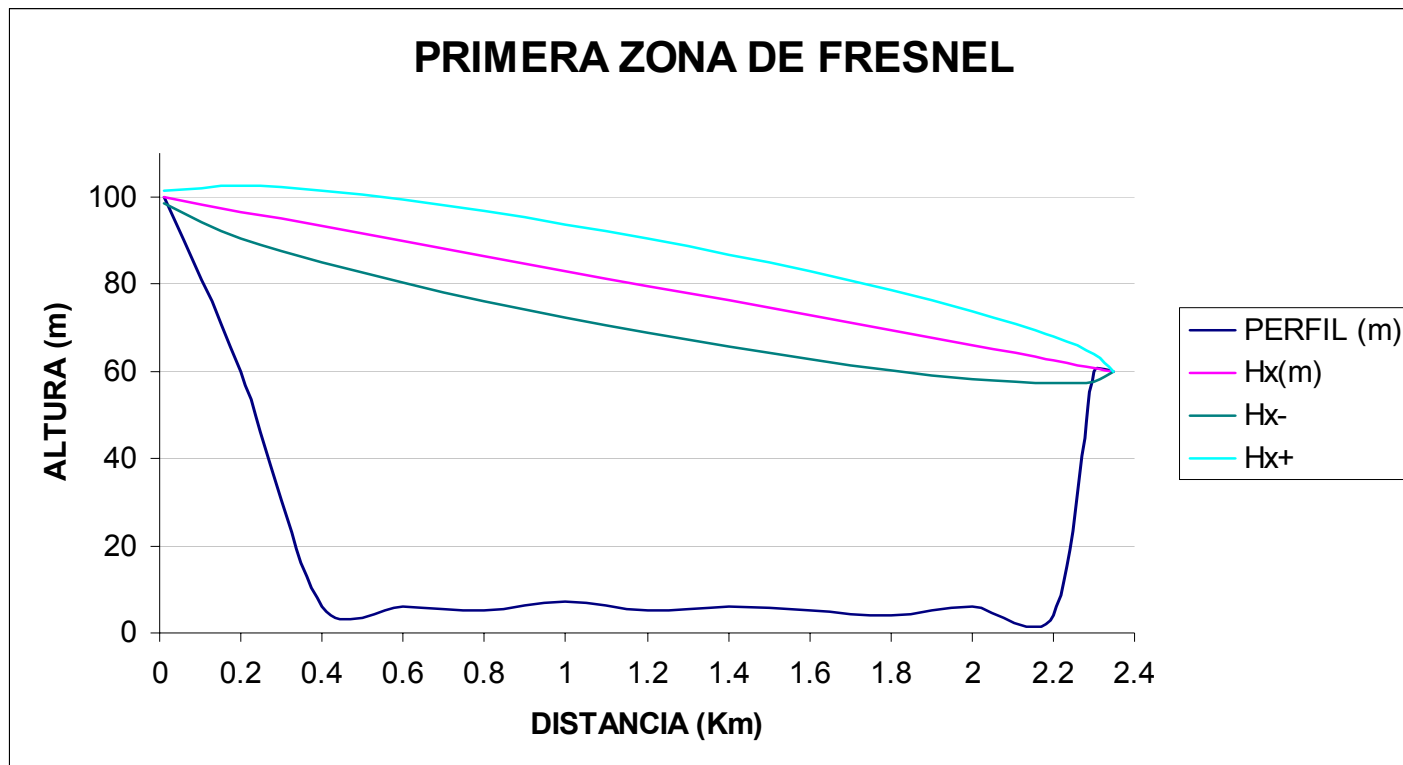


FIGURA 4.1. ZONA DE FRESNEL TRAYECTO “LOMA COQUITA-MUTUALISTA”

4.6. Estudio de propagación Trayecto “Loma Gatazo – Mutualista”

Frecuencia de operación (f)	15 (Ghz); $\lambda = 2,0$ cm
Distancia de enlace (d)	4200 m
Altura de la antena 1 (h1)	60 m
Altura de la antena 2 (h2)	240 m
Ganancia de antena 1 (G1)	32.72 dB
Ganancia de antena 2 (G2)	32.72 dB
Potencia de transmisión (P_{Tx})	20 dBm
Pérdidas de Espacio Libre (P_o)	128.43 dB
Pérdidas en los conectores (P_c)	0.8 dB
Pérdidas en las líneas de Transmisión (P_L)	No significativa
Antena 1	
Antena 2	
Margen de Seguridad (M)	45 dB
Potencia de Recepción (P_{Rx})	-89 dBm

TABLA 4.6. ESTUDIO DE PROPAGACIÓN

TRAYECTO “LOMA GATAZO – MUTUALISTA”

Potencia de transmisión (P_{Tx})

$$P_{Tx} = 20 \text{ dBm}$$

Potencia de Recepción (P_{Rx})

$$P_{Rx} = -89 \text{ dBm}$$

Pérdidas de Espacio Libre (P_o)

$$P_o \text{ (dB)} = 92.44 + 20\log(d)/\text{Km} + 20\log(f)/\text{Ghz}$$

$$P_o \text{ (dB)} = 92.44 + 20\log(4.2)/\text{Km} + 20\log(15)/\text{Ghz}$$

$$P_o \text{ (dB)} = 128.43 \text{ dB}$$

Pérdidas en las Líneas de Transmisión (P_L)

$$P_L \approx 0$$

Pérdidas en los Conectores (P_c)

$$P_c = 0.2 \frac{\text{dB}}{\text{conector}} \times 4 \text{ conectores}$$

$$P_c = 0.8 \text{ dB}$$

Margen de Seguridad (M)

$$M = 45 \text{ dB}$$

Pérdidas Totales (Pt)

$$P_t \text{ (dB)} = P_o + P_L + P_c + M$$

$$P_t \text{ (dB)} = 128.43 + 0 + 0.8 + 45$$

$$P_t \text{ (dB)} = 174.23 \text{ dB}$$

Ganancia de las Antenas (G1, G2)

$$G_A \text{ (dB)} = P_{R_x} + P_t - P_{T_x}$$

$$G_A \text{ (dB)} = -89 + 174.23 - 20$$

$$G_A \text{ (dB)} = 65.43 \text{ dB}$$

$$G_1 = G_2 = G_A / 2 = 32.72 \text{ dB}$$

Cálculo del Diámetro de las Antenas

$$G = 10 \log \eta \left[\frac{\pi D}{\lambda} \right]^2 \quad \therefore \quad D = \frac{\lambda}{\pi} \left[\frac{10 \frac{G}{\eta}}{\eta} \right]^{1/2}$$

$$\left[\quad \quad \quad \right]^{1/2}$$

$$\mathbf{D} = \frac{0.02}{0.55} \frac{\frac{32.72}{10}}{1} = 37 \text{ cmts}$$

f (frecuencia)	15 GHz
Li (longitud del tramo)	4.250 mts
n	1,00
Alt Ant (h1)	30 mts
Alt Ant (h2)	12 mts

longitud de onda	2,00 cm
HA	240 mts
HB	60 mts
Dx (incremento)	200 mts
Nt (#total de divisiones)	23

No Div	Lx (Km)	PERFIL	CURVATURA Be(X) (m)	Altitud (m)	x	Hx(m)	Radio de la enésima region de la elipsoide de Fresnel (Rn)	Hx-	Hx+
1	0.01	240.003328	0.0033281	240	0.00235294	239.576471	1.412548802	238.1639218	240.9890194
2	0.2	178.063579	0.063579278	178	0.04705882	231.529412	6.173949065	225.3554627	237.7033608
3	0.4	168.120879	0.120879121	168	0.09411765	223.058824	8.512965889	214.5458576	231.5717894
4	0.6	20.1718995	0.171899529	20	0.14117647	214.588235	10.15178918	204.4364461	224.7400245
5	0.8	60.2166405	0.216640502	60	0.18823529	206.117647	11.39659392	194.7210531	217.514241
6	1	40.255102	0.255102041	40	0.23529412	197.647059	12.36693885	185.28012	210.0139977
7	1.2	70.2872841	0.287284144	70	0.28235294	189.176471	13.12384449	176.0526261	202.3003151
8	1.4	60.3131868	0.313186813	60	0.32941176	180.705882	13.70272622	167.0031561	194.4086086
9	1.6	150.33281	0.332810047	150	0.37647059	172.235294	14.12548802	158.1098061	186.3607821
10	1.8	140.346154	0.346153846	140	0.42352941	163.764706	14.40588115	149.3588247	178.170587
11	2	120.353218	0.35321821	120	0.47058824	155.294118	14.5521375	140.7419801	169.8462551
12	2.2	120.354003	0.35400314	120	0.51764706	146.823529	14.56829757	132.2552318	161.391827
13	2.4	60.3485086	0.348508634	60	0.56470588	138.352941	14.4547977	123.8981435	152.8077389

TABLA 4.7. ZONA DE FRESNEL – TRAYECTO “LOMA GATAZO – MUTUALISTA”

f (frecuencia)	15 GHz
Li (longitud del tramo)	4.250 mts
n	1,00
Alt Ant (h1)	30 mts
Alt Ant (h2)	12 mts

longitud de onda	2,00 cm
HA	240 mts
HB	60 mts
Dx (incremento)	200 mts
Nt (#total de divisiones)	23

No Div	Lx (Km)	PERFIL	CURVATURA Be(X) (m)	Altitud (m)	x	Hx(m)	Radio de la enésima region de la elipsoide de Fresnel (Rn)	Hx-	Hx+
14	2.6	0.33673469	0.336734694	0	0.61176471	129.882353	14.20853099	115.6738219	144.0908839
15	2.8	0.31868132	0.318681319	0	0.65882353	121.411765	13.82240296	107.5893617	135.2341677
16	3	0.29434851	0.294348509	0	0.70588235	112.941176	13.28422328	99.65695319	126.2253998
17	3.2	0.26373626	0.263736264	0	0.75294118	104.470588	12.57448397	91.89610427	117.0450722
18	3.4	0.22684458	0.226844584	0	0.8	96	11.66190379	84.33809621	107.6619038
19	3.6	6.18367347	0.183673469	6	0.84705882	87.5294118	10.49369559	77.03571618	98.02310735
20	3.8	5.13422292	0.13422292	5	0.89411765	79.0588235	8.970540019	70.08828351	88.02936355
21	4	6.07849294	0.078492936	6	0.94117647	70.5882353	6.859943406	63.72829189	77.4481787
22	4.2	60.0164835	0.016483516	60	0.98823529	62.1176471	3.143620992	58.97402607	65.26126805
23	4.25	60	0	60	1	60	0	60	60

TABLA 4.8. ZONA DE FRESNEL – TRAYECTO “LOMA GATAZO – MUTUALISTA” (CONTINUACIÓN)

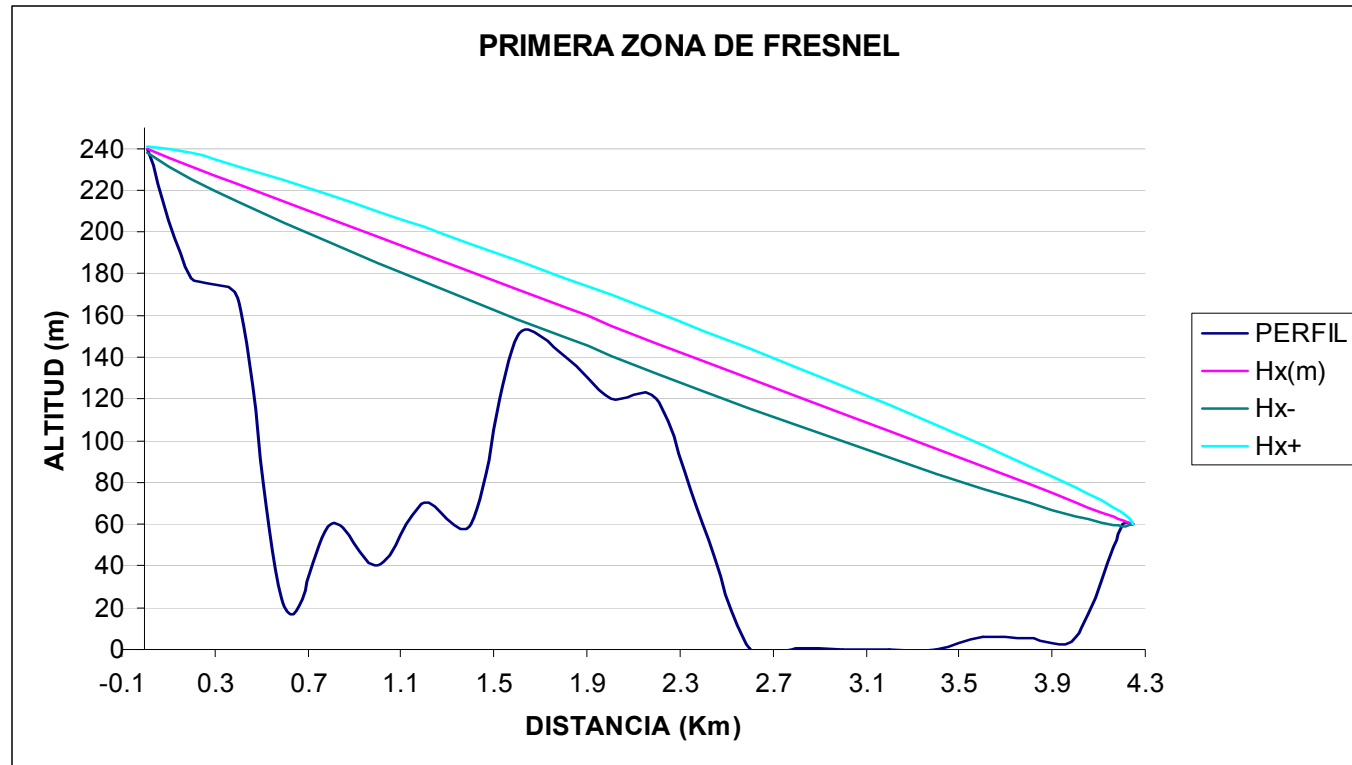


FIGURA 4.2. ZONA DE FRESNEL TRAYECTO "LOMA GATAZO-MUTUALISTA"

4.7. Fórmulas del Análisis de Fresnel

$$Y(x) = \frac{L^2 x(1-x)}{12.74 k}$$

$$H_n(x) = (n \lambda L x(1-x))^{1/2}$$

$$\text{Perfil} = Y(x) + \text{Altitud}$$

$$\lambda (\text{longitud de onda}) = \frac{C}{f}$$

$$HA = \text{Altitud gatazo} + h_1$$

$$HB = \text{Altitud coquita} + h_2$$

$$(\text{Línea de vista})_x = (\text{Línea de vista})_{N-1} - \frac{HA - HB}{N_T}$$

$$K(\text{factor de curvatura}) = 1.33333$$

$$C(\text{Velocidad de la luz}) = 300.00,00 \text{ km/seg}$$

4.8. Especificaciones técnicas del sistema a implementar

CARACTERISTICAS	PCS 1900
Uplink	1850 – 1910 MHz
Downlink	1930 – 1990 MHz
Canalización	200 KHz
Separación Tx/Rx	80 MHz
Modulación digital	GMSK
Tipo acceso/operación dúplex	TDMA/FDM
Canales de trafico por canal de RF	8 (16)
Numero total de canales	1000 (2000)
Codificación de voz	RPE-LTD 13
Velocidad de transmisión	22.8 Kbps
Radio de las celdas	0.5-35 Km.
Facilidad de transferencia y seguimiento	Si
Control adaptativo de frecuencia	Si
Mínima relación S/R en RF	10 dB

TABLA 4.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA

4.9. Especificaciones técnicas de los equipos

4.9.1. Equipo de Microondas

El equipo ha utilizar es marca Siemens con las siguientes características de desempeño:

RF band(Ghz)	7	8	10.5	13	15	18	23	26	38
Output power (dBm)	24	24	20	20	20	18	18	18	17
2/2 x 2 Mbit/s	-92.5	-92.5	-92.5	-92.5	-92	-91.5	-91	-90.5	-87.5
4 x 2 Mbit/s	-89.5	-89.5	-89.5	-89.5	-89	-88.5	-88	-87.5	-84.5
8 x 2 Mbit/s	-86.5	-86.5	-86.5	-86.5	-86	-85.5	-85	-84.5	-81.5
16 x 2 Mbit/s	-80.6	-80.6	-80.6	-80.6	-80.1	-79.6	-79.1	-78.6	-75.6

Fuente: Hoja Técnica del equipo

TABLA 4.10. CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MICROONDAS

4.9.2. BSC/TRC

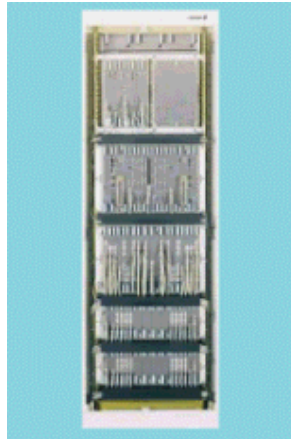


FIGURA 4.3. BSC 144

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/productos_bsc_trc.shtml

Topologías BSS

El BSC está optimizado para redes rurales y áreas suburbanas. Es típicamente localizado cerca de las radio bases para reducir costos de transmisión.

El BSC/TRC es adecuado para redes de área urbana y suburbana. Hasta 15 BSC pueden conectarse a un nodo

BSC/TRC y compartir los mismos recursos del TRC.

Un nodo TRC permite una localización flexible de los recursos del transcoder. Hasta 16 BSCs se pueden conectar a un TRC para compartir los recursos del transcoder.

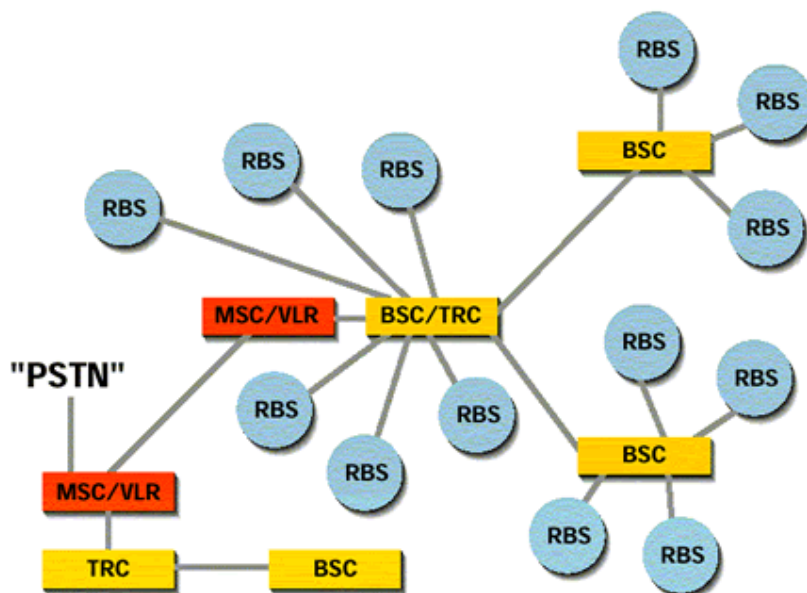


FIGURA 4.4. CONFIGURACIONES POSIBLES DE LA COLOCACIÓN DEL BSC

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/productos_bsc_trc.shtml

Características principales:

- Área base reducida.
- Consumo de Energía reducido.
- Alta capacidad.
- Modularidad y flexibilidad en la topología de la red.
- Costos reducidos de transmisión.
- Reducción de costos de O&M y refacciones (menor hardware, menos tipos de tarjetas).
- Mayor confiabilidad.
- Compatible con la Clase B de EMC.

CARACTERISTICAS	BSC 144
Numero de Transceivers	144
Capacidad de Trafico (Erlangs)	Mas de 900
Terminales de Señalización	8
Enlaces PCM de 2 Mbits/s	16
Capacidad del grupo Switch	4k
Consumo de energía (Kw.)	0.4
Peso (kg)	150
Gabinetes	Base0

TABLA 4.11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BSC/TRC

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/productos_bsc_trc.shtml

4.9.3. RBS

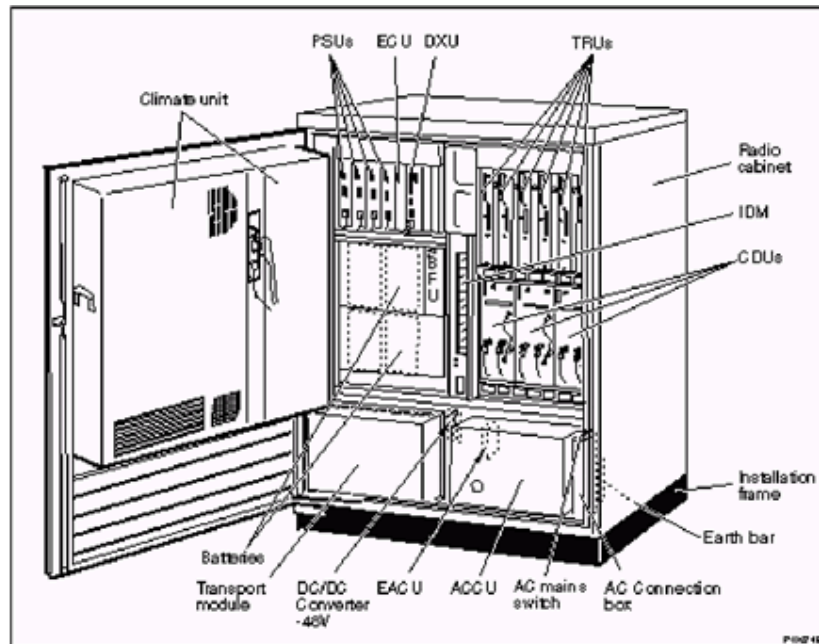


FIGURA 4.5. RBS 2102

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/products_rbs2102.html

Características principales:

- Seis transmisores-receptores.
- Incluye equipo de transmisión integrado.
- Salto de frecuencia (Frequency hopping).
- Codificación de voz en Full y Half Rate.
- Soporta Amplificadores montados en torre.
- Batería de respaldo integrada y opcional externa.
- Soporta HCS.

- Soporta GPRS, HSCSD, datos de 14.4 Kbits/s.
- Soporta DXX y Mini DXC.
- Soporta equipo de microonda (MINI-LINK de Ericsson).
- Soporta GSM extendido.
- Doble Banda.

CARACTERISTICAS	RBS 2102
Banda de Frecuencia	E-GSM 900, GSM 1800, GSM 1900
Tx:	925-960, 1805-1880 o 1930-1990 MHz
Rx:	880-915, 1710-1785 O 1850-1910 MHz
Número de Transceivers	1-6
Número de Sectores	1-3
Interfaz de Transmisión	1.5 Mbits/s (T1), 2 Mbits/s (E1)
Dimensiones (Alto x Ancho x Profundo)	1614 x 1300 x 710 mm
Peso sin baterías	480 kg
Potencia al alimentador de la Antena	28 W / 44.5 dBm (GSM 900) 22 W / 43.5 dBm (GSM 1800 y GSM 1900)
Sensitividad del Receptor	<= -110 dBm
Suministro de Energía	100-127 / 200-250 V AC, 50/60 Hz
Batería de respaldo integrada	Típica, 4 horas (totalmente equipada)
Temperatura de Operación	-33°C - +45°C
Protección contra Agua	Nivel Mínimo IP55 en IEC 529

TABLA 4.12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS de la RBS

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/productos_rbs2102.html

4.9.4. Teléfono monedero

El teléfono monedero a utilizar es marca Siemens el cual está diseñado para adaptarlo a cualquier tipo de entornos de red y pueden adaptarse tanto a medios urbanos como rurales conectándose a redes fijas y móviles. Las soluciones actuales incluyen tecnologías basadas en GSM, CDMA, DAMPS, e interfaces ISDN.



Teléfono Compact sólo monedas

FIGURA 4.6. TELEFONO COMPACT MARCA SIEMENS

www.siemenselasa.com/inet_s_elsa/producto_compact.asp

Características principales:

- Alimentación de la línea telefónica.

- Bajo consumo.
- Modularidad (ampliación para añadir mejoras o medios de pago adicionales mediante kits).
- Avanzadas protecciones anti-fraude.
- Teclas de función para acciones definidas por el operador.
- Menú de mantenimiento autoguiado.
- Adaptación a distintos planes de numeración/tarifas y métodos de tarificación desde el SETM.
- Configuración para monedas en un único compartimento (hucha interna) o en recintos separados (hucha externa).
- Programación remota de monedas aceptadas opcional.

Internamente posee un transceptor cuyas características se describen a continuación:



FIGURA 4.7. TRANSCÉPTOR SIEMENS MC46

www.mc-technologies.net/html/cellular/mc46_gb.htm

- Triple banda GSM 850/ GSM 1800/ GSM 1900
- Compatible con GSM fase 2/2+
- Potencia de salida: 2W para GSM 850 y –1W para GSM 1800/1900
- Compatible con WAP
- Alimentación de voltaje: 3.2.....4.5V
- Temperatura ambiente: -20°+55° C
- Dimensiones: 53 x 34 x 3.5 mm
- Peso: 10 g
- Audio: Half rate, Full rate, Full rate extendido, Multi rate adaptativo, Reducción de ruido.
- Interfaces: SIM externa, audio digital y análogo, comandos AT vía interface serial, fuente de poder, conector de antena, control de carga.

4.9.5. MSC/VLR

El MSC/VLR tiene un alto nivel de cumplimiento con los estándares existentes y aquellos que emergen. El nodo MSC/VLR está diseñado con un máximo de consideración en el aspecto

económico para densidades de suscriptores muy altas en grandes áreas urbanas, así como, para áreas que requieren menos capacidad, como en pequeños poblados.

El MSC/VLR de Ericsson tiene las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	MSC/VLR
Máxima capacidad de memoria	100000 usuarios
Cap. Max. de manejo de llamadas	100000 BHCA
Máximo Trafico manejado	16700 erlangs
Numero de canales de voz	5120 canales/2 racks
Capacidad del enlace	2 Mbit/s
Máxima potencia consumida	5750 W

TABLA 4.13. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MSC/VLR

www.ericsson.com.mx/wireles/products/mobsys/gsm/productos_msc_vlr.html

- Alta capacidad
- Capacidad para el manejo de llamadas de procesador en tiempo real para una cierta red.
- El hardware y software pueden ser ajustados de acuerdo con las necesidades y requerimientos del operador.
- En caso de irregularidades imprevisibles de software, el MSC provee una función llamada 'forlopp' que previene reinicios.
- Manejo de fallos centralizado.

4.9.6. HLR

Características principales:

- El HLR se puede implementar en la misma red que el nodo MSC/VLR.
- Un nodo MSC/VLR/HLR es una solución aceptable para comenzar una red GSM pequeña.
- En los sistemas GSM de Ericsson, el HLR está basado en la plataforma AXE.

Fuente:

www.ericsson.com.mx/wireless/products/mobsys/gsm/productos_hlr.shtml

4.9.7. AUC

Características principales:

- El AUC basado en AXE 10 está construido como un Módulo de Aplicación (AM) independiente.

- El concepto de AM ofrecido en AXE 10 permite que sean colocadas en la misma plataforma un amplio número de aplicaciones de telecomunicaciones.
- El software de AUC se estructura de acuerdo a la estructuración del producto AXE 10, y sus funciones reúnen completamente las características especificadas en GSM.
- Puede ser usado tanto en una configuración independiente (stand alone) o integrado con otros nodos (HLR, MSC/VLR, HLR/FNR, MSC/VLR/HLR, etc).
- El AUC 10 puede soportar hasta 4 Millones de suscriptores.

Fuente:

www.ericsson.com.mx/wireless/products/mobsys/gsm/productos_auc.shtml

4.10. Esquema del sistema GSM para la ciudad de Esmeraldas

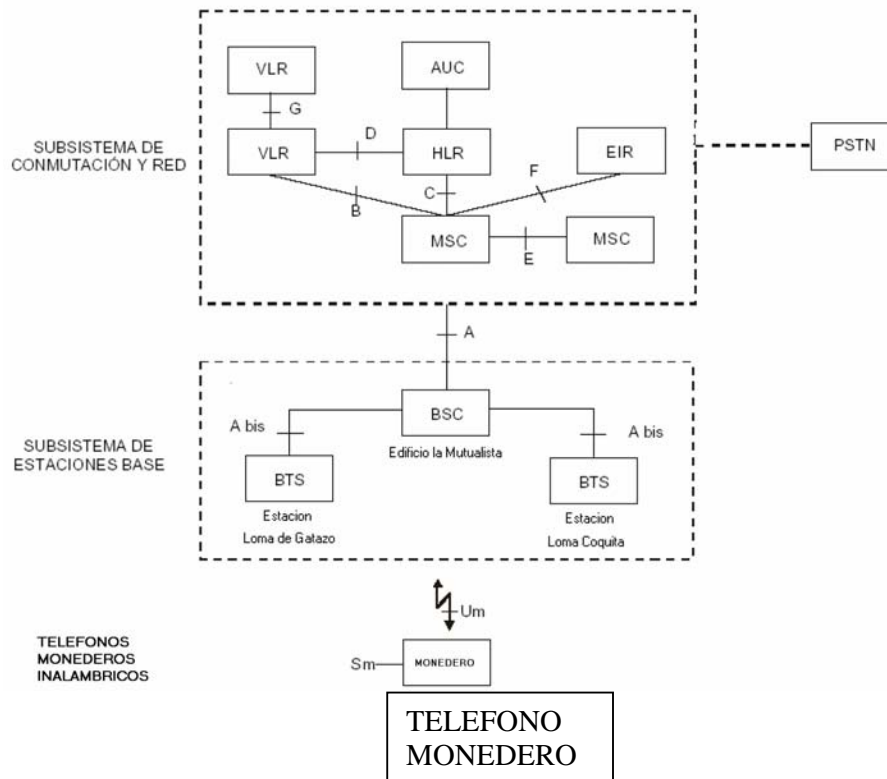


FIGURA 4.8. ESQUEMA DEL SISTEMA GSM PARA LA CIUDAD DE
ESMERALDAS

CAPITULO 5

5. ROAMING

El motivo para incorporar el servicio de roaming internacional a nuestro sistema es permitir a usuarios móviles externos ya sean estos nacionales o internacionales hacer uso de nuestra red en caso de encontrarse dentro de ella. Y de esta forma mantenerse activos aun cuando se encuentren fuera del área de cobertura de la red a la que pertenecen.

5.1. Definición

En los sistemas de telecomunicaciones accedidos a través de un enlace fijo, la elección de qué red proporciona el servicio está hecha desde el principio. Cuando se introduce la movilidad, todo cambia.

Diferentes servidores pueden proporcionar servicio a un usuario dado dependiendo de dónde esté. Cuando cooperan diferentes operadores de red, pueden usar esta posibilidad para ofrecer a sus abonados un

área de cobertura mucho mayor que cualquiera de ellos pudiera ofrecer por sí mismo. A esto es a lo que se llama "roaming", y es una de las características principales de la red GSM.

El roaming se puede proporcionar sólo si se dan una serie de acuerdos administrativos y técnicos. Desde el punto de vista administrativo, se deben resolver entre los diferentes operadores cosas tales como las tarifas, acuerdos de abonados, etc... La libre circulación de las estaciones móviles también requiere de cuerpos reguladores que convengan el reconocimiento mutuo de los tipos de convenios.

Desde el punto de vista técnico, algunas cosas son una consecuencia de problemas administrativos, como las tarifas de la transferencia de llamadas o la información de los abonados entre las redes. Otras se necesitan para poder realizar el "roaming", como son la transferencia de los datos de localización entre redes, o la existencia de una interfaz de acceso común.

Este último punto es probablemente el más importante. Éste hace que el abonado deba tener un accesorio simple del equipo que lo habilite para acceder a las diferentes redes. Para hacer esto

posible, se ha especificado una interfaz de radio común de forma que el usuario pueda acceder a todas las redes con la misma estación móvil.

Con este servicio es posible comunicarse desde diversos países del mundo, que tengan acuerdo de Roaming, cuyas bandas de operaciones de sistemas GSM puedan utilizar las frecuencias 1900, 1800, 900 ó 850.

El beneficio principal del Roaming Internacional GSM, radica en la facilidad de poder mantener el mismo número utilizado nuestra red, aún estando en el extranjero, de esta manera, las personas que desconozcan que el usuario está fuera del país, igual podrán comunicarse con él al llamarlo a su número, o enviándole mensajes de texto. Por otra parte, el usuario que realiza Roaming Internacional decide recibir o no las llamadas entrantes, ya que éstas pueden restringirse a exclusivamente los números que el mismo decida.

Los servicios que están habilitados para los usuarios que realicen Roaming Internacional son: llamadas entrantes, salientes, llamadas de emergencia gratuitas, envío y recepción de mensajes de texto.

5.2. Utilización del terminal móvil para solicitar el servicio Roaming Internacional

Al llegar al país de destino, con el teléfono encendido, el sistema selecciona automáticamente la red. En caso que el móvil no localice ninguna red, podrá utilizar la opción de selección manual desde el menú del teléfono.

Para realizar llamadas salientes:

Locales : se debe marcar el código de ciudad + número de teléfono, luego pulsar la tecla de llamada.

Interurbanas: se debe marcar el código de ciudad + número de teléfono, luego pulsar la tecla de llamada.

Internacionales: se debe marcar el código de salida de país + código del país al cual realizará la llamada + código de ciudad + número de teléfono, luego pulsar la tecla de llamada.

Aclaración: si el usuario que se encuentra en el extranjero quisiera hacer una llamada internacional a un número de teléfono

móvil, debe anteponer al mismo el signo +, pero si la misma fuese a línea baja necesariamente deberá anteponer el código de acceso internacional del país.

Para recibir llamadas:

Durante todo el tiempo que el usuario permanezca fuera de la cobertura nuestra red, las llamadas entrantes serán facturadas conforme a los precios establecidos en base al tarifario de Roaming Internacional. Debe entenderse que la persona que llama a quien está realizando Roaming no tiene forma de saber que aquel se encuentra fuera del país, por lo que el llamante abonará el costo de llamada a un teléfono móvil, en tanto que quien la recibe abonará el costo de una llamada internacional.

Para envío de mensajes de texto:

Para el envío de mensajes de texto utilizará el mismo procedimiento aplicado normalmente, cuando efectúa un envío dentro de la red, y que se detalla a continuación:

- a. Ingresar al menú del teléfono.

- b. Desplazarse hasta mensajes.
- c. Seleccionar escribir mensajes.
- d. Escribir el texto deseado.
- e. Enviar al número de deseado, Ej: +595961XXXXXX.

5.3. Procedimiento de actualización de la posición (Roaming)

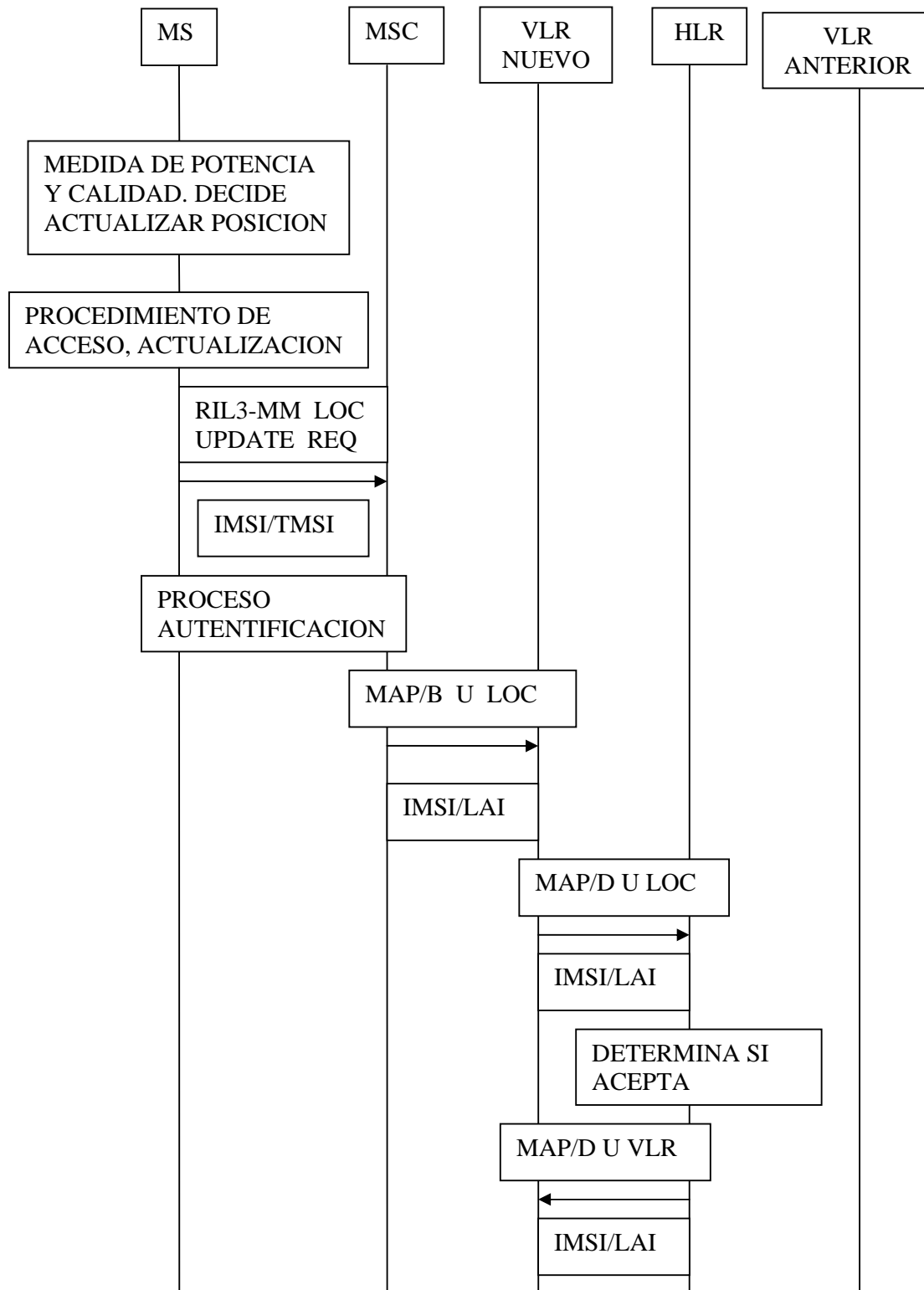
Un móvil puede salirse de la celda en la que estaba, o lo que es lo mismo, alterar su localización. Es en estas circunstancias es cuando se debe notificar al sistema el cambio de posición para poder recibir llamadas. Esto es el Roaming, y se ejecuta siguiendo esta secuencia de acciones:

1. La MS recibe a través del BCCH la información correspondiente al área de localización (LAI) en la que se encuentra.
2. Cuando detecta un cambio de LAI, se realiza un procedimiento de acceso a la red.
3. La MS envía a la red un mensaje de actualización que contiene el nuevo LAI.

4. La MSC procede a actualizar la posición de la MS en el VLR.

5. Si la MS ya estaba registrada en otra LAI de la MSC, solo se confirma al móvil la actualización de la posición. De no ser así:
 - El VLR notifica al HLR la nueva ubicación de la MS.

 - El HLR cancela a la MS en el VLR anterior.



A CONTINUACION DEL ESQUEMA:

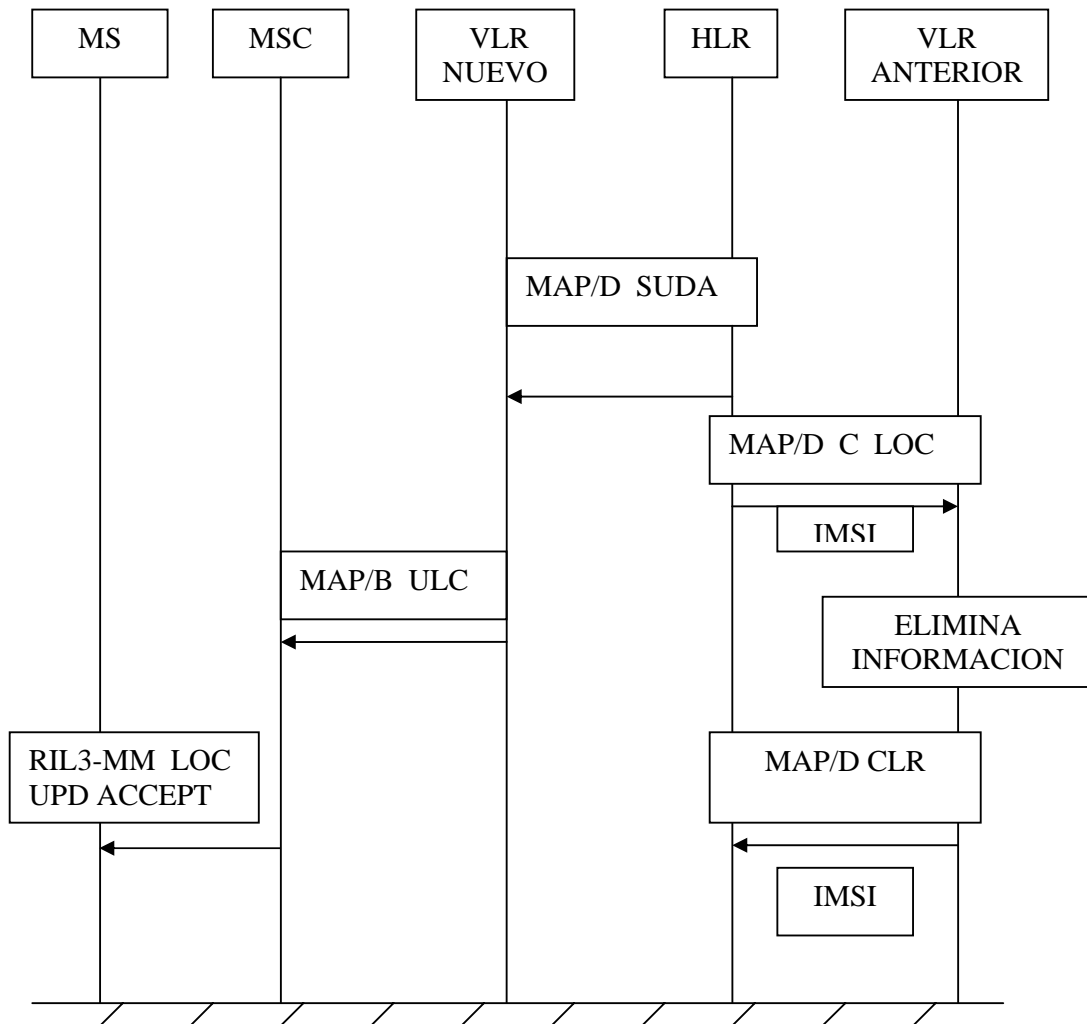


FIGURA 5.2. ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO DE ROAMING

www/3.inatel.br/competencecenter/conteudal/NOVOsistemascelulares.htm

U	→	Actualizar
LOC	→	Location
ULR	→	Update location Result
SUDA	→	Subscriber Data
C	→	Cancel
ULC	→	Update Location Confirm
CLR	→	Cancel Location Result

5.4. Enlace Satelital

Para poder realizar una llamada internacional nos ayudaremos de un satélite de **INTELSAT** que recibirá la portadora enviada desde nuestra estación remota ubicada en la estación base que a su vez nos sirve de **MSC** (central de conmutación) localizada en el edificio de la Mutualista “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas.

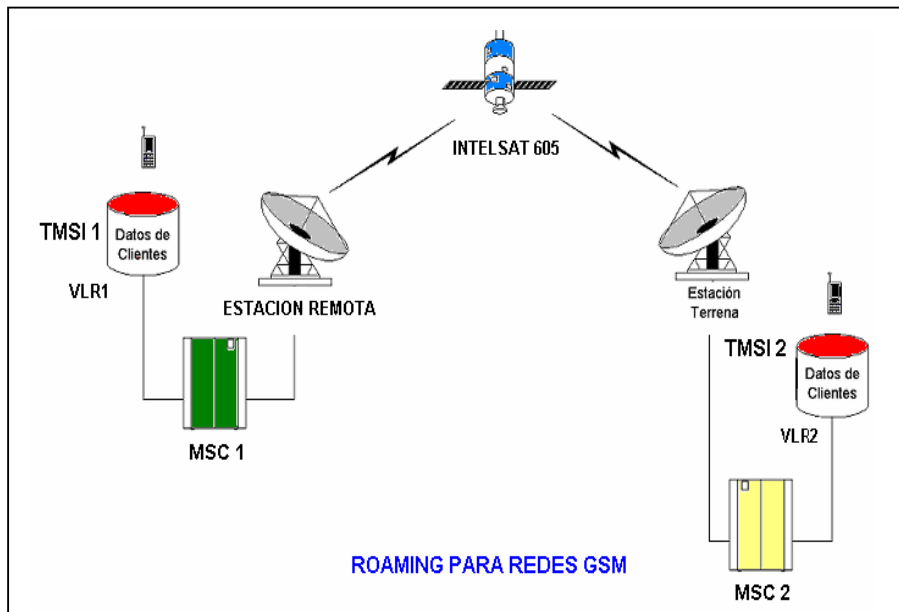


FIGURA 5.3. ESQUEMA DEL SISTEMA DE ROAMING PARA REDES GSM

www/3.inatel.br/center/conteudal/NOVOsistemascelulares.htm

5.5. Estación Remota

La estación remota para nuestro diseño se encuentra en el edificio Mutualista "LUIS VARGAS TORRES" de la ciudad de Esmeraldas, esta constituida por una unidad exterior y una unidad interior .

5.5.1. Unidad Exterior (Outdoor Unit)

Se encarga de la interfaz entre el satélite y la estación remota.

Básicamente la Unidad Exterior se compone de los siguientes elementos:



FIGURA 5.4. UNIDAD EXTERIOR (ODU)

www/3.inatel.br/center/conteudal/NOVOsistemascelulares.htm

Antena Pequeña

Es de 1.2 a 2.4 metros de diámetro, se encarga de concentrar

las señales recibidas desde el satélite o transmitir las informaciones hacia el mismo; la razón por la cual los reflectores son de un tamaño muy pequeño es para evitar la interferencia producida por otros enlaces satelitales o por enlaces terrestres de microondas mediante el empleo de técnicas para reducir la densidad del espectro. Para nuestro diseño usaremos una antena del fabricante TELEVES.



Figura 5.5. antena para enlace satelital

www/3.inatel.br/center/conteudal/NOVOsistemascelulares.htm

EQUIPO REMOTO		
BANDA	FRECUENCIA DE ASCENSO	FRECUENCIA DE DESCENSO
KU	14,0-14,5 Ghz	10,95-12,75 Ghz

TABLA 5.1. BANDA DE FRECUENCIA DE TRABAJO DEL EQUIPO REMOTO

<i>ANTENA TELEVES</i>	
Modelo	9314
Tamaño	Para banda Ku de 2.4m
Ganancia	46,5 dB
Distancia focal	0,925 m
PESO DEL SISTEMA	118 Kg
<i>ESPECIFICACIONES DE RECEPCION</i>	
Data Rates	1.1- 24 Mbps
Modulación	QPSK
<i>ESPECIFICACIONES DE TRANSMISION</i>	
Data Rates:	256 Kbps
Esquema de Modulación:	OQPSK
Potencia de salida	2 W
Costo	850 dólares

TABLA 5.2. DATOS TÉCNICOS DE LA ANTENA SATELITAL

Alimentador

Guía de onda encargado de recibir la radiación electromagnética y conducirla al conversor. El costo del equipo es de 80 dólares.



Figura 5.6. ALIMENTADOR

www/3.inatel.br/center/conteudal/NOVOsistemascelulares.htm

Convertidor de ascenso

Se trata de un conversor de frecuencia de Banda L a banda KU diseñado por ACORDE S.A para aplicaciones de bajo consumo. El conversor eleva la frecuencia de entrada desde la banda L 950 MHz hasta la banda KU extendida 13,75 a 14,5 GHz. El equipo tiene una entrada más que corresponde a la referencia necesaria para el enganche en fase del oscilador fijo, así como un conector para alimentación.

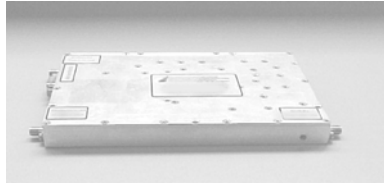


FIGURA 5.7. CONVERTIDOR DE ASCENSO MODELO ACSC-TX-KU

www.auladatos.movistar.com/.../GSM/introduccion/3-Servicios-equipos-Telecomunicaciones-en-GSM/-55k

CONVERTIDOR DE ASCENSO	
CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA	
Frecuencia de entrada	950 – 1700 MHz
Impedancia de entrada	50 Ω
ROE (Banda L)	1.5:1
CARACTERÍSTICAS DE SALIDA	
Frecuencia de salida	13,75 – 14,5 GHz
Pérdidas de retorno a la salida	1.5:1
Potencia de salida	1,5W (31.7dBm) @ 25°C en el P1dB .
Psat \geq 2W (33 dBm)	
ESPECIFICACIONES GENERALES	
Ganancia	45 dB \pm 1dB @ 25°C
COSTO	948 dólares

TABLA 5.3. DATOS TÉCNICOS DEL CONVERTIDOR DE ASCENSO

Convertidor de descenso

Se trata de un conversor de frecuencia de Banda Ku a Banda L descendente especialmente diseñado por ACORDE S.A para aplicaciones de bajo consumo y peso. El conversor tiene unas frecuencias de entrada en la banda 13.75-14.5 GHz y ofrece una salida de 950-1700 MHz.

El equipo tiene una entrada más que corresponde a la referencia necesaria para el enganche en fase del oscilador fijo, así como un conector para alimentación .

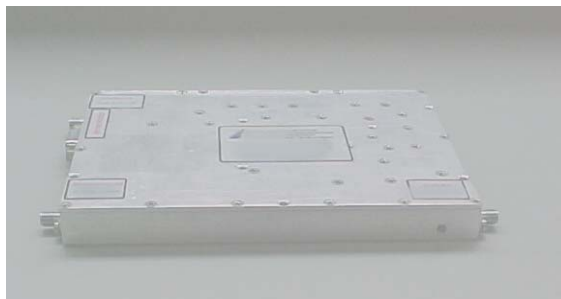


FIGURA 5.8. CONVERTIDOR DE DESCENSO MODELO

ACSC-RX-KU

www.auladatos.movistar.com/.../GSM/introduccion/3-Servicios-equipos-Telecomunicaciones-en-GSM/-55k

CONVERTIDOR DE DESCENSO	
CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA	
Frecuencia de entrada	13,75 – 14,5 GHz
Impedancia de entrada	50 Ω
ROE (Banda KU)	1.5:1
CARACTERÍSTICAS DE SALIDA	
Frecuencia de salida	950 – 1700 MHz
ROE (Banda L)	1.5:1
Impedancia de salida	50 Ω
ESPECIFICACIONES GENERALES	
Ganancia total del conversor	30 \pm 0,5 dB
COSTO	830 dólares

TABLA 5.4. DATOS TÉCNICOS DEL CONVERTIDOR DE DESCENSO

AMPLIFICADOR DE POTENCIA**FIGURA 5.9. AMPLIFICADOR DE POTENCIA**

www.auladatos.movistar.com/.../GSM/introduccion/3-Servicios-equipos-Telecomunicaciones-en-GSM/-55k

TRANSMISIÓN	
Potencia de transmisión	2 W
Compresión 1 dB	33 dBm
Ganancia de Transmisión	64 dB
Frecuencia de Salida	14.0 – 14.5 Ghz
RECEPCIÓN	
Frecuencia de Entrada	10.95 – 12.75 Ghz
COSTO	8187 dólares

TABLA 5.5. DATOS TÉCNICOS DEL AMPLIFICADOR DE POTENCIA

Amplificador de Bajo Ruido



FIGURA 5.10. AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO

MODELO PLL LNB 150338

www.auladatos.movistar.com/.../GSM/introduccion/3-Servicios-equipos-Telecomunicaciones-en-GSM/-55k

Frecuencia de Entrada	11.7 - 12.2 GHz
Frecuencia de Salida	950 - 1700 MHz
Ruido (típico)	0.8 dB
Ganancia Típica	55 - 65 dB
Escalabilidad	± 25 KHz
Ruido Fase	-65 dBc/Hz @ 100 Hz
COSTO	619.95 dólares

**TABLA 5.6. DATOS TÉCNICOS DEL AMPLIFICADOR DE BAJO
RUIDO**

5.5.2. Unidad Interior (Indoor Unit)

Se encarga de la interfaz entre la estación remota y el MSC;
la unidad interior esta compuesta básicamente por:

Fuente de Alimentación

Modelo	5021
Tensión de Entrada (Vac)	230+/-10%
Tensión (Vdc)	12
Corriente Máx. (mA)	350
COSTO	200 dólares

**TABLA 5.7. DATOS TÉCNICOS DE LA FUENTE DE
ALIMENTACIÓN**



FIGURA 5.11. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_5/serie6.htm

Modulador / Demodulador



FIGURA 5.12. MODULADOR / DEMODULADOR

http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_5/serie6.htm

Especificaciones de modulación	
Potencia de salida	-5 a -30 dBm Opcional: -5 a -20 dBm, salida de alta potencia
Salida de espurias	<-55 dBc, 0 a 500 MHz (4 kHz band)
Salida de Frecuencia de estabilidad	+/- 10 PPM
Salida de Pérdidas de retorno	> 20 dB
Impedancia de Salida (ohmios)	75 (opcional: 50 ohmios)
Fuente de Clock de datos	Interna o externa
Especificaciones de demodulación	
Potencia de entrada	Desired carrier: -30 a -55 dBm Maximum composite: -5 dBm a +40dBc
Impedancia de entrada	75 (opcional: 50 ohmios)
Pérdidas de retorno de entrada	> 20 dB
Rango de adquisición de portadora	+/- 35 kHz desde 100 Hz a 35 kHz
Tiempo de adquisición	< 1 segundo
Rango del reloj de adquisición	+/- 100 PPM
Salida AGC	0 a 10 V a 10 mA máximo
COSTO	2700 dólares

**TABLA 5.8. DATOS TÉCNICOS DEL MODULADOR
DEMULADOR**

Cable de enlace de frecuencia intermedia (IFL)

Son cables diseñados para ser inmunes a la interferencia y con un ancho de banda suficiente como para operar a

frecuencia intermedia. Se utilizan para conectar la unidad exterior con la unidad interior cable coaxial tipo 950-1700 MHz.

5.6. Costo de instalación y equipos de la Estación Remota

Los costos de los equipos y la instalación de nuestra estación remota son los siguientes:

EQUIPO	COSTO (Dólares)
Antena	850
Alimentador	80
Convertidor de ascenso	948
Convertidor de descenso	830
Amplificador de potencia	8187
Amplificador de Bajo Ruido	619,95
Fuente de Alimentación	200
Modem Satelital	2700
Cable + PC + otros accesorios	10000
Instalación	5600
TOTAL	30014,95

TABLA 5.9. EQUIPOS DE LA ESTACIÓN REMOTA

5.7. Elección del satélite

Para poder retransmitir la portadora usaremos los servicios de la empresa satelital INTELSAT, ayudándonos con el satélite INTELSAT 605. A continuación presentamos una descripción técnica de dicho satélite:

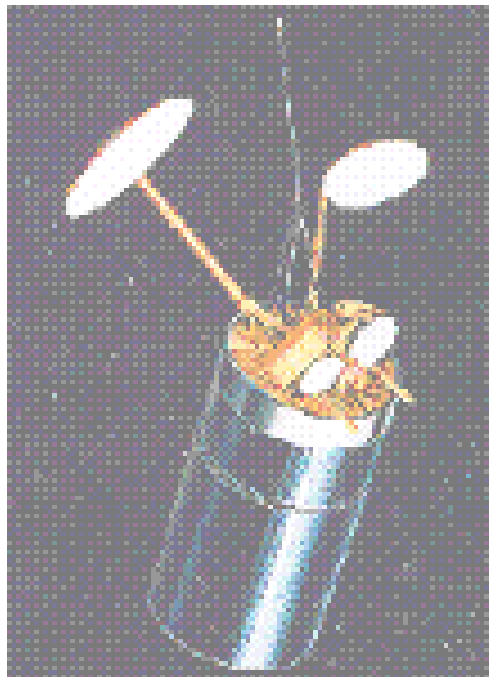


FIGURA 5.13. SATELITE INTELSAT 605

http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_5/serie6.htm

5.7.1. Datos Técnicos

Satélite	IS – 605 at 332,5° E
Cobertura	Global Hemi Zone Ku-Spot
P.I.R.E. (dBW @ beam edge, nominal)	Global: 26,5 Hemi : 31 Zone: 31 Ku-Spot: 44,7
Estabilidad de la P.I.R.E. (dB)	+/- 1
Densidad de flujo de saturación (dBW/m ²)	-84 hasta -67,1
Relación G/T (dB/° K)	Global: -14,0 hasta -9,5 FMI : -9,5 hasta -3,1 Zone: -7,5 hasta +5,0 Ku-SpotWest: -1,3 hasta +8,0 Ku-SpotEast : +1,0 hasta +8,6
Plan de frecuencias y polarizaciones	Banda Ku Lineal Enlace ascendente: 14,00 – 14,50 GHz Enlace descendente: 10,95 – 11,20 GHz, y 11,45 – 11,70 GHz Banda C Circular Enlace ascendente: 5850 – 6425 MHz Enlace descendente: 3625 – 4200 MHz
Intermodulación (dBW/4KHz) ⁴	-22 hasta -37

Aislamiento de polarización cruzada (dB)	27
Características de indisponibilidad de la capacidad asignada	< 0,02 %
Tolerancia en el mantenimiento de la posición orbital	+/- 0,05

**TABLA 5.10. DATOS TÉCNICOS DEL SATELITE
INTELSAT 605**

Se utiliza un software de análisis de la intermodulación (IM) para calcular el nivel de densidad de potencia de IM (dB/MHz), con relación a la saturación de una sola portadora (SCS), a la salida del amplificador de alta potencia (HPA) en la frecuencia central del transpondedor. Se ingresan las características efectivas de transferencia de cada HPA y se presume que el transpondedor cursa una banda uniforme de portadoras con una determinada reducción de potencia de entrada y salida. La siguiente fórmula permite convertir el valor de dB/MHz por debajo de la SCS a la densidad de p.i.r.e correspondiente al nivel de productos de intermodulación. Suponiendo que el nivel de densidad de

potencia de IM (a la salida del HPA) está X dB/MHz por debajo de la SCS:

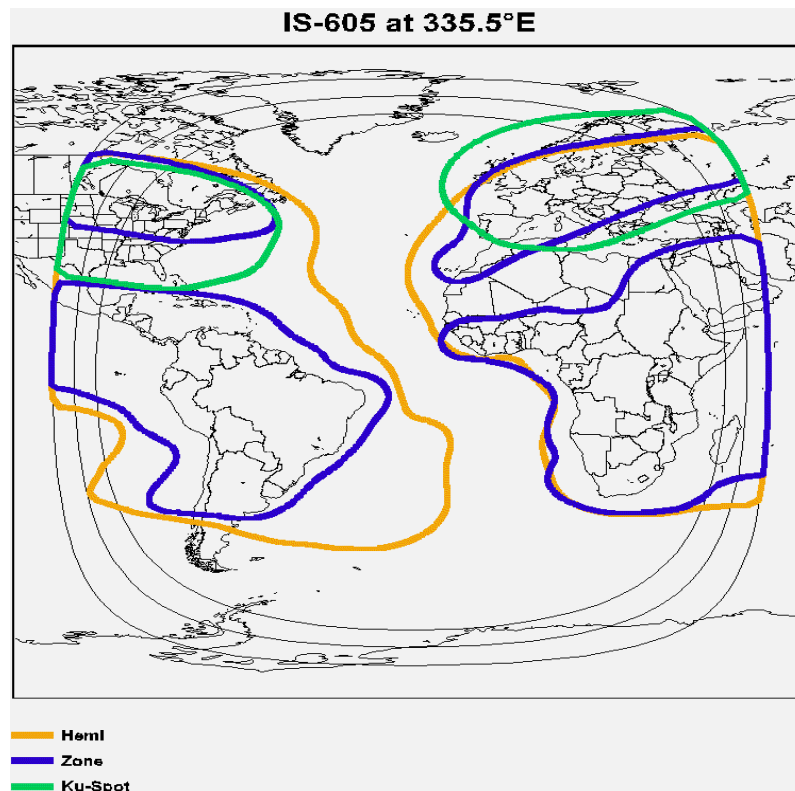
Densidad de p.i.r.e. de IM (dBW/ 4 KHz) =

$$\text{p.i.r.e. (dBW)} - X \text{ (dB/MHz)} - 10 \cdot \log(4000)$$

Constructor	Hughes
Plataforma	INTELSAT 6(HS389)
Masa en lanzamiento	4300 Kg(aprox)
Masa en órbita	2560 Kg
Masa de la carga útil	660 Kg
Transponders	332 Kg
Antenas	330 Kg
Diámetro	3.63m
Altura	6.4m (11.84m desplegado)
Potencia DC	BOL:2600W
	EOL:equinocio: 2204W
	solsticio: 2083W
Potencia de la carga	1600W (aprox)
Circuitos telefónicos	24000 (120000 con DCME)
3 canales de TV reservados	
2 antenas de control remoto y telemetría	

TABLA 5.11. CARACTERÍSTICAS SATELITE INTELSAT 605

5.7.2. Mapa de cobertura



**FIGURA 5.14. MAPA DE COBERTURA DEL SATELITE
INTELSAT 605**

http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_5/serie6.htm

CAPITULO 6

6. REQUISITOS LEGALES PARA ESTABLECER EL SISTEMA

Para poder establecer nuestro sistema hay que registrarlo ante el SENATEL, que es el organismo encargado para esta tarea. Además hay que registrar nuestra estación terrena ante INTELSAT que es la constelación que nos permitirá nuestra cobertura mundial.

6.1. Requisitos legales para la concesión y renovación de uso de frecuencias del servicio fijo y móvil terrestre

El tiempo de concesión es de cinco (5) años, renovables por periodos iguales a solicitud del interesado, presentada con (90) días de anticipación al vencimiento del plazo.

Requisitos Legales para la concesión y renovación

- Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones, suscrita por el Representante Legal o persona debidamente habilitada.

- Copia certificada de la escritura de constitución y sus reformas en caso de haberlas. (Ver Nota A)

- Copia certificada del nombramiento del representante legal debidamente inscrito en el Registro Mercantil. (Ver Nota A)

- Copias de la cédula de ciudadanía y del certificado de votación del último proceso electoral. (En el caso de persona jurídica, del representante legal).

- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal emitido por la Superintendencia de Compañías o de Bancos según sea el caso. Excepto las

instituciones contempladas en el artículo 118 de la Constitución Política del Estado. (Ver Nota A)

- Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC).

- Fe de presentación de la solicitud para obtener el certificado de antecedentes personales en el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

- Copia del contrato de arrendamiento o copia de la escritura del inmueble que acredite la propiedad, en el cual se prevé instalar la repetidora.

- Recibo de pago de la contribución del 1/1000 del valor del contrato que exceda de USD 12 conforme lo determina el artículo 26 de la Ley de Ejercicio Profesional de Ingeniería (en caso de haber).

- Estudio técnico de ingeniería elaborado en el formulario del Proyecto Técnico que lo puede adquirir en la SNT o página

WEB; el estudio debe ser abalizado por un ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE).

- Copia del carnet de afiliación en una de las filiales del CIEEE, del ingeniero que avaliza el proyecto.

- Certificado actualizado de no adeudamiento a la SNT.

- Certificado de la SUPTEL.

Requisitos Técnicos para la concesión y renovación

Concesión

- Estudio técnico de ingeniería presentado en formulario disponible en la SNT, suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado en el país.

Renovación

- Actualización de datos en formulario técnico disponible en la página web del CONATEL.

- En caso de renovación, copia del contrato de concesión de frecuencias anterior y copia de la factura del último pago por uso de frecuencias.

(Si existen modificaciones técnicas al sistema, deberá presentar el estudio técnico de ingeniería en formulario disponible en la página web del CONATEL, suscrita por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado en el país).

Nota A: Solo para personas jurídicas

6.2. Requisitos para la concesión de uso de frecuencias para el servicio fijo y móvil por satélite

El tiempo de concesión es de cinco (5) años, renovables por periodos iguales a solicitud del interesado, presentada con (90) días de anticipación al vencimiento del plazo.

Requisitos legales

- Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones suscrita por el Representante Legal o persona o persona debidamente actualizado.
- Copia certificada de la escritura de constitución de la compañía y sus reformas en caso de haberlas.
- Copia certificada del nombramiento del representante legal debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
- Copias de la cédula de ciudadanía y del certificado de votación del ultimo proceso electoral. (En el caso de persona jurídica, del representante legal).

- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal emitido por la Superintendencia de Compañías o de Bancos según sea el caso.
- Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC).
- Fe de presentación de la solicitud para obtener el certificado de antecedentes personales en el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- Carta de prestación de servicios otorgado por el proveedor satelital que prestará el servicio y el valor en dólares USA por ancho de banda alquilado, actualizado.
- En caso de renovación, copia del contrato de concesión de frecuencias anterior y copia de la factura del último pago por uso de frecuencias.
- Recibo de pago de la contribución del 1/1000 del valor del contrato que exceda de USD 12 conforme lo determina el artículo 26 de la Ley de Ejercicio Profesional de Ingeniería (en caso de haber).

Requisitos técnicos para la concesión

- Estudio técnico de ingeniería presentado en formulario disponible en la página web del CONATEL, suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado en el país.

6.3. Procedimiento legal para el registro de estaciones terrenas ante INTELSAT

En la mayoría de los casos, la aprobación de estaciones terrenas requiere la presentación de un formulario en el que figuren datos administrativos, las características de la estación terrena y los datos de desempeño proyectados. Las estaciones terrenas normalizadas son las de tipo A, B, C, E, F, G, H y K definidas en los documentos IESS (Normas para las estaciones terrenas de INTELSAT) 207, 208 y 601. Los pasos son los siguientes:

1. Si usted no es un cliente autorizado de INTELSAT en la actualidad, debe comunicarse con el personal de ventas regionales de INTELSAT, o con el de atención al cliente, para obtener información sobre las gestiones comerciales necesarias para ser un cliente autorizado de INTELSAT.

2. Los formularios de solicitud de registro y prueba deben presentarse a INTELSAT de una de las siguientes maneras: en línea, a través de la IBN; por fax dirigido a Registro de estaciones terrenas al número (1) 202-944-7005; o por correo electrónico a earthstationregistration@intelsat.com, o bien por cualquier otro medio pertinente.

3. INTELSAT hará lo siguiente: tramitará el registro; acusará recibo y asignará a la estación terrena en cuestión un código de identificación especial de INTELSAT y programará las pruebas de verificación (de ser necesario).

4. Todas las estaciones terrenas deben aprobarse antes de trabajar con satélites INTELSAT.

5. Si se han solicitado instalaciones de INTELSAT para las pruebas de verificación, INTELSAT suministrará un calendario de pruebas de verificación y un plan de pruebas. Los técnicos de prueba de las estaciones terrenas deberán examinar el plan de pruebas y la SSOG 210 según sea necesario para asegurarse de que entienden los

procedimientos y de que cuentan con los recursos y equipos de prueba normalizados para efectuar tales pruebas de verificación.

6. Por lo menos un día hábil antes del inicio de las pruebas, el técnico de pruebas de la estación terrena en cuestión debe comunicarse con el Centro de Pruebas de Verificación de Antenas (AVT) de INTELSAT para confirmar que están listos para comenzarlas tal como estaba planeado (Tel.: +1 202-944-8188, o Fax: +1 202- 944-7000).

Antes de comenzar las pruebas, el técnico de pruebas deber confirmar que:

- El equipo de pruebas necesario esté disponible y en buen estado.

- Exista un buen enlace de comunicaciones entre la instalación de prueba y el AVT.

- Se proporcionen las mediciones de la antena, de conformidad con lo indicado en el SSOG 210 y en el plan de pruebas.

- Se confirme la hora prevista para la prueba y se cumpla con tal horario.

7. Es muy IMPORTANTE informar a INTELSAT lo antes posible si no se puede cumplir el calendario de pruebas. Se pueden disponer otras fechas y horas de acuerdo con los recursos disponibles.

Las estaciones terrenas que no usen instalaciones de INTELSAT para las pruebas de verificación deberán presentar un informe completo y detallado de tales pruebas junto con una certificación de cumplimiento de las IESS para su examen a la sección de respaldo ventas de INTELSAT.

8. En el momento previsto de las pruebas, los técnicos de prueba de la estación terrena deberán comunicarse con el Centro de Pruebas de Verificación de Antenas de INTELSAT para realizar dichas pruebas. El número de teléfono es (1) 202-944-6796.

9. Al finalizarse las pruebas, INTELSAT analizará los resultados y, si estima que la estación terrena cumple con las especificaciones, dará su aprobación y remitirá los resultados de la prueba de verificación al registrante autorizado, quien conservará esta documentación como registro definitivo a efectos de posibles referencias futuras.

10. La aprobación para radiar portadoras destinadas a un servicio sólo puede ser otorgada por el TOCC/IOC al finalizar satisfactoriamente las pruebas de ajuste de la SSOG. El TOCC de INTELSAT notificará al registrante autorizado de las pruebas correspondientes de la SSOG basándose en el pedido de servicio del registrante.

Capitulo 7

7. COSTOS

Equipos para implementación del sistema	Cantidad	Precio unitario	Total
Estaciones Bases (BTS)	3	9.295,82	27,847.46
Estaciones Controladoras (BSC)	1	429.522,50	429.522,50
Central de Conmutación Móvil (MSC) + OSS	1	282.122,32	282.122,32
Registro de Control Y Autenticación (HLR/AUC)	1	329.233,70	329.233,70
Enlace de Microonda Punto a Punto	2	6.820,07	13.640,14
Sistema de Antenas para las Radiobases	3	10.874,18	32.622,54
Teléfono Monedero Inalámbrico	96	4.800,00	460.800,00

TABLA 7.1 COSTOS ESTIMADOS DE LOS EQUIPOS

Equipos para implementación de servicio de Roaming	Cantidad	Precio unitario	Total
Convertidor de Ascenso	1	948,00	948,00
Convertidor de Descenso	1	830,00	830,00
Amplificador de Potencia	1	8.187,00	8.187,00
Amplificador de Bajo Ruido	1	619.95,00	619.95,00
Fuente de Alimentación	1	200,00	200,00
Modulador/Demodulador	1	2.700,00	2.700,00
Equipos de Estación Remota		30.014,95	30.014,95

TABLA 7.2 COSTOS ESTIMADOS DE EQUIPOS PARA EL SERVICIO DE ROAMING

Descripción por equipo	Cantidad	Costo por equipo	Total
BTS	3	12.419	37.257
BSC	1	37.336	37.336
MSC	1	196.603	196.603
HLR	1	57.800	57.800
OSS	1	69.071	69.071

TABLA 7.3 COSTOS ESTIMADOS DE IMPLEMENTACION

Descripción por equipo	Cantidad	Costo / mensual	Total / mes
BTS	3	4.491,16	14.973,5
BSC	1	8.452	8452
MSC	1	21787	21787
HLR	1	15682	15682

TABLA 7.4 COSTOS ESTIMADOS DE MANEJO Y MANTENIMIENTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

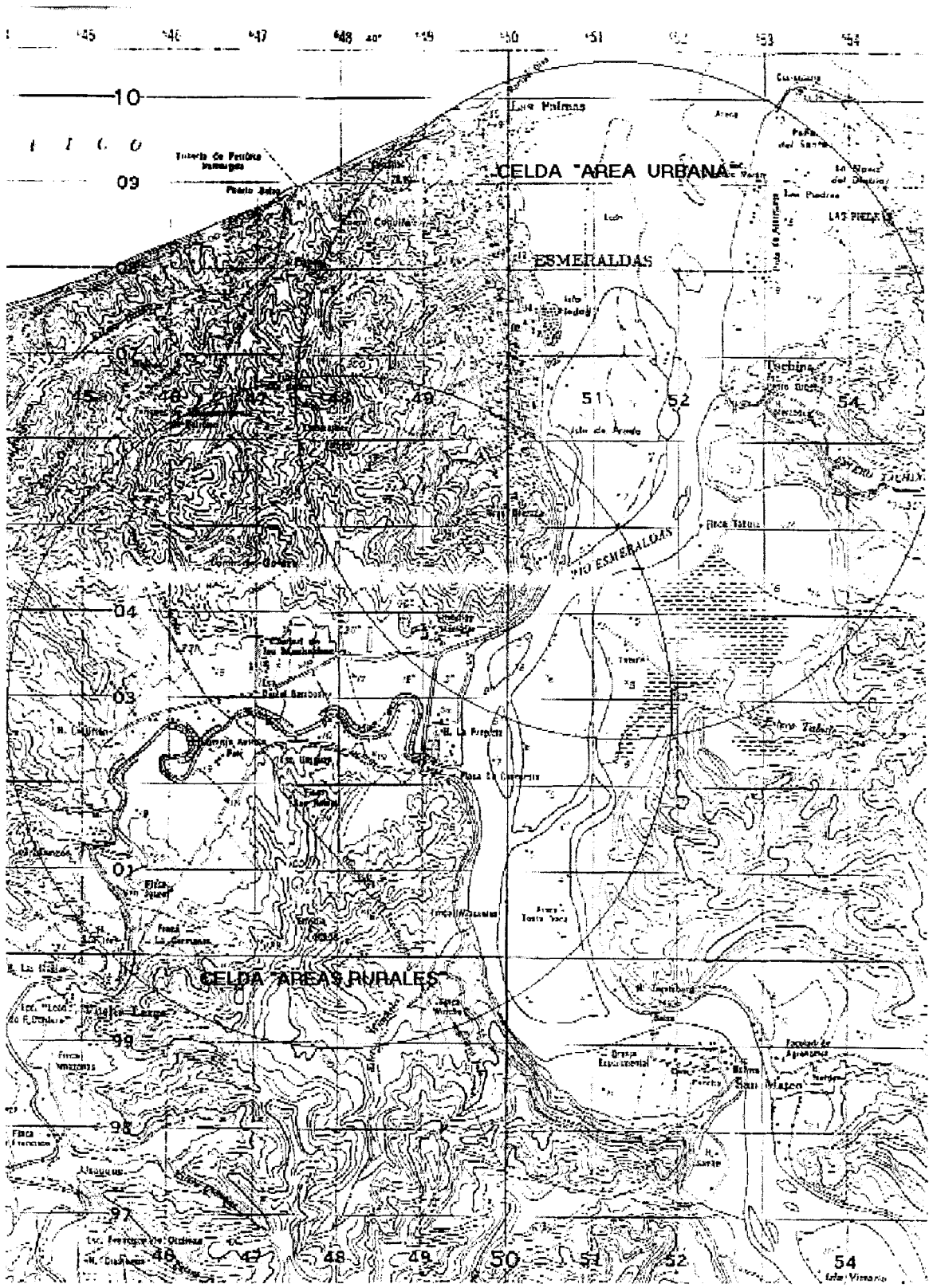
1. La infraestructura de redes celulares de radio están creciendo a tremenda velocidad. La gente está comprando contratos de telefonía celular porque proveen servicio útil y relativamente barato. Los servicios provistos por los operadores de esas redes se está extendiendo para incluir servicios de datos. La cobertura geográfica de las redes aumenta por medio de la movilidad global.
2. Las telecomunicaciones están evolucionando hacia redes de comunicación personales cuyo objetivo puede declararse como la disponibilidad de toda la comunicación en cualquier parte, a cualquiera, por un solo número de identidad.
3. El sistema de GSM, y sus sistemas que operan a 1.8 GHz (llamó DCS1800) y 1.9 GHz (llamó GSM1900 o PCS1900, que operan en América del Norte), es un primer acercamiento a un verdadero sistema de comunicación personal. La comunicación GSM es económica (por no

requerir una instalación en lugares poco accesibles) y fiable a grandes distancias. Por su parte, la radiofrecuencia es adecuada para cubrir cortas distancias de manera sencilla y fiable.

4. Las compañías de telecomunicaciones cada vez ofrecen una mayor cantidad de servicios de valor agregado (navegación por Internet, envío de mensajes, correo electrónico), para poder ser competitivas dentro del mercado, creando nuevas “necesidades” a los usuarios y nuevos retos tecnológicos. El futuro de las comunicaciones móviles se basa en proveer una gran variedad de servicios, que van desde la transmisión de voz de alta calidad, a video también de alta calidad en tiempo real, empleando altas tasas de transmisión en canales inalámbricos en cualquier parte del mundo.
5. Con el desarrollo de nuestro trabajo proponemos una opción para mejorar y brindar servicios de telefonía fija inalámbrica en un sector necesitado de nuestro país, es por ello que escogimos la opción de utilizar teléfonos monederos debido a que sus usuarios no cuentan con una gran capacidad adquisitiva.
6. La idea de telefonía fija inalámbrica creemos en corto plazo irá reemplazando la telefonía fija que utiliza alambre de cobre en nuestro

país como ya se hace en otros países latinoamericanos; ya que una vez implementado el sistema inalámbrico requiere gastos mínimos en cambios de infraestructura en caso de aumento del número de usuarios y el mantenimiento del sistema es mas sencillo.

7. Con este trabajo esperamos que el lector se introduzca en los sistemas de comunicación celulares y en particular pueda conocer una pequeña parte de lo que es el estándar GSM.



**ANEXO 1: MAPA DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS
SECTORIZACION DE CELDAS**

BIBLIOGRAFÍA

1. RODEN MARTIN S., Analog and Digital Communication Systems, Prentice Hall
2. YOUNG AMOS, Evaluating Spread Spectrum Alternatives, Wireless Design and Development
3. BURSZTEIN J., El Futuro de las Comunicaciones Móviles: Interoperabilidad y Convergencia, Comunicaciones Eléctricas 3Q, 1994.
4. DUNLOP J., SMITH D.J., Ingeniería de las Telecomunicaciones, Editorial Gustavo Gili
5. GARCIA D. ARMANDO, Cálculo de Antenas, Boixareu Editores
6. REDL SIEGMUND, WEBER MATTHIAS, GSM and Personal Communications, Artech House
7. MEHROTRA ASHA, GSM System Engineering, Artech House, Vol. 6