



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**APLICACIONES Y SERVICIOS DE UN SISTEMA DE  
TELEFONÍA MÓVIL GSM, SOBRE UNA PLATAFORMA  
DE TRANSFERENCIA DE DATOS GPRS, EN LA  
REPÚBLICA DE GUATEMALA**

**Mario Rodrigo Mérida Méndez**

Asesorado por el Ing. MsEE. PhD. Enrique Edmundo Ruíz Carballo

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIONES Y SERVICIOS DE UN SISTEMA DE  
TELEFONÍA MÓVIL GSM, SOBRE UNA PLATAFORMA  
DE TRANSFERENCIA DE DATOS GPRS, EN LA  
REPÚBLICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**MARIO RODRIGO MÉRIDA MÉNDEZ**  
ASESORADO POR EL INGENIERO ENRIQUE EDMUNDO RUÍZ CARBALLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo
EXAMINADOR	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR	Inga. Ingrid Salome Rodríguez de Loukota
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **APLICACIONES Y SERVICIOS DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL GSM, SOBRE UNA PLATAFORMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS GPRS, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, el 28 de mayo de 2007.

Mario Rodrigo Mérida Méndez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 20 de agosto de 2007

Ing. Julio Cesar Solares Peñate  
Coordinador del Área de Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Coordinador:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación "Aplicaciones y Servicios de un Sistema de Telefonía Móvil GSM sobre una Plataforma De Transferencia de Datos GPRS en La República de Guatemala" desarrollado por el estudiante Mario Rodrigo Mérida Méndez; con base a la revisión y corrección de dicho trabajo, considero que ha alcanzado los objetivos propuestos por lo cual el estudiante y mi persona nos hacemos responsables del contenido de este mismo.

Sin otro particular me suscribo ante usted.

Atentamente,



Ing. MsEE. PhD. (Cand) Enrique Eduardo Ruiz Carballo  
Colegiado 2225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala, 24 de agosto 2007

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director  
Ing. Mario Renato Escobedo Martínez  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor Director:


Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado: **“Aplicaciones y Servicios de un Sistema de Telefonía Móvil GSM sobre una Plataforma De Transferencia de Datos GPRS en La República de Guatemala”** desarrollado por el estudiante **Mario Rodrigo Mérida Méndez**; por considerar que cumple los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



  
Ing. Julio Cesar Solares Peñate  
Coordinador del área de Electrónica

JCSP/sro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Mario Rodrigo Mérida Méndez titulado: **Aplicaciones y Servicios de un Sistema de Telefonía Móvil GSM sobre una Plataforma De Transferencia de Datos GPRS en la República de Guatemala,** procede a la autorización del mismo.

Ing. Mario Renato Escobedo Martínez

DIRECTOR



GUATEMALA, 13 DE SEPTIEMBRE

2,007.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

**Mis padres** Luis René Mérida García (D.E.P), Reina Lilia Méndez Vda. de Mérida. En memoria de mi querido padre y la dulce compañía de mi adorada madre.

**Mis hermanos** Luís, Dinora, Astrid, José e Hilda.

**Mi esposa e hija** Ludy Velásquez y María Reneé.

**Mis tías** Otilia Mérida e Hilda Méndez.



## **AGRADECIMIENTO A:**

### **Dios**

Por la gratitud y bendiciones que ha derramado sobre mi persona. Por darme la vida y permitirme ser un egresado de esta gloriosa casa de estudios.

### **Familia**

A mis padres, René (D.E.P) y Reina Lilia; por brindarme todo su cariño y comprensión, por sus sabias enseñanzas, mismas que me ayudaron en mi formación personal y profesional. Por ser pieza fundamental en el logro que hoy veo cumplido.

A mis hermanos, Luis, Dinora, Astrid, José e Hilda, mil gracias por su apoyo incondicional y por compartir conmigo estos momentos tan importantes en mi vida que sin su ayuda no hubiera sido posible.

A mi querida esposa Ludy, mi adorada hija María Reneé, por ser el motor que impulsa mi vida a seguir adelante, por su cariño y llenar mi vida de felicidad.

A mis tíos, tías y primos, en especial a Otilia Mérida e Hilda Méndez, por sus múltiples muestras de cariño a lo largo de mi vida.

A mi abuelita Elvira (D.E.P), por brindarme en vida todo su cariño, amor y ser parte importante en mi formación personal.

A mis sobrinos y sobrinas; que este triunfo sirva de ejemplo y que sus logros lleguen aún más lejos.

**Profesores y profesionales** Al Dr. Enrique Ruíz Carballo, Muchas gracias por su apoyo en la elaboración del presente trabajo de graduación; por ser un gran catedrático, excelente persona y un profesional digno de imitar.

A todas las personas que me ayudaron incondicionalmente, en la elaboración del presente trabajo de graduación. Al prestarme un libro, brindarme ideas, revisar el texto o darme ánimos para seguir adelante.

## **Amigos**

A mis compañeros de estudio, muchas gracias por la amistad que me brindaron, durante los años que pasamos juntos, entre desvelos, momentos difíciles, alegrías, etc. estoy seguro que al final valió la pena el sacrificio que libramos, para hacer de nosotros mejores hombres. Su ayuda fue de vital importancia para que este triunfo fuera realidad. Que la amistad que nos une perdure y que Dios los bendiga.

A mis amigos del Grupo Visión Estudiantil, gracias por ayudarme a vivir el sueño de cambiar el Movimiento Estudiantil en la Facultad de Ingeniería, porque juntos descubrimos que ser sancarlesta representa una gran responsabilidad, el cual llevamos sobre nuestros hombros con dignidad y valor, estoy seguro que la experiencia que vivimos me ayudó a mejorar como persona. Que la amistad que un día cosechamos siga floreciendo y que el recuerdo de los amigos que ya no nos acompañan físicamente, nos ayude a estrechar los lazos que nos unen. Que Dios los bendiga.

A mis amigos en general, gracias por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XXV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXVII</b>
<b>1. SISTEMA GLOBAL PARA COMUNICACIONES</b>	
<b>MÓVILES GSM</b>	<b>1</b>
1.1 Historia	1
1.2 Arquitectura de un sistema de red GSM	4
1.2.1 Estación Móvil (MS)	5
1.2.2 Subsistema de estación base (BSS)	6
1.2.2.1 Estación radio base (BTS)	7
1.2.2.2 Controlador de estaciones base (BSC)	8
1.2.2.3 Unidad de transcodificación (TRAU)	9
1.2.3 Subsistema de conmutación de red (NSS)	10
1.2.3.1 Centro de conmutación de servicios móviles (MSC)	11
1.2.3.2 Registro de posición de visitantes (VLR)	12
1.2.3.3 Registro de posición local (HLR)	12
1.2.3.4 Centro de autenticación (AC)	13
1.2.3.5 Registro de Identificación de equipos (EIR)	14
1.2.4 Subsistema de administración de red (NMS)	15
1.3 Interfaces y protocolos	16
1.3.1 Interfaces	16

1.3.2	Protocolos	18
1.3.2.1	Señalización en una red GSM	18
1.3.2.2	Capa de funcionalidad	19
1.3.2.3	Protocolos de la estación móvil a la BTS	20
1.3.2.4	Protocolos del BSC	21
1.3.2.5	Protocolos del MSC	22
1.4	Medios de acceso	22
1.4.1	Canales físicos y lógicos	23
1.5	Servicio general de transmisión de radio paquetes GPRS	26
1.5.1	Tipos de conmutación utilizados para transferir datos	28
1.5.1.1	Conmutación por circuito ( <i>Circuit Switched CS</i> )	28
1.5.1.2	Conexión por conmutación de paquetes GPRS	28
1.5.2	GPRS y GSM	29
<b>2.</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE GPRS</b>	<b>35</b>
2.1	Arquitectura de la red GPRS	35
2.1.1	Estación móvil GPRS	36
2.1.2	GPRS BSS	37
2.1.3	Nodos de soporte de GPRS	37
2.1.3.1	Nodo servidor de soporte (SGSN)	38
2.1.4.2	Nodo de soporte pasarela de GPRS (GGSN)	38
2.2	Interfaces y protocolos utilizados en GPRS	39
2.2.1	Interfaces	39
2.2.2	Protocolos	40
2.2.2.1	Pila de protocolos en GPRS	42

2.2.2.2	Protocolos en la estación móvil	43
2.2.2.3	Protocolos en la estación base	45
2.2.2.4	Protocolos en el SGSN Y GGSN	46
2.3	Interfaz de radio GPRS	47
2.4	Esquemas de Codificación en GPRS	49
2.4.1	Proceso del Esquema de Codificación	51
2.4.2	Esquema de codificación de GPRS 1 (CS-1)	53
2.4.3	Esquema de codificación de GPRS 2 (CS-2)	54
2.4.4	Esquema de codificación de GPRS 3 (CS-3)	55
2.4.5	Esquema de codificación de GPRS 4 (CS-4)	56
2.5	Procesos en GPRS	57
2.6	Incremento de datos para evolución global (EDGE)	58
2.6.1	Características generales de EGPRS	59
2.6.1.1	Estación móvil EGPRS	62
2.7	Evolución de 2G a 3G	63
2.7.1	Segunda generación 2G	64
2.7.2	Generación 2.5	65
2.7.2.1	HSCSD	65
2.7.2.2	GPRS	66
2.7.2.3	EGPRS	66
2.7.3	Tercera generación	67
2.7.3.1	Evolución hacia UMTS	68
2.7.3.2	Versión 99	70
2.7.3.3	Acceso múltiple de radio	70
2.7.3.4	Equipo de usuario UMTS	71
2.7.3.5	Hacia una arquitectura UMTS basada en «Todo IP»	72

<b>3. FUNDAMENTOS DE SERVICIOS EN GPRS</b>	<b>73</b>
3.1 Mensajes Multimedia MMS	73
3.1.1 Compatibilidad	74
3.1.2 Rendimiento	75
3.1.3 Capacidad	75
3.1.4 Beneficios para usuarios finales	75
3.1.5 Arquitectura de red	76
3.1.5.1 WAP <i>Gateway</i>	76
3.1.5.2 Centro de servicios multimedia (MMSC)	77
3.1.5.3 Aplicaciones <i>Gateway</i> (AGW)	77
3.1.5.4 Sistema de nombramiento del dominio (DNS)	78
3.2 Protocolo de aplicación inalámbrica (WAP)	78
3.2.1 Internet en los móviles	79
3.2.2 Beneficios para usuarios finales	80
3.2.3 Arquitectura de la red WAP	81
3.3 <i>Push to Talk over cellular</i> (PoC)	81
3.3.1 Servicios de PoC	83
3.3.2 Beneficios para usuarios finales	84
3.3.3 Usuarios comerciales típicos	85
3.3.4 La Tecnología detrás de la Solución	86
3.3.5 Arquitectura de red PoC	87
3.4 Internet	88
3.4.1 Utilizando un móvil con soporte de Internet	88
3.4.2 Desde una PC.	88
3.4.3 Arquitectura de la red de datos hacia Internet	89
3.5 Localización automática de vehículos (AVL)	90
3.5.1 Sistema de posicionamiento Global (GPS)	90
3.5.2 Localización vehicular GPS/GSM/GPRS	91

3.5.3 Servicios	91
3.5.4 Software de localización	92
3.6 <i>BlackBerry</i>	94
3.6.1 Servicios de <i>BlackBerry</i>	94
3.6.2 Beneficios para usuarios finales	95

#### **4. CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE SERVICIOS**

<b>EN GPRS</b>	<b>99</b>
4.1 Tarificación	99
4.1.1 Analizador de tráfico TA	100
4.1.2 Centro de servicio en línea OSC	101
4.1.3 Plataforma de prepago	102
4.1.4 <i>Charging Gateway</i> CG	102
4.2 Forma de cobro y precio de servicios en el mercado guatemalteco	102
4.2.1 Cobro de Internet y WAP	102
4.2.2 Cobro de mensajes Multimedia	104
4.2.3 Cobro de <i>Push To Talk over celular</i> (PoC)	105
4.2.4 Cobro de localizador automático de vehículos (AVL)	105
4.2.5 Cobro del Servicio <i>BlackBerry</i>	106
4.3 Velocidad promedio en el mercado guatemalteco	106
4.4 Alcances y límites	109
4.4.1 Alcances	110
4.4.2 Limitaciones	112
4.5 Diseño de aplicación en la Industria Agrícola Guatemala.	114
4.5.1 Inserción de la tecnología GSM/GPRS en los procesos	116



4.5.1.1 Control sobre sistemas de riego,	116
fertilizantes, motores, etc.	116
4.5.1.2 Automatización de Bodegas	118
4.5.1.3 Vehículos	119
4.5.1.4 Comunicación	120
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>123</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>125</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>129</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

- 1 Arquitectura de la red GSM
- 2 Comunicación entre estación base y estaciones móviles
- 3 Jerarquía de la red GSM
- 4 Trascodificación de datos en la red GSM
- 5 Protocolos de la red GSM
- 6 Canales Físicos
- 7 Conmutación por Circuitos y Paquetes
- 8 Arquitectura de la red GSM/GPRS
- 9 Protocolos de la red GPRS
- 10 Proceso de codificación del esquema 2
- 11 Esquema de codificación CS-1
- 12 Esquema de codificación CS-2
- 13 Esquema de codificación CS-3
- 14 Esquema de codificación CS-4
- 15 Incrementos sobre GPRS hacia EGPRS
- 16 Evolución hacia estándares 3G en Guatemala
- 17 Red UMTS básica
- 18 Arquitectura de la red MMS
- 19 Arquitectura de la red WAP
- 20 Grupos de Contactos en PoC
- 21 Ejemplo de llamada convencional y una de PoC
- 22 Arquitectura de servicio PoC
- 23 Arquitectura de salida a Internet vía GPRS

- 24 Arquitectura de la red AVL
- 25 Red de servicio de BlackBerry
- 26 Red de Cobro para WAP e Internet
- 27 Red de Cobro para MMS

## **TABLAS**

- I Bandas de frecuencias para la familia GSM.
- II Canales de tráfico GSM
- III Canales de control GSM
- IV Canales físicos de GPRS
- V Canales lógicos de GPRS
- VI Esquemas de codificación en GPRS
- VII Rendimientos en Kbps según esquemas de Modulación y codificación.
- VIII Velocidades de servicio de datos con Claro
- IX Velocidades de servicio de datos con Comcel
- X Velocidades de servicio de datos con Telefónica

## GLOSARIO

<b>8PSK</b>	8 <i>Phase Shift Keying</i> , la cual produce una palabra de tres bit por cada cambio en la fase de la portadora.
<b>3GPP</b>	Corresponde a <i>3rd Generation Partnership</i> , un nuevo estándar destinado a distribuir contenidos multimedia en redes inalámbricas.
<b>CEPT</b>	Conferencia Europea de Administración de Correos y Telecomunicaciones.
<b>FDMA</b>	Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
<b><i>Frame Relay</i></b>	Técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas. Consiste en una forma simplificada de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas para datos.
<b><i>Gateway</i></b>	Una puerta de enlace, o nodo en una red informática que sirve de punto de acceso a otra red.
<b>GMSK</b>	<i>Gaussian minimum shift keying</i> este es el tipo de modulación usado en GSM.
<b><i>Hand Off</i></b>	Cuando nos aproximamos al borde del área de cobertura de una célula, la señal pasa inmediatamente a otra célula, donde la llamada continúa sin interrupción

<b>ISP</b>	Proveedor de servicios de Internet.
<b>ITU</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones. Con sede en Ginebra (Suiza), es una organización internacional del sistema de las Naciones Unidas en la cual los gobiernos y el sector privado coordinan los servicios y redes mundiales de telecomunicaciones.
<b>LAPD</b>	Procedimiento de Canal D de Acceso a un enlace.
<b>MTSO</b>	Conmutación de Telecomunicaciones Móviles.
<b>PSTN</b>	<i>Public Switched Telephone Network</i> , (Red de telefonía Pública Conmutada). Es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real.
<b>QoS</b>	<i>Quality of Service</i> (Calidad de Servicio). QoS es un conjunto de estándares y mecanismos que aseguran la calidad en la transmisión de los datos en programas habilitados para QoS.
<b>RDSI</b>	Red Digital de Servicios Integrados.
<b><i>Roaming</i></b>	Es un concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra

<b>SS7</b>	Sistema de señalización por canal común nº 7 (SS7) fueron desarrollados por AT&T a partir de 1975 y definidos como un estándar por el UIT-T en 1981 en la serie de Recomendaciones Q.7XX del UIT-T.
<b>SMS</b>	Servicio de Mensajes Cortos
<b>TDMA</b>	Acceso Múltiple por División de Tiempo
<b>TMA</b>	Teléfono Móvil Analógico
<b>X.25</b>	Es un estándar para redes de área amplia de conmutación de paquetes. Su protocolo HDCL proviene de IBM.



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AuC</b>	<i>Authenticacation Center</i> , (Centro de Autenticación).
<b>AGW</b>	Aplicaciones <i>Gateway</i>
<b>AMPS</b>	Sistema Avanzado de Telefonía Móvil.
<b>AN</b>	<i>Access Network</i> , (Red de Acceso).
<b>AVL</b>	Localizador Automático de Vehículos
<b>BB</b>	BlackBerry
<b>BCH</b>	Canal Broadcast.
<b>BCCH</b>	Canal de Control de Broadcast.
<b>BCS</b>	Secuencia de Control de Bloque
<b>BSC</b>	<i>Base Station Controller</i> , (Controlador de Estaciones Base).
<b>BSS</b>	<i>Base Station Subsystem</i> , (Subsistema de Estación Base).
<b>BSSGP</b>	Protocolo de Subsistema de Estación Base de GPRS
<b>BTS</b>	<i>Base Station Transceptor</i> , (Estación Basa Transceptora).
<b>BW</b>	Ancho de Banda.
<b>C/I</b>	relación portadora a interferencia
<b>CCBS</b>	<i>Customer Care and Billing System</i>
<b>CCH</b>	Canal de Control.
<b>CCCH</b>	Canal de Control Común.
<b>CDMA</b>	<i>Code Division Multiple Access</i> , (Acceso Múltiple por División de Código).
<b>CEPT</b>	Conferencia Europea de Administración de Coreos y Telecomunicaciones.
<b>CG</b>	<i>Charging Gateway</i>
<b>CLNP</b>	Unidad de Protocolo de Datos
<b>CM</b>	Administrador de Conexión
<b>CRC</b>	Código de Redundancia Cíclico



<b>CS</b>	Esquema de Codificación
<b>D-AMPS</b>	<i>Digital</i> AMPS.
<b>DCCH</b>	Canal de Control Digital.
<b>DCN</b>	Red de Comunicación de Datos
<b>EDGE</b>	<i>Enhanced Data for Global Evolution</i> , (Evolución de Datos para la Evolución Global).
<b>EGPRS</b>	EDGE
<b>EIR</b>	<i>Equipment Identity Register</i> , (Registro de Identidad de Equipo).
<b>ETSI</b>	Instituto Europeo de Normas y Telecomunicaciones
<b>FDD</b>	<i>Frequency Division Duplex</i> , (Duplex por División de Frecuencia).
<b>FDMA</b>	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
<b>3GPP</b>	<i>3rd Generation Partnership Program</i> .
<b>GGSN</b>	Nodo de Soporte Pasarela de GPRS
<b>GMSC</b>	<i>Gateway</i> MSC.
<b>GSMK</b>	<i>Gaussian Minimum Shift Keying</i> .
<b>GPRS</b>	<i>General Packet Radio System</i> , (Sistema de Radio Paquetes Generales).
<b>GSM</b>	Sistema Global para comunicaciones Móviles.
<b>HLR</b>	<i>Home Location Register</i> .
<b>HSCSD</b>	Conmutación por Circuito para Datos de Alta Velocidad.
<b>IMEI</b>	<i>International Mobile Equipment Identity</i> , (Identidad de Equipo Internacional Móvil).
<b>IMSI</b>	<i>International Mobile Subscriber Identity</i> , (Identidad de Subscriptor Internacional Móvil).
<b>ITU</b>	<i>International Telecommunications Union</i> , (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
<b>ISP</b>	Proveedor de Servicios de Internet

<b>LAN</b>	Red de Área Local
<b>LAPD</b>	Procedimiento de Canal D de Acceso al Enlace
<b>LLC</b>	Control de eslabón lógico
<b>M2M</b>	Aplicaciones máquina a máquina
<b>MAC</b>	Control de Acceso al Medio.
<b>MAP</b>	Parte de Aplicación Móvil.
<b>MCS</b>	Esquemas de Codificación y Modulación
<b>ME</b>	Equipo Móvil
<b>MM</b>	Administrador de Movilidad
<b>MMS</b>	Servicio de Mensajes Multimedia
<b>MS</b>	<i>Mobile Station</i> , (Estación Móvil).
<b>MSC</b>	<i>Mobile Switching Center</i> , (Centro de Conmutación Móvil).
<b>MSISDN</b>	Número de identificación internacional de estación Móvil
<b>Nodo B</b>	Equivalente al BTS en GSM.
<b>NMS</b>	Subsistema de Administración de Red.
<b>NSS</b>	<i>Network Switching Subsystem</i> , (Subsistema de Conmutación de Red)
<b>OMC</b>	Centro de Operación y Mantenimiento.
<b>OMC-R</b>	Centro de Operación y Mantenimiento en la parte de Radio.
<b>OMC-S</b>	Centro de Operación y Mantenimiento en la parte de Conmutación.
<b>OSC</b>	Centro de Servicios en Línea.
<b>OSI</b>	Modelo Estándar de Interfaz Abierta
<b>OSS</b>	Subsistema Operacional.
<b>PA</b>	Amplificador de Potencia
<b>PCM</b>	Modulación por Código de Pulsos
<b>PDCH</b>	Canales de Paquetes de datos
<b>PDN</b>	Redes Públicas de Datos
<b>PDP</b>	Protocolo de Paquetes de Datos

<b>PDU</b>	<i>Packet Data Unit, (Unidad de Paquete de Datos).</i>
<b>P-GSM</b>	GSM Primaria
<b>PoC</b>	<i>Push to Talk Over Celular</i>
<b>PSTN</b>	<i>Public Switched Telephone Network.</i>
<b>PTT</b>	<i>Push to Talk</i>
<b>QoS</b>	<i>Quality of Service, (Calidad de Servicio).</i>
<b>RADIUS</b>	Servicio De Usuario De Marcación Con Acceso Remoto
<b>RDSI</b>	Red Digital de Servicios Integrados
<b>RLC</b>	Control de Radioenlace
<b>RMSI</b>	Identificación Temporal De La Estación Móvil
<b>RNC</b>	<i>Radio Network Controller, (Red de Control de Radio).</i>
<b>RNL</b>	<i>Radio Network Layer, (Capa de Red de Radio).</i>
<b>RR</b>	Administrador de Recursos de Radio
<b>RX</b>	Recepción
<b>SAP</b>	Punto de Acceso de Servicio
<b>SGSN</b>	Nodo Servidor de Soporte GPRS
<b>SIM</b>	<i>Subscriber Identity Module, (Modulo de Identificación de Usuario).</i>
<b>SMS</b>	<i>Short Message Service, (Servicio de Mensajes Cortos).</i>
<b>SNDCP</b>	Protocolo de Convergencia Dependiente de Sub-red
<b>SS7</b>	Signaling System No. 7, (Sistema de Señalización No. 7).
<b>TA</b>	Analizador de Tráfico
<b>TCH</b>	Canal de Tráfico.
<b>TCH/F</b>	TCH Full-rate.
<b>TCH/H</b>	TCH Half-rate.
<b>TDD</b>	<i>Time Division Duplex, (Duplex por División de Tiempo).</i>
<b>TDMA</b>	<i>Time Division Multiple Access, (Acceso Múltiple por División de Tiempo).</i>
<b>TNL</b>	<i>Transport Network Layer (Capa de Red de Transporte)</i>

<b>TRAU</b>	Unidad de Trascodificación.
<b>TX</b>	Transmisión
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Communication System</i> , (Sistema Universal de Comunicaciones Móviles).
<b>USF</b>	Bandera de Estado de Uplink
<b>UTRAN</b>	UMTS <i>Terrestrial Radio Access Network</i> ,
<b>VLR</b>	<i>Visitor Location Register</i> .
<b>VoIP</b>	Voz Sobre IP.
<b>WAP</b>	Protocolo de Aplicación Inalámbrica
<b>WCDMA</b>	<i>Wide CDMA</i> , (CDMA de Banda Ancha).



## RESUMEN

La necesidad de comunicaciones globales y estandarizadas han guiado el rumbo de las redes de telefonía celular a lo que hoy en día conocemos. La introducción de la red GSM en Europa fue el punto de partida hacia la globalización de las comunicaciones móviles. Este sistema combina TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) y FDMA (Acceso Múltiple por división de Frecuencia) como forma de acceso. En la interfaz de aire utiliza la modulación GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) que se fundamenta en una variación de 90 grados. La arquitectura del sistema GSM está compuesto por tres subsistemas que interactúan para formar la vía de comunicación y se identifican como: Subsistema de Estaciones Base (BSS), Subsistema de Conmutación de Red (NSS) y el Subsistema de Administración de Red (NMS). Cada interfase de comunicación entre los distintos subsistemas contiene una pila de protocolos para aprovechar los recursos y agilizar la comunicación. GSM utiliza canales físicos que resultan de la combinación de una ranura de tiempo a una frecuencia piloto asignada, un canal de radio frecuencia soporta 8 canales físicos. A la información que contienen los canales físicos se le conoce como canales lógicos los cuales pueden ser de tráfico y de control. La reutilización de frecuencias es un aspecto importante en la operación de una red GSM, ya que una buena planeación de los pilotos ayuda a eliminar interferencia.

La inserción del Sistema General de Transferencia de datos en forma de Radio paquetes conocido como GPRS (*General Packet Radio System*) a una red GSM dio inicio a la evolución de los sistemas de comunicación móvil e introdujo servicios nunca antes vistos. GPRS permite una utilización más eficiente de los recursos de radio, ya que los canales son utilizados únicamente

cuando se envíen o reciban los paquetes de datos y luego son liberados, por lo tanto los usuarios pueden compartir los recursos y utilizar los servicios aleatoriamente. Además nos permite manejar velocidades de transferencia de datos más altas. Para la implementación del sistema GPRS en la red GSM se hace necesaria la inserción de nuevos elementos los cuales permitirán la movilidad de equipos GPRS, las interfaces y protocolos para el tráfico de paquetes de la Estación Móvil hacia la red GSM/GPRS y hacia redes de datos externas. Estos elementos son: La Unidad de Control de Protocolo (PCU), la cual se encarga de direccionar el tráfico de datos hacia la red GPRS y el de voz hacia los elementos de la red GSM. El Nodo Servidor de Soporte GPRS (SGSN), que provee la comunicación con el BSC y el GGSN, el Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (GGSN) que es el encargado de comunicarse con otras redes de datos tanto públicas como privadas para comunicar el móvil hacia el exterior y una nueva Unidad Móvil que debe poseer las cualidades necesarias para soportar los servicios que GPRS ofrece.

El siguiente paso que da una red GSM/GPRS en la evolución es llamado EDGE (*Enhanced Data for Global Evolution*), y es una mejora en la red, que nos permite aumentar la transmisión de datos, uso más eficiente del espectro, y da la opción a los operadores de prestar más servicios a los usuarios, ahora en generación 2.5. EDGE utiliza un nuevo tipo de modulación que por lo general es 8PSK, y nos permite transmitir tres veces más bits que con GMSK en el mismo lapso de tiempo. Una ranura de tiempo puede soportar mayor número de usuarios. La inserción de EDGE en una red GSM/GPRS no representa una gran inversión para los operadores de servicio, ya que a la arquitectura únicamente se le inserta una nueva unidad de control de paquetes y actualización de software, además por supuesto de aumentar la capacidad de transmisión ya que ahora podemos manejar mayor cantidad de usuarios. EDGE al utilizar los recursos de GSM puede ser incluido en la planeación de

frecuencias como un canal de GSM estándar, sin crear grandes modificaciones en la planificación de pilotos. El uso de generación 2.5 permite a los operadores brindar servicios de Tercera Generación en lugares donde no será rentable colocar equipo 3G.

La introducción de GPRS a la red GSM predispone el sistema a la evolución a Tercera Generación UMTS (*Sistema Universal para Comunicaciones Móviles*), ya que es utilizada la infraestructura existente, con la inserción de nuevas entidades. UMTS utiliza WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha) como medio de acceso. Hace posible las video llamadas, manejo de imágenes y sonido de alta definición, etc.

El manejo de datos en GSM es muy pobre y se limita a aplicaciones de grupos de datos pequeños. Con la inserción de GPRS y EDGE se puede tener una gama de servicios de datos que tienen una diversidad de aplicaciones. Es en este punto en que las comunicaciones móviles inician una tendencia al manejo de datos cada vez más prominente, ya sea por diversión, entretenimiento, negocios, etc. Nuestro móvil además de mantenernos comunicados se convierte en una herramienta de trabajo dándonos la posibilidad de hacer negocios, manejar oficinas virtuales, operar aplicaciones remotamente, acceder a Internet con completa movilidad, enviar y recibir fotos, videos, aplicaciones multimedia, e-mail, etc.

Actualmente en Guatemala operan tres empresas de telefonía celular GSM/GPRS y se prevé la inserción de una cuarta, éstas ofrecen diversos servicios de datos como: Envío de Mensajes Multimedia, navegación por WAP e Internet, *Push to Talk Over Cellular*, Localizador Automático de Vehículos, y *BlakBerry*, mismos que pueden hacernos la vida más fácil si sabemos darle la



aplicación adecuada en lo que se refiere a la implementación en procesos industriales. Los distintos operadores ofrecen diferentes precios y velocidades de transferencia, además de presencia de cobertura en gran parte del territorio nacional, con lo cual ayudaría en la implementación de dichos servicios orientados a una industria agrícola guatemalteca, ya que la mayor parte de los procesos de este tipo de producción se realiza en fincas ubicadas en el interior del país, en lugares donde ya se cuenta con cobertura de telefonía celular y en que las líneas fijas de telefonía tardarán mucho en llegar por lo accidentado de la zona geográfica.

En una industria agrícola en los procesos de producción, empaquetado y venta final intervienen una serie de pasos que con la ayuda de la tecnología podrían simplificarse y realizar con mayor eficiencia ahorrando costos de operación que se convierten en beneficio para la empresa, las cuales a su vez con su desarrollo contribuyen al crecimiento del país. En Guatemala existen muchas sociedades agrarias formadas por pequeños y medianos empresarios que en conjunto trabajan para crear productos tradicionales y no tradicionales de calidad y colocarlos en el mercado internacional. Con la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos se hace necesaria la inserción de nuevas tecnologías que ayudaran a mejorar sus procesos, valiéndose por ejemplo de los servicios que una plataforma GPRS proporciona y adecuándolos a las distintas actividades agrícolas para que los productores puedan incrementar su oferta y mejorar sus estándares de calidad y así tener mejores opciones en el mercado internacional, además por supuesto del rol que deben tomar las entidades públicas mediante estrategias acertadas y orientadas a las y los productores.

Haciendo uso de la plataforma de GPRS se puede insertar los servicios en la realización de acciones como:

- Control a distancia: sobre sistemas de Control de Riego, Fertilizantes, fumigación, manejo de bombas y motores, alarmas, aires acondicionados, cuartos fríos, iluminación, que con solo el manejo de nuestro móvil o desde una PC conectada a Internet podríamos controlar sin tener presencia en sitio.
- Automatización de Bodegas: manejo adecuado de materiales, producto final, estadísticas, inventarios, utilizando equipos móviles que recaudan la información y la envían vía GPRS a una PC para su interpretación.
- Sistemas de Seguridad: con el uso de cámaras y alarmas podemos estar enterados de lo movimiento que se den en los puntos vulnerables a hechos delictivos, y tener registro de ello.
- Control Sobre Vehículos: vía GPRS y con coordenadas tomadas de un GPS podemos tener control de los movimientos de flotillas de vehículos para tener un manejo adecuado de los cronogramas y actividades que estos puedan realizar.
- Comunicación: tanto de voz como de datos indiscutiblemente necesarios para la operación adecuada de una empresa, GPRS nos ofrece diferentes vías de comunicación en campo y ciudad todo sobre la red de GSM.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Describir los servicios de transferencia de datos que ofrece una red de telefonía celular GSM (Sistema Global, para Comunicaciones Móviles) utilizando una plataforma GPRS (Servicio General de Transferencia de Radio Paquetes) y la aplicación de éstos en el mercado nacional, enfocado a la Industria Agrícola guatemalteca.

### **ESPECÍFICOS**

1. Describir la arquitectura, características, y entidades que intervienen en el funcionamiento de una red GSM/GPRS y su evolución hacia los sistemas de Tercera Generación.
2. Explicar los alcances y limitaciones que caracteriza a toda red GSM/GPRS al brindar servicios de datos importantes y las aplicaciones que se les puedan dar a éstos.
3. Identificar los operadores que cuentan con una plataforma GSM/GPRS, los servicios que ofrecen, tarifas, velocidades de transmisión etc.

4. Enfoque específico de aplicación de los servicios de datos utilizando la tecnología GSM/GPRS en los procesos de la industria agrícola guatemalteca.

## INTRODUCCIÓN

En Guatemala la telefonía celular ha tenido un enorme crecimiento en los últimos años, ampliando no solo cobertura sino nuevas tecnologías que ofrecen una gama de servicios que proporcionan al usuario mayor comodidad para satisfacer sus necesidades. En el país las comunicaciones móviles digitales iniciaron en 1999, con la tecnología TDMA (Multiplexación por División de Tiempo). En 2003 se introdujo la red de Segunda Generación (Evolución de TDMA), con nuevos y mejorados equipos móviles, y se incorporaron innovadores servicios de voz. Esta tecnología nació en Europa y fue nombrada GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) y se ha convertido en un estándar de comunicaciones en muchos países del mundo, en 2004 y 2005 las redes evolucionaron a estándares de Generación 2.5 con la inserción respectivamente de GPRS (*General Packet Radio Services*) Servicio General de envío de Radio Paquetes y EDGE (*Enhanced Data for Global Evolution*), ambos sobre la red de GSM ya existente, sistemas que funcionan hasta la fecha en el país con tres operadores de servicio y se prevé la inserción de un cuarto.

Las redes de Telefonía Móvil GSM/GPRS son las que actualmente utiliza la mayoría de usuarios de telefonía celular en el país. Estas actúan sobre una plataforma de transferencia de datos GPRS, con una estructura que permite un mejor aprovechamiento de los recursos que ya se poseen de la red GSM. Además de incorporar nuevos y revolucionarios servicios que marcan el rumbo de la telefonía celular llevan las redes a sistemas móviles de Generación 2.5 con camino la inserción de Tercera Generación. Además permiten comunicación de voz y datos simultáneamente, logrando que más de un usuario utilice los distintos servicios al mismo tiempo. En Guatemala los operadores que

brindan este servicio tienen presencia de cobertura de telefonía en todas las Cabeceras Departamentales y en una gran cantidad de Municipios y aldeas, lo cual contribuye a que más personas u empresas puedan darle distintas aplicaciones a los servicios que son ofrecidos tanto para entretenimiento como aspectos de comercio y negocios.

Las comunicaciones móviles le apuntan cada vez más a la transferencia de datos de alta velocidad. En el mercado nacional de Telecomunicaciones Celulares los servicios con los que podemos contar nos permite la implementación del comercio móvil, navegación en WAP e Internet, transferencia de información, correo electrónico, Mensajes Multimedia, PoC, *BlackBerry*, etc. Servicios que hacen la vida del usuario más fácil, y pueden apoyar en el incremento y productividad de empresas pequeñas y grandes, y en su desenvolvimiento en el mercado comercial. Las aplicaciones de estos servicios se pueden ver desde las ciudades principales del país hasta algunos de los rincones más alejados donde ya se cuenta con cobertura de por lo menos un operador de servicio; esta al alcance de la mayoría y se puede aprovechar en beneficio propio.

Existen equipos electrónicos que ayudándose de la interfase de comunicación que presta una red GSM y de la plataforma de transferencia de datos de GPRS, pueden realizar acciones que mejorarían los procesos en la industria, tanto de producción como de operación, contribuyendo al mejor funcionamiento y rendimiento de esta. Aprovechando la cobertura de telefonía celular en las áreas de producción se puede realizar acciones remotamente en lugares donde no es necesaria la presencia de una persona y de esta forma se ahorra costos de traslado y estadía de personal. Además se puede conocer el estatus de dicho proceso con equipos que manejan alarmas para mantener informados por la misma vía a los entes involucrados. Se cubren aspectos de

seguridad en inmuebles y vehículos, con equipos de monitoreo en tiempo real y tomar acciones inmediatas para resolver anomalías. Mantener comunicación constante entre los entes que conforman la empresa, esta puede ser de voz o datos, sin necesidad de tener líneas fijas o enlaces dedicados. Se puede trabajar con bodegas automatizadas y tener un excelente manejo de mercaderías, de stock, entrega de pedidos, entre otros.





# 1. SISTEMA GLOBAL PARA COMUNICACIONES MÓVILES GSM

## 1.1 Historia

En Europa la telefonía móvil celular fue introducida inicialmente en Suecia, Noruega, Finlandia y Dinamarca, en el año de 1981, este era un sistema totalmente analógico, operando en las bandas de 450 y 900 Mhz. Posteriormente una gran cantidad de proveedores se fue sumando, los cuales instalaron sistemas similares en muchos otros países de Europa Occidental. Uno de los primeros problemas de éstos era que no tenían compatibilidad con cada uno de los otros sistemas, y que no permitían interconexión entre ellos mucho menos *roaming* internacional; Para solventar los inconvenientes que presentaba esta tecnología, fue desarrollado un nuevo estándar llamado “*Global System for Mobil Communication*” (Sistema Global para Comunicaciones Móviles, GSM) en 1990 para la siguiente generación de telefonía celular, la cual dejaba de ser analógica y se convertía en digital. Sistemas basados en este estándar fueron implementados en 18 países de Europa en 1991. Para fines de 1993 había sido adoptado en nueve países más; a la fecha, este sistema ha sido introducido en la mayoría de países del mundo incluyendo Guatemala.

GSM combina FDMA y TDMA que utilizan dos bandas de frecuencia, una destinada para la comunicación del Móvil a la Red (*Uplink*) y la otra de la Estación base hacia los móviles (*Downlink*). GSM permite la conexión con la red conmutada (Red de Telefonía Fija) y con la RDSI, ofrece al usuario servicio de telefonía, transmisión de datos en un rango de 9.3 a 9.6 Kb/s, conexión a sistemas de correo electrónico (X-400) y envío de mensajes cortos alfanuméricos SMS que pueden ser transmitidos o recibidos desde una unidad móvil, visualizándolos en este último caso en la pantalla del móvil

correspondiente. Soporta igualmente otros servicios adicionales, como son, desvío de llamada, restricciones de llamadas entrantes o salientes, conferencias tripartitas, llamada en espera, etc.

En lo que a seguridad se refiere, ofrece novedosos servicios, como el uso de tarjeta de usuario para la autenticación y validez de la llamada, codificación, que facilita una confidencialidad total (voz, datos e identidad del abonado), además de impedir la utilización de equipos robados mediante la asignación previa de un número de serie a cada estación móvil.

La componente de radio frecuencia utilizan distintas bandas de frecuencia, con el método TDMA, que proporciona ocho canales telefónicos en una misma portadora y una codificación de voz a 13 Kbps, por lo que se destina un octavo de tiempo a cada canal, logrando así un ancho de banda efectivo de uso es de 25 Khz, o sea  $200/8$  (para GSM Primaria o P-GSM). Actualmente, los proveedores de equipo GSM ofrecen una solución para duplicar la capacidad de llamadas activas por ranura de tiempo llamada Adaptación de Múltiple Tasa AMR, con lo cual se logra una codificación de voz de velocidad a la mitad, lo que permitiría la utilización de 16 canales por portadora, con el inconveniente de sacrificar la calidad de voz.

En un sistema de comunicación móvil, trabajando sobre una red GSM son necesarios los siguientes componentes y elementos:

- Estación Base, regularmente se encuentra ubicada en el área que se desea cubrir con cobertura de telefonía celular, esta puede ser rural o urbana
- Unidades de switcheo o conmutación de llamadas entre estaciones base y las redes externas de telefonía o de datos.

- Interfaces para las Redes de Conmutación de Telefonía Pública, Redes Públicas de Datos (PDN), y otras Redes Públicas de Telefonía Móvil.
- Estaciones móviles (MSs), las cuales contienen Equipo Móvil (ME) y tarjetas SIM con una identificación única para cada suscriptor como un IMSI (Identificación Internacional de Suscriptores de Telefonía Móvil) e IMEI (Identificación Internacional de Equipo Móvil).
- Unidades de autenticación: necesarias para autenticar suscriptores por medio de códigos y algoritmos.
- Unidades de encriptación: necesarias para que la información de voz o datos, sea enviada por la interfaz de aire con una codificación de seguridad.
- Compresores de voz y datos: necesarios para aprovechar mejor los recursos limitados de radio.
- Base de datos: las cuales deben contener datos de seguridad, e información de los suscriptores.
- Administrador de ubicación: utilizado para conocer la ubicación de un suscriptor para la recepción de llamadas y enrutamiento de las mismas.
- Unidad de coordinación de *Handover* entre estaciones base: cuando el suscriptor se esta moviendo dentro del área de cobertura de una celda y pasa a otra.
- Control de potencia: para minimizar la potencia transmitida por el usuario.
- Centro de Administración de Red: este facilita el manejo de las redes y el conjunto de estadísticas según su desempeño.
- Centro de Tarificación, encargado de llevar un registro de llamadas del usuario para el cobro de su cuenta.
- Área de cobertura, esta es necesaria para que varias cuadras de edificios o poblaciones, puedan mantenerse comunicadas.

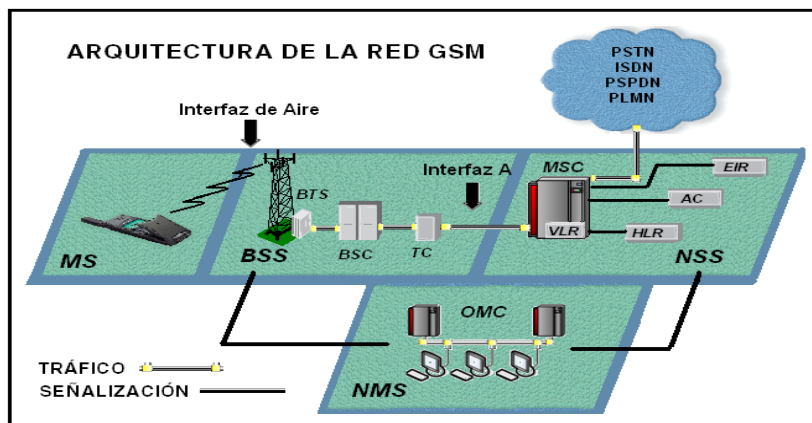
## 1.2 Arquitectura de un Sistema de red GSM

La norma GSM especifica entidades funcionales e interfaces normalizadas, logrando con esto que cualquier equipo móvil pueda funcionar en una red aunque no pertenezca al mismo proveedor, además permite que la interconexión de equipo de distintos proveedores a través de las interfaces abiertas no impida el buen funcionamiento del sistema, para no incidir en el desarrollo de los fabricantes. La arquitectura de un sistema GSM esta compuesta por tres subsistemas que interactúan conjuntamente para formar la vía de comunicación:

- Subsistema de Estación Base (BSS)
- Subsistema de Conmutación de Red (NSS)
- Subsistema de Administración de Red (NMS)

El sistema esta compuesto de una red de células radioeléctrica que proporciona cobertura de servicio a una región determinada con una cierta cantidad de usuarios, todos ellos suscritos a un proveedor. Estas MS conectan al usuario con la red, la cual a su vez lo comunica con las redes de telefonía externas, como podemos observar en la Figura 1.

Figura 1. Arquitectura de la Red GSM



### 1.2.1 Estación Móvil (MS)

Una Estación Móvil es un equipo que transmite y recibe señales radioeléctricas, además de procesar señales digitales con su módulo de identificación, este provee la interfaz entre el usuario y la red de telefonía. Una estación Móvil se compone funcionalmente de dos partes: Equipo Móvil (ME) y Tarjeta SIM o módulo de Identificación de Usuario.

**Equipo Móvil (ME):** el ME es el encargado de la transmisión de radio, gestión de los canales para dicha transmisión, codificación de voz, protección de errores, control de flujo de datos, adaptación de velocidad de datos del usuario y velocidad de canal, además de proporcionar la interfaz hombre-máquina, para facilitar su utilización.

**Módulo de Identificación del Usuario (SIM):** la tarjeta SIM, posee la identificación, autenticación y permisos para el uso de servicios prestados por la red de telefonía GSM a un usuario determinado, además proveerlo de movilidad para que pueda tener acceso a la red desde cualquier Equipo Móvil o Terminal GSM.

Existen dos tipos distintos de módulo de identificación del usuario:

1. Una tarjeta inteligente que puede ser retirada de la estación móvil cuando el usuario desee.
2. Un módulo que es incorporado dentro de la estación móvil, con el fin de estar instalado permanentemente.

Este módulo es el que contiene toda la información necesaria para realizar la función de autenticación del usuario, además de otras informaciones necesarias para el sistema.

El SIM debe contener la siguiente información:

- Número de serie
- Estado del SIM (bloqueado o desbloqueado)
- Clave del algoritmo de autenticación
- Algoritmo de Autenticación
- Identificación internacional del usuario móvil
- Identificación temporal del usuario móvil
- Algoritmo de generación de claves de cifrado
- Clave del algoritmo de cifrado de señalización y datos
- Número de secuencia de la clave del algoritmo de cifrado
- Clave de control de acceso del usuario

### **1.2.2 Subsistema de Estación Base (BSS)**

Este subsistema se encarga de comunicarse con las estaciones móviles que se encuentran dentro de su área de cobertura a través de las células radioeléctricas. Este incluye el equipo y las funciones relacionadas con el manejo de la conexión vía radio y consiste de:

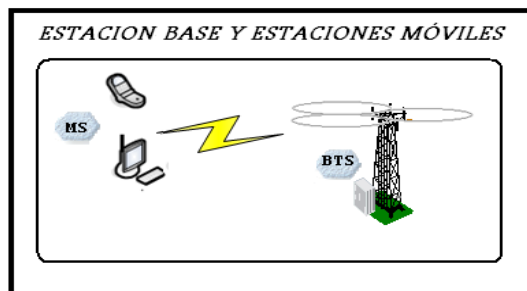
- Estación Transceptora de Base (BTS)
- Controlador de Estaciones Base (BSC)
- Unidad de Transcodificación (TRAU)

Un BSS puede poseer una o más Estaciones Base. Utiliza interfaz Abis entre las BTSs y las BSCs. Una línea de conexión de alta velocidad (E1) es la interfaz de conexión desde el BSS hasta la Oficina Central de Móviles OMC, esta conexión puede ser por medio de Fibra Óptica, enlace de Microondas o enlace de Cobre, dependiendo de la distancia, las condiciones del terreno o las facilidades que el proveedor de servicio posea.

### 1.2.2.1 Estación Radio Base (BTS)

Los distintas Estaciones Móviles deben entablar comunicación con las Células Radioeléctricas las cuales cada una pertenece a una Estación Base o BTS (Figura 2) que debe operar con una frecuencia diferente a las de las células adyacentes, pero puede repetirse en células más alejadas que se encuentran distribuidas según planificación de crecimiento del proveedor, este método es conocido como Reutilización de Frecuencias.

Figura 2. Comunicación entre Estación Base y Estaciones Móviles



La BTS es además, el elemento de la red que principalmente mantiene la comunicación por medio de la interfaz de aire con la MS, sus principales funciones son:

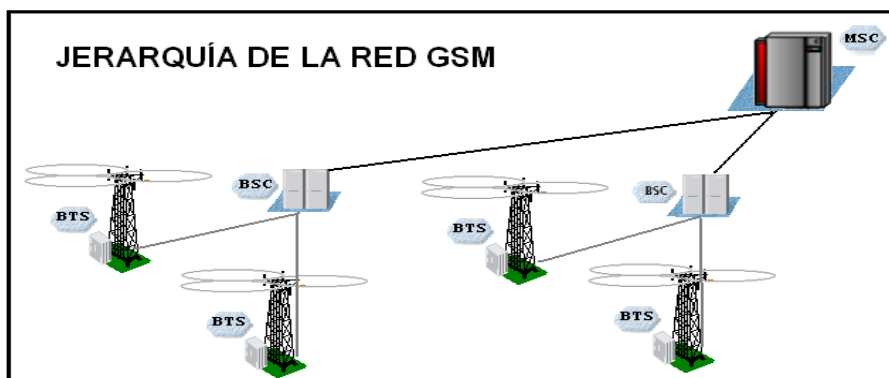


- Monitoreo de canales libres y envío de la información de los mismos hacia el BSC.
- Temporización de bloqueos de radios, y edición de mensajes de aviso.
- Direcciona los accesos por parte de las Estaciones Móviles
- Codificación y entrelazado para protección de errores
- Medición de la intensidad de campo y calidad de señal recibida de los móviles.
- Encriptación de la información de señalización de tráfico.
- Envío de alarmas en caso de daños o mal funcionamiento del equipo.

### 1.2.2.2 Controlador de Estaciones Base (BSC)

Las Estaciones Radio Base o BTS, se comunican con un (BSC), el cual maneja la red de radio, así como aspectos como el *handover* (Traspaso del móvil de una célula a otra.) Estos controladores están interconectadas entre sí, pero además tienen un punto de conexión en común, que es el corazón de una red GSM, se trata de la central de conmutación de móviles (MSC), la cual se encarga de inicializar, conmutar, dirigir y finalizar llamadas, además de llevar el control de tarificación de las mismas y comunicarse con otras redes. (Figura 3).

Figura 3. Jerarquía de la red GSM



El Controlador de Estaciones Base BSC es el elemento central de la red BSS; controla la red de radio frecuencia, teniendo como principales responsabilidades:

- Establece comunicación entre la Estación Móvil y el Subsistema de Conmutación de Red (NSS)
- Gestión y configuración de canales de radio
- Gestión de las secuencias del salto de frecuencia, las cuales son enviadas por el BSC hacia el BTS
- Control de potencia tanto del BTS como de la Estación Móvil
- Proporciona el soporte para la señalización de la interfaz de Aire e interfaz A.

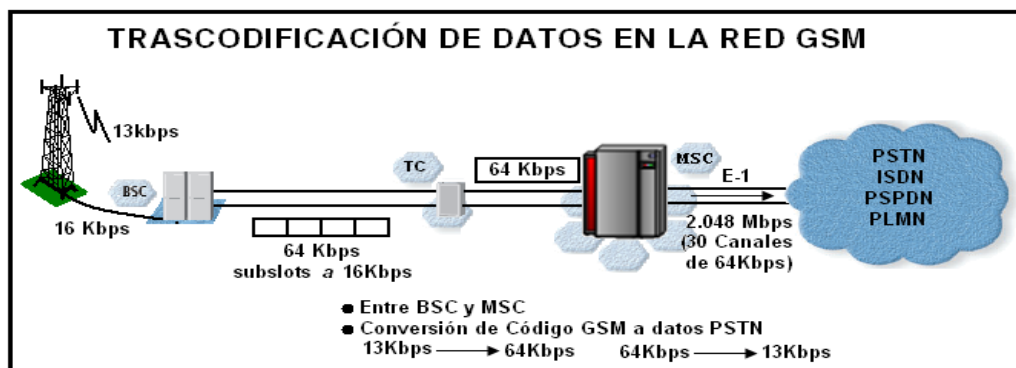
### **1.2.2.3 Unidad De Transcodificación (TRAU)**

Es el elemento del BSS que se encarga de codificar la conversación, es decir, que la convierte a formatos de códigos digitales y viceversa, para maximizar los recursos de radio. Este elemento es funcionalmente parte del BSS, pero puede estar situado físicamente en la BTS, en el BSC o externo al subsistema (junto a la Central de Comunicación de Móviles MSC) dependiendo del costo de transmisión y las facilidades del operador de telefonía para crear máxima flexibilidad sobre la estructura física y operacional del sistema. El TRAU toma una transmisión con velocidad de 13Kbps para voz y datos (de 300, 600, 1200 bps) multiplexados cuatro de ellos y puestos en un canal estándar PCM de 64 Kbps.

Primero, los 13-kbps de voz son levantados a niveles de 16-kbps para inserción adicional de datos de sincronía, pudiendo así diferenciar los datos de

baja tasa de transmisión. Entonces cuatro canales de 16-kbps son multiplexados en un canal DS0 (64-kbps). Si el TRAU se encuentra localizado fuera del BTS, la interfaz Abis puede operar únicamente a 16-Kbps con el BSS. La capacidad estándar de un canal digital para la tasa de salida del TRAU es de 64-kbps. Luego 30 canales de 64-kbps son multiplexados a 2.048Mbps en el E-1 de servicio utilizando los estándares CEPT. El E-1 puede llevar hasta 120 señales de tráfico y control (16-120). Las locaciones de transferencia entre la BTS y el BSC son: sub-canales de 16-kbps usados ente la BTS y TRAU, y canales de 64-kbps entre TRAU y BSC. Alternativamente el TRAU puede localizarse entre el BSC y el MSC utilizando en este caso 16-kbps de la BTS a la BSC y 16-kbps entre BSC y TRAU como lo podemos apreciar en la Figura 4.

Figura 4 Trascodificación de datos en la red GSM [1]



### 1.2.3 Subsistema de Conmutación de red (NSS)

Este subsistema 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 y ubicación actual o más reciente de los abonados tanto locales como de visitantes. Los principales elementos de un NSS, son:

- Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC)
- Registro de Posición de Visitantes (VLR)

- Registro de Posición Local (HLR)
- Centro de Autenticación (AC)
- Registro de Identificación de Equipos (EIR)

### 1.2.3.1 Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC)

El MSC es el componente central de un Subsistema de Conmutación de Red. Es el responsable del control de las llamadas en la red. Este identifica el origen y el destino de cada una de las llamadas, ya sea dentro de la red o en redes externas de telefonía. Este tipo de central implementa ciertos procedimientos adicionales a los que utilizan las centrales de red fija, como por ejemplo la actualización de la posición de las MS, lo concerniente las funciones de traspaso de llamadas en curso (*handover*), reconocimiento de suscriptores de traspaso de red (*roaming*).

Las principales funciones del MSC incluyen:

- Coordinación de las llamadas de las Estaciones Móviles que operan en el área.
- Utilización dinámica de los recursos
- Manejo del *handover*
- Reutilización de frecuencias para las estaciones base
- Codificación
- Cancelación del eco
- Sincronización de los Subsistemas de Estación Base, etc.

El MSC entabla comunicación con las distintas Oficinas Centrales (OC), por medio de E1's y Jerarquía Digital Síncrona (SDH), tales como:

- Red Pública de Telefonía por Conmutación (PSTN)
- Red de Servicios Digitales Integrados (ISDN)
- Red Pública de Datos por conmutación de Paquetes (PSPDN)
- Red Pública de Telefonía Móvil (PLMN)

### **1.2.3.2 Registro de Posición de Visitantes (VLR)**

El VLR contiene la información sobre los niveles de suscripción, servicios suplementarios para un abonado que se encuentra en el área de cobertura o se encontraba recientemente en otra zona visitada. Esta base de datos dispone también de información relativa a sí 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). Además contiene información selecta del HLR, la cual es necesaria para el control de llamadas, además provee de servicios a los suscriptores, para cada móvil que se encuentre localizado en el área geográfica controlada por el VLR. Aunque cada entidad funcional puede ser implementada como una unidad independiente, más fabricantes de equipos de conmutación implementan un VLR en conjunto con un MSC de tal forma que el área geográfica controlada por el MSC corresponda a la controlada por el VLR, simplificando así la señalización requerida. Es importante notar que el MSC no contiene ninguna información de una estación móvil, sino que esta se encuentra almacenada en los registros de posición.

### **1.2.3.3 Registro de Posición Local (HLR)**

El HLR es una base de datos, cuya función es la gestión de los usuarios móviles. Este registro analiza los niveles de suscripción, servicios suplementarios y localización actual o más reciente de los móviles que

pertenecen a la red local. En una red GSM puede haber uno o más HLR, dependiendo del número de usuarios móviles, la capacidad del equipo, y la organización de la red.

El HLR almacena dos tipos de información:

- Información de suscripción de los abonados.
- Información de localización de los abonados, permitiendo de esta forma la función de seguimiento es decir la actualización automática de la posición del móvil para que se le puedan encaminar las llamadas que reciba.

Sobre esta base de datos se realizan todas las funciones de administración de los abonados.

#### **1.2.3.4 Centro de Autenticación (AC)**

Asociado al HLR trabaja el centro de autenticación, que contiene la información por medio de la cual se compruebe 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 abonados que no han realizado sus pagos correspondientes. Esta identificación de acceso es utilizada para autenticar al suscriptor y encriptar la información que será transmitida por medio de radio frecuencia. Si el móvil no estaba registrado en un área de localización (dependiente también del mismo VLR) es necesario enviar también esta información hacia el HLR del móvil, para indicarle que actualice su posición, y encamine las llamadas recibidas hacia el área donde se encuentra actualmente el móvil.

El VRL contiene también la información necesaria para gestionar las llamadas originadas o recibidas por los móviles registrados en su base de datos. Esta información incluye los siguientes elementos:

- La identificación internacional de la estación móvil (IMSI)
- El número de identificación internacional de estación Móvil (MSISDN)
- La identificación temporal de la estación móvil (RMSI)
- La identificación local de la estación móvil
- El área de localización donde el móvil ha estado.

Esta información es utilizada tanto por el HLR como por el VLR e intercambiada entre sí.

#### **1.2.3.5 Registro de Identificación de Equipos (EIR)**

El Registro de Identificación de Equipos, es una base de datos que contiene el listado de las Estaciones Móviles que tienen uso autorizado dentro de la red. Esta clasifica los equipos móviles en tres tipos de listas:

- Blanca: contiene la identificación de aquellos equipos que han obtenido la autorización de funcionamiento.
- Gris: contiene la identificación de los equipos que es necesario localizar debido a alguna razón técnica.
- Negra: contiene la identificación de los equipos robados o utilizados de forma ilegal y también la de aquellos equipos que no pueden acceder al sistema porque podrían producir graves problemas técnicos.

El EIR es consultado cuando un móvil se registra o realiza una llamada.

### 1.2.4 Subsistema de Administración de Red (NMS)

El NMS es el tercer subsistema de la red GSM, es la parte de la red que se encarga de la operación y mantenimiento, por medio del monitoreo de las distintas funciones y elementos de la red. Ésta se compone por estaciones de trabajo, servidores, y *routers* que conectan con una red de comunicación de datos (DCN). El operador de las estaciones de trabajo está conectado a la base de datos y servidores por medio de una red de área local (LAN). La información acerca de la administración de la red, se encuentra almacenada en dichos servidores. La comunicación entre el Subsistema NMS y el equipo de la red GSM es llevada por la red de comunicación de datos la cual conecta con el NMS vía *router*. La DCN es normalmente implementada usando una red de conmutación de paquetes llamada X.25.

El NMS posee dos partes importantes que son:

- Centro de Operación y Mantenimiento de Radio (OMC-R) enfocado al BSS.
- Centro De Operación y Mantenimiento de Conmutación (OMC-S) dedicado al NSS.

Es aquí en donde tenemos la información del reporte de alarmas, reportes del desempeño según el tráfico de llamadas, datos que son indispensables para planear el crecimiento de una red GSM en operación, así como la toma de medidas preventivas y correctivas en el mantenimiento. La mayoría de las tareas realizadas por el OMC las realiza de forma remota, por medio de un sistema de telecontrol que trabaja por una red de transferencia de datos distinta a la red GSM.



## 1.3 Interfaces y Protocolos

### 1.3.1 Interfaces

Entre cada par de elementos existe una interfaz independiente, que posee cada uno su propio conjunto de protocolos. A continuación se describen las principales interfaces y los protocolos utilizados en la red GSM.

**Interfaz A:** Situada entre MSC y BSC, permite el intercambio de información sobre el trabajo realizado por el subsistema BSS, de las llamadas y la movilidad del usuario. A través de ella se distribuyen los circuitos que serán utilizados entre el BSS y el MSC. Su protocolo de señalización es el SS7.

**Interfaz Abis:** Esta situada entre el BSC y las BTSs, permite el control del equipo de radiofrecuencia. La capa física se define por un enlace PCM a 2 Mbit/s esta capa de enlace de datos utiliza el protocolo de señalización LAPD.

Sobre la interfaz de radio en una estación base la velocidad de la transmisión vocal es de 13Kbps, sin embargo la velocidad para un canal de enlace es de 64Kbps. Para compensar esta diferencia de velocidades, la interfaz A-bis permite elegir entre dos opciones:

- Multiplexar cuatro canales vocales en uno solo PCM.
- Transcodificar los canales vocales a 64 Kbps

La primera presenta la ventaja de que nos reduce el número de líneas de transmisión (por ende los costos de los mismos) entre la BTS y la BSC. La

segunda tiene la ventaja de que los equipos de transmisión se pueden extender por el sistema, aunque la transmisión no se emplea de manera óptima.

**Interfaz B:** esta está situada entre el VLR, MSC y asociados. Como vimos anteriormente el VLR es la base de datos que contiene toda la información que permite brindarle servicio a las estaciones móviles que se encuentran dentro del área de influencia de sus MSCs asociados. En consecuencia cuándo un MSC necesita información de un usuario, acudirá a su VLR. La interfaz entre estos dos no debe ser externa, debido al volumen de información que se intercambia entre ellos. El protocolo de señalización que utiliza esta interfaz es la MAP/B.

**Interfaz C:** esta interfaz está situada entre el HLR y GMSC (Entrada del Centro de Conmutación Móvil), este último es el encargado de recibir una terminación de llamada cuando no se conoce la ubicación de la MS, y se responsabiliza de encaminar la llamada hacia el MSC correcto. La GMSC no necesita de un VLR, ya que se trata de un nodo que solo transmite llamadas. El protocolo de señalización utilizado es el MAP/C.

**Interfaz D:** esta se sitúa entre dos HLR; y permite el intercambio de información entre ambas, la cual se encuentra relacionada con la ubicación del móvil y el servicio contratado por el usuario. En el intercambio de información por medio de esta interfaz, no existe tráfico de los usuarios y su protocolo de señalización es el MAP/D.

**Interfaz E:** es el medio de enlace entre dos MSC, para intercambio de información, cuándo el móvil sale del área de influencia de una MSC y es enganchado por otra. En este sí ocurre tráfico de usuario, y utiliza el protocolo de comunicación MAP/E, RDSI e ISUP.

**Interfaz F:** está se sitúa entre el MSC y el EIR, y se utiliza cuando el MSC desea comprobar el IMEI de un equipo. En este proceso no hay tráfico del usuario.

**Interfaz G:** utilizada para permitir la interconexión entre dos VLR de distintos MSC, para intercambio de información de usuarios. El protocolo utilizado es el MAP/G.

**Interfaz I:** permite el intercambio transparente de datos entre el MSC y el MS, a través del BSS.

**Interfaz Um:** es la interfaz de radio que se encuentra entre la estación móvil y el BSS, la cual tiene una tasa de transmisión de 13Kbps para voz y 9.6Kbps para datos, el protocolo de comunicación es el LAPDm.

**Interfaz X.25:** es la interfaz entre el BSC y el Centro de Control y Mantenimiento OMC.

## **1.3.2 Protocolos**

### **1.3.2.1 Señalización en una red GSM**

El modelo Estándar de Interfaz Abierta (OSI *Open Standard Interface*) es una línea guía de cómo trabaja un sistema de comunicaciones transparentemente. El protocolo SS7 es utilizado para señalización entre el mundo exterior y la arquitectura GSM. SS7 se utiliza en la comunicación entre el MSC y el HLR.

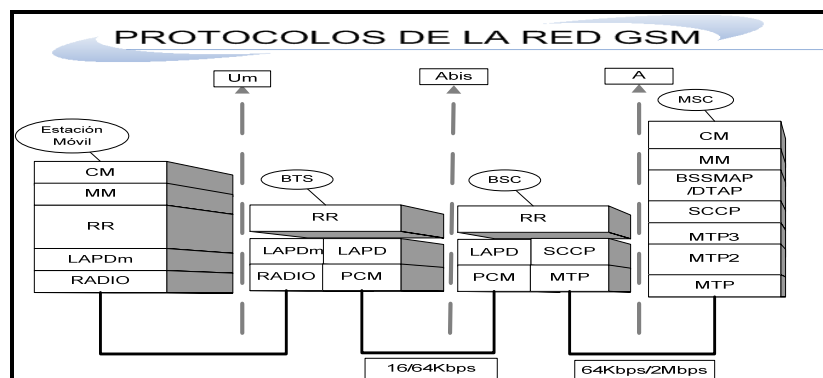
Para satisfacer otras funciones en la arquitectura GSM el modelo es aplicado para varios servicios desde la estación móvil externamente. El modelo trabaja con las últimas tres capas del modelo OSI, por el volumen de transmisión este se posiciona en el establecimiento de una llamada y la pérdida de la misma, registro y autenticación, etc. así, las capas 3, 2, y 1 del modelo OSI son las más aplicables. El modelo OSI define un subsistema de comunicaciones consistente, de funciones que habilita la distribución de procesos de aplicación, instalados en un equipo de cómputo,

### 1.3.2.2 Capa de Funcionalidad

En la arquitectura de una red GSM, el modelo de capas integradas es el vínculo de comunicación entre dos diferentes sistemas. Si vemos a través de la plataforma, la colocación de las capas inferiores satisface los servicios para los protocolos de las capas superiores. Las notificaciones son pasadas de capa en capa para asegurar que la información sea formateada, transmitida y recibida apropiadamente.

En la figura número 5, se muestran los protocolos de señalización entre los distintos elementos que forman la arquitectura de la red GSM.

Figura 5. Protocolos de la red GSM [2]



Dependiendo de su interfaz, el protocolo de señalización en una red GSM es estructurado en tres capas generales.

- Capa 1 (Capa física): la cual utiliza los canales de la estructura bajo la interfaz de aire.
- Capa 2 (Capa de enlace de datos): A través de la interfaz Um, la capa de enlace de datos es una modificación de la versión del protocolo de acceso al enlace sobre el canal D (LAPD) usado en ISDN, llamado Protocolo de Acceso de enlace sobre el canal D móvil (LAPDm). A través de la interfaz A, la parte de transferencia de mensajes (MTP) de la capa 2 utiliza el Sistema de Señalización Número 7 (SS7).
- Capa 3: El protocolo de señalización para esta capa es dividido en tres subcapas:
  1. Administrador de Recursos de Radio (RR)
  2. Administrador de Movilidad (MM)
  3. Administrador de Conexión (CM)

### **1.3.2.3 Protocolos de la Estación Móvil a la BTS**

**La capa de administración de los recursos de radio (RR):** esta establece un enlace tanto de radiofrecuencia como por un medio fijo, entre la estación móvil y el MSC. Los principales componentes involucrados son:

- La Estación Móvil (MS)
- El Subsistema de Estación Base (BSS)
- Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC)

La capa RR se refiere al momento en que el móvil está trabajando en modo dedicado, es decir cuando la configuración de los canales de radio

incluye la asignación de canales dedicados para la comunicación, por lo tanto es aquí donde se da el establecimiento y mantenimiento del enlace entre la MS y el MSC, que corresponden al nivel 3 del modelo de referencia OSI.

**La capa de Administración de Movilidad (MM):** esta se ubica justo al tope de la capa RR, y maneja las funciones que resultan de la movilidad de un suscriptor, así como los aspectos de autenticación y seguridad. Esta capa maneja los cambios de posición de las estaciones móviles de tal forma que las llamadas puedan ser guiadas según la movilidad del suscriptor a modo de poder completarlas.

**La capa de administración de conexión (CM):** es responsable del control de las llamadas (CC), la administración de servicios suplementarios, y los servicios de mensajes cortos. Cada uno de estos puede ser consideradas separadamente una sub-capa incluida en la capa CM.

#### **1.3.2.4 Protocolos del BSC**

Luego que la información es transferida del BTS al BSC, un conjunto de diferentes interfaces se utiliza para dicho enlace. La interfaz Abis es utilizada entre la BTS y el BSC. A este nivel, una pequeña porción de los recursos de radio de la capa 3 son cambiados de RR al Administrador de Estaciones Base (BTSM), el cual es un relevo de la función del BTS para el BSC. Los protocolos RR son los responsables de la asignación y re-asignación de canales de tráfico entre el MS y el BTS. Estos servicios incluyen: control para iniciar el acceso al sistema, *handover* de llamadas entre sitios de celda, control de potencia, y finalización de las llamadas. Los protocolos RR proveen los procedimientos para el uso, ubicación y reubicación de los canales de radio en la red GSM. El BSC administra todavía algunos recursos de radio en la coordinación de

frecuencias, asignación de frecuencias, y del manejo del conjunto de las redes de capas para las interfaces de la Capa 2.

#### **1.3.2.5 Protocolos del MSC**

A través de la señalización y control de la red, el MSC interactúa para ubicar y conectar a los usuarios a través de la red. Los registros de ubicación están incluidos en la base de datos del MSC para asistirlo en la tarea de determinar como, y si debe hacerse una conexión para usuarios de *roaming*. Cada usuario de una estación móvil dentro de la red GSM, es asignado a un HLR este es utilizado para contener la ubicación del usuario, y los servicios a los que está suscrito. Un registro separado (VLR) es utilizado para seguir la pista de la ubicación del usuario. Debido a que los usuarios se movilizan fuera del área de cobertura del HLR correspondiente, la estación móvil notifica a un nuevo VLR sobre su nueva ubicación. El VLR toma el control de la red (el cual se basa en el SS7) para señalar al HLR a la nueva ubicación del usuario. A través de esta información, las llamadas de la Terminal móvil pueden ser enrutadas a los usuarios por la información de su ubicación contenida en el HLR.

#### **1.4 Medios de Acceso**

GSM utiliza una combinación de TDMA y FDMA. Dos bandas de frecuencias, de 25 Mhz cada una, han sido asignadas a GSM-900, estas bandas son usadas en modo FDD. El enlace de *uplink*, se implementa entre 890 y 915 Mhz. El enlace de *downlink*, se implementa entre los 935 y los 960 Mhz. Cada banda se encuentra dividida en 124 portadoras con una separación de 200 Khz. La red GSM trabaja en distintas frecuencias autorizadas a nivel mundial para uso de

telefonía celular. Estas utilizan bandas para el *Uplink* y el *Downlink* formando así la familia GSM con su rango de operación en frecuencia como se muestra en la tabla I.

**Tabla I. Bandas de frecuencias para la Familia GSM.**

BANDAS DE FRECUENCIA PARA LA FAMILIA GSM					
SISTEMA GSM	UPLINK	DOWNLINK	BANDA	SEPARACIÓN DEL DUPLEX	PORTADORAS
<b>GSM 900 (Primaria)</b>	890-915	935-960	2X25	45	124
<b>E-GSM (extendida)</b>	880-915	925-960	2X35	45	174
<b>R-GSM (Railway)</b>	876-915	921-960	2X39	45	194
<b>GSM 1800</b>	1710-1785	1805-1880	2X75	95	374
<b>GSM 1900</b>	1850-1910	1930-1990	2X60	80	299

En GSM, el enfoque de TDMA es aplicado a los canales de subida y de bajada, cada canal es dividido en ocho ranuras (*slots* por portadora), en cada una de las cuales se transmite una unidad de información. El esquema de modulación usado en una ranura es GMSK, con él, se pueden alcanzar tasas de bits de 270.8 Kbps por portadora y 33.9 Kbps por cada ranura de tiempo aproximadamente. Los datos en una ranura son denominados ráfagas y alcanzan los 156.28 bits, (148 bits de longitud y los 8.25 bits restantes son utilizados como guardas en el tiempo). El número de bits que constituyen la cabecera y la cola son constantes. Si un usuario es propietario de una ranura puede alcanzar una tasa máxima de 24.7 Kbps (sin ningún esquema de corrección de errores). Todo esto se muestra en la figura 6.

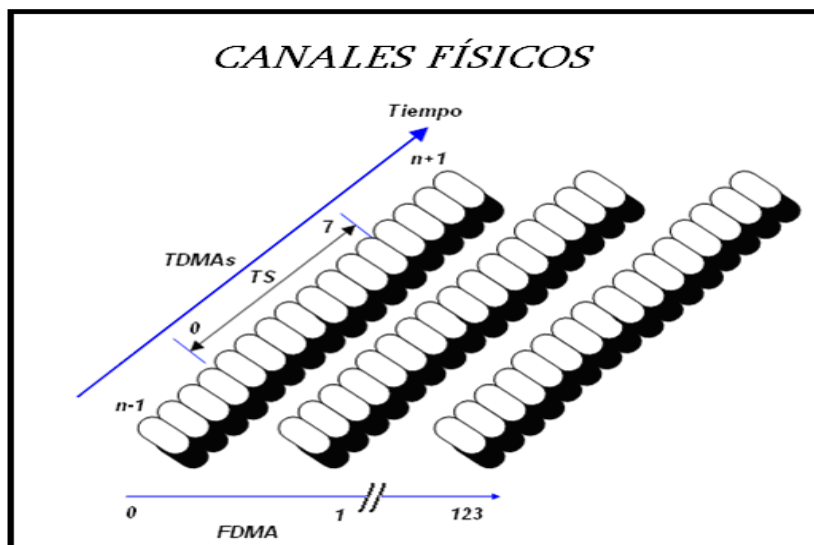
#### **1.4.1 Canales físicos y lógicos**

GSM distingue entre canales físicos que son las ranuras de tiempo y canales lógicos que son la información portada por los canales físicos (Ver figura 6).



Algunas ranuras de tiempo en una portadora constituyen un canal físico el cual es usado por diferentes canales lógicos para transferir información, tanto de señalización como del usuario.

Figura 6. Canales Físicos



Existen dos tipos de canales lógicos en GSM: los canales de tráfico (TCH-*Traffic Channels*), que transportan información (voz o datos) del usuario y los canales de control (CCH-*Control Channels*), que transportan señalización y sincronización entre la estación base y la estación móvil. Sus funciones y formas varían según el enlace. En la Tabla II y III se presentan los canales de tráfico y Control de GSM y su descripción.

Tabla II. Canales de Tráfico GSM

TIPO DE CANAL	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
CANALES DE TRÁFICO CCH	TCH/FS	<b>S:</b> Voz ( <i>Speech</i> )
		<b>9.6:</b> Datos a 9600 bps.
	TCH/F9.6	<b>4.8:</b> Datos a 4800 bps
		<b>2.4:</b> Datos a 2400 bps.
	TCH/2.4	<b>F: Full Rate.</b> La información de un usuario es enviada en una ranura de tiempo a tasa completa y es capaz de transferir hasta 13Kbps de datos de usuario. <b>H: Half Rate.</b> La información de un usuario es enviada utilizando la mitad de la ranura de tiempo. Por lo tanto dos usuarios pueden compartir esta ranura en distintos instantes de tiempo pudiendo utilizar así el doble de canales de voz.
	TCH/HS	
	TCH/H4.8	
TCH/H2.4		

Tabla III. Canales de Control GSM

TIPO DE CANAL	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	
Canales de Control CCH	CANALES DE BROADCAST, BCH	BCCH	Canales de control utilizados para permitir el enganche de los móviles y el monitoreo de la potencia de estos en celdas vecinas.
		FCCH	
		SCH	
	CANALES COMUNIES DE COMUNICACIÓN CCCH	PCH	Estos canales permiten el establecimiento de las llamadas y las asignaciones de canales de control
		RACH	
		AGCH	
	CANALES DE CONTROL DEDICADOS DCCH	SDCCH	Canales de control bidireccionales utilizados para prestar los servicios de señalización y supervisión al usuario.
		SACCH	
		FACCH	

Para la codificación de voz, se utiliza un período de muestreo de 1/8000 s, cada una de estas muestras se convierte en un valor digital de 13 bits. Un segmento de 260 bits es generado cada 20 ms con lo cual nos da una tase de 13Kbps.

Estos 260 bits se dividen según su importancia en:

- 182 bit se protege frente a errores = 378 bits
- 78 bits. Sin protección

La suma de esta cantidad de bits ( $378 + 78 = 456$ ) se divide en  $2 \times 4 \times 57$  que son transmitidos en 4 bloques TDMA consecutivos.

En este capítulo se presentó una perspectiva general de la estructura y funcionamiento de la red GSM, misma que se vale de GPRS para prestar el servicio de transferencia de datos, en el capítulo dos el tema principal es la estructura y funcionamiento de la plataforma GPRS.

### **1.5 Servicio General de Transmisión de Radio Paquetes GPRS**

Las telecomunicaciones y la comunicación de datos están convergiendo, debido al papel cada vez más prominente del protocolo de Internet (*Internet Protocol - IP*). Además, los usuarios quieren acceso a Internet mientras están fuera de su oficina y su hogar. Los servicios de conmutación por paquetes presentan nuevas oportunidades para los operadores y usuarios. Permiten a los operadores aprovecharse del rápido crecimiento del uso de Internet y situar el servicio celular como acceso móvil a Internet. La introducción del servicio general de paquetes de radio (*General Packet Radio Service - GPRS*) en las

redes celulares de hoy día es un paso clave en la evolución hacia las redes móviles de tercera generación.

GPRS hace móvil a Internet. Permite a los usuarios acceder a intranets corporativas o a proveedores de servicios de Internet (ISP) desde un dispositivo móvil. Sus usuarios pueden permanecer en línea sin ocupar continuamente un canal de radio específico. Cada canal está compartido por varios usuarios y se usa solamente cuando se envían o reciben los paquetes de datos. Las redes GSM nos permiten servicio de transmisión de datos, con la limitante de correr a una velocidad máxima de 9.6Kbps basado en la conmutación de circuitos, además de adaptarse al transporte de voz, debido a que un canal de comunicación está ocupado por un usuario durante una conversación.

Los operadores GSM deben innovar en la oferta de servicios, con el fin de satisfacer las necesidades cada vez más exigente de los usuarios de telefonía celular inalámbrica. GPRS utiliza técnicas de transmisión por paquetes que nos permite acceder a los servicios de Internet con una velocidad de 115Kbps (en condiciones ideales), gracias a la utilización de múltiples canales de radio (hasta 8 "*time slots*" ranuras de tiempo) asignadas a un usuario o compartidas por varios. El uso de GPRS se muestra particularmente eficaz para transmisiones discontinuas de datos, o transmisiones frecuentes de pequeños volúmenes de datos. Sin embargo también es eficaz para transmisiones puntuales de grandes volúmenes de datos. Las aplicaciones multimedia permiten acceder de forma rápida a servicios tales como páginas amarillas, telecarga en línea de ficheros de audio, entre una gran gama de aplicaciones y servicios prestados por una red GSM en la transferencia de datos utilizando como plataforma de transmisión, el servicio General de Transmisión de datos en Forma de Paquetes.

## **1.5.1 Tipos de conmutación utilizados para transferir datos**

### **1.5.1.1 Conmutación por circuito (*Circuit Switched CS*)**

Se ha mencionado que cada *Slot* de tiempo en una trama GSM utilizando la transmisión por conmutación de circuitos, puede alcanzar una tasa de 9.6Kbps. La máxima velocidad de transmisión la obtendríamos si conjuntamente los 8 *slots* trabajaran para una transferencia, es decir obtendríamos una velocidad de 76.8Kbps, situación que es desfavorable, ya que no podríamos sostener enlaces de voz y al mismo tiempo una transferencia de datos, debido a que el enlace sería dedicado, y dejaríamos por un lado lo que tienen mayor prioridad. La conexión por conmutación de circuitos tiene relativamente un retardo bajo, y comúnmente se utiliza con redes fijas y móviles para conversaciones y en poca medida para datos, es por esto que en GSM se utiliza el envío de mensajes con un máximo de 160 caracteres.

### **1.5.1.2 Conexión por Conmutación de Paquetes GPRS**

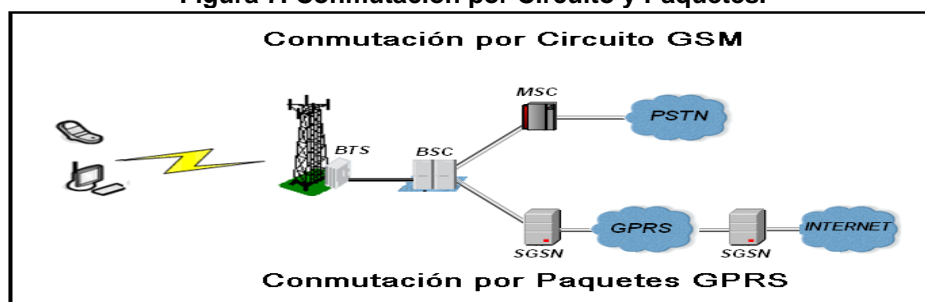
Este es el servicio disponible con GSM fase 2+, el cual habilita múltiples usuarios en un solo *slot* para la transferencia de datos. Las redes de datos tal como el Internet, *Frame Relay* y X.25 utilizan conexiones de Conmutación de Paquetes. Con esta, los datos son divididos en grupos o paquetes, cada uno de ellos con identificadores para poder enrutarlos hacia su punto de destino; GPRS proporciona distintas técnicas de conmutación de paquetes para trabajar sobre una red GSM. En estas redes el ancho de banda no se reserva continuamente, tal como sucede en la conmutación de circuito, es decir que el ancho de banda es utilizado cuando se requiere y liberado cuando no es requerido su uso.

En el servicio de conmutación de paquetes se provee de una conexión virtual, ya que el usuario podría tener la impresión de estar continuamente conectado, pero prácticamente la conexión se reanuda en cada instante en que hay transferencia de datos. Dándonos una multiplexación estadística que satisfactoriamente permite que varios usuarios se conecten en una transmisión. El principal uso de la multiplexación estadística es que podemos tener un retardo variable en la red, el cual puede ser negociado con el usuario para proporcionar una mejor calidad de servicio ó QoS.

### 1.5.2 GPRS y GSM

GPRS mejora el servicio de datos en una red GSM, proporcionando una conexión por conmutación de paquetes desde una Estación Móvil tanto a una Red de Área Local (LAN) como al Internet. Este tipo de conexión nos permite la mejor utilización de los recursos de radio, ya que la interfaz de aire es utilizada únicamente cuando hay transferencia de datos. GSM fue pensado para servicios de voz, el principal objetivo de GPRS es ofrecer un acceso estándar a la red de datos usando protocolos como TCP/IP y X.25. Las redes externas de datos consideran a GPRS otra subred. Una entrada en la red GPRS se comporta como un router y oculta las características específicas de GPRS desde estas redes externas. La fusión de GPRS y GSM se muestra en la figura 7.

Figura 7. Conmutación por Circuito y Paquetes.



GPRS ofrece una transmisión “link-por-link” a través de la red en distintas fases. Por ejemplo si un paquete de datos es transmitido a través de la interfaz de aire, los recursos se liberan y pueden ser utilizados por otro usuario, los datos viajan hasta llegar a la red de datos, y a través de la base de la red GPRS se moviliza tal como en Internet. Utilizando los vínculos de transmisión en esta vía, podemos hacer muy eficiente el uso de la red, interfaz de aire, ancho de banda y permite a los operadores proporcionar un servicio más barato para el envío y recepción de datos. GPRS ofrece un rango muy flexible de tasa de transferencia de datos, desde la más baja de 8.8 Kbits/s hasta una de 115 kbits/s (en condiciones ideales). Pudiendo utilizar esta tasa de transmisión en el área de cobertura.

Con el uso de varios *slots* de tiempo TDMA para la transmisión de datos, incrementándose la velocidad hasta los 115 kbit/s. Las aplicaciones necesitan no menos de una ranura de tiempo para que la transmisión pueda ser compartida con otros usuarios. Muchas aplicaciones bajo la red GPRS y los protocolos IP, podemos encontrar en una red de telefonía, mismas que podrían mejorar nuestra visión de negocios, diversión y comunicación en posiciones remotas, siempre y cuando tengamos cobertura de la red GSM. Transacciones como verificación del estado de una tarjeta de crédito, por ejemplo puede ser uno de los servicios que podemos obtener por medio de un teléfono móvil en una rápida sesión de GPRS. A continuación se mencionan algunos de los de los servicios prestados por un proveedor de telefonía celular, actuando sobre una plataforma de transferencia de datos GPRS:

**Información visual y textual:** el mantenerse informado o requerir información de todo tipo, son algunos de los requerimientos que a diario los abonados a una red de telefonía demandan, y que con GPRS pueden ser

cubiertos. Una amplia gama de información puede ser entregada a una estación móvil, tal como resultados en los deportes, el estado del clima, información sobre vuelos, titulares noticiosos, resultados de la lotería, horóscopos, reportes del tráfico, y muchos otros servicios. Este tipo de información no puede ser textual necesariamente, ya que puede contener por ejemplo, mapas de carreteras, graficas, o algún otro tipo de información visual. Cuando la información textual es demasiado corta, menos de 160 caracteres, puede ser enviada por medio del servicio SMS de GSM, es decir que cuando tengamos información cuantitativa será por esta vía. La información cualitativa que pueda ser transferida, utilizará la plataforma GPRS, dándonos la ventaja de procesar cantidades de información más grandes.

**Imágenes:** facilita EL manejo de imágenes tales como: fotografías, postales, cartas de presentación, presentaciones, y paginas de estadísticas, pueden ser enviadas y recibidas en la red móvil hacia una red fija, otras redes móviles o al Internet. GPRS nos permite utilizar un teléfono con cámara digital incorporada y poder enviar imágenes inmediatamente después de ser capturadas, ahorrándonos recursos y tiempo para la realización de negocios, estudios, o simplemente por diversión.

**Imágenes en movimiento:** con el avance de la tecnología aplicada a la telefonía móvil, todo apunta a que el cambio de lo textual por lo visual es el futuro de mensajería, además de la transferencia de datos de video. La industria *wireless* esta transformando los mensajes de texto a íconos, mensajes gráficos a fotografías, proyectos a video mensajes. Además, se tinene acceso a descargas de avances de películas, y mensajes de video hacia y desde una estación móvil.



Con el envío de imágenes en movimiento se obtienen una gran gama de aplicaciones como el monitoreo de espacios de parqueo en un edificio, visualización de intrusos y robos, envío de imágenes de pacientes transportados en una ambulancia hacia un hospital, aplicaciones de videoconferencia ideal para negocios en los cuales las personas no se pueden ubicar a un lugar determinado, etc.

**Buscadores de red:** utilizando transmisión de datos por conmutación de circuito sería muy difícil que un usuario se conectara a un buscador en Internet, debido a la baja velocidad de conexión. Además de la dificultad de acceder a buscadores con gráficos, por lo que es más fácil con una interfaz de texto dificultándose así la lectura de los mismos. El uso de buscadores se mejora en gran manera con la aplicación de GPRS ya que la interfaz visual nos proporciona una manera fácil y entretenida en la navegación por Internet.

**Documentos y trabajos compartidos:** el servicio de datos facilita compartir documentos y colaboración de trabajo en ubicaciones remotas. Esto permite que diferentes personas en diferentes lugares puedan trabajar sobre el mismo documento al mismo tiempo. Las aplicaciones multimedia combinan texto, voz, imágenes las cuales pueden ser enviadas y recibidas. Provistos de un suficiente ancho de banda, GPRS facilita las aplicaciones multimedia y el trabajo en documentos compartidos.

**Audio:** ofrece mejoras en la calidad de voz, debido a que un mensaje corto de voz se traduce en un tamaño grande de archivo, por lo cual es necesario un servicio de transferencia de datos de alta velocidad como GPRS,

el envío de grabaciones, música, tonos polifónicos y en formato mp3 es posible bajo esta plataforma.

**Voz Sobre IP (VoIP):** la Telefonía IP se está desarrollando y abriendo paso en el mercado de las Telecomunicaciones. Las ventajas que ofrece en cuanto a reducción de costos es uno de sus principales atractivos, bajo la plataforma GPRS existe un servicio prestado bajo este concepto, mismo que será ampliado más adelante, se trata de PoC (*Push to Talk over Celular*) que es un servicio de comunicación no continuo en el cual se puede entablar comunicación de forma similar a la realizada por los Radios *Trunking*, con la diferencia que la comunicación se envía por medio de paquetes de información y viajan por la red de telefonía GSM. Este servicio es ideal para la industria, agricultura, empresas de transporte, entretenimiento, etc.

**Localización vehicular:** actualmente resulta de gran importancia conocer la ubicación de vehículos de transporte comercial, de pasajeros, así como particulares, debido a que esto permite manejar aspectos de supervisión y control sobre los mismos, para un eficiente desempeño en el campo u ocupación en que sea aplicado su funcionamiento, o en caso de robo, accidentes, etc. La plataforma GPRS ofrece un servicio de localización vehicular, por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y la red GSM, con lo que a través de nuestro móvil podemos conocer la ubicación de un vehículo que cuente con dicho servicio, y este bajo nuestro dominio.

**Automatización de hogares:** por medio de un sistema electrónico instalado en nuestros hogares, podemos tener un monitoreo del estatus de esta, accedendo desde nuestra Terminal Móvil, este sistema incluso es aplicado a oficinas, bodegas, oficinas, etc.

La red GSM y su servicio de transferencia de datos, trabajando sobre una plataforma GPRS nos ofrece una gran gama de aplicaciones para hacer de la telefonía celular un medio no solo de comunicación personal, sino una herramienta que nos ayuda a solucionar problemas, aumentar nuestra productividad y eficiencia en el campo laboral, con la facilidad de movilidad y acceso inmediato desde cualquier lugar en que nos encontremos.

## **2. ESPECIFICACIONES DE GPRS**

Existe una gran cantidad de elementos que hacen posible el funcionamiento de una red de GPRS, los cuales en lo que se refiere a la estructura básica no varía de un proveedor a otro. Esto nos da la flexibilidad de poseer una red GSM de cierto fabricante con un sistema integrado de GPRS, o una plataforma de GPRS de otro proveedor, y el sistema en conjunto podrá trabajar sin problemas. Existen algunos puntos en común en la señalización cuando coexisten las dos redes ya que en el mismo portador de radio se transfieren tanto Las Ranuras de Tiempo reservados a la conmutación de circuito de GSM, como las reservadas al uso de GPRS. La optimización en el empleo de los recursos, se obtiene a través de la repartición dinámica de los canales reservados a la conmutación de circuito y de aquellos reservados a GPRS.

### **2.1 Arquitectura de la red GPRS**

Para la implementación de un servicio de GPRS en la red celular GSM se pueden seguir dos iniciaciones diferentes:

- Iniciación de Sistema Integrado
- Iniciación de Sistema Separado

La primera prevé que toda la infraestructura necesaria para el soporte del servicio venga incorporada en la red GSM, mientras que la segunda prevé el añadido de la funcionalidad necesaria para el soporte de GPRS a las entidades que componen la infraestructura de la red GSM.



terminales, incluyendo de alta velocidad para el manejo de datos desde el teléfono celular, tarjetas para PC, así como dispositivos de ayuda digital para el manejo de datos.

### **2.1.2 GPRS BSS**

Para la Estación Base solo se requiere de una actualización de software, pero el Controlador de Estaciones Base además de esta actualización, necesita de la instalación de una nueva pieza llamada Unidad De Control del protocolo (PCU). El PCU dirige el tráfico de datos hacia la red de GPRS. Cuando los datos y la voz son enviados por una estación móvil, ambos son transportados por la interfase de aire hacia la BTS, y de esta hacia el BSC, seguidamente el tráfico es separado enviando la voz hacia el MSC para la red estándar GSM, y los datos son enviados hacia un nuevo dispositivo llamado SGSN, por medio del PCU por tramas según la cantidad de datos.

### **2.1.3 Nodos de soporte de GPRS**

Los nodos de soporte de GPRS constituyen las partes de la red de sistema celular, que conmutan los paquetes de datos. Los dos nodos principales son el Nodo Servidor de Soporte GPRS (*Serving GPRS Support Node – SGSN*) y el Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (*Gateway GPRS Support Node – GGSN*). Estos nodos se usan también para dominios de GPRS dentro de un sistema de tercera generación UMTS.

La plataforma GPRS presenta redundancia de hardware y software, los cual permite a los operadores actualizar módulos individuales sin perturbar el tráfico de paquetes de datos. Toda vez que los dispositivos que transportan la

carga útil y los dispositivos de control se mantienen separados en la plataforma, las actualizaciones de software solamente suelen tener un efecto mínimo sobre la transferencia en curso de carga útil, del usuario final. Además la redundancia de hardware de la plataforma hace posible actualizar la mayor parte de los dispositivos de hardware sin afectar el tráfico.

#### **2.1.3.1 Nodo servidor de soporte (SGSN)**

Es un componente primario ligado a las redes celulares que emplean GPRS. Mediante la red de radio, el SGSN encamina los paquetes IP entrantes y salientes dirigidos a, o procedentes de cualquier abonado de GPRS físicamente situado en la zona geográfica o área de cobertura donde presta servicio dicho SGSN. Cada SGSN proporciona:

- Cifra (Cifrado y Descifrado), y Autenticación;
- Gestión de Sesión y preparación de la comunicación al abonado móvil;
- Gestión de movilidad – soporte para traspaso dentro de y entre redes móviles.
- Gestión del enlace lógico al abonado móvil;
- Conexión a otros nodos (HLR, MSC, BSC, SMS – IWMSC, GGSN);
- También recopila los datos de tarificación para cada abonado móvil, tales como el uso real de la red de radio y los recursos de la red GPRS.

#### **2.1.4.2 Nodo de soporte pasarela de GPRS (GGSN)**

Es también un componente primario de redes celulares que emplean GPRS. El GGSN sirve de interfaz con las redes externas de paquetes IP, accediendo a funciones externas de ISP, tales como *routers* y servidores de Servicio De Usuario De Marcación Con Acceso Remoto (RADIUS). En términos de la red IP

externa, el GGSN encamina las direcciones IP de los abonados, servidos por la red GPRS.

El GGSN es una pasarela fronteriza que comparte las interfaces físicas a redes externas y la red principal. Una pasarela fronteriza puede manejar múltiples redes terrestres móviles públicas (PLMN). La GGSN prepara la comunicación con redes externas y gestiona las cesiones de GPRS. También incluye funciones para asociar abonados con la SGSN apropiada. Para cada abonado móvil, el GGSN recopila también datos de tarificación – uso de la red de datos externos y uso de los recursos de la red GPRS.

## **2.2 Interfaces y protocolos utilizados en GPRS**

### **2.2.1 Interfaces**

Los estándares de ETSI y de 3GPP especifican varias interfaces lógicas hacia y desde los nodos de soporte. Algunas de estas se describen a continuación (ver Figura 8).

**Gn y Gp:** Señalización de control (para gestión de movilidad y de sesión) entre los SGSNs y los GGSNs, y tunelado de cargas útiles de usuario final en la red principal.

**Gb:** señalización SGSN con los BSC en redes de acceso de paquetes GSM o TDMA.

**Gi:** transporte de datos IP de usuario final entre la red móvil y redes IP externas, y señalización de control GGSN con servidores de ISP situados en



redes IP (incluyendo autenticación de usuario final y asignación de dirección IP mediante RADIUS).

**Gr:** señalización MAP para soportar el almacenamiento y recuperación de datos de abonado entre el SGSN y el HLR.

**Gd:** señalización MAP para soportar el servicio SMS sobre canales de radio de conmutación de paquetes entre el SGSN y el SMS-C.

**Gf:** señalización MAP para soportar los procedimientos de comprobación de entre los servidores SGSN y EIR cuando un usuario se está conectando.

**Gs:** El servidor SGSN soporta la interfaz Gs estándar al servidor del MSC, a fin de proporcionar la gestión de movilidad para abonados que están conectados tanto a los canales de conmutación de paquetes como a los de conmutación de circuitos.

Estos procedimientos combinados cubren, por ejemplo, las actualizaciones de ubicación y los buscapersonas.

### **2.2.2 Protocolos**

GPRS es un protocolo de nivel 3, transparente todas las unidades comprendidas entre la estación móvil y el nodo SGSN al que lógicamente la estación móvil está conectado; las entidades que hacen posible la conexión a este nivel, están localizadas en el Terminal móvil y el nodo SGSN. Este protocolo soporta tanto el intercambio de informaciones de control como de

paquetes PDP – PDU (Protocolo del Paquete de Datos – Unidad de Protocolo de Datos) entre el móvil y el nodo SGSN (los PDP – PDU son encapsulados en las tramas de información GPRS).

El formato de una trama de GPRS posee los siguientes componentes:

- Identificador del protocolo GPRS
- Identificador del protocolo de los PDU
- Mensaje GPRS

El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es diferenciar los grupos que contienen paquetes GPRS, de los que contienen informaciones GSM. El identificador del protocolo de los PDU encapsulados en las tramas GPRS es necesario para direccionarlos en cuanto son desencapsulados, y enviarlos hacia el correcto SAP (*Service Access Point*), esta información también es de tipo numérico. Se tendrá, por tanto, distintos valores que identificarán los paquetes de protocolos como el X.25, los protocolos IP, los paquetes CLNP (Protocolos de Conectividad a la Red) y así sucesivamente, este tipo de información permite la interpretación del contenido de la trama GPRS. Estas tramas, son utilizadas tanto para transporte de mensajes de control, como para paquetes de datos, por lo tanto es necesaria la utilización de un indicador que permite distinguir a cual de las dos categorías pertenece el mensaje en cuestión. Los mensajes GPRS de control son definidos por un valor preestablecido del identificador de PDP.

Algunos de los posibles mensajes de control se enumeran a continuación:

- petición de *log-on* (*LOG-ON REQUEST*)

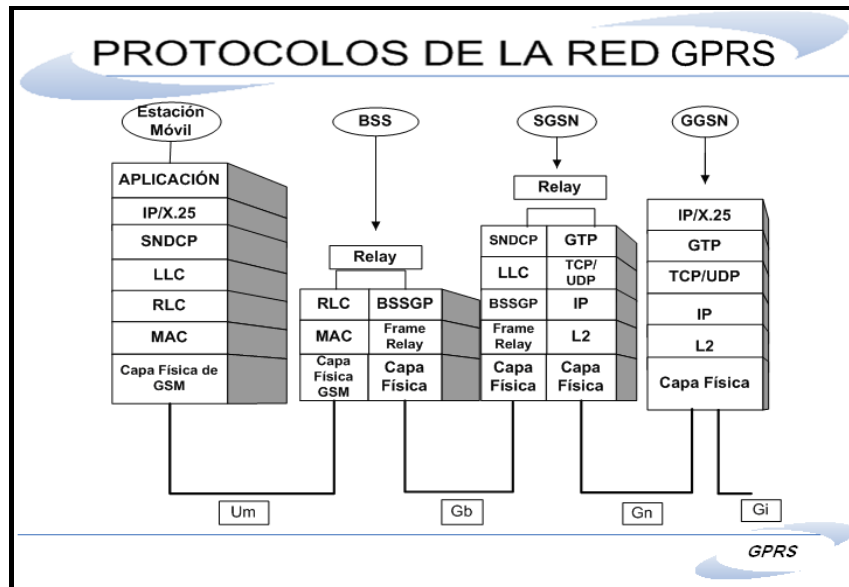
- respuesta a una petición de *log-on* (*LOG-ON RESPONSE*)
- activación del modo de transmisión cifrado (*Set Gprs Cipherring Mode*)
- petición de actualización de información de enrutamiento (*Routing Update Request*)
- respuesta a la petición de actualización de la información de enrutamiento (*Routing Update Response*)
- petición de actualización del indicador de enrutamiento de área (área de encaminamiento) (*Gprs Ra Update Request*)
- respuesta a una petición de actualización del indicador de enrutamiento de área (*Gprs Ra Update Response*)

### **2.2.2.1 Pila de protocolos en GPRS**

Generalmente dos redes IP se interconectan a través de un *router*. La interfaz de referencia entre una red de Nodo de Soporte de Pasarela GPRS y una red IP es la Gi, por lo que para la red externa el GGSN es visto como un *router*. Las capas L1 (Capa Física) y la capa L2 de la pila lógica es especificada para el operador de red GSM-GPRS. Aunque la gestión de de protocolo de redes es mostrada en la figura 2 para ser IP o X.25, GPRS es totalmente capaz de apoyar aplicaciones basadas en cualquier protocolo de datos estándar.

En la figura 9 se presenta la pila lógica de protocolos requerida para la Estación Móvil, BSS, SGSN, y GGSN.

Figura 9. Protocolos de la red GPRS [3]



### 2.2.2.2 Protocolos en la estación móvil

En la Estación Móvil encontramos de abajo hacia arriba las siguientes capas lógicas.

**Capa física en la interfaz Um:** incluye el típico radio enlace para GSM, codificación del canal, modulación, formación de onda, sincronización, tiempo de recuperación, etc. La Capa física se descompone en dos subcapas funcionales: Subcapa de Radio Frecuencia RF: la cual gestiona las funciones de radio del Terminal, recibe señales de radio de la estación base y la decodifica para su interpretación hacia la capa física, además emite información recibida de la capa física. Esta capa genera tramas que serán emitidas por la de radio, además para las tramas que recibe de la red detecta y corrige los errores de transmisión.

**Subcapa MAC (Medios de Control de Acceso):** controla el acceso del medio físico para la estación móvil usando un esquema seccionado, resolviendo el acuerdo entre usuarios múltiples o múltiples aplicaciones para un usuario individual, además de conceder el acceso solicitado de manera que sea asegurada la utilización eficiente del ancho de banda.

**Protocolo RLC (Control de Radioenlace):** provee una transmisión confiable de los bloques de datos bajo la interfaz de aire usando una selectiva petición de repetición automática (ARQ) donde los bloques de datos recibidos con errores son transmitidos nuevamente por la fuente.

**Control de Eslabón lógico (LLC):** la capa de enlace de datos en la estación móvil (utilizando la interfaz Um como punto de referencia) esta compuesta de dos subcapas: la superior conocida como LLC y la de abajo consistente en la subcapa de control de radioenlace (RLC) y la subcapa MAC (descritas anteriormente). La subcapa LLC esta basada e el procedimiento de acceso del canal ISDN D (LAPD) y soporta los siguientes procedimientos:

- Transferencia de datos no reconocida.
- Control de Flujo
- Recuperación de error utilizando enumeración de secuencia en modo de transferencia no reconocido.
- cifrado de eslabón lógico del PDU tanto en modos de transferencia no reconocidos como en reconocidos.

**Protocolo de Convergencia Dependiente de Sub-red (SNDCP):** el cual en la jerarquía de protocolos, interactúa con la capa de red (IP/X.25) y la capa LLC, toman la del PDU (correspondiente a distintos protocolos) y lo convierte a

un formato conveniente para la transmisión de la red de interfase de radio subyacente. Por ejemplo si el protocolo de la capa de arriba es IP, el SNDCP toma el paquete IP, comprime su encabezado y lo transfiere a la capa LLC. Similarmente, cuando el recibe un paquete procedente de la capa LLC, lo toma y hace una descompresión del encabezado para pasarlo a la capa IP. Los paquetes de usuario pueden tener longitudes variables y son segmentados, si es necesario. La transferencia de datos tanto reconocidos como no reconocidos es posible; otras funciones para esta capa incluyen:

- Transferencia de datos utilizando negociación de perfiles de Calidad de Servicio (QoS).
- Seguridad y encriptación de los datos del usuario, además de control de protección contra espionaje telefónico.

### **2.2.2.3 Protocolos en la Estación Base**

En el Sub-sistema de Estación Base encontramos las siguientes capas lógicas que no han sido descritas:

**Función de Relevó:** esta provee un procedimiento de reenvío de paquetes recibidos de un nodo, al siguiente nodo en la ruta hacia el destino de dicho paquete. En el BSS, LLC del PDU son transmitidos entre las interfaces Um y Gb.

**Frame Relay:** este es el protocolo de enlace de capa en la interfaz Gb. Los datos son transmitidos bajo uno o más circuitos virtuales permanentes (PVCs). Las tramas recibidas con error son descartadas. El identificador de enlace de datos es de dos octetos de largo. Por lo que el tamaño de la máxima trama es de 1,600 octetos.

**Protocolo de Subsistema de Estación Base de GPRS (BSSGP):** las funciones de este protocolo son de función múltiple, como, Conectividad, especificación de parámetros para la QoS, enrutamiento de la información entre la Estación Base y el SGSN.

#### **2.2.2.4 Protocolos en el SGSN Y GGSN**

El GGSN proporciona la funcionalidad de interconexión en el centro de conmutación (MSC) que permite comunicar con las otras redes de datos por paquetes exteriores a la red GSM. El GGSN enmascara a las redes de datos las especificaciones del GPRS. También gestiona la tarificación de los abonados al servicio. El GGSN debe soportar el protocolo utilizado sobre la red de datos con la cual se interconecta. Los protocolos de datos soportados como estándar para un GGSN son IP v6, CLNP y X.25.

El SGSN proporciona la funcionalidad de servicios en el centro de conmutación MSC que permite controlar los servicios ofrecidos al usuario. Además es la interfaz lógica entre el abonado GSM y una red de datos externa. Las principales misiones del SGSN son, por un lado la gestión de los abonados móviles activos (actualización permanente de las referencias de una abonado y de los servicios utilizados) y, por otro el reenvío de los paquetes de datos. Cuando un paquete de datos llega a una red PDN externa a la red GSM, el GGSN recibe este paquete y lo transfiere al SGSN que lo retransmite hacia la estación móvil; para los paquetes salientes, es el SGSN el que los transmite hacia el GGSN.

En el Nodo Servidor De Soporte (SGSN) y el Nodo de Soporte Pasarela de GPRS encontramos las siguientes capas lógicas que no han sido descritas:

**Protocolo de Tunel GPRS (GTP):** en GPRS, la dirección de información de control son añadidas a unidades de datos de protocolos de modo que puedan ser enrutados dentro de una PLMN o entre dos PLMNs. El protocolo que define este proceso es conocido como GTP. Simultáneamente opera en dos modos posibles: en modo no reconocido para UDP/IP y modo reconocido para TCP/IP.

**Función de Relevó:** esta provee un procedimiento de reenvío de paquetes recibidos de un nodo al siguiente, en la ruta hacia el destino de dicho paquete. En el SGSN, el protocolo de paquetes (IP y X.25) del PDU son transmitidos entre las interfaces Gb y Gn.

### **2.3 Interfaz de Radio GPRS**

GPRS define una nueva interfaz basada en TDMA para proveer transmisión de paquetes sobre la interfaz de aire, estableciendo, de esta forma, nuevas maneras de usar los canales de radio GSM ya existentes. Como se explicó anteriormente, GPRS utiliza una conmutación por paquetes y puede asignar los recursos de tal forma que distintos usuarios pueden utilizar la misma ranura de tiempo sin modificar el esquema de modulación, la anchura del canal y la estructura de la trama utilizados en GSM.

Para transportar datos desde el móvil a la red; GPRS al igual que GSM, diferencian la información de señalización de la del usuario a través de canales lógicos. Los canales de tráfico están divididos en dos categorías:



1. De sesión de conmutación de circuitos: en la cual los usuarios son asignados a un canal mientras dure la llamada;
2. De sesión de conmutación de paquetes: en la cual múltiples usuarios comparten un canal particular en ciertas ranuras de tiempo y frecuencias en TDMA.

Sin embargo, únicamente un usuario puede ser asignado a una ranura de tiempo particular y a una frecuencia en un instante dado. En la Tabla IV y V se presentan los canales, físicos y lógicos, propios de GPRS que se suman a los de GSM existentes.

**Tabla IV. Canales Físicos de GPRS**

TIPO DE CANAL	DENOMINACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
<b>CANALES FÍSICOS DE GPRS</b>	<b>Canales de Paquetes de Datos PDCH</b>	<b>Canales PDCH dedicados</b>	<b>Son asignados de forma exclusiva para el servicio de GPRS</b>
		<b>Canales PDCH bajo demanda</b>	<b>Son utilizados para GPRS si no son necesarios para GSM(*)</b>
<b>(*) Los servicios de conmutación de circuitos tienen prioridad sobre los de conmutación de paquetes.</b>			

Tabla V. Canales Lógicos de GPRS

TIPO DE CANAL	DENOMINACIÓN		DESCRIPCIÓN
CANALES LÓGICOS DE GPRS	Canales de Control Común	<i>Packet Paging Channel PPCH</i>	Utilizado para localizar una estación móvil antes de la transferencia de paquetes.
		Canal de Acceso Aleatorio a Paquetes de Datos-PRACH	Utilizado por la estación móvil para solicitar canales para GPRS.
		<i>Packet Access Grant Channel-PAGCH</i>	Utilizados para comunicar a la estación móvil los canales de tráfico asignados.
	Canales de difusión	<i>Packet Broadcast Control Channel-PBCCH</i>	Utilizado para difundir información de control general del sistema GPRS.
	Canales de Tráfico	<i>Packet Data Traffic Channel-PDTCH</i>	Usado para la transferencia de paquetes de datos.
	Canales dedicados de Control	<i>Packet Associated Control Channel-PACCH</i>	Constituye un canal de señalización asociado con un canal tráfico PDTCH. Permite transferir el nivel de potencia información del sistema.
		<i>Packet Timing Control Channel-PTCCH.</i>	Utilizado para el envío de información relacionada con el avance del tiempo.

## 2.4 Esquemas de codificación en GPRS

La utilización de la interfaz de aire para la transmisión de información esta propensa a la inserción de errores de varias fuentes como bloqueos de cobertura, interferencia de celdas adyacentes, puntos de baja cobertura, etc, para la reducción de estos, son utilizados distintos tipos de cifrados los cuales

protegen los datos de errores cruzados en la interfaz de camino de radio. Para GPRS han sido definidos cuatro esquemas de cifrado, lamentablemente mientras más robusta es la protección mayores son los gastos generales en los datos requeridos, por lo tanto para maximizar el uso de vías de radio en la cual la calidad varía, están disponibles varios esquemas de codificación, cada uno de ellos tiene niveles variables de protección para optimizar el rendimiento de información donde los caminos de radio lo permitan.

Los esquemas de codificación para GPRS son, CS-1 a CS-4. Para objetivos de compatibilidad, todos los esquemas de codificación son ordenados para Estaciones Móviles pero sólo CS-1 es obligatorio para BSS.

- CS-1 es el establecido para el BSS
- CS-1 a CS-4 lo son para la Estación Móvil.

**Tabla VI: Esquemas de Codificación en GPRS [4]**

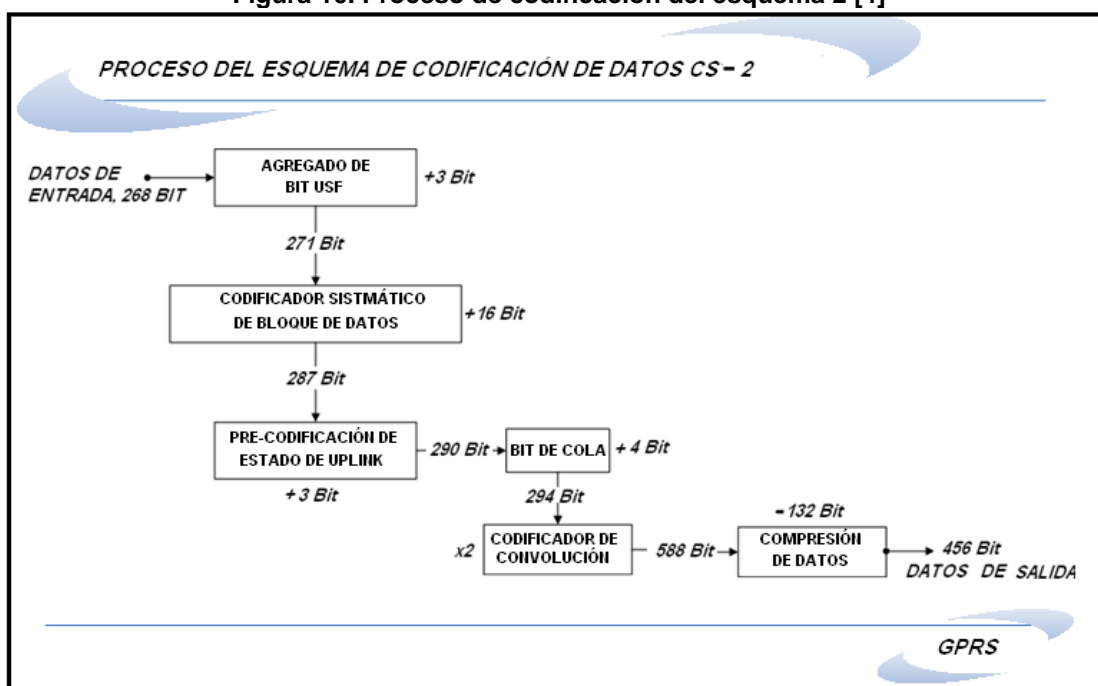
Esquema	Tasa de Codificación	USF	Pre-codificación USF	Bloque de Datos de Carga Util	BCS	Bit de Cola	Bit Codificado	Bits Comprimidos	Tasa de Transferencia en Kbps
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05
CS-2	≈2/3	3	6	268	16	4	588	132	13.4
CS-3	≈3/4	3	6	312	16	4	676	220	15.6
CS-4	1	3	12	428	16	-	456	-	21.4

Como dato importante se debe mencionar que actualmente en Guatemala aunque los operadores de telefonía celular o ofrezcan servicio de GPRS con CS-4, los móviles GPRS que encontramos en el mercado únicamente soportan CS-3 (ver tabla VI).

### 2.4.1 Proceso del Esquema de Codificación

A fin de ilustrar el procedimiento de codificación y cifrado, utilizaremos el esquema 2 (CS-2) para describir el proceso. Este proceso es explicado abajo e ilustrado en el la figura 10.

Figura 10. Proceso de codificación del esquema 2 [4]



1. Utilizando la codificación del esquema 2 (CS-2), el rendimiento de datos neto como se puede apreciar en la tabla anterior es de 13.4kbps, esto nos da un bloque -de 20mS que tiene un tamaño de 268 bits. A este se le agrega una Bandera de Estado de *Uplink* (USF) de 3 Bit, que indica que los datos están siendo transmitidos de la estación móvil hacia la red GSM-GPRS, resultando en un bloque de 271 Bit.

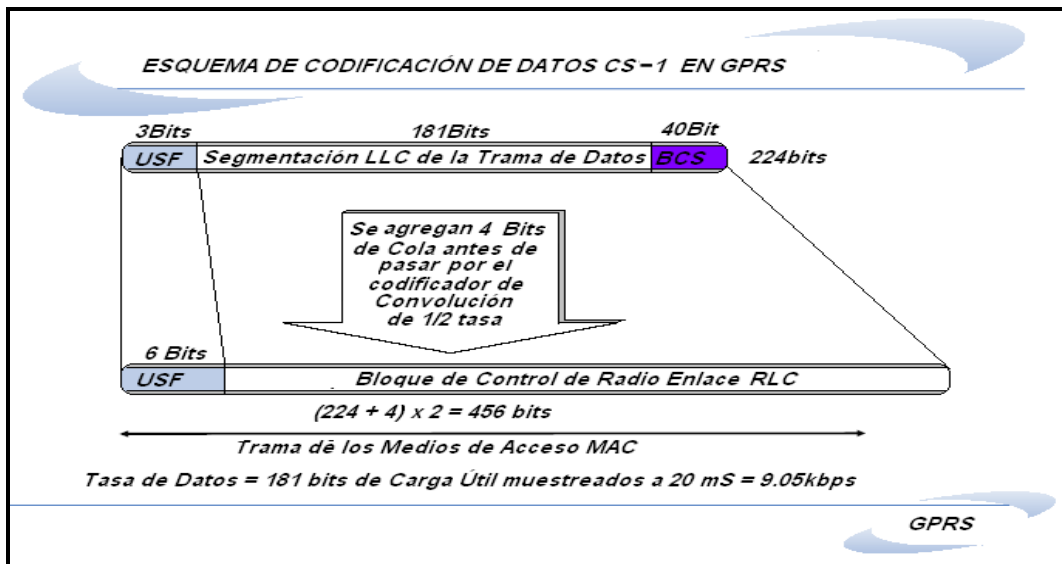
2. Este bloque es pasado entonces por un codificador sistemático de bloque donde 16 bits de paridad son agregados en la forma de una Secuencia de Control de Bloque (BCS), aumentando a 287 Bit por bloque. Esto con la intención de permitir al BCS la detección de ciertos errores.
3. La pre-codificación de USF ocurre donde de los Bit USF del bloque son mapeados a un código de 3 Bit para objetivos de corrección y descubrimiento de errores, aumentando el tamaño del bloque a 290 Bit.
4. Este es seguido de la adición de 4 Bit de cola, los cuales son usados para preparar el buffer codificador de convolución antes del procesamiento del bloque de datos. El tamaño de bloque es por lo tanto aumentado a 294 Bit.
5. Ahora es pasado por un codificador de convolución donde los Bit son añadidos para permitir que una corrección de errores tenga lugar. El algoritmo utilizado produce una longitud de bloque de 588 Bit.
6. El tamaño de bloque de radio GPRS es fijado en 456 Bit, sin tener en cuenta el esquema de codificación usado. Por lo tanto, el bloque de datos de CS-2 de 588 Bit tiene que ser comprimido en un bloque de radio de 456 Bit. Esto es logrado por un proceso llamado *puncturing* (pinchado) por lo cual algunos Bit de redundancia generados por el codificador de convolución son suprimidos. En este caso, 132 Bit deben ser quitados.
7. se debe notar que la tasa del codificador de convolución mencionado anteriormente es determinado por la proporción de la pre y post-convolución del tamaño de los bloques codificados (es decir después de

puncturing -pinchar). Por lo tanto en caso de CS-2, el precio de código es  $294/456 = 2/3$ .

## 2.4.2 Esquema de Codificación de GPRS 1 (CS-1)

Para el Esquema de Codificación 1 (CS-1), 40 Bit son usados para la Secuencia de Control de Bloque (BCS, *Block Check Sequence*) para aumentar la protección. Estos y la Bandera de Estado de *Uplink* (USF, 3 Bit), encabezado y Datos (181 Bit), además de 4 Bit de cola son pasados a través del codificador de convolución de media tasa, lo cual nos da como resultado un protocolo de 456 bit de carga útil. Por lo tanto cuando usamos CS-1, la tasa de transferencia de datos es igual a  $181 \text{ bits}/20\text{ms} = 9.05\text{kbps}$ , este proceso se ilustra en la figura 11.

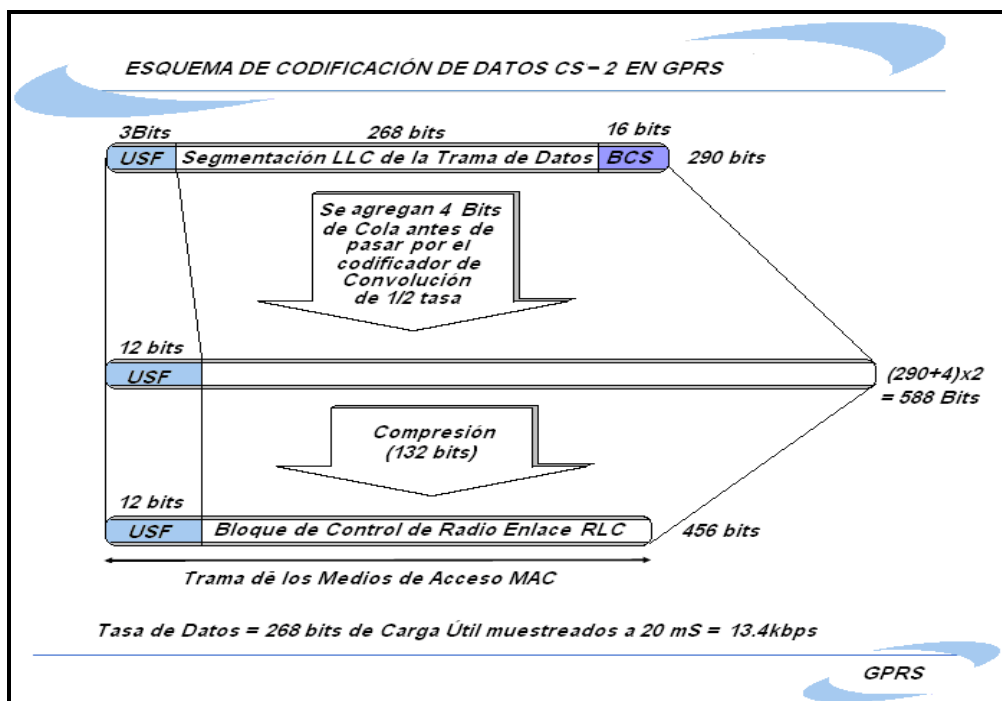
Figura 11. Esquema de codificación CS-1 [4]



### 2.4.3 Esquema de Codificación de GPRS 2 (CS-2)

Para Cifrar el Esquema 2 (CS-2), sólo 16 Bit son usados para el BCS, pero, en este caso, un Código de Redundancia Cíclico (CRC) es usado. Otras diferencias entre CS-2 y CS-1 incluyen el uso de USF de 6 Bit para aumentar la robustez durante la transmisión sobre el interfaz de aire. Otra vez, 4 Bit de cola son añadidos a la secuencia antes de pasar a través de un codificador de convolución de media tasa. El resultado de esto es un grupo de 588 bits/20ms pero este debe ser reducido a 456 Bit a fin de cumplir con la estructura establecida de GSM. Por lo tanto, 132 Bit son comprimidos. Se debe notar que los Bit USF (12 Bit después de codificar) no son comprimidos (ver figura 12).

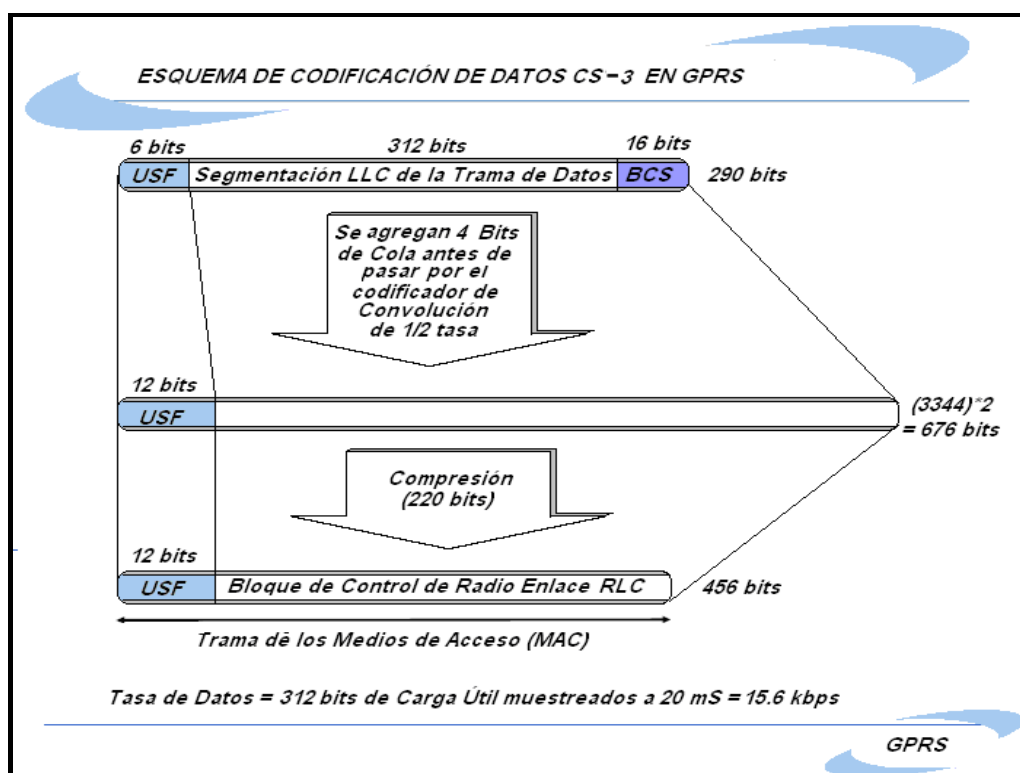
Figura 12. Esquema de codificación CS-2 [4]



## 2.4.4 Esquema de Codificación de GPRS 3 (CS-3)

El proceso usado en CS-3 ilustrado en la figura 13 es casi idéntico al utilizado en CS-2 que también utiliza cierto grado de compresión, en este caso el encabezado y Datos nos da un arreglo de 312 Bit los cuales después de codificar (con USF, BCS y Bit de cola), el resultado es 676 Bit. Este grupo de bits es comprimido nuevamente a 456 Bit como es requerido por la estructura de GSM. Por lo tanto, usando CS-3, la velocidad de transferencia de datos será igual:  $312 \text{ bits}/20\text{ms} = 15.6\text{kbps}$ .

Figura 13. Esquema de codificación CS-3 [4]



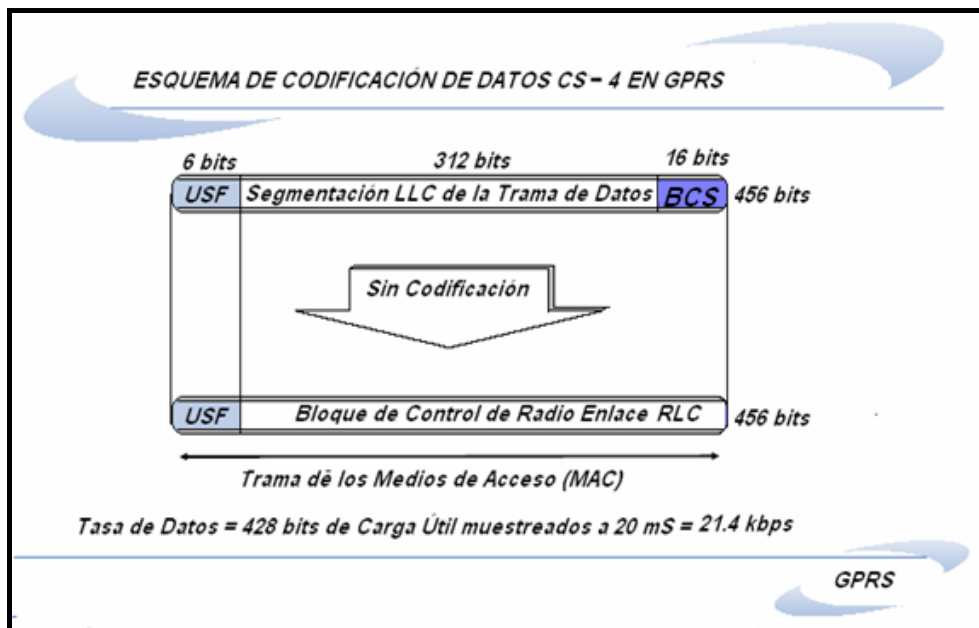


### 2.4.5 Esquema de Codificación de GPRS 4 (CS-4)

Para cifrar el Esquema 4 (CS-4), no hay ninguna corrección de error avanzada (FEC) aplicado a los datos y como tal, hay más capacidad para la información de usuario. En este caso, vemos que el BCS es un arreglo de 16 Bit, usando un CRC y la USF ha sido extendida a 12 Bit para la robustez. Por lo tanto, usando este esquema, es posible llevar 428 Bit de encabezado y datos como se puede apreciar en la figura 14.

Así, la velocidad de transferencia de datos para CS-4 es igual:  $428 \text{ bits}/20\text{ms} = 21.4\text{kbps}$

Figura 14. Esquema de codificación CS-4 [4]



El rendimiento de datos máximo teórico comúnmente cotizado para GPRS es 171.2 kbps. Este está basado en la utilización de CS-4 (21.4kbps) y asignación de 8 intervalos de tiempo en la portadora.

Sin embargo, estas velocidades de transferencia de datos son sólo alcanzables sobre un camino de radio muy bueno es decir cuando el suscriptor móvil se encuentra inmóvil y cerca de una estación baja en altura.

Claramente, la utilización de la tecnología a la velocidad binaria de GPRS máxima teórica de 171.2kbps será un acontecimiento raro, y luego sólo cuando los microteléfonos capaces de utilizar los 8 intervalos de tiempo estén disponibles en el mercado.

## 2.5 Procesos en GPRS

Existen una serie de procesos que una estación móvil entabla comunicación con la red de GPRS:

- **Vinculación (attach):** Es el proceso por el cual una estación móvil se conecta al SGSN de la red de GPRS para registrarse.
- **Autenticación:** En este paso el SGSN autentifica la estación móvil consultando los permisos que posee del HLR.
- **Activación PDP:** En este proceso se establece una sesión de usuario entre la estación móvil y la red destino.
- **Desvinculación (Detach):** Proceso en el cual una estación móvil se desconecta del SGSN de la red de GPRS.
- **Solicitud PDP iniciada por la red para una dirección IP estática:** Proceso por el cual una llamada desde una red de paquetes alcanza una estación móvil usando una dirección IP estática.
- **Solicitud PDP iniciada por la red para una dirección IP dinámica:** Proceso por el cual una llamada desde una red de paquetes alcanza una estación móvil usando una dirección IP dinámica.

## **2.6 Incremento de Datos para Evolución Global (EDGE)**

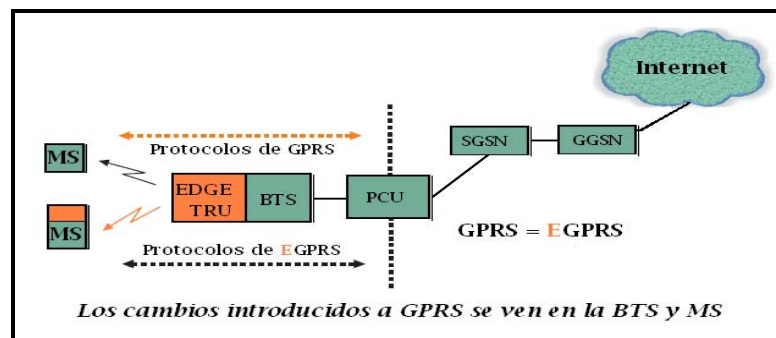
EDGE es un estándar de transmisión de datos móvil de alta velocidad que puede insertarse en una red GSM/GPRS, así como en una IS-136 (Modo de Paquetes para un Sistema de Telefonía Móvil Avanzado D-AMPS). Con la inserción de EDGE se puede manejar velocidades de transmisión hasta de 384 kbps en modo de conmutación de paquetes (utilizando ocho ranuras de tiempo y la protección de error adecuada), ya que se requiere que su rendimiento soporte servicios multimedia. Esto se consigue bajo la misma amplitud de banda GSM. La velocidad de transmisión de datos promedio en Guatemala oscila entre 8.8 Kbps para las peores condiciones y un máximo de 473.6 (utilizando 8 ranuras de tiempo), ya que algunos operadores en el país ofrecen hasta 8 ranuras de tiempo en demanda por portadora.

La idea detrás EDGE es aumentar la velocidad de transferencia de datos que puede ser conseguida por la portadora de radio de GSM de 200 Khz. cambiando el tipo de modulación mientras se sigue trabajando sobre la existente GSM y los nodos de GPRS. La nueva modulación que se introduce es 8-PSK. El concepto básico era tener el menor impacto posible en las redes principales. La más afectada es la interfaz de radio, debido a la introducción de la nueva modulación. Los impactos principales son localizados en la parte de BSS, Estación Móvil y el aumento de capacidad de transmisión.

La inserción de EDGE no sustituye, mejor dicho coexiste con la vieja modulación (GMSK), entonces los usuarios móviles pueden seguir usando sus viejos teléfonos si ellos no necesitan inmediatamente la mejor calidad de servicio proporcionada por las velocidades de transferencia de datos de EDGE. Es también necesario guardar GMSK porque 8PSK sólo puede ser usado con

eficacia sobre una distancia corta o con niveles de potencia aceptables. GMSK es necesario para ampliar cobertura. Si EDGE es usado con GPRS, entonces la combinación es conocida como GPRS Incrementado ó EGPRS la coexistencia de estos se muestra en la figura 15.

**Figura 15. Incrementos sobre GPRS hacia EGPRS**



EGPRS es considerado una tecnología de 2.5G, o una transición entre 2G y 3G. Además es una solución económica para los proveedores de servicios multimedia, ya que si no posee una licencia para implementar una red UMTS puede solventar una solución para trabajar sobre su plataforma GSM/GPRS existente, por eso EGPRS también puede ser visto como un 3G estándar. Ya que EDGE puede ser considerado como una solución económica, también puede ser usado por operadores que ya tienen una red de GPRS y una licencia de UMTS para proveer servicios 3G dentro de áreas donde una cobertura UMTS no sería rentable.

### 2.6.1 Características Generales de EGPRS

El EGPRS es una evolución directa de GPRS. Esto reutiliza los mismos conceptos y está basado en exactamente la misma arquitectura que GPRS. La introducción de EDGE no tiene ningún impacto en la red principal GPRS. Las

modificaciones principales son unidas para el interfaz de radio, Estación Móvil, y el aumento de capacidad de transporte para manejo de la cantidad de datos transferidos.

El concepto EGPRS apunta al proceso de transmisión de información con velocidades binarias más altas. Básicamente, EGPRS confía en un nuevo esquema de modulación y nueva Conmutación por circuito para el interfaz de aire, dando la posibilidad de optimizar el rendimiento de datos con respecto a condiciones de propagación de radio. Nueve esquemas de codificación y modulación (MCSs) son propuestos para la comunicación de paquete de datos, proporcionando velocidades de transferencia de datos en los límites de 8.8 Kbps (valor mínimo por ranura de tiempo en las peores condiciones de propagación) hasta 59.2 Kbps (valor máximo alcanzable por ranura de tiempo en las mejores condiciones de propagación). Las velocidades de transferencia de datos encima de 17.6 Kbps requieren que la modulación 8-PSK sea usada en el aire en vez de la modulación GMSK regular. En la Tabla VII se presentan los rendimientos asociados con MCS (Esquemas de Modulación y Codificación).

**Tabla VII. Rendimiento en Kbps según Esquemas de Modulación y Codificación [5]**

Esquema de modulación y codificación	Modulación	Rendimiento Máximo (Kbps)
MCS-9	8-PSK	59.2
MCS-8	8-PSK	54.4
MCS-7	8-PSK	44.8
MCS-6	8-PSK	29.6
MCS-5	8-PSK	22.4
MCS-4	8-PSK	17.6
MCS-3	GMSK	14.8
MCS-2	GMSK	11.2
MCS-1	GMSK	8.8

Es importante mencionar que en el mercado guatemalteco los móviles que soportan EDGE manejan hasta el MCS-8, esto quiere decir que su rendimiento máximo será de 54.4 Kbps.

EDGE básicamente ofrece dos veces la capacidad de una red de GPRS básica. En efecto, aunque la velocidad binaria de la modulación sea aumentada por un factor de 3 con la nueva modulación, permitiendo a un rendimiento máximo que es tres veces más alto, la capacidad de la red no es multiplicada por 3, debido a la variación de relación portadora a interferencia (C/I) dentro de la red. Según la posición de la estación móvil, más o menos canales de codificación serán necesarios para una transmisión optimizada, conduciendo a un rendimiento medio más abajo que el máximo.

El EGPRS proporciona los medios más rentables de proveer servicios 3G dentro del espectro existente. Esto permite que operadores entreguen nuevos servicios, mejorando su infraestructura inalámbrica GSM/GPRS existente. Las modificaciones de hardware en la red son limitadas con la adición de nuevas unidades de transceptor de EDGE en cada estación base. Estas unidades pueden ser añadidas en complemento a los dispositivos existentes, aunque actualmente los equipos ya cuentan soporte EDGE para radiobases GSM/GPRS. Es importante mencionar que una red EGPRS tendrá un caudal de datos mayor que GPRS básico por lo tanto será necesaria la ampliación de capacidad del medio de transporte de la red para no tener problemas de saturación.

EGPRS da soporte de datos y servicios de aplicaciones multimedia que no pueden ser cubiertos con GPRS Básico. La radio y las emisiones de vídeo vía teléfonos inalámbricos son posibles.

### **2.6.1.1 Estación Móvil EGPRS**

Una Estación móvil EGPRS se caracteriza por diferentes parámetros que dan la información de sus capacidades. La consecuencia de la introducción de una nueva modulación es la realización de una parte totalmente nueva en la capa 1 en la parte de Radio Frecuencia de los móviles así como en la parte de banda base. La introducción de los 8-PSK con una eficacia espectral más alta requiere algoritmos nuevos y más complejos para la parte de ecualización así como para la parte de codificación y decodificación. El nivel de complejidad aumenta enormemente comparado con la modulación GMSK. Como consiguiente, una unidad móvil EDGE será caracterizado por dos clases de multiranura: una correspondiente a la clase GPRS pura y el otro a EGPRS pura. La clase EGPRS del móvil es definida por los mismos parámetros que GPRS: el número máximo de ranuras de tiempo de recepción RX, el número máximo de ranuras de tiempo de transmisión TX, y número máximo de ranuras de tiempo RX, TX por tramas de TDMA. La estación móvil soportará la clase de multiranura EGPRS tanto en EGPRS como en modo GPRS. La señal de modulación GMSK que es usada para la transferencia de GPRS tiene la característica de tener una amplitud constante. Esto reduce la complejidad en el diseño de transmisor. Pero EDGE 8-PSK es una modulación de fase con variaciones de amplitud debido a las transiciones entre los símbolos de constelación diferentes. Esta variación de amplitud trae un nivel más alto de complejidad a la realización del transmisor, en particular en el diseño del amplificador, que requiere un nivel más alto de la linealidad. Este tiene un impacto significativo en la eficiencia del amplificador de potencia (PA). A fin de reducir la complejidad del móvil y proporcionar las características de la estación móvil EGPRS tan pronto como fuera posible en el mercado, podemos encontrar dos clases de Estaciones Móviles:

1. La primera clase soporta modulaciones 8-PSK y GMSK en *downlink*, pero es limitada con la modulación GMSK en *uplink*. Esto significa que un móvil de esta clase soporta MCS-1 a MCS-9 en la recepción, pero es capaz sólo de MCS-1 a MCS-4 en *uplink* (por supuesto las codificaciones CS de GPRS también las soporta).
2. Los de segunda clase soportan 8-PSK tanto en *uplink* como en *downlink*.

La modulación 8-PSK no es rigurosamente necesaria en *uplink* debido a la asimetría en el rendimiento entre *uplink* y *downlink* para algunos servicios. De hecho la mayor parte de los servicios como emisiones de vídeo y páginas Web requieren un rendimiento alto en *downlink*, mientras que el *uplink* es usado sólo para la transmisión de señalización y órdenes. Este también ha sido una razón de no imponer el soporte de la modulación 8-PSK en *uplink* en el lado móvil.

## **2.7 Evolución de 2G a 3G**

Con el desarrollo de las comunicaciones móviles han cambiado el comportamiento y forma de vida de la sociedad; estos se han convertido en un accesorio de uso diario para millones de personas y se están convirtiendo en el medio de comunicación de voz personal más utilizado.

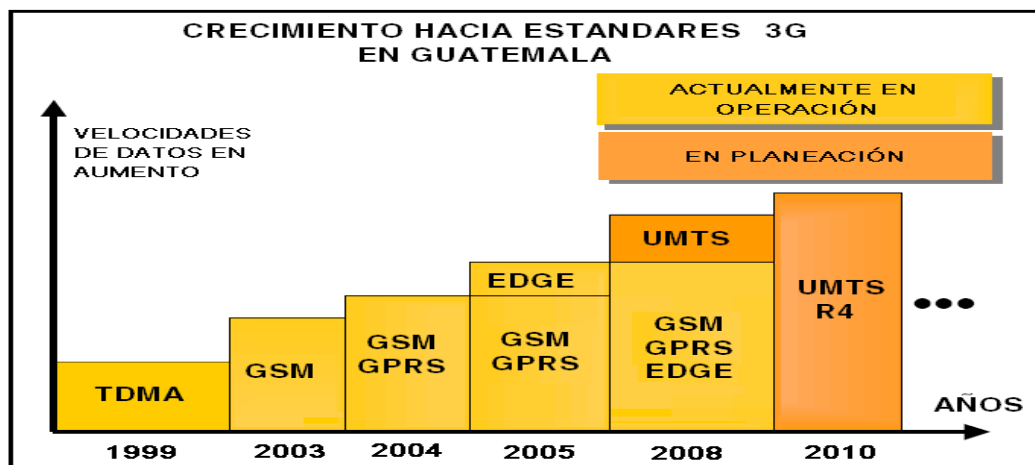
Actualmente las redes operan en nuestro país con GSM/GPRS y se preparan para la implementación del Sistema Universal de Telefonía Móvil UMTS de 3G a mediano plazo. Esto significa más que la comunicación de voz en cualquier sitio y en cualquier tiempo, esta hace que los servicios de información sean disponibles al instante e introduce una manera de hacer negocios más potentes, así como la implementación de oficinas virtuales.



Los operadores y proveedores de telecomunicaciones querrán explotar las nuevas tecnologías prestando nuevos e innovadores servicios que facilitarán el diario vivir de sus clientes en las distintas actividades cotidianas.

Utilizando una línea de tiempo para el surgimiento de tecnologías Móviles en nuestro país, la figura 16 ejemplifica cambio trascendido con el paso del tiempo hacia estándares 3G para UMTS.

**Figura 16. Evolución hacia estándares 3G en Guatemala**



### 2.7.1 Segunda Generación 2G

Con el crecimiento de abonados de una red celular surgió la necesidad de evolucionar de primera generación hacia una nueva que nos brinde mayor capacidad de procesamiento de llamadas, manejo más eficiente de los recursos de radio y ancho de banda, compatibilidad con otras redes de telefonía celular y fija tanto locales como extranjeras, nuevos e innovadores servicios y que además contara con una renovada arquitectura de red que estandarizaría las comunicaciones celulares, hablamos del Sistema Global Para Comunicaciones Móviles GSM, que fue el paso tecnológico analógico/digital en telefonía móvil y

que es el punto de partida hacia las redes celulares de tercera generación todo sobre IP.

### **2.7.2 Generación 2.5**

Generalmente, un sistema de 2.5G en GSM incluye las tecnologías siguientes: Transferencia de datos de alta velocidad utilizando conmutación por circuito (*high-speed circuit-switched data* HSCSD), Servicio General transferencia de Datos en forma de paquetes (GPRS), y EDGE (Velocidad de Transferencia de Datos Aumentada para Evolución Global) implementado sobre GSM/GPRS.

#### **2.7.2.1 HSCSD**

El GSM básico podría proporcionar 9.6 Kbps o 14.4Kbps para una ranura de tiempo, velocidades a las cuales sería tedioso surfear en la web por ejemplo. La utilización de HSCSD ayuda a acelerar las cosas, ya que una estación móvil puede utilizar varias ranuras de tiempo para una unión de datos. Esta es una medida relativamente barata de mejorar las condiciones ya que sólo requiere mejoras de software en la red (además de nuevos teléfonos con capacidad de HSCSD). Pero esto tiene inconvenientes, el uso del recurso de radio que es limitado, la utilización de las ranuras de tiempo mientras se esté conectado aunque no se esté transmitiendo nada, debido a que es una conmutación por circuito, esto significaría que la Radio base que preste el servicio dedicaría gran parte de su capacidad a la transferencia de datos, dejando por un lado el servicio de voz. Por lo tanto HSCSD es una solución para aquellas redes que tienen una demanda de transferencia rápida para complacer a los clientes temporalmente y no es muy utilizado por operadores de servicio GSM.

### **2.7.2.2 GPRS**

La siguiente solución es GPRS. Con esta tecnología, las velocidades de transferencia de datos pueden ser empujadas hasta 115 Kbps, o aún más alto si uno puede olvidar la corrección de error. Sin embargo, con la protección de datos adecuada, 115 Kbps son el máximo teórico en condiciones de radio óptimas con ocho ranuras de tiempo *downlink*. Una buena aproximación para el rendimiento en condiciones "medias" es 10 Kbps por ranura de tiempo. Lo que es aún más importante que el rendimiento aumentado es que GPRS no asigna los recursos de radio continuamente, sólo cuando hay algo para ser enviado. El GPRS es sobre todo conveniente para aplicaciones no en tiempo real, como correo electrónico y navegación de Web y no es aconsejable para aplicaciones de tiempo real.

La red necesita nuevos componentes así como modificaciones a los elementos existentes. Sin embargo, es visto como un paso necesario hacia mejores capacidades de datos. Una red de GSM sin GPRS no sobrevivirá mucho tiempo en el futuro, cuando el tráfico cada vez más se hace de datos en vez de la voz. Para aquellos operadores que también funcionarán con redes 3G en el futuro, un sistema GPRS es un paso importante hacia un sistema de esta generación, basado en las especificaciones de 3GPP las redes principales están basadas en GSM combinado y redes principales GPRS.

### **2.7.2.3 EGPRS**

EDGE es un estándar de transmisión de datos a alta velocidad utilizando modulación 8-PSK en la interfaz de radio, logrando una optimización de estos recursos en el proceso de transferencia de datos. La inserción de EDGE en

una red GSM que trabaja sobre una plataforma de GPRS representa la evolución de una red GSM/GPRS hacia un punto intermedio entre la telefonía celular de Segunda y Tercera Generación llamado EGPRS. Esta mejora nos permite manejar velocidades de hasta 384Kbps. en condiciones óptimas.

Una red que trabaja con EGPRS utiliza la estructura completa GSM/GPRS con la variante de modulación en la interfase de radio, nuevos modelos de Estaciones Móviles, y ampliación de capacidad de transporte para soportar el caudal de datos transferidos.

EGPRS se pre-dispone a la evolución a 3G, ya que inicia a los abonados a transferencia de datos a mayores velocidades, servicios y aplicaciones que con tecnologías de tercera generación obtendremos con una mayor fluidez.

### **2.7.3 Tercera Generación**

Por el lado de GSM, el ETSI- Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones y un grupo de organismos asociados decidieron, en el año de 1998, emprender un proyecto denominado 3GPP (Asociación para el proyecto de Tercera Generación) que buscaba establecer los estándares para un sistema móvil de tercera generación que tuviera una red núcleo basada en la evolución de la red GSM y que su red de acceso estuviera basada en todas las tecnologías de radio acceso (FDD y TDD). La 3GPP empezó a denominar a los sistemas móviles de tercera generación como Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS *Universal Mobile Telecommunications System*). UMTS se ha presentado como la culminación de la convergencia de Internet y las redes móviles, con la finalidad de que los usuarios tengan la

posibilidad de acceder a contenidos y servicios multimedia de banda ancha independientemente del lugar donde se encuentren.

### 2.7.3.1 Evolución hacia UMTS

En el marco del 3GPP, el camino hacia UMTS fue dividido en varias fases hasta alcanzar el objetivo final: una red integrada de servicios multimedia independientes de la posición del usuario. En la primera fase, denominada Versión 1999 (*Release* 1999 o R99), se propuso una evolución partiendo de la arquitectura de 2G. Sin embargo, en la segunda fase, denominada Versión 2000 (*Release* 2000-R00). Esta fase fue modificada posteriormente como *Release* 4), lo que se propone es una completa revolución: reemplazar la componente de conmutación de circuitos, que seguía vigente en la versión 99, por una red basada completamente en conmutación de paquetes denominada arquitectura UMTS Todo-IP (*All-IP UMTS network architecture*). En esta propuesta, el protocolo IP adquiere mayor importancia hasta convertirse en el protocolo para el transporte, tanto de la información del usuario, como de la información de señalización y control, de ahí la denominación de una red «todo IP».

**Servicios:** UMTS y GSM/GPRS coinciden en los dos proveen servicios de voz y datos, estos manejan distintas tasas de transmisión según el ámbito en que se ofrezcan en conexiones satelitales y servicios rurales en exteriores, la tasa será de 144 Kbps; en servicios urbanos en exteriores, la tasa será de 384 Kbps; mientras que en servicios de interiores o de exteriores de bajo rango de distancias se podrán alcanzar tasas de hasta 2 Mbps o más según la evolución hacia 3G+, en esto difiere con la red GSM/GPRS.

Los servicios de datos serán provistos con diferente calidad de servicio (QoS-*Quality of Service*). Se han definido clases de calidad de servicio para acomodar cuatro tipos de tráfico, los cuales son:

1. **Conversacional:** este tipo de servicio es en tiempo real garantiza el límite de retardo y la variación de tiempo entre paquetes, por ejemplo voz, videoteléfono.
2. **Afluente (*Streaming*):** servicio en tiempo real que preserva la variación de tiempo entre paquetes y un retardo constante pero no necesariamente reducido, por ejemplo flujo de video y datos.
3. **Interactiva:** modelo de petición y respuesta. Preserva el contenido de los datos. Retardo moderado y bajas tasas de errores. Ejemplo navegación en Internet.
4. **Diferida (*Background*):** no es necesaria la interacción. Preserva el contenido de los datos. Ejemplo correo electrónico, descarga de datos.

La universalidad que da el nombre a la tecnología UMTS es un concepto clave en el desarrollo de los servicios de tercera generación, para cumplir con esto es necesario observar la posibilidad de que cualquier entidad u organización pueda desarrollar aplicaciones y servicios gracias a la separación arquitectónica de los planos de transporte y de servicios. Además que el usuario tenga la misma percepción de los servicios recibidos independientemente de la Terminal que utilice y del lugar en donde se encuentre, es aquí donde nace el concepto entorno personal virtual (VHE-*Virtual Home Environment*) que puede ser entendido como una característica que permite a un usuario conservar su perfil de servicios, la edición de éstos y

la interfaz de acceso, con independencia de la red a la que se encuentre enganchado.

### **2.7.3.2 Versión 99**

Corresponde con el estándar establecido y será el utilizado por todas las operadoras de servicio en Guatemala en el paso inicial de UMTS. Esta versión conserva la estructura de la red GSM/GPRS, con la separación de los dominios de circuitos y de paquetes, por lo que no introducirá cambios significativos en la red núcleo GPRS. A diferencia de GPRS, aparece una interfaz de radio, la UTRAN, (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*), en ella, las BTS's serán sustituidas por "nodos B" y las BSC's por los Controladores de la Red de Radio RNC (*Radio Network Controller*), aparece la interfaz Iu, en lugar de la interfaz A. Podemos encontrar dos variantes, la interfaz Iu-CS para el dominio de conmutación de circuitos (RNC-MSC/VLR) y la interfaz Iu-PS para el dominio de conmutación de paquetes (RNC-SGSN). Tanto en la red de acceso de radio como en la interfaz de la misma con la red núcleo se utilizará el Modo de Transferencia Asíncrono (*ATM Asynchronous Transfer Mode*) como protocolo de transporte en UTRAN.

### **2.7.3.3 Acceso múltiple de radio**

La tecnología de acceso múltiple de radio que ha sido elegida para UMTS es CDMA con expansión por secuencia directa: DS-SS, en este esquema, el ancho de banda es de 5 MHz por lo que se habla de WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha). El esquema de modulación que se ha adoptado es QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*). Igualmente, se han definido dos modos de funcionamiento en UMTS-WCDMA: El Modo FDD

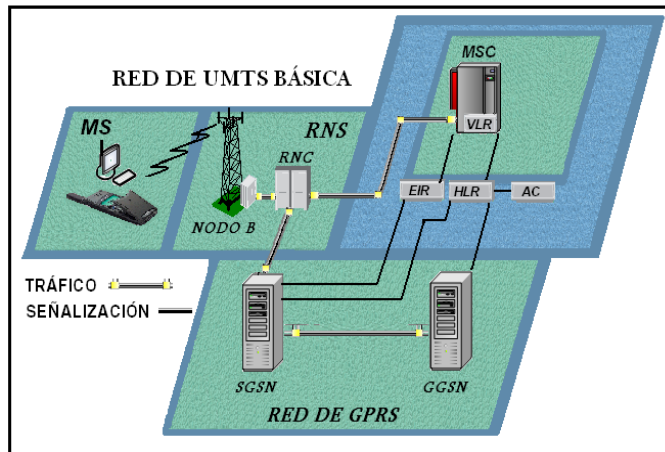
*Frequency Division Duplexing*, en el cual existen dos portadoras por canal de radio, estas portadoras son utilizadas para las transmisiones del enlace ascendente y descendente, es decir, el *uplink* utiliza una banda de frecuencias diferente a la de *downlink*, estas frecuencias se denominan frecuencias emparejadas. El modo FDD resulta adecuado para servicios simétricos, con una amplia gama de velocidades. El Modo TDD-*Time Division Duplexing*, en el cual la transmisión de *uplink* y *downlink* se realiza sobre una única portadora utilizando intervalos sincronizados, dado que se utiliza un único canal de radio se dice que este modo opera en bandas de frecuencias no emparejadas. El modo TDD resulta adecuado para servicios asimétricos en entornos de interiores y microcelulares. En este modo, los requisitos de sincronización son más estrictos y exigen más márgenes (*overhead*) para los tiempos de guarda y rampas de variación de potencia. El acceso múltiple de radio reconoce entonces bandas emparejadas y bandas no emparejadas.

#### **2.7.3.4 Equipo de usuario UMTS**

Este componente integra el equipo móvil del suscriptor y el USIM-UMTS (Modulo de Identificación del Suscriptor) que tiene una funcionalidad similar a la del SIM en las redes GPRS/GSM. Debe tenerse en cuenta que los terminales de tercera generación ya no serán meros teléfonos móviles, sino dispositivos avanzados que permitirán el intercambio de diferentes tipos de información, deben, por lo tanto, soportar múltiples perfiles de usuario, proveer funciones de seguridad y autenticación, soportar la incorporación de métodos de pago, deben tener pantalla táctil y cámara integrada, deben ser equipos multifuncionales para permitir el acceso GSM/GPRS/UMTS, deben tener pantallas más grandes, en color y de alta resolución, deben permitir la reproducción de video en MPEG-4 y la audio en MP-3, deben, finalmente, proveer un entorno para la ejecución de aplicaciones.



Figura 17. Red UMTS básica



La arquitectura mostrada en la figura 17 es la que hemos analizado, de UMTS en la versión 99.

### 2.7.3.5 Hacia una arquitectura UMTS basada en «Todo IP»

Como se mencionó anteriormente la red GSM/GPRS representó el paso previo en la evolución hacia UMTS, en el proceso evolutivo hacia su consolidación, se pueden considerar tres fases: La primera, denominada Versión 99 de UMTS, considerada como una «fase de evolución», y la segunda, denominada Versión 4, considerada como una «fase de revolución» por todos los cambios que implica. En la tercera fase, que ha sido denominada como Versión 5, todos los servicios serán consolidados sobre una arquitectura de transporte «todo IP». Adicionalmente, en el panorama existe una cuarta fase, denominada Versión 6 e incluso versión 7.

### **3. FUNDAMENTOS DE SERVICIOS EN GPRS**

Dentro del portafolio de servicio de datos en una red GPRS se puede encontrar una serie de beneficios que hacen de nuestro teléfono móvil una herramienta poderosísima, capaz de realizar operaciones que nunca antes en la telefonía Celular se habían podido hacer hasta la aparición del Servicio General de Transferencia de Datos en Forma de Paquetes. Con la evolución de las comunicaciones móviles las exigencias de los usuarios también cambian, la transferencia de datos se convierte cada vez más en una operación común dentro de los abonados, además de representar una herramienta con muchas aplicaciones, con la ventaja de tener presencia en gran parte del territorio nacional.

Dentro de los servicios prestados actualmente en nuestro país por los operadores de telefonía celular podemos encontrar:

- Mensajes Multimedia, MMS.
- Protocolo de Aplicación Inalámbrica, WAP.
- Internet
- *Push to Talko Bajo Celular, PoC*
- Localizador Automático de Vehículos, AVL
- *Black Berry*

#### **3.1 Mensajes Multimedia MMS**

El servicio de mensajería en telefonía celular nace con los mensajes cortos (SMS) los cuales tuvieron gran aceptación por los usuarios, por su versatilidad y bajo precio. Fundamentado en este servicio nace el Servicio de Mensajería Multimedia (MMS) el cual supera a su predecesor permitiendo el

envió automático e inmediato de mensajes personales. No obstante, a diferencia del SMS, MMS permite a los usuarios de teléfonos móviles mejorar sus mensajes incorporando sonido, imágenes y otros contenidos, transformando su mensaje en un envío visual y de audio personalizado.

Con MMS, no sólo es posible enviar mensajes multimedia de un teléfono a otro, sino también de un teléfono a correo electrónico y viceversa. Esta función aumenta de forma espectacular las posibilidades de la comunicación móvil, tanto para uso personal como profesional. Pese a que MMS abarca una amplia gama de contenidos, es una ampliación lógica de SMS, por lo que resulta fácil de adoptar. Otra ventaja de MMS es que el mensaje es una presentación multimedia en una sola entidad, no un archivo de texto con datos adjuntos, lo que lo hace más sencillo y fácil de utilizar.

### **3.1.1 Compatibilidad**

La norma MMS incluye JPEG, GIF, texto, voz AMR, video H263, mp4 y otros formatos como tipos de soportes admitidos, mientras que los formatos que no admitidos se administran de forma controlada. De igual forma que SMS, MMS constituye una norma industrial abierta y los mensajes MMS se pueden enviar utilizando las redes y protocolos existentes. MMS también es independiente del portador, lo que significa que no se limita exclusivamente a redes GSM o UMTS.

En el caso de enviar un MMS a un móvil que no tiene la capacidad de reproducirlo los operadores almacenan el mensaje en un servidor y envían un SMS al receptor para informarle en que dirección de página Web puede recuperarlo.

### **3.1.2 Rendimiento**

La velocidad de transmisión de MMS, pese a ser rápida, depende del tamaño del mensaje y del portador que se utilice. No obstante, como el destinatario no es consciente de la transmisión que se está realizando antes de la recepción del mensaje, el retardo es imperceptible, por lo que MMS es tan cómodo de utilizar como SMS.

### **3.1.3 Capacidad**

El tamaño máximo de un MMS lo define el operador según la capacidad de su red, aunque la limitante primordial la pone la capacidad que permita la estación móvil.

### **3.1.4 Beneficios para usuarios finales**

El servicio de mensajes multimedia presenta una revolución a la mensajería móvil, para todo tipo de usuario. Con este servicio estamos en capacidad de enviar instantáneamente fotos o videos novedosos capturados desde nuestro móvil y enviarlo a amigos o familiares, mensajes animados etc. El servicio de mensajería multimedia (MMS) puede utilizarse tanto para la distribución de contenidos públicos como para el intercambio de contenidos personales, lo que lo convierte en un importante canal de comunicación para los usuarios de telefonía celular.

La flexibilidad de este servicio nos permite emplearlo en nuestra actividad laboral, según esta lo permita. Existe una gran cantidad de usuarios que

podrían convertir este servicio en una herramienta de trabajo, que facilitaría la interacción con sus clientes sin tener que llegar hasta ellos.

Usuarios comerciales

- Venta y alquiler de Bienes Inmuebles.
- Venta y alquiler de Vehículos.
- Servicio y Reparación.
- Investigaciones policíacas.
- Envío de datos para realizar reportes a distancia.
- Ofertas de productos.
- Comercio electrónico.
- Etc.

### **3.1.5 Arquitectura de Red**

Con la introducción del servicio de Mensajes Multimedia a una red GPRS, es indispensable la inserción de una serie de elementos que lo hacen posible. Los más importantes son:

#### **3.1.5.1 WAP Gateway**

Es una plataforma de servicio que sirve de pasarela entre la red inalámbrica y las aplicaciones de WAP que residen en el Internet o intranets. Además maneja servicios de WML, HTML, XHTML.

### **3.1.5.2 Centro de Servicios Multimedia (MMSC)**

El MMSC se encarga de entregar mensajes que constan de texto, fotografías, audio o video en la red de GPRS de una estación móvil a otra ó aplicaciones.

Otras funciones de este elemento de la red incluye manejo de:

- Mensajes Originados desde un Móvil (MO): Generados de un MS hacia otro MS u aplicaciones.
- Mensajes Originados desde una Aplicación (AO): Generados de una aplicación hacia un MS u aplicaciones.

### **3.1.5.3 Aplicaciones Gateway (AGW)**

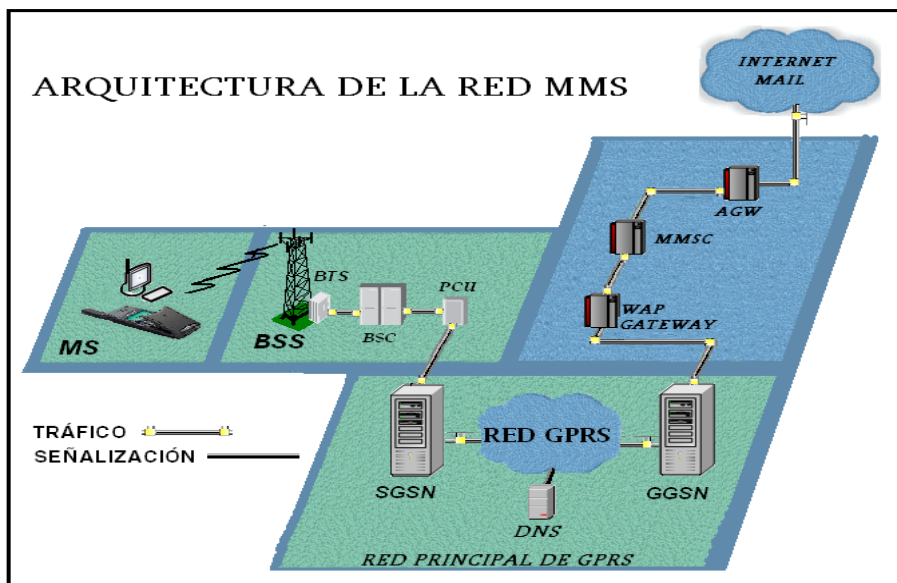
El AGW es el elemento de la red para MMS encargado de comunicar externamente los mensajes hacia aplicaciones, además de proporcionar otros servicios como:

- Almacenamiento Multimedia: Ver y guardar MMS en un álbum en línea.
- Soporte de Legado: Ver mensajes utilizando terminales que solo cuentan con WAP.
- *E-mail Smart Push*: Enviar MMS del correo electrónico hacia MS y viceversa
- Mensajería Multimedia de Voz: Escuchar mensajes de voz desde terminales Multimedia.

### 3.1.5.4 Sistema de Nombramiento del Dominio (DNS)

Provee el nombramiento estructural de Internet para la red de GPRS, por traslación de direcciones WEB a direcciones numéricas IP. El DNS provee la actual dirección IP para el correcto *access point* (en el GGSN) para Internet. Este y los distintos elementos de la red MMS son ejemplificados en la figura 18.

Figura 18. Arquitectura de la red MMS



### 3.2 Protocolo de Aplicación Inalámbrica (WAP)

Las personas que se encuentran en movimiento necesitan servicios, información y entretenimiento que puedan seguir su ritmo. Con el acceso a servicios móviles, las decisiones e interacciones suceden al instante. El valor de los servicios móviles para los usuarios finales se ve impulsado por tres elementos independientes: personalización, rapidez y conocimiento de la ubicación. La combinación eficaz de estos tres elementos añade aún más valor.

El protocolo de aplicación inalámbrica (WAP) es un protocolo que ha conseguido establecer una norma común para la forma de utilizar la tecnología inalámbrica para acceder a Internet. La tecnología WAP se ha optimizado para el envío de información a dispositivos de cliente ligero, como lo son los teléfonos móviles. La utilización de WAP a través de GPRS está llevando los servicios móviles a la evolución 3G. El papel que desempeña WAP como norma de capacitación móvil seguirá siendo importante con la conmutación por paquetes, método de recepción de información a través de Internet.

### **3.2.1 Internet en los móviles**

El gran crecimiento sufrido por el mundo de la telefonía móvil, necesitaba una solución rápida para adaptar esta tecnología al acceso a Internet. Aquí es donde nace WAP (*Wireless Application Protocol*) fruto de la unión en el Foro WAP de las grandes compañías de soporte, entre las que podemos destacar a Motorola, Ericsson o Nokia.

Actualmente podemos acceder a Internet desde nuestros móviles por medio del protocolo WAP, es importante tener en cuenta que un móvil no es una PC u otro ordenador, por lo que un protocolo que quiera acceder a Internet de forma óptima con un equipo de estas características ha de tener en cuenta que:

1. La potencia de proceso es significativamente menor.
2. La memoria es pequeña.
3. La velocidad de acceso puede ser inferior en algunos casos.
4. El retardo puede ser grande.
5. La pantalla es relativamente pequeña y existen aplicaciones que no corren sobre el software de algunos móviles.



6. La batería es limitada.

Por lo tanto, lo que se hace con el WAP es crear una serie de protocolos estilo Internet, pero específicos para móviles, los cuales nos muestran páginas con alto contenido textual para que su carga en el móvil sea lo más rápido posible y no ocupe gran parte de la memoria, además de brindarnos completa compatibilidad de un móvil WAP a cualquier página WAP. Juntos, WAP y GPRS representan un sistema altamente eficaz para usuarios finales de móviles, operadores, proveedores de servicios, empresas y realizadores de aplicaciones.

Actualmente, en Guatemala los proveedores de servicios GSM/GPRS han vendido una gran cantidad de modelos con capacidad de manejo de WAP, lo que indica que los servicios de Internet móvil son cada día más populares entre los usuarios.

### **3.2.2 Beneficios para Usuarios Finales**

El servicio WAP es una novedosa aplicación para redes móviles, con sólo oprimir una tecla desde nuestro aparato celular podemos acceder a muchos portales en Internet-WAP, hacer transacciones comerciales, adquirir productos, consultar horario de vuelos, funciones de cine o teatro, y una gran gama de aplicaciones.

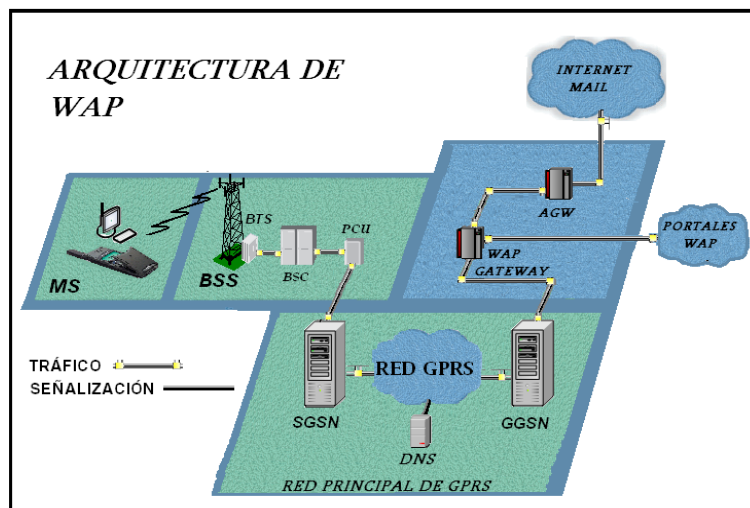
Actualmente, los proveedores de bienes y servicios con el fin de ser más competitivos y estar al alcance de sus clientes, se les puede encontrar en páginas WEB de Internet y en páginas WAP, por lo que si nuestro móvil no cuenta con el soporte de Internet no es necesario acudir a una PC en línea para contactarlos.

Las aplicaciones en WAP son a todo nivel desde una simple comunicación entre personas, entretenimiento, hasta la incorporación del comercio móvil.

### 3.2.3 Arquitectura de la Red WAP

La arquitectura de red para WAP es similar a la observada en MMS, ya que las dos coexisten para prestar sus servicios, (ve figura 19).

**Figura 19. Arquitectura de red WAP**



### 3.3 Push to Talk over Cellular (PoC)

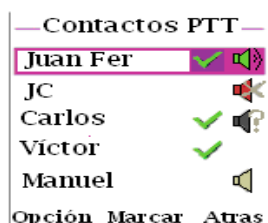
Vivimos en un mundo donde nuestro estilo de vida comercial y personal sufre cambios repentinos, lo cual forma nuestra necesidad de comunicación. La importancia de ser fácilmente localizable y alcanzar a otras personas rápidamente es hoy en día una necesidad cotidiana. Los miembros de un equipo de trabajo requieren decisiones rápidas y eficientes compartiendo la información oportuna entre varias personas. La dirección, organización y

asignación de tareas son la llave del éxito en el ambiente comercial cambiante. Las formas de comunicación se hacen cada vez más espontáneas en nuestras vidas personales. Simple y directo compartiendo experiencias momentáneas y sentimientos con nuestros amigos y familia son elementos importantes en el mantenimiento de nuestras relaciones.

El servicio PoC provee servicio de comunicación de voz directa en modo uno a uno y uno a varios, siempre sobre la red de telefonía celular. El servicio además de proporcionar a los usuarios móviles atractivos modos de comunicación como un servicio extra a la comunicación de voz por conmutación de circuito, presenta una oportunidad magnífica de operadores móviles para incrementar sus ingresos medios existentes por usuario, así como ganar a nuevos consumidores.

La idea es simple. Gracias a PoC “siempre encendido”, los usuarios pueden hacer llamadas a individuos o grupos al presionar un botón. La disponibilidad de otros usuarios puede ser comprobada antes de la llamada con la ayuda de la función de presencia, la cual podemos visualizar en pantalla (ver figura 20). La llamada se une casi al instante y el receptor no tiene que contestar hasta finalizar el llamado del transmisor. Los usuarios de PoC a menudo contratan el servicio en una actividad además de una llamada telefónica y pueden quedarse informados escuchando en agrupar tráfico mientras ellos están ocupados. Un usuario también puede ser puesto en contacto por el nombre o puede querer de vez en cuando decir algo al grupo. El tráfico a *half-duplex* proporcionado por PoC es ideal en tales casos.

Figura 20. Grupos de Contactos en PoC



Este servicio se adiciona a la carpeta de productos de la red GPRS, y utiliza transferencia de voz en paquetes de datos utilizando los canales mientras se envía o recibe el mensaje, ya que la solución de PoC está basada en la tecnología de voz a *half-duplex* sobre IP (VoIP), sólo puede hablar una persona a la vez teniendo uno o varios receptores.

### 3.3.1 Servicios de PoC

El principio de comunicación detrás de PoC es simple - sólo oprimir para hablar. Los usuarios pueden seleccionar a la persona o el grupo de conversación con el que ellos desean ponerse en contacto de sus guías telefónicas, luego presionar y comenzar a hablar. La capacidad de ver el estado de presencia de otra gente en línea adicional realza la experiencia de usuario. La llamada de PoC es la comunicación de dirección única: mientras una persona habla, los demás escuchan. La oportunidad de hablar es concedida presionando el botón para. Las llamadas en PoC son típicamente recibidas por el altavoz incorporado del teléfono. O bien, un usuario decide recibir llamadas sólo después de aceptar una invitación. Si es necesaria más intimidad, ellos también pueden escuchar llamadas por un auricular, audífono o *hands free*.

Se estandarizan parámetros para la obtención de un buen servicio de PoC, para llenar las expectativas de los usuarios finales.

- Baja Latencia y tardanza
- Calidad de voz Buena
- Fácil de usar
- Amplia variedad de terminales
- Amplia cobertura

La latencia baja es quizás la exigencia más importante para un servicio PoC. El tiempo hasta que el usuario puede comenzar a hablar y la recepción debería tener un retardo bastante corto para brindar una comunicación interactiva. La calidad de voz buena y el volumen son una parte fundamental de satisfacer al usuario final. La solución también debería ser bastante robusta para resistir errores posibles en la entrega de paquetes de voz. Una amplia variedad de productos y accesorios con interfaces de usuario fáciles de usar es necesaria a fin de encontrar las necesidades de varios segmentos de usuario potenciales. La una buena cobertura es necesaria para ofrecer un servicio funcional. Con la evolución de la red GSM el servicio seguirá funcionando sobre una red GSM/UMTS.

### **3.3.2 Beneficios para usuarios finales**

Comparado con sistemas de radio de doble sentido tradicionales, como la Radio Móvil Terrestre (LMR) y Radio Móvil Profesional (PMR), así como el Servicio de Radio de Familia (FRANCOS), una de las ventajas más obvias del PoC es el área de cobertura proporcionada por la red de GSM/GPRS. Esto permite que usuarios hagan en PoC llamadas entre las dos personas o dentro de un grupo de la gente sobre redes de escala nacional y a través de fronteras

regionales. Otra ventaja clara es la flexibilidad en la comunicación espontánea de grupo porque es rápido y fácil crear y activar nuevos grupos de conversación. Los beneficios de PoC tienen una amplia variedad de usuarios que lo acomodan según su operación. Por ejemplo, los consumidores del servicio pueden ser reconocidos basados en necesidades de comunicación y comportamiento: pequeños negocios y usuarios corporativos, familias, adolescentes y grupos de ocio. El concepto también puede interesar la mayor parte de exigencia usuarios de LMR/PMR.

### **3.3.3 Usuarios comerciales típicos**

- Servicio y reparación
- Hoteles
- Venta al por menor, y distribución
- Mensajeros
- Taxi, servicios de limusina
- Alquiler de Vehículos
- Transporte Público
- Líneas aéreas, aeropuertos
- Puertos
- Fábricas
- Plantas Industriales
- Hospitales
- Empresas de Seguridad
- Fincas Operarias de productos tradicionales
- Empresas de Construcción
- Empresarios Privados
- Centros Comerciales
- Etc.

La operación de compañías que exige tareas en campo, plantas y fábricas necesita un sistema de comunicación de grupo avanzado para manejar sus tareas especiales y rutinas diarias con éxito. El PoC ofrece a compañías que funcionan en áreas como gas, energía, utilidades, transporte, venta al por mayor, venta al por menor y fabricas un eficiente y flexible sistema de comunicación tanto interna como para comunicación externa con los grupos de presión directos de la compañía. Esto permite que compañías realicen la comunicación simultáneamente en varios grupos de usuario cerrados y ofrece seguridad de información y funciones de dirección de grupo avanzadas, como la programación de grupos de conversación para los objetivos especiales de la compañía.

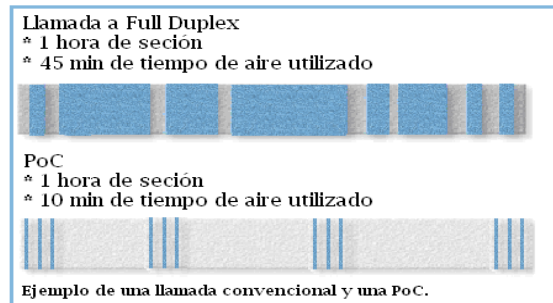
Las exigencias típicas en estos segmentos incluyen:

- La compañía por sí misma tiene un control total del servicio
- Control de Seguridad
- Apoyo de Multisesión
- Llave dedicada para PoC en terminales
- Envío de solución

### **3.3.4 La Tecnología detrás de la Solución**

Con el modo de conmutación por circuito con una llamada convencional sería dificultoso lograr una comunicación instantánea con un grupo de personas como lo logramos hacer con PoC, además de utilizarse gran parte de los recursos de la red. Con la ayuda de GPRS y basado en la tecnología IP, la solución PoC dramáticamente mejora la eficiencia en el uso de recursos de red (ver figura 21) en situaciones donde un grupo de la gente tiene que comunicarse repetidamente.

**Figura 21. Ejemplo de una llamada convencional y una de PoC**



### 3.3.5 Arquitectura de red PoC

La arquitectura de red PoC estándar está basada en un servidor de aplicación PoC relacionado con el Subsistema Multimedia IP (IMS). El IMS tiene a su cargo funciones comunes, como la autenticación de usuario, encaminamiento de llamada y generación de la carga basada en el Protocolo de Iniciación de Sesión. Los servidores PoC manejan aplicaciones de tareas específicas como el control de la reserva de paquetes de conversación para un altavoz a la vez. Ellos también proporcionan interfaces al aprovisionamiento del operador y conectan a la red sistemas de dirección y crean archivos de detalle de cobro de aplicación específicos.

La arquitectura de red estándar también incluye a un servidor de Dirección de Lista y Grupo compartido para grupos predefinidos como se muestra en la figura 22. Este servidor incluye aquellos grupos que pueden ser compartidos por otras aplicaciones basadas en IMS, como juegos y presencia. El servidor de presencia en sí es una entidad separada, que se comunica con PoC y otros servidores de aplicación vía IMS.





cuando la ubicación en la que nos encontremos posea cobertura del proveedor de servicio.

**Utilizando un Teléfono con capacidad de GPRS:** Si se posee un móvil con servicio de GPRS activo se puede conectarlo a la *PC* por medio de cables USB, Infrarrojo o Bluetooth y navegar sin problemas.

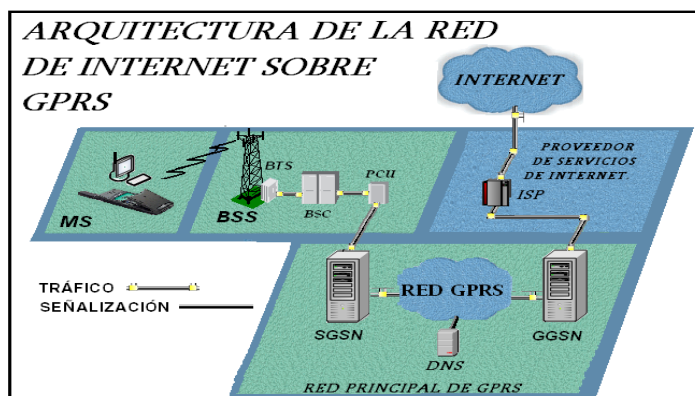
Con cualquiera de estas dos modalidades se puede configurar nuestro enlace según el proveedor de servicio que contratemos. Esta configuración debe ser facilitada por el operador. Como usuarios finales contamos con los siguientes beneficios:

- Completa movilidad dentro del área de cobertura.
- Navegación a las velocidades establecidas por los operadores.
- Conexión por ráfagas de datos, permitiendo así el cobro únicamente de la cantidad de información que sea transferida.
- Acceso a todo tipo de páginas sin restricción por limitantes de software como sucede con ciertos móviles.
- Ideal para personas en constante movimiento que necesitan una conexión permanente.
- Excelente solución para oficinas virtuales.

### **3.4.3 Arquitectura de la red de datos hacia Internet**

Los elementos involucrados en la red de GPRS para proveer servicio de Internet tienen una ruta más corta que MMS o WAP, por ejemplo, debido a que el GGSN únicamente se conecta al ISP (Proveedor de servicios de Internet), y este a su vez sale directamente a la red, como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Arquitectura de Salida a Internet vía GPRS



### 3.5 Localización Automática de Vehículos (AVL)

Actualmente es de gran importancia conocer la ubicación de vehículos de carga, flotillas de reparto e incluso vehículos particulares, debido a que nos permite manejar aspectos de supervisión, control y planificación de acciones inesperadas para cubrir las necesidades de la empresa del que formen parte, pero sobre todo, es necesario para cubrir la necesidad de seguridad. Ante estas necesidades los servicios de localización vehicular se han vuelto una industria con gran crecimiento dentro de los sistemas de telecomunicaciones conocidos actualmente, tanto por enlace satelital como dispositivos GPS/GSM.

#### 3.5.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

GPS es una red de satélites propiedad del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de baja altura que cubren toda la tierra enviando datos de su posición y hora; todo el tiempo. Esta información es utilizada por los receptores de GPS para computar la posición exacta de si mismos con un margen de error de unos cuantos metros. Esta información se despliega en coordenadas o en mapas.

### **3.5.2 Localización Vehicular GPS/GSM/GPRS**

El sistema GPS/GSM/GPRS utiliza datos que recibe de los satélites de GPS en los cuales se conoce la posición más aproximada de los vehículos, estos datos son enviados por medio de la red de telefonía celular de GSM, utilizando la plataforma de datos GPRS para comunicarse con un servidor que procesa los datos para poder ser mostrados a los usuarios del servicio, los cuales acceden por medio del Internet para localizar sus vehículos.

### **3.5.3 Servicios**

- Servicio de localización GPS/GSM/GPRS: Acceso Vía Internet: Para localización geográfica, indicadores de velocidad y dirección. Un mapa en la pantalla de su PC le permite visualizar la ubicación de su vehículo a nivel de calle, de ciudad o de región, velocidad y el rumbo.
- Geo-Cerca Electrónica: Por medio de alarmas el usuario puede estar informado cuando su vehículo ha cruzado ciertos límites geográficos predefinidos.
- Violación del Límite de Velocidad: Le informa cuando, donde, y por cuanto el vehículo excedió la velocidad.
- Notificación de Alarmas: Al momento en el que el sistema de alarmas con las que cuenta el vehículo se active este enviará una notificación.
- Deshabilitar el Arrancador: Permite inmovilizar el vehículo de manera remota por Internet.
- Reporte de Velocidad: Permite acceder a los registros de velocidad del vehículo, los cuales se encuentran almacenados en el servidor de AVL.

- Revisión histórica: permite visualizar la localización y los datos de todos los rastreos anteriores de los últimos 30 días.
- Botón de emergencia: oprimiendo un botón a bordo del vehículo, se envía una señal de emergencia o solicitud de auxilio.
- Servicio de supervisión de sitios remotos y desatendidos: Este servicio le ofrece la posibilidad de recibir las alarmas de su casa de campo, hacienda, bodega remota, etc.
- Supervisión Control y Adquisición de Datos - SCADA: le ofrecemos la posibilidad de supervisar y controlar sitios y aparatos remotos como los niveles de ríos o embalses y controlar compuertas, bombas, etc.

#### **3.5.4 Software de Localización**

El software cuenta con la carga de mapas con las carreteras principales y secundarias, para que el cliente tenga una visión exacta de la ubicación de los vehículos y pueda establecer su propio centro de monitoreo, despacho y administración de vehículos. Además nos permite realizar las siguientes acciones:

**Detalle de Ciudades:** diferentes niveles de *zoom* para visualizar calles y avenidas.

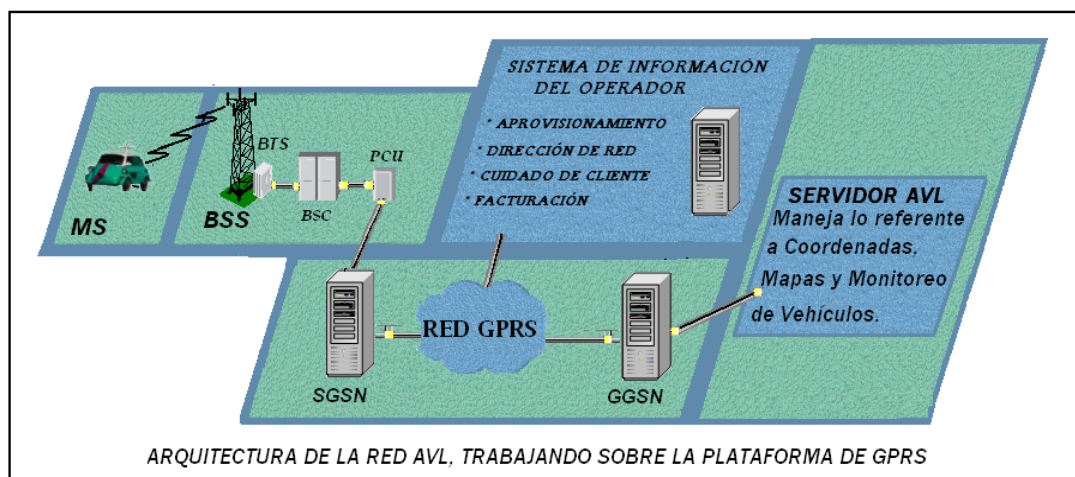
**Envío y recepción de SMS:** envía y recibe mensajes de texto individuales o grupales hacia móviles o *lap-to* por medio de la red de GSM.

Genera reportes en tabla y mapas en los cuales podemos monitorear:

- Velocidad
- Puntos visitadas
- Tiempos de recorrido
- Llegadas y salidas
- Violaciones de geo-cercas, Acciones remotas
- Apagado del motor
- Cerrar seguros
- Activación de alarmas
- Apertura de puertas
- Etc.

**Personalización del Centro de monitoreo:** el software debe permitir identificar los tipos de vehículos utilizando íconos (camión, cañero, bus, automóvil, patrulla, ambulancia, etc.), colores para ver el estado en que se encuentra (encendido, apagado, en movimiento, tipo de ruta, importancia de mercancía, etc). La figura 24 muestra la conformación de la red de AVL.

**Figura 24. Arquitectura de la red de AVL**



### **3.6 BlackBerry**

La implementación del servicio *BlackBerry* sobre la red GPRS es un acontecimiento tecnológico que está revolucionando al mundo, este servicio está iniciando en nuestro país prestado por operadores de telefonía celular. Ahora los operadores están en la capacidad de brindarnos los medios para una administración totalmente segura, personalizada, independiente de la ubicación y rápida de nuestro correo electrónico. Con *BlackBerry* podemos administrar nuestro correo electrónico de tal forma que los cambios que hagamos desde nuestro móvil sean visibles en una PC, es decir que los correos leídos, enviados y eliminados desde el dispositivo *BlackBerry* igualmente quedarán en ese estatus en la cuenta de correo electrónico original.

Existe una solución llamada *BlackBerry Connect* que permite a una variedad de fabricantes importantes aprovechar la tecnología de inserción de *BlackBerry* comprobada para transmitir correo electrónico y otros datos de forma automática a una gama más amplia de dispositivos inalámbricos, sistemas operativos y aplicaciones de correo electrónico.

#### **3.6.1 Servicios de BlackBerry**

Se cuenta con una serie de ventajas que nos brindan completa movilidad de e-mail, al alcance de la mano:

- Redactar, leer, responder y borrar correos electrónicos de su cuenta de e-mail.
- Los cambios realizados desde el dispositivo *BlackBerry* a la cuenta de correo serán actualizados inmediatamente en la cuenta original.

- Configuración de funciones específicas por correo como filtros, dirección de respuesta, nombre descriptivo y firma electrónica.
- Los mensajes de más de 30 días se borrarán del dispositivo *BlackBerry* (pero no de la cuenta de correo electrónico original).
- Cuenta con el software necesario para leer archivos adjuntos.
- Accede a lista de contactos de la cuenta original.
- Al crear un mensaje de correo electrónico, puede buscar y recuperar direcciones de correo electrónico en el Servidor Exchange o Domino de la empresa.

### **3.6.2 Beneficios para Usuarios Finales**

El manejo de correo electrónico es una acción tan común en actividades comerciales, empresariales o simplemente para comunicación personal, que la mayoría de personas poseen una cuenta de correo electrónico aun que no tenga aun servicio de Internet en su hogar. Es tan importante estar comunicado que la consulta de correo se realiza diariamente y varias veces al día, según la actividad en que nos desempeñemos y la posibilidad que tengamos de acceder a Internet. Es aquí donde el servicio *BlackBerry* nos permite completa movilidad lo que a e-mail se refiere.

#### Usuarios comerciales típicos

- Gerencias.
- Comunicación con proveedores.
- Ventas al por mayor, menor, y distribución
- Taxi, servicios de limusina
- Alquiler de Vehículos
- Líneas aéreas, aeropuertos

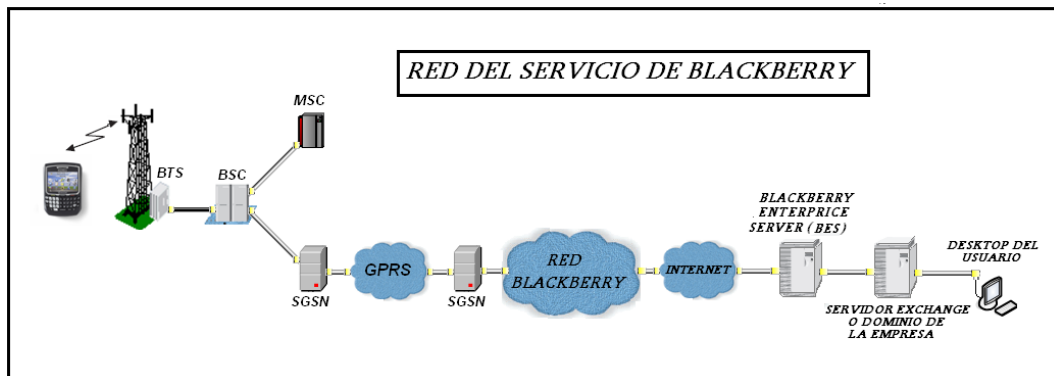


- Fincas Operarias de productos tradicionales y no tradicionales
- Empresarios Privados
- Etc.

En realidad la utilización de este servicio es tan diversa que se puede utilizar a todo nivel de comercialización. La arquitectura del servicio *BlackBerry* se mantiene sin modificaciones respecto de los terminales producidos por BlackBerry. Aplica tanto para las modalidades Empresas o Profesional.

El proceso que lleva el envío de un correo electrónico por medio de la red de GPRS inicia con la redacción de este en el dispositivo *BlackBerry*, se envía a través de la red de GPRS, ésta advierte que se trata de un mensaje de *BB*, por lo que lo direcciona hacia la red de *BB*, la cual coloca dicho mensaje en Internet y hacia un *firewall* de la corporación direccionado hacia el propio BES. Esto lo hace abriendo un tunel para traspaso directo y seguro del correo. El BES propio descifra y descomprime el correo electrónico. Luego lo envía al servidor de correo (del remitente). El servidor de correo pone una copia en la carpeta de correo enviado y también en la bandeja de salida. Luego el servidor de correos envía el mensaje (que ya no está cifrado) hacia Internet, e ingresa por el *firewall* del destinatario quien deja pasar el correo electrónico hacia servidor de correos (destinatario). El servidor de correo electrónico pone el nuevo correo en la bandeja de entrada y una notificación es enviada al BES del destinatario. El BES crea una copia del correo, la comprime y envía nuevamente hacia Internet para la red de *BlackBerry*, quien ingresa el mensaje a GPRS y la red se encarga de llevarlo al dispositivo *BlackBerry* destinatario. En la figura 25 podemos observar la red de servicio de BlackBerry.

Figura 25. Red de servicio de BlackBerry





## **4. CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE SERVICIOS EN GPRS**

### **4.1 Tarificación**

En Guatemala el servicio de transferencia de datos desde un móvil es cada vez más prominente, debido a la diversidad de servicios que ofrecen los operadores de telefonía celular GSM/GPRS. Como en la mayoría de países el cobro de servicios de datos por GPRS como WAP e Internet es por KB transferido, el de Mensajes Multimedia es realizado por evento (es decir por mensaje enviado), pero también hay servicios con cuotas fijas.

En Guatemala tres operadores de telefonía celular ofrecen servicios de datos GSM/GPRS y se espera la inserción de un cuarto. Las empresas que operan son:

- **COMNICACIONES CELULARES DE GUATEMALA S. A. (COMCEL):**  
Pertenece a la empresa transnacional Milicom y opera en la banda de 850MHz, e inicio operación con la tecnología AMPS, a inicios de la década de los noventas, en el año de 1999 introdujo TDMA, actualmente presta servicio con esta última y con GSM/EGPRS.
- **SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES INALÁMBRICAS S. A. (CLARO GUATEMALA):**  
Pertenece a la empresa transnacional América Móvil y opera en las bandas de 900MHz, y la banda A de 1900MHz; inició con el servicio de telefonía celular con la tecnología CDMA, y actualmente presta también con GSM/EGPRS.

- **TELEFÓNICA MÓVILES GUATEMALA S.A. (TELEFÓNICA)**

La empresa española Telefónica opera en las bandas B y C en 1900MHz en GSM/EGPRS, funciona también con la tecnología CDMA.

En el proceso de cobro de los servicios de datos existen elementos de la red que realizan diversas tareas, dependiendo del tipo de abonado, es decir prepago ó postpago, entre ellos las más importantes tenemos:

#### **4.1.1 Analizador de Tráfico TA**

El Analizador de Tráfico es un *router* que monitorea el tráfico IP que pasa a través de él. El propósito principal del TA es interpretación, inspección, control y carga del tráfico IP hacia los elementos que manejan datos dentro de la red. Los beneficios que se obtiene de la utilización de este elemento en una red de GPRS son:

- Convergencia de datos de abonados prepago y postpago y mensajería.
- Modelos flexibles de carga de datos (esto es, por evento, volumen de datos, y tiempo, basado en modelos de carga y suscripción según el tipo de abonado).
- Análisis detallado de protocolos.
- Asegura contra fraudes en cargas de prepago.
- Control sobre mensajes (controla el flujo de los mensajes y los reenvía hacia los centros de mensajes).
- Envío de tráfico de datos hacia los elementos de la red, para dar continuidad a las operaciones de tráfico y cobro.

El TA es un componente que se encarga de encaminar el tipo de tráfico a la entidad que lo debe procesar. Este recibe toda la información que la red de

GPRS transfiere, directamente del GGSN, le da continuidad a los paquetes enviándolos hacia el WAP *Gateway*. Envía la información necesaria para realizar los cobros prepago hacia el OSC, hacia el CG para el cobro de pospago y hacia el SMSC para el cobro y tráfico de los Mensajes Multimedia.

#### **4.1.2 Centro de servicio en línea OSC**

El OSC habilita en línea la carga de datos de los abonados prepago y control de acceso de servicios de GPRS. El OSC solicita información sobre el crédito de los abonados y emite los permisos para cargar los servicios al suscriptor. Las operaciones más importantes del OSC son:

- Permite el cobro en línea de suscriptores prepago, apoyado por la plataforma de prepago.
- Provee cargas en tiempo real y manejo balanceado de suscriptores prepago en ventana de cero fraudes.
- Introduce reglas de carga flexible para fácil entendimiento y diferenciación de los modelos de carga de datos.
- Ofrece la posibilidad de cargar los diferentes servicios a distinta tasa de velocidad para los diferentes tipos de suscriptores.
- Es un elemento que se inserta fácilmente al sistema de prepago existente para permitir un balance entre los servicios de voz y datos.

Este elemento de la red de GPRS ofrece una gran gama de operaciones dentro de la red según las que el operador desee implementarle. El OSC recoge el perfil de servicio del suscriptor y plan tarifario, verificándolos de la Plataforma de Prepago. Si el abonado posee suficiente crédito el OSC otorga los permisos para realizar el servicio. Si el suscriptor no posee suficiente crédito el OSC envía instrucciones al ISN para denegar los accesos.

### **4.1.3 Plataforma de Prepago**

Es el elemento de la red encargado del cobro de abonados prepago, posee la información crediticia de los suscriptores y la envía al OSC para el cobro.

### **4.1.4 Charging Gateway CG**

El *Charging Gateway* es un elemento dentro de la red de GPRS necesario para el proceso de tarificación, este se encarga de emitir los CDR's del cobro de paquetes de datos a usuarios pospago y *roaming*. Las principales funciones del CG son:

- Provee de un mecanismo para transferir información de cobro del SGSN y GGSN hacia el *Customer Care and Billing System* (CCBS encargado de emitir la facturación de abonados pospago).
- Recolecta los Registros de Detalles de Llamadas (CDR) de los nodos de GPRS.
- Almacenaje de CDR.
- Transferencia de datos de CDR hacia el CCBS para facturación de pospago.

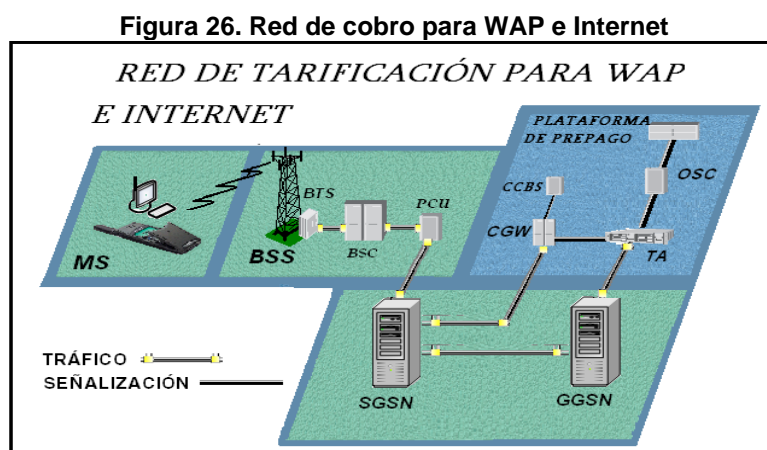
## **4.2 Forma de Cobro y Precio de Servicios en el Mercado Guatemalteco**

### **4.2.1 Cobro de Internet y WAP**

1. **Cobro en Prepago:** al realizar una operación en WAP o Internet los datos salen por el GGSN hacia el TA y este los envía a otros elementos para salir a la gran red, pero a la vez el TA se comunica con el OSC y le

envía el volumen de datos transferidos permitiéndole a este el cobro en línea de los abonados de prepago, la información que este procesa es proporcionada por la Plataforma de Prepago (ver figura 26).

2. **Cobro en Pospago y Roaming:** Luego de recibir información de los abonados pospago el TA redirecciona la información hacia el CG quien se encarga guardar la información de los CDR's y aviársela al CCBS quien emite la facturación para su posterior cobro (ver figura 26). Con la ayuda del SGSN el CGW analiza la información recibida de los abonados que se encuentran en roaming para realizar la facturación correspondiente.



Los precios por KB transferido en el servicio de WAP, Internet o transferencia de datos en Guatemala por operador son:

- **CLARO**  
Q0.09 por KB transferido
- **COMCEL**  
Q0.022 por KB transferido



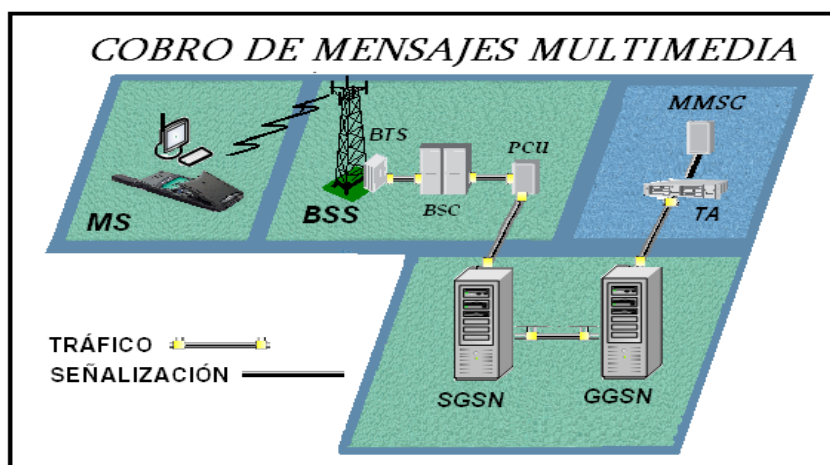
- **TELEFÓNICA**

Q0.06 por KB transferido

#### 4.2.2 Cobro de Mensajes Multimedia

Para el cobro de los mensajes multimedia, el TA envía un reporte por evento, ya que este servicio tiene un precio único sin importar la cantidad de información que el abonado envía, por supuesto que los móviles tienen un límite de capacidad para enviarlos. Este reporte ingresa al MMSC quien se encarga de cobrar tanto en prepago como en pospago la secuencia de cobro la podemos ver en la figura 27.

Figura 27. Red de Cobro para MMS



Los precios por operador en el mercado nacional son:

- **CLARO**  
Q1.10 Por MM
- **COMCEL**  
Q1.00 Por MM

- **TELEFÓNICA**  
Q1.50 Por MM

#### **4.2.3 Cobro de *Push To Talk Over Cellular* (PoC)**

El servicio de PoC es una tarifa única que el cliente debe cancelar según la cantidad de móviles a los que desea cargarle el servicio, los precios en el mercado nacional son:

- **CLARO**  
Proporciona una tarifa plana mensual de Q140.00 adicionales a la tarifa de voz, y provee llamadas ilimitadas de PoC.
- **TELEFÓNICA**  
Proporciona una tarifa plana mensual de Q150.00 adicionales a la tarifa de voz, y provee llamadas ilimitadas de PoC.

#### **4.2.4 Cobro de Localizador Automático de Vehículos ( AVL)**

Este servicio se cobra por cuota única dependiendo de la cantidad de unidades que desee monitorear, además puede ser prestado por los operadores de telefonía celular o por una empresa de seguridad, las empresas que prestan dicho servicio y su costo de operación son:

- **COMCEL**  
Asociado a la Empresa de Seguridad Serproc ofrece la tarifa de Q40.00 mensuales por vehículo con un mínimo de 25 unidades.

\*Los operadores restantes no fue posible identificar las empresas que prestan el servicio utilizando su plataforma GPRS.

#### **4.2.5 Cobro del Servicio *BlackBerry***

BlackBerry es un servicio con una cuota fija al mes dependiendo del volumen de información que deseemos procesar desde el móvil.

- **CLARO**

Ofrece dos tipos de planes adicionales a los servicios de voz:

1. BlackBerry de 10 MB con un costo de Q190.00 mensuales
2. BlackBerry ilimitado con un costo de Q390.00 mensuales

- **COMCEL**

Ofrece una única tarifa adicional a la cuota de servicio de voz de Q308.00 (\$35.00) mensuales con consultas ilimitadas al correo electrónico.

- **TELEFÓNICA**

Ofrece planes que van desde:

1. BlackBerry de 3 MB con un costo de Q85.00 (\$11.19) mensuales.
2. BlackBerry ilimitado con un costo de Q600 (\$78.39) mensuales.

#### **4.3 Velocidad Promedio en el Mercado Guatemalteco**

Cada empresa posee un cierto ancho de banda negociado con la SIT (Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala) para poder operar con servicio de telefonía celular; este puede ser un factor que determine la velocidad, capacidad y diversidad de servicios que ofrecen a los usuarios finales tanto de voz como datos.

Los operadores pueden ofrecer ranuras de tiempo dedicadas a la transferencia de datos, garantizando con esto que siempre se tendrá la

posibilidad de utilizar dichos servicios. También ofrecen canales dinámicos con prioridad a voz, los cuales pueden transferir datos mientras los servicios de voz no estén ocupando los recursos.

En lo concerniente a la modulación se puede obtener el servicio con GPRS (GMSK) o EDGE (8PSK), esto dependerá de distintos factores:

1. El tipo de móvil que el usuario posea, ya que puede o no soportar la modulación de EGPRS (8PSK).
2. Depende también de las condiciones de relación señal a ruido (C/I) debido a la utilización de los esquemas de codificación (ver sección 2.4).
3. También depende del tipo de servicio del operador.

A cerca de las velocidades de transferencia de datos que las empresas de telecomunicaciones ululares ofrecen se puede mencionar:

- **CLARO**

Ofrece 2 ranuras de tiempo dedicadas a datos y 2 dinámicas con prioridad a voz (por sector), pero se tienen celdas en que los servicios de voz tienen alta demanda y el servicio que se ofrece es de 1 ranura de tiempo dedicada y 3 en demanda, las velocidades equivalentes son mostradas en la tabla VIII.

**Tabla VIII. Velocidades de servicio de datos de Claro**

CLARO	Velocidad con EGPRS en Kbps		Velocidad con GPRS en Kbps	
	Mejores Condiciones C/I	Peores condiciones C/I	Mejores Condiciones C/I	Peores condiciones C/I
# Ranuras de Tiempo				
1 dedicada	54.4	8.8	15.6	9.05
2 dedicadas	108.8	17.6	31.2	18.1
1 dedicados. + 3 dinámicos	217.6	35.2	62.4	36.2
2 dedicados. + 2 dinámicos	217.6	35.2	62.4	36.2

- **COMCEL**

En transferencia de datos ofrece 2 ranuras de tiempo dedicadas y 1 dinámica, en la tabla IX podemos ver las velocidades que obtendremos en cada uno de los casos.

**Tabla IX. Velocidades de servicio de datos de Comcel**

COMCEL	Velocidad con EGPRS en Kbps		Velocidad con GPRS en Kbps	
	Mejores Condiciones C/I	Peores condiciones C/I	Mejores Condiciones C/I	Peores condiciones C/I
# Ranuras de Tiempo				
2 dedicadas	108.8	17.6	31.2	18.1
2 dedicados. + 1 dinámico	163.2	26.4	46.8	27.15

- **TELEFÓNICA**

Ofrece 8 ranuras de tiempo dinámicas con prioridad a voz. Es decir que si los servicios de voz están libres tenemos el sector completo para utilizar los servicios de datos, pero si la celda se encuentra congestionada con servicios de voz no podremos hacer uso de transferencia de datos, en la figura X se muestran las velocidades que podemos obtener.

**Tabla X. Velocidades de servicio de datos con Telefónica**

<b>TELEFÓNICA</b>	<b>Velocidad con EGPRS en Kbps</b>		<b>Velocidad con GPRS en Kbps</b>		
	<b># Ranuras de Tiempo</b>	<b>Mejores Condiciones C/I</b>	<b>Peores condiciones C/I</b>	<b>Mejores Condiciones C/I</b>	<b>Peores condiciones C/I</b>
<b>8 dinámicos</b>	435.2	70.4	124.8	72.4	

Es importante mencionar que en el mercado Guatemalteco los móviles no pueden trabajar con 8 ranuras de tiempo a la vez, por lo que la velocidad por móvil será inferior a la descrita en el cuadro anterior dependiendo con cuántas ranuras puedan operar las estaciones móviles y los esquemas de modulación y codificación que soporten. Actualmente los móviles que se encuentran en el mercado soportan CS-3 en GPRS y MCS-8 en EDGE (ver sección 2.4).

Las velocidades por ranura de tiempo varían dependiendo del operador, por la marca de equipo, frecuencia, etc. Los datos utilizados en los cuadros anteriores son los estándares y teóricos, pero en la realidad puede haber variaciones. Estos cuadros muestran velocidades de transferencia de datos cuando únicamente un usuario hace uso de los recursos, de haber más usuarios, estos serán compartidos y las velocidades disminuirán. Los datos de las ranuras de tiempo asignadas fueron proporcionados por los operadores, y el cálculo de las velocidades se realizó con la ayuda de las tablas No. VI y VII.

#### **4.4 Alcances y límites**

GPRS representa el inicio a la nueva era de las telecomunicaciones móviles, es el paso inicial hacia las redes todo IP que veremos en un futuro no muy lejano. La inserción de GPRS en una red de GSM revoluciona el concepto de servicios móviles y presenta una serie de mejoras a la red de telefonía

celular. Con los servicios de una red que trabaja sobre la plataforma de GPRS a la alcance de la mano permite a los usuarios realizar acciones no vistas con anterioridad, pero como toda red que se comunica por medio de la interfaz de aire posee limitantes que no permiten que su funcionamiento sea el que deseamos, y tengamos restricciones en ciertas condiciones.

#### **4.4.1 Alcances**

Las telecomunicaciones traen desarrollo a los pueblos. Actualmente Guatemala cuenta con presencia de telefonía celular en todas sus cabeceras departamentales, y una gran cantidad de cabeceras municipales, aldeas y caseríos. La adquisición de un móvil ha alcanzado niveles insospechados, según datos de la Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala, de 1997 a 2006 en promedio el aumento de usuarios de telefonía móvil ha sido aproximadamente de 2 millones, por lo que para finales del presente año se prevé que el número de abonados crezca a 9 millones, si comparamos esta cifra con el censo poblacional del Instituto Nacional de Estadística de 2002 que dio un total de 11,237,196 habitantes podemos ver el impacto que la telefonía móvil ha tenido en el país, y los alcances que puede llegar a tener. En nuestro país operan tres compañías de telefonía celular GSM/EGPRS y se prevé la inserción de por lo menos una más.

Muchos aspectos importantes se ven inmersos en la operación de una red de telefonía celular GSM/GPRS los cuales se convierten en beneficio para el usuario final. Entre los alcances de una red de este tipo se pueden mencionar:

- **Internet al alcance de la mano:** ahora podemos tener acceso a la web incluso en lugares donde la telefonía fija no ha llegado, podemos surfear

desde nuestro móvil o de una PC con solo conectarla al teléfono. Enviar y recibir correos electrónicos e incluso trabajar con una oficina virtual mientras nos encontramos de viaje ya sea en el interior del país o fuera de él.

- **Áreas de cobertura aceptables:** como se mencionó anteriormente, actualmente las áreas de cobertura alcanzan niveles bastante aceptables y siguen en crecimiento, esto nos permitirá acceder a los servicios de datos casi en cualquier lugar que nos encontremos.
- **Optimización de empresas con numerosas sucursales:** con la utilización del servicio PoC, tenemos comunicación inmediata con personas de una empresa, que se encuentra desarrollando procesos en diferentes áreas de producción. Ayudándonos esto a optimizar recursos y agilizar operaciones.
- **Excelente manejo de datos:** con la administración de los datos en forma de paquetes, la red GPRS puede dar servicio a más usuarios, ya que comparte los sus recursos entre los abonados y maximiza su operación.
- **Automatización de procesos administrados remotamente:** con la utilización de equipo electrónico controlado vía GPRS, podemos no solo automatizar procesos sino que controlarlos desde cualquier parte en la que tengamos acceso a Internet ahorrando recursos, tiempo y dinero.
- **Control Vehicular:** AVL representa una herramienta muy útil en el control de vehículos, tanto en el aspecto de seguridad como de planificación.



- **Predisposición a 2.5G y 3G:** La implementación de una plataforma de datos GPRS en una red GSM es el punto de partida hacia las redes de tercera generación, ya que la migración hacia 3G (UMTS) utiliza la misma plataforma de datos de GSM existente y coexiste con la red 2G, logrando de esta forma que los operadores de servicio puedan migrar de una tecnología a otra sin mayores cambios en su red y brindarle a los usuarios los servicios con ambas redes.

#### 4.4.2 Limitaciones

Las redes de telefonía tienen limitantes que con el paso de la evolución tecnológica serán eliminados hasta cierto punto, las redes GSM/EGPRS son un claro ejemplo, poseen restricciones que perjudican la operación que se realice al utilizar el servicio de datos o voz según las condiciones de cobertura, cantidad de información, o urgencia con que deseemos trabajar sobre la red. Las limitaciones pueden ser de distinta índole tales como:

- **Velocidades de transferencia de datos más lentas que lo esperado:** a fin de conseguir las velocidades de transferencia de datos máximas teóricas requeriría que un usuario solo fuera asignado 8 intervalos de tiempo en el portador de interfaz de aire específico sin la protección de error. Este con poca probabilidad pasará por varios motivos. Es improbable que un operador asigne 8 intervalos de tiempo por portador a datos, debido a que con esto se dejan por un lado los servicios de voz, a menos que coloque algunos o todos dinámicos. Los microteléfonos GPRS más planeados sólo apoyarán hasta 4 intervalos de tiempo para navegación en móvil aunque logramos mejores conexiones con las unidades de MODEM GPRS.

- **Capacidad de Celda y Cobertura:** aunque GPRS pueda utilizar la capacidad redundante en el interfaz de aire, esto puede requerir la asignación de intervalos de tiempo posiblemente a cargo de usuarios de voz. Un conflicto puede ocurrir entre el nivel de servicio requerido por usuarios de voz y aquellos usuarios de datos GPRS.

Como toda red de telefonía celular, existirán áreas del país en que la cobertura es bastante pobre o nula, debido a que en las prioridades de crecimiento de la red no han sido contempladas. Estos puntos afectan el tráfico tanto de voz como de datos para usuarios que se mueven dentro de ellas. Los servicios como AVL o PoC se ven afectados de gran manera al no poder localizar vehículos o personas que se encuentran fuera del alcance de celda.

Con la utilización del servicio PoC tenemos la limitante de las pocas ranuras de tiempo que los operadores dedican a datos, por lo tanto no podemos tener comunicación con demasiadas personas que reciban señal de la misma celda ya que la capacidad es limitada, y tendríamos demasiado retardo.

- **Transmisión de Banda estrecha de GSM:** la transmisión de radio de GSM es limitada por la amplitud de banda de 200 KHz. Siendo optimizado para la transmisión de discurso esta transmisión de banda estrecha permite sólo velocidades de transferencia de datos de hasta aproximadamente 100 kbps, teóricamente con EDGE hasta aproximadamente 473 kbps. Las bandas de frecuencia que son asignadas a los operadores de telefonía celular por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala son limitadas por lo que la capacidad de usuarios está restringida según el ancho de banda que posea el proveedor de servicio.

- **Técnica de Modulación Subóptima:** la modulación de interfaz de Aire Corriente usa GMSK. Las técnicas de modulación más eficientes están disponibles ahora (como 8PSK usado en la tecnología de EDGE o WCDMA utilizada para UMTS) que puede aumentar considerablemente las velocidades de transferencia de datos disponibles sin el aumento de las exigencias de recurso de interfaz de aire.
- **Tardanzas de Tránsito:** la disponibilidad de GPRS es limitada por recursos de red y la aplicación de niveles de QoS altos son intensivos de recurso y puede no ser alcanzables en las etapas tempranas de GPRS. Esto no puede garantizar la ruta tomada por cada paquete y las tardanzas de nueva transmisión incurridas con paquetes errados. Por lo tanto, las tardanzas de tránsito no pueden ser garantizadas, haciéndolo menos satisfactorio a aplicaciones de tiempo real.
- **Ninguna Tienda y Avanzado:** a Diferencia de SMS, donde los mensajes son almacenados hasta que el recipiente esté disponible para recibirlos, GPRS no hace tal provisión. Los paquetes que no pueden ser entregados son generalmente desechados, o almacenados en un servidor de Internet para que el usuario pueda recuperarlos.

#### **4.5 Diseño de Aplicación en la Industria Agrícola Guatemalteca.**

Guatemala exporta productos tradicionales como café, cardamomo, algodón, azúcar y banano; también productos agrícolas no tradicionales como arveja china, arveja dulce, brócoli, col de bruselas, mini vegetales, y otra gran cantidad de productos agrícolas, los cuales se han posicionado en los más importantes mercados mundiales.

En los procesos de producción se ven involucrados una serie de pasos que son necesarios para crear productos de calidad, que cumplan estándares establecidos internacionalmente para lograr que sean altamente competitivos para su mejor comercialización. Existen herramientas que ayudan a maximizar recursos, agilizar acciones, y por ende facilitar las actividades de los trabajadores que repercute en beneficios para la empresa.

Con la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio entre los Estados Unidos y los países del área centro de América, se hace necesaria además de la ayuda de entidades públicas mediante estrategias acertadas y orientadas a las y los productores agrícolas, particularmente pequeños y medianos, con políticas de apoyo para la producción; la inserción de nuevas tecnologías que ayudarán a mejorar los procesos de producción valiéndose por ejemplo de los servicios que una plataforma GPRS proporciona, y adecuándolos a las distintas actividades agrarias trabajando los productores coordinados en sociedades para incrementar su oferta y mejorar sus estándares de calidad para tener mejores opciones en el mercado internacional.

Es importante tomar en cuenta que vender en el mercado externo requiere de grandes sacrificios por lo cual se deben implementar nuevas técnicas, procedimientos y métodos. Lo primero y esencial es mantener y revalorizar la actitud positiva de todo empresario, teniendo en cuenta que esto generará un crecimiento económico para la empresa y por ende para el país.

Podemos encontrar en el mercado equipos electrónicos que desempeñan funciones que ayudarían en las actividades de producción y que actuando sobre una red celular pueden enviar los datos de un punto a otro para su

interpretación en una unidad de almacenamiento, control y procesamiento, o aplicaciones M2M para ayudar en los procesos de una industria agrícola.

En toda actividad comercial es necesaria la transferencia de datos para que las distintas entidades que conforman las sociedades o empresas estén constantemente informadas de los movimientos que se dan en la misma. El enfoque del presente reporte está dirigido a una sociedad agraria, que trabaja sobre productos agrícolas y el mejor aprovechamiento de los servicios que provee una plataforma de datos GPRS sobre una red de telefonía celular GSM.

#### **4.5.1 Inserción de la tecnología GSM/GPRS en los procesos**

Las actividades agrarias poseen distintos procedimientos en las fases de siembra, fumigación, control de plagas, cosecha, recolección, empaçado, almacenamiento hasta su entrega final entre otros, pero coinciden en el proceso propiamente dicho aunque varíen por el tipo de producto. Además se ven involucradas otras actividades que intervienen en la operación de una empresa de este tipo, tales como: comunicación, seguridad, transporte etc. acciones en las cuales podemos valernos de nuevas tecnologías para mejorarlas como por ejemplo:

##### **4.5.1.1 Control sobre sistemas de riego, fertilizantes, motores, etc.**

En muchos procesos agrícolas se tienen procesos que no sería necesaria la presencia física para realizar ciertas actividades que remotamente podríamos hacer teniendo una unidad de acceso remoto. Existen en el mercado una gran gama de módem GPRS, los cuales mantienen una conexión a Internet, por medio de la cual envía y recibe datos con un servidor que podrá incluso

manejar una red interna con unidades colocadas en varias fincas. Con la ayuda de este servidor el agricultor podrá hacer su propia programación y esta se ejecutará automáticamente al enviar los datos a cada una de las unidades remotas, restringiendo incluso el uso sólo a personal autorizado por medio de claves de seguridad.

Con un solo centro de control podemos conectar motores, pozos, sensores, válvulas, etc. debido a su bajo consumo de energía el sistema está optimizado para poder trabajar con distintos tipos de alimentación: 220 Vac, 12 Vcd, batería o panel solar.

El equipo podrá intervenir en los procesos de:

- **Sistemas de riego:** control y automatización de redes de suministros de agua para irrigación.
- **Control de fumigación:** supervisión y control en el manejo de plagas, evitando el contacto humano con sustancias dañinas.
- **Manejo de bombas y motores:** control de equipo remotamente para los distintos procesos en la transformación que sufren ciertos productos.
- **Aires acondicionados en cuartos fríos:** supervisión y control de instalaciones de frío industrial para empresas que manejan producto congelado.
- **Manejo de alarmas:** monitoreo constante de embalses, temperaturas, plagas, etc.
- **Sistema de iluminación:** control de la iluminación en áreas alejadas.
- **Etc.**

#### 4.5.1.2 Automatización de Bodegas

**Mejor manejo de mercaderías en bodegas:** las empresas agrícolas deben apoyarse de distintas fincas donde cosechar y procesar sus productos para aumentar su volumen de producción. Cada una de estas posee su propia bodega de almacenamiento e incluso bodegas secundarias que pueden tener ubicación no cercana a la casa matriz. Con el fin de mantener información tanto por bodega como global para llevar record de producción existen equipos móviles que leen los códigos de barras de los productos empacados y envían los datos vía GPRS a equipos de cómputo que procesan dicha información. Esta información es enviada por la red GSM/GPRS en línea a bodegas que poseen cobertura celular. Si el lugar de toma de datos no posee cobertura celular, el equipo mantiene almacenada la información y envía los datos al entrar al área de cobertura.

En la administración de bodegas los operadores logísticos, pueden ingresar de la forma más conveniente para ellos la mercadería, ubicarla en forma automática, y después poder localizarla de manera sencilla para preparar los pedidos o ubicar lotes de stock. Esta tecnología impacta directamente en el negocio, ahorrando tiempo, evitando errores y, por supuesto, ahorrando dinero que es lo más importante. Todo ese proceso logístico, con este tipo de herramientas móviles, portátiles y conectadas online, hacen que los tiempos se acorten y los ahorros de dinero sean muy importantes, y evidentemente esto impacta en forma directa en los márgenes de ganancias.

Evidentemente depende bastante de cada empresa en que se implemente, pero algunos proveedores de este equipo apuestan a lograr ahorros de entre 30% y 40%, según los casos. Esto es porque se disminuye la cantidad de horas/hombre en la recepción de pedidos. Y se evitan errores,

porque todo lo que se hacía de forma manual, se evita con la tecnología, además la información enviada se almacena en una PC, la cual en cualquier momento podemos acceder para ver inventarios, estadísticas y mantener un control más detallado de los artículos.

**Sistemas de seguridad en bodegas:** la bodega es uno de los puntos más vulnerables de una empresa en lo que a seguridad se refiere, ya que se encuentran expuestas a actos vandálicos. Para mejorar algunos de estos aspectos existen alarmas electrónicas que detectan ingreso de personal no autorizado en horarios no hábiles, robo de artículos etc. con la ayuda de la transferencia de datos vía GPRS, estos datos pueden ser enviados a los agentes de seguridad, personal que debe estar enterado, y un equipo de computo que almacenará la información para mantener un record de los acontecimiento en las instalaciones.

Con la colocación de cámaras en bodegas se tiene control de los movimientos que en ella se realizan durante el día y la noche, necesarios para mantener un control estricto de la mercadería, y con la ayuda de equipo de almacenamiento y de la red GSM/GPRS podemos acceder remotamente y visualizar parte de dichas grabaciones para mantener información periódica de lo que sucede en dichas instalaciones.

#### **4.5.1.3 Vehículos**

Una industria agrícola por lo regular posee vehículos destinados a distintas actividades que van desde maquinaria pesada como tractores para arar cultivos y llegar a los lugares más accidentados de las fincas, flotas de camiones para entrega de mercadería o traslado del producto, pick-ups y camionetas agrícolas



para movilidad del personal, hasta vehículos de dos ruedas para entrega de correspondencia, etc. para mantener un control del movimiento de estos, el servicio de localización vehicular AVL es una herramienta muy útil, ya que no solo cubrimos aspectos de seguridad sino que podemos tomar decisiones rápidas en cambios de ruta, mantener informado al cliente de tiempos exactos de entrega de mercadería, etc. Conociendo la ubicación exacta de cada una de las unidades, se pueden presentar las siguientes situaciones:

**Vehículo fuera de ruta:** esta acción puede obedecer a desvíos en la carretera por reparación o accidentes, actos delictivos o simplemente una maniobra que realice el piloto para evitar tráfico y entregar los pedidos con menor retardo, movimientos de los cuales podemos tener control.

**Vehículo inmóvil:** al recibir la información de que una unidad se ha quedado mucho tiempo inmóvil y no se ha tenido reporte del piloto, se pueden enviar grupos de ayuda por si se tratara de accidentes o desperfectos mecánicos, en los casos de tráfico en carretera se puede informar al receptor de la mercadería de dicho retardo para mantener informadas a las partes interesadas.

**Vehículo robado:** en los casos de robo existen alarmas que para informar a las centrales y autoridades policiales, para una rápida acción.

**Cambios de ruta:** estando en una central de monitoreo se tienen a la mano información que muchas veces los pilotos no poseen, por lo que decidir en cambios de ruta repentinos puede ser más fácil sin temor a equivocaciones para un manejo de mercaderías más eficientes.

Existe una gran gama de aplicaciones que se le puede dar al servicio de localización vehicular trabajando sobre la plataforma de GPRS, que nos conduce a un manejo más eficiente de entregas, mayor seguridad sobre los vehículos y mercadería, etc. Aspectos que se transforman en beneficios para las empresas.

#### **4.5.1.4 Comunicación**

Dentro de una empresa de cualquier tipo la comunicación es muy importante para garantizar que el comercio camina de buena forma. Dentro de una empresa agrícola existen distintas entidades que deben mantener una comunicación constante a un bajo costo y conexión a la red con clientes tanto dentro como fuera del país.

**Comunicación De Voz:** para comunicaciones de corta duración pero que se realizan constantemente la utilización del servicio PoC es una solución viable, ya que el costo de las terminales es menor al de una unidad de radio trunking y sus dimensiones son mucho mas pequeñas, además el servicio tiene una cuota mensual con llamadas ilimitadas, nos proporciona confidencialidad y acceso inmediato teniendo como único requisito poseer cobertura de telefonía celular GSM/GPRS y por supuesto el servicio PoC activo.

**Transferencia de Datos:** con la finalidad de mantener una comunicación con clientes, proveedores, oficinas centrales y filiales de la empresa el servicio de Internet GPRS es una herramienta muy útil para la comunicación de datos móvil. El comercio móvil se hace realidad, y con la cobertura de telefonía celular que los operadores del país proporcionan podemos mantener

comunicación constante en la ciudad, el interior de la República y en el extranjero vía *Roaming*.

Podemos estar conectados a la red en lugares donde los enlaces dedicados de datos son imposibles de llegar, ayudarnos de la cobertura de telefonía celular para poder hacer uso de equipo GSM/GPRS y conectarnos a la red o simplemente enviar y recibir correos electrónicos, para realizar una conexión podemos disponer de los siguientes equipos:

- Tarjetas GSM/GPRS para PC Portátil
- *MODEM* GPRS para PC *Desktop*
- Terminal celular conectado vía USB, *Blue Tooth* a una PC
- Desde la unidad *BlackBerry*.

## CONCLUSIONES

1. La inserción de la plataforma de transferencia de datos GPRS a una red de telefonía celular GSM fijó el rumbo a seguir de las redes de comunicación celular, que es el manejo de datos más eficiente para brindar servicios que satisfagan las necesidades de conectividad, velocidad, QoC, cobertura y disponibilidad que los usuarios necesitan.
2. EGPRS es una solución 3G estándar, para operadores que pretenden implementar redes UMTS en un futuro, representa además una medida económica para sitios de celda donde no será rentable la instalación de equipo de Tercera Generación, y que podrá ofrecer los servicios de datos a velocidades aceptables para suplir las necesidades de los abonados.
3. Los servicios que nacieron con la llegada de GPRS a una red de GSM revolucionaron el concepto de comunicación móvil, han cimentado la idea de que las comunicaciones celulares no son solo de voz sino también navegación por Internet y WAP, correo electrónico, aplicaciones multimedia, música, oficina virtual, comercio móvil, etc. Tenemos acceso inmediato a toda forma de comunicación desde un aparato celular y con completa movilidad.
4. La cantidad de usuarios de telefonía móvil ha tenido un crecimiento acelerado en nuestro país, y cada vez son más los usuarios que utilizan los servicios de datos. Con el aumento de la demanda de estos servicios los operadores podrán ampliar su portafolio, además de ofrecer mejores condiciones de cobro, permitiendo que más personas

puedan hacer uso de ellos y aplicarlos en la labor que desempeñen dentro de la sociedad.

5. El mercado nacional de telecomunicaciones celulares esta cubierto adecuadamente por los operadores servicio, lo cual da la oportunidad a que más aplicaciones se puedan ir desarrollando, aprovechando la plataforma de transferencia de datos, sin tener que hacer grandes gastos en equipo y enlaces dedicados, y suplir las necesidades del medio sabiendo que el costo de inversión será retornado en cortos lapsos de tiempo.
6. La aplicación de los servicios de datos GSM/GPRS en la industria pueden ser una solución viable para optimizar procesos, solucionar problemas, mejorar la productividad, cubrir aspectos de seguridad, etc. Muchas acciones que a diario se realizan en las entidades comerciales de producción pueden ser automatizadas y simplificadas para facilitar su desarrollo y reflejar el beneficio para la empresa.
7. Las industrias agrícolas del país representan gran parte de la economía nacional, y con la ayuda de equipo que mejore sus procesos de producción, que mantenga control en actividades como recolección, almacenamiento y entrega de producto, transformación de la materia prima, seguridad, comunicación constante, etc. se puede lograr que los agricultores empiecen a manejar estándares de calidad que los pueden hacer más competitivos tanto en el mercado nacional como internacional, trazando la forma de ver hacia nuevos horizontes de desarrollo y prosperidad.

## RECOMENDACIONES

1. Las comunicaciones móviles poseen tecnologías que van en crecimiento acelerado. Es importante impulsar en los jóvenes estudiantes de las carreras tecnológicas el desarrollo de equipo que se apoye de la red global de telefonía celular para comunicarse con su complemento funcional y que las distancias no sean un obstáculo, sino un pretexto para crear soluciones que operen en beneficio de la sociedad.
2. La implementación del comercio móvil es una aplicación innovadora que permitirá a empresarios realizar negocios, adquirir productos ofrecer servicios, etc. sin tener que estar en una oficina, maximizando de esta forma su tiempo, por lo que es importante impulsar su aplicación a comerciantes de todo nivel y elevar la forma de hacer negocios y explorar nuevos horizontes sabiendo que las herramientas están disponibles en una red GSM/GPRS.
3. Es importante impulsar soluciones que ayuden a mejorar operaciones en una empresa agrícola auxiliándonos de una red de telefonía celular GSM/GPRS. Aprovechando sus servicios para mejorar condiciones de trabajo, procesos de producción o administración, con el fin de que los productores agrícolas aumenten el control sobre sus productos, además de mejorarlos y hacerlos más competitivos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Regis j. (Bud) Bates. **GPRS**. (Estados Unidos: McGraw Hill, 2002) p23
2. Álvaro Pachón de la Cruz. **Evolución de los Sistemas Móviles Celulares GSM**. (Calí, Colombia: Universidad ICESI. 2004) p19
3. Timo Jalonen, *et. al.* **GSM, GPRS and EDGE Performance**. (2a Edición; Gran Bretaña: John Wiley & Sons Ltd, 2003) p22
4. AIRCOM Internacional. **GPRS Techlogy for Engineers**. (Inglaterra: Grosvenor House, 2002) p11-16 cap. 5
5. Timo Jalonen, *et. al.* **GSM, GPRS and EDGE Performance**. (2a Edición; Gran Bretaña: John Wiley & Sons Ltd, 2003) p49





## BIBLIOGRAFÍA

1. Halonen T., Romero J., Melerom J. **GSM, GPRS, AND EDGE Performances Evolution Towards 3G/UMTS**. 2era Edición, Inglaterra: Editorial Wiley, 2003. 656pp.
2. Maciej J., Mischa D., A. Hamid. **Understanding UMTS Radio Network Modelling, Planning and Automated Optimisation**. Inglaterra: Editorial Wiley, 2006. 547pp.
3. Juha Coronen. **Introduction to 3G Mobile Communications**. 2a Edición, Estados Unidos: Artech House, 2003. 568pp.
4. Emmanuel S., Patrick S., Pierre-Jean P. **EDGE for Mobile Internet**. Estados Unidos: Artech House, 2003. 241pp
5. Nortel Networks. **BSS Overview**. Francia: 2005, 266pp.
6. AIRCOM Internacional. **GPRS Techlogy for Engineers**. Inglaterra: Grosvenor House, 2002. 234pp. Obtnido de <http://www.aircom.co.uk>
7. Nokia. **Push to Talk Over Cellular – Stay Connected**. Finlandia: 2006. 12pp. Obtenido de <http://www.nokia.com>
8. Nortel Networks. **GSM Sistem Overview (for Training)**. Francia: 2001. 438pp.
9. José Solana, Ana Sobrino. “Arquitectura y Protocolos para el desarrollo de valor añadido sobre redes GPRS y UMTS”. **Telefónica Investigación y Desarrollo**. (España) (21) 105-116. 2001
10. Álvaro Pachón de la Cruz. **Evolución de los Sistemas Móviles Celulares GSM**. Calí, Colombia: Universidad ICESI. 2004

11. Harri Holma y Antti Toskala. **WCDMA for UMTS, Radio Access for Third Generation Mobile Communications**. 3ra Edición, Inglaterra Editorial Wiley, 2004. 481pp.
12. Lars Ekeroth y Per-Martin Hedstr.m. "Nodos de Soporte de GPRS". **Ericsson Review**. (3): 169.2000
13. Javier Gutiérrez *et. al.* "Experiencia de Servicios sobre el Piloto de red GPRS". **Telefónica Investigación y Desarrollo**. (España) (20). 2001
14. Nokia. **BlackBerry Conect and Nokia (Manual de Usuario V1.0)**. Finlandia: 2006. 36pp
15. Steinar Dahlin y Erik rnulf. "La Evolución de la red según Ericsson". **Ericsson Review**. (4): 213.1999
15. Christoffer Andersson y Patrik Svensson. "Internet Móvil - ¿Un Cambio Fundamental en la Industria?". **Ericsson Review**. (4): 213.1999
16. Nokia. **The Nokia 3G SGSN Description (Release 1)**. Finlandia: 2000. 82pp. Obtenido de *Nokia Siemens Online Services*
17. Nokia. **Nokia Multimedia Application Gateway Description**. Finlandia: 2003. 42pp Obtenido de *Nokia Siemens Online Services*
18. Nokia. **Nokia Gateway GPRS Support Node Description**. Finlandia: 2002. 71pp.
19. *Nortel Networks*. **GSM NSS Overview**. Francia: 2000, 200pp.
20. Ericsson. **EDGE Introduction of high-speed data in GSM/GPRS networks**. 2003. Obtenido de <http://www.ericsson.com>

21. Ericsson. **Basic Concepts of WCDMA Radio Access Network**. 2001. Obtenido de <http://www.ericsson.com>
22. *International Ingeneering Consortium*. **UMTS Protocols and Protocol Testing**. 2005. 45pp.
23. Tomasi waye. **SISTEMA DE COMUNICACIONES ELECTRONICAS**. 4ta. Edicion. Editorial Prentice Hall, 2003.
23. Ericsson **GSM to WCDMA the Global Choice – White Paper**. 2004. Obtenido de <http://www.ericsson.com>
24. UMTS Forum. **The UMTS Third Generation Market Study**. Informe del UMTS Forum Núm. 17, Agosto 2001. Obtenido de <http://www.umtsforum.com>
25. Super Intendencia de Telecomunicaciones de Guatemala. **[www.sit.gob.gt/estadisticasdelsector.html](http://www.sit.gob.gt/estadisticasdelsector.html)**. Información sobre Telefonía Celular en Guatemala.
26. PESYR Electrónica y Sistemas. **[www.pesyr.com](http://www.pesyr.com)**. Telemetría vía GSM/GPRS.
27. Sistmas Electrónicos Progres, S. A. **[www.progres.es](http://www.progres.es)**. Controles de Fertirrigación y Climatización vía GSM/GPRS.
28. Intermec. **[www.intermec.es](http://www.intermec.es)**. Soluciones móviles.