

Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Electricidad y Electrónica

Análisis y Estudio de Redes GPRS

Trabajo de Titulación para optar al **Titulo de Ingeniero Electrónico**

Profesor Patrocinante: **Sr. Pedro Rey Clericus**

Juan Andrés Sánchez Wevar

Valdivia 2005

Profesor Patrocinante:	
Sr. Pedro Rey Clericus	
Profesores Informantes:	
Sr. Alejandro Villegas Macaya	
Sr. Ricardo Soto Salinas	

Fecha Examen de Titulación

\boldsymbol{A}	mis	Padres:
Л	mus	i aures.

Quienes con su compresión y esfuerzo ayudaron a que pueda llegar hasta donde estoy ahora y permitieron que pueda culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida.

Indice

Resumen	VII
Summary	VIII
Objetivos	IX
Introducción General	X
Capitulo I - Introducción	11
I.1. Objetivo	12
I.2. El sistema GSM	
I.3. Factores del éxito de GSM	13
I.4. La seguridad en GSM	13
I.5. Arquitectura de la red GSM	
I.6. Servicios actuales de GSM	16
I.7. Servicios de datos: Las limitaciones de GSM	18
I.8. WAP y GSM	19
Capitulo II - Aplicaciones en GPRS	22
II.1. Objetivos del capítulo	22
II.2. Socofar – "Toma de Pedidos Móviles"	23
II.3. Host Chile S.A.	24
II.4. Endress+Hauser	25
Capitulo III - Características de una Red GPRS	26
III.1. Objetivos del Capitulo	26
III.2. Descripción	27
III.3. Características técnicas	
III.4. Características del Sistema	30
III.4.1. Sistema de conexión.	
III.4.2. GPRS está basado en conmutación de paquetes	
III.4.3. Reserva flexible de canales	
III.4.4. Envío eficiente de SMS en el interfaz aire	
III.4.5. Direccionamiento	
III.4.6. Seguridad.	
III.4.7. Clases de móviles	
III.5. Ventajas y Desventajas de este sistema	
III.5.1. Ventajas	
III.5.2 Desventajas	35

Capitulo IV - Estudio de la Red GPRS	
IV.1. Objetivos del Capitulo	36
IV.2. Red GPRS	
IV.3. Arquitectura de Red GPRS	
IV.4. Interfaces de Red GPRS	
IV.5. Protocolo	
IV.6. Torre de Protocolos del Plano de Transmisión	
IV.7. Torre de Protocolos del Plano de Señalización	
Capitulo V – Transmisión y Recepción	47
V.1. Objetivos	47
V.2. Concepto Maestro -Esclavo	48
V.3. Flujo de Datos	49
V.4. Multiplexado de Canales Lógicos	50
V.5. Codificación	51
V.6. Transferencia de Datos (Up-Link)	
V.7. Transferencia de Datos (Down-Link)	53
V.8. Disciplinas de Servicio	53
V.8.1. Sin Prioridad	54
V.8.2. Con Prioridad	54
V.8.3. Garantizando QoS	55
Capitulo VI - Experiencia Practica	56
VI.1. Objetivos	56
VI.2. Desarrollo de la experiencia	
VI.2.1. Equipos y programas utilizados	57
VI.2.2. Trabajo Realizado	
VI.2.2.1. Mediciones en el Sitio 1	59
VI.2.2.2. Mediciones en el Sitio 2	64
VI.3. Conclusiones del Capitulo	66
Capitulo VII - Conclusiones	67
Referencias Bibliográficas	68
Anexos	
Modulación GMSK	
Densidad de Potencia Espectral de una señal GMSK	
Glosario	73

Indice de Tablas y Gráficos

Capitulo I	
figura I.1 - Niveles de seguridad en GSM	14
figura I.2 - Arquitectura de la red GSM	15
Capitulo II	
figura II.1 - Esquema de un Sistema Implementado en Chile	24
Capitulo III	
figura III.1 - Incorporación de nuevos nodos en GSM	
figura III.2 Establecimiento de la comunicación	30
Capitulo IV	
figura IV.1 - Arquitectura de red GPRS	38
figura IV.2 - Interfaces de Red GPRS	40
figura IV.3 - Arquitectura de Protocolos	42
figura IV.4 - Torre de Protocolos de Transmisión	43
figura IV.5 - Torre de Protocolos de Señalización	46
Capitulo V	
figura V.1 - Flujo de Datos	50
figura V.2 - Pasos de codificación	51
figura V.3 - Transferencia de datos (Up-Link)	52
figura V.4 - Transferencia de datos (Down-Link)	53
tabla V.1: Canales que componen el MPDCH	48
tabla V.2: Canales que componen el SPDCH	49
tabla V.3: Resumen de los canales lógicos de GPRS	49
tabla V.4: Tipos de Codificación	51
Capitulo VI	
figura VI.3 - Programa Net Monitor Siemens	59
figura VI.4 - Información detallada	60
figura VI.5 - Nivel de señal en Sitio 1	
figura VI.6 - Velocidad promedio	62
figura VI.7 - Opciones del programa Du Meter	62
figura VI.8 - Ventana para guardar datos	63
figura VI.9 - Velocidad máxima de bajada Sitio 1	
figura VI.10 - Nivel de señal Sitio 2	
figura VI.11 - Velocidad máxima de bajada sitio2	65

Resumen

En el presente trabajo de Titulación se entregará un análisis detallado del funcionamiento de una red GPRS, la cual se considera como desarrollo entre la 2ª y 3ª generación de las comunicaciones móviles o inalámbricas. Para lograr esto, se mostrará en principio como es el funcionamiento y los componentes de las redes GSM, información que es importante para comprender de manera mas fácil la estructura de la red GPRS, realizando un estudio y análisis de las distintas partes y componentes que intervienen en este tipo de redes.

En este trabajo se usaron principalmente dos fuentes de información. Consulta a libros para entender ,complementar y poder explicar la base del funcionamiento de esta red, como por ejemplo, los protocolos utilizados en la transmisión. También se uso Internet como fuente bibliográfica, en el cual se pueden encontrar publicaciones con estudios relativos al tema.

Como complemento se realizaron mediciones en forma práctica, para determinar de manera real como se accede o trabaja en Internet usando esta tecnología.

Summary

In the present work of Degree a detailed analysis of the operation of a network GPRS was given, which considers like development between 2^a and 3^a generation of the movable or wireless communications, to obtain this, it was in principle like is the operation and the components of the networks GSM, information that are important to include/understand of easy way but the structure of network GPRS, making a study and analysis of the different parts and components that take part in this type of networks.

In this work two sources of intelligence were used mainly. Consultation to books to understand, to complement and to be able to explain the base of the operation of this network, like for example, the protocols used in the transmission. Also use Internet like bibliographical source, in which publications with studies relative to the subject can be found.

As complement measurements were made in practical form, to determine of real way as it is acceded or it worked in Internet using this technology.

Objetivos

Generales

- ❖ Estudiar y analizar la tecnología de transmisión inalámbrica, que se esta implementando hace poco tiempo en nuestro país, la cual esta específicamente orientada a los sistemas de comunicación por medio de la telefonía celular.
- ❖ Analizar esta tecnología, la cual permite que la telefonía celular pueda prestar mayores opciones de servicios a los usuarios.

Específicos

- ❖ Entregar una síntesis de información, clara y específica de todos los componentes que forman una red GPRS.
- ❖ Conocer como es el funcionamiento de la redes GPRS que se están implementando en el área de telefonía móvil.
- ♦ Realizar un estudio y análisis de los protocolos que se utilizan en estas redes.
- → Realizar mediciones prácticas de velocidad e intensidad de señal, mediante el uso de software, que demuestran la teoría analizada.

Introducción General

A mediados de la década de los 90, el ETSI (European Telecommunication Standard Institute), tomó la decisión de establecer un nuevo estándar basado en el interfaz aire del sistema GSM, para la transmisión de paquetes vía radio denominado GPRS (General Packet Radio System), también conocido como GSM-IP ya que permite una adecuada integración de los protocolos de Internet TCP/IP con la red móvil instalada GSM.

Mientras el actual sistema GSM fue originariamente diseñado con un especial énfasis en las sesiones de voz, el principal objetivo de GPRS es ofrecer un acceso a redes de datos estándar, como TCP/IP. Estas redes consideran GPRS como una subred normal.

El actual sistema GSM opera en un modo de transmisión de circuitos conmutados "extremo a extremo", en el cual los circuitos son reservados a lo largo del sistema para el uso de una sola comunicación incluso cuando no se transmiten datos.

El sistema GPRS ofrece una transmisión de paquetes "enlace a enlace" a lo largo de la red en distintas fases. Por ejemplo, una vez que el paquete de datos ha sido transmitido a través de la interfaz aérea, los recursos radio pueden ser liberados para el uso por parte de otros usuarios. Después de esto, el paquete viaja hacia su destino a través de la red troncal GPRS y posiblemente otra serie de redes incluyendo, por ejemplo Internet.

Capitulo I – Introducción

Vivimos en una época de constantes e inevitables avances tecnológicos y el sector de las telecomunicaciones móviles no es una excepción. Desde hace un par de años y a raíz de la salida al mercado del protocolo WAP, que permitía por primera vez el acceso a Internet desde dispositivos móviles, los analistas del sector comenzaron una incesante carrera por mostrar a los usuarios las aplicaciones que estarían disponibles en un futuro próximo. Descarga de archivos de vídeo y audio, videoconferencia, incluso el poder salir a la calle provistos sólo de un dispositivo móvil, eran sólo algunos ejemplos de los inminentes cambios a los que estaba abocado el sector y que abría las expectativas de unos usuarios ávidos de poder aprovechar al máximo las capacidades de sus dispositivos móviles.

Para muchos, UMTS sería la tecnología que posibilitaría esta revolución de las comunicaciones móviles, ofreciendo a los usuarios unos servicios apenas imaginables hace unos años y generando suculentos beneficios a las empresas del sector.

Pero, como se ha podido comprobar, UMTS tardará en llegar y cuando la infraestructura necesaria esté disponible y existan dispositivos preparados para ofrecerla, no podrá alcanzar las velocidades máximas prometidas en un principio.

Ante esta situación todas las miradas recaen ahora en GPRS, una tecnología que en un principio iba a servir de puente entre GSM y UMTS pero que cada día cobra más importancia cuando hablamos de ofrecer servicios de datos a través del móvil. Es por esta razón, que antes de introducirnos en el tema GPRS, es conveniente conocer primero su antecesor GSM, puesto que utiliza esta misma red para su funcionamiento.

I.1. Objetivo

♦ Analizar la estructura y las principales características del sistema GSM, el cual sirve como plataforma para la red GPRS.

I.2. El sistema GSM

El éxito de los sistemas analógicos provocó un extraordinario aumento en el número de usuarios de telefonía móvil que superó las previsiones estimadas por las compañías. Los usuarios demandaban redes de comunicaciones más seguras, de mayor calidad en la recepción y que les permitiesen una mayor movilidad en las comunicaciones a través de edificios ciudades o países, pero para ello, las comunicaciones analógicas mostraban grandes limitaciones.

La solución llegó con la digitalización y el sistema GSM, que nació como estándar internacional de comunicaciones digitales móviles en 1987 tras la firma por 13 países del MOU (Memorandum de comprensión). Con este tratado se acordó la construcción de un sistema de comunicaciones que operara en una banda de 900 Mhz. Así, GSM no sólo se convirtió en un estándar europeo, sino que se utiliza en gran parte del mundo.

Con GSM la telefonía móvil ha ido desarrollándose hasta convertirse en una verdadera revolución tecnológica que ha cambiado la percepción de la telefonía y las comunicaciones del consumidor, llegando a ser, para muchos, un elemento imprescindible de su vida cotidiana, tanto personal como profesionalmente. Además de las altas prestaciones que ofrece GSM, la incorporación de los sistemas digitales redujo el coste de las redes, puesto que las estaciones base y las centrales de conmutación digitales son más económicas que las analógicas.

Dado que se trata de un estándar mundial, permite la utilización de estos servicios por toda Europa, así como en muchos países de Oceanía, Asia y África. En la actualidad se utiliza en 171 países y existen 400 redes mundiales de GSM.

I.3. Factores del éxito de GSM

Han sido varios los factores que combinados, han contribuido al éxito de GSM en los últimos años:

- ♦ Abarata y simplifica el uso de la telefonía móvil.
- ♦ Aceptación de carácter universal.
- ♦ Compatibilidad con las tecnologías actuales y futuras.
- ♦ Acceso a servicios de gran utilidad.
- ♦ Ofrece gran calidad de voz.
- ♦ Distinción de los tipos de datos y adecuación a cada uno de ellos.
- ♦ Permite el *roaming* internacional.
- ❖ Incorpora mecanismos de seguridad fiables.

I.4. La seguridad en GSM

La seguridad es uno de los elementos clave del éxito de GSM. Esta tecnología asegura la privacidad, integridad y confidencialidad de las llamadas efectuadas por los usuarios. Para ello incorpora Smart Cards que contienen la identificación personal del suscriptor e información del servicio.

El elemento clave en la identificación del usuario es el módulo de identidad del suscriptor, más conocido como SIM. El SIM es una pequeña tarjeta con un chip impreso que va insertada dentro de cada terminal móvil y que, al contrario de otros sistemas celulares contiene toda la información del usuario. Este sistema permite ciertas ventajas; por ejemplo, si existe una avería en el móvil, el usuario no tiene por qué quedarse sin número de teléfono, ya que puede insertar el SIM en otro móvil y recibir llamadas a través de él. El SIM está protegido por una clave de acceso numérica de cuatro dígitos que es el PIN o número de identificación personal.

Pero la seguridad de los sistemas GSM no queda ahí . De hecho hay una serie de sistemas de encriptación mediante algoritmos que protegen la confidencialidad de las comunicaciones.

1. Autenticación de la Seńal

2. La confidencialidad de los datos
de Seńal y del usuario

3. la confidencialidad de la identidad
del suscriptor

figura I.1 – Niveles de seguridad en GSM

I.5. Arquitectura de la red GSM

A continuación se nombran las características técnicas fundamentales del sistema GSM, que se divide en tres niveles principales:

Estación móvil (Mobile Station, MS): Es el terminal del usuario dotado de la tarjeta SIM, tarjeta que identifica al usuario a través del IMSI como miembro de una red de telefonía celular concreta y permite utilizar los servicios correspondientes una vez identificados por dicha red. La tarjeta inteligente SIM que sigue las normas ISO, almacena los datos del usuario, lo que permite comunicarse independientemente del terminal que emplee.

Estación Base (Base Station Subsystem, BSS): Sistema encargado de controlar las comunicaciones de radio del terminal. Está en contacto con el sistema de red (NSS), a través del cual conecta al usuario del móvil con otros usuarios. Está compuesto de dos unidades:

- Estación de transmisión (*Base Transciever Station*, BTS): Se encarga de gestionar las comunicaciones por radio de las estaciones móviles. Proporciona un número de canales de radio a la zona a la que da servicio.
- Controlador de la estación (*Base Station Controlle*r, BSC): Gestiona los recursos de radio de una o varias estaciones de transmisión, enlazándolas con el centro de conmutación de servicios

móviles. La función primaria es el mantenimiento de la llamada, así como la adaptación de la velocidad del enlace de radio al estándar de 64 bps utilizado por la red.

Sistema de Red (Network Subsystem, NSS): su componente principal es el Centro de Servicios Móviles (Mobile Services Switching Center MSC). Se encarga de todas las tareas informáticas: registra y verifica las comunicaciones. Actualiza la localización del usuario, gestiona los problemas de saturación, direcciona las llamadas, interconecta a los usuarios entre sí y con la red fija. Resumiendo, gestiona las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones. Dentro de la estructura del NSS hay una serie de subsistemas que se encargan de controlar diversas funciones del móvil:

- Visitor Location Register (VLR): Controla el tipo de conexiones que un terminal puede hacer.
- *Home Location Register* (HLR): Contiene la información sobre el cliente del servicio y la localización actual del terminal. Mediante el HLR se verifica si un usuario que se conecta dispone de un contrato de servicio.
- Short Message System Center (SMSC): Gestiona los mensajes de texto SMS.
- Authentication Center (AC): Garantiza la autenticación del usuario.

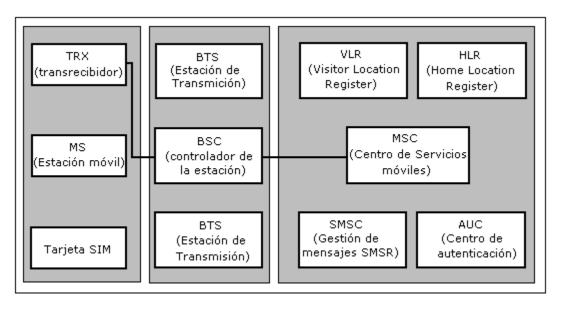


figura I.2 – Arquitectura de la red GSM

I.6. Servicios actuales de GSM

El éxito de GSM como un estándar abierto trajo consigo un mercado global y multiproveedor para infraestructura, terminales y desarrollo de aplicaciones. En la actualidad GSM ofrece una amplia variedad de servicios y aplicaciones que pueden ser implementadas por los operadores en sus sistemas. No todos los servicios y prestaciones están implementados en todos los terminales GSM del mercado, pero sirven de referencia para corroborar la expansión de GSM desde su lanzamiento, cuando ofrecía básicamente servicios de voz (transmisión y recepción de llamadas).

Los servicios descritos a continuación constituyen una selección representativa de los mismo, sin pretender abarcar todos los existentes.

- EFR (Enhanced Full Rate): sistema a través del cual se aumenta la calidad de comunicación codificando la señal de voz .
- Buzón de voz: servicio de contestador automático en el teléfono móvil que puede activarse en caso de tener desconectado el móvil o de estar fuera de cobertura.
- Agenda electrónica: permite almacenar en el SIM una cantidad variable, según el modelo de terminal, de números de teléfono.
- Reconocimiento de voz: permite elegir a través de la voz el número destinatario.
- Llamadas de emergencia: servicio para número de emergencias disponible incluso con el teclado bloqueado o sin disponer de tarjeta SIM.
- Servicio de conferencia: también denominado llamada múltiple, permite mantener una comunicación simultánea con múltiples usuarios.
- Roaming: posibilidad de usar el terminal y la tarjeta SIM en redes GSM de otros países.
- CLIP (Calling Line Identification Presentation): permite ver en pantalla el número que nos está llamando.
- CLIR (Calling Line Identification Restriction) impide que el número llamante sea visto por alguien anónimo.
- Visualización de créditos / costos: la operadora facilita, a través de una llamada, el saldo disponible o el gasto efectuado.

- Control del gasto: función que se ejecuta a través de la operadora, que calcula el gasto y restringe las llamadas al llegar al límite fijado por el propio usuario.
- Llamada en espera: notificación de llamadas en espera y posibilidad de retener momentáneamente la comunicación y recuperarla posteriormente.
- Desvío de llamada: permite el desvío automático de las llamadas hacia el buzón de voz, o hacia cualquier otro número de teléfono de una red de telefonía móvil o fija nacional.
- Reenvío de llamadas para otro número: permite redirigir una llamada una tercera persona.
- Filtros de llamadas: posibilidad de impedir la recepción / transmisión de llamadas por parte de ciertos destinatarios designados por el usuario.
- Vibración del móvil: sustituye a la señal acústica o luminosa para avisar al usuario de una llamada entrante.
- Servicio de mensajes cortos (SMS): envío y recepción de mensajes de texto de hasta 160 caracteres.
- Sistema T9: sistema de escritura de mensajes cortos que recurre a las palabras de un diccionario interno con sólo escribir las primeras letras.
- Mensajes a grupos: permite crear una lista de distribución de mensajes SMS y enviar un mismo mensaje a varios destinatarios a la vez.
- Chat: participación en tiempo real y mediante SMS en conversaciones con un gran número de usuarios.
- Transmisión y recepción de datos y fax con velocidades de hasta 9,6 kbps.
- WAP: acceso a información de Internet creada específicamente para dispositivos móviles.
- Juego: juegos clásicos como el tetris, el buscaminas o el tres en raya son ya comunes en muchos modelos de móviles.
- IrDA: Sistema de comunicación a través de señales infrarrojas que permite al móvil transmitir información a un ordenador o impresora.
- Módem: el teléfono móvil puede actuar como un módem, conectándose al ordenador y enviando y recibiendo datos a 9.600 Bits por segundo.

Además de estos servicios y prestaciones los teléfonos GSM actuales pueden disponer de las más variadas funcionalidades: reloj, alarma horaria, saludos iniciales personalizables, ajustes estéticos de la pantalla, logos, melodías, etc. que aportan un valor añadido para los usuarios a la hora de utilizar los terminales móviles.

I.7. Servicios de datos: Las limitaciones de GSM

La tecnología GSM fue diseñada en principio para utilizar básicamente servicios de voz. Hoy la mayoría de los servicios GSM están, de hecho, relacionados con la voz: llamadas en espera, servicios de conferencia, filtros de llamadas, etc.

Sin embargo hemos visto cómo se han desarrollado multitud de servicios y aplicaciones de datos que confieren un valor añadido. La penetración de estos servicios no ha sido la esperada y en la actualidad no representan el volumen de ingresos previsto inicialmente por los operadores. Pese a ofrecer soluciones eficaces para la comunicación de datos sencillos, y pese al éxito de servicios como SMS, GSM muestra carencias cuando hablamos de servicios de datos avanzados como WAP, aplicaciones y servicios multimedia y utilización del móvil como módem.

Los principales motivos por los que GSM muestra carencias a la hora de soportar servicios de datos avanzados son los siguientes:

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

I.8. WAP y GSM

El Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas apareció en 1999 como un estándar internacional que permitía por primera vez el acceso desde dispositivos móviles a contenidos y servicios de Internet a través de conexiones inalámbricas.

El desarrollo de este protocolo fue promovido por empresas líderes del sector de las comunicaciones como Nokia, Ericsson, Motorola y Unwired Planet a los que se unieron más de 200 empresas de todo el mundo.

WAP es un protocolo que permite a los móviles con tecnología GSM tener acceso a Internet y utilizar la red. Debido a la velocidad de transmisión (9,6 Kbps) y al interfaz del GSM la navegación no se realiza a través de las páginas HTML, sino que se utiliza el formato WML, lenguaje de marcas basado en XML y que está diseñado exclusivamente para esta tecnología. Este formato permite optimizar los ficheros de datos para poder ser transmitidos por redes GSM.

Cuando WAP apareció en 1999 todos los actores del sector de las comunicaciones inalámbricas profetizaron la explosión del acceso a Internet a través de teléfonos móviles GSM dotados de tecnología WAP, pero hasta el momento las tasas de penetración de esta tecnología no están teniendo los resultados esperados.

Su salida al mercado supuso los siguientes retos para fabricantes y operadoras:

- Crear un nicho de mercado partiendo de cero.
- Cambiar los hábitos de navegación de los internautas, ya que la navegación con WAP no permitía la inclusión de gráficos, animaciones, efectos multimedia ni grandes volúmenes de datos.
- Ofrecer unos servicios útiles y adaptados a las peculiaridades y limitaciones de los dispositivos.

Estos retos iniciales no se han llegado a alcanzar ya que pese a ofrecer una forma sencilla y práctica de acceso a Internet, existen una serie de limitaciones cuando hablamos de WAP bajo GSM:

- a) Tiempo de acceso real a la información muy elevado.
- b) Alto costo de utilización.
- c) No admite elementos gráficos de calidad.
- d) Aplicaciones limitadas y de escaso valor añadido para el usuario.

Conscientes de estas limitaciones, encontramos una característica fundamental que supone la mayor ventaja de WAP y un cambio en las hábitos de navegación tradicionales: la información a la que se accede es información en estado puro.

El usuario accede a un sitio WAP con un propósito determinado, buscando información puntual y desaparecen todos aquellos aspectos que no son relevantes para el usuario (presentaciones flash, banners publicitarios, etc.). Por tanto, el eje fundamental del acceso a contenidos WAP desde los dispositivos móviles deben ser la utilidad de la información contenida en dichos sitios.

Este concepto no consiguió transmitirse correctamente, lo que ha llevado a afirmar que WAP es un protocolo que no tiene cabida dentro de los nuevos sistemas de transmisión emergentes. Sin embargo, es innegable que la aparición de WAP fue el primer paso para acceder a servicios de datos avanzados y que supuso una nueva vía para acceder a la información y recuperarla a través del móvil. Una vía que como hemos visto posee sus limitaciones pero también enormes posibilidades.

De todo lo dicho anteriormente se pueden extraer tres conclusiones:

- ❖ El concepto de WAP es válido y su aparente fracaso se debe sobre todo a la bajas velocidades de acceso. Pero una de las características determinantes de WAP es su capacidad para adaptarse a los nuevos estándares de transmisión de datos que van surgiendo, en concreto GPRS.
- ❖ Por otro lado, el éxito de GSM jugará un papel relevante en el futuro desarrollo de servicios móviles de datos, como cimiento para la construcción de infraestructura y la generación de ingresos a partir de los existentes servicios de Internet móvil mediante

WAP y SMS. Su capacidad de itinerancia junto a una infraestructura abierta, convierten a GSM en la plataforma óptima sobre la que construir las futuras estrategias móviles.

♦ Aumentar la velocidad de 9,6 Kbps adaptando la tecnología GSM a las limitaciones de la banda estrecha, introduciendo la conmutación de paquetes en las comunicaciones móviles. Esto lleva a hablar de GPRS, una evolución del sistema GSM y que permitirá desarrollar nuevos servicios más avanzados y atractivos para el usuario y mejorar los ya existentes.

Capitulo II - Aplicaciones en GPRS

El sistema GPRS (Servicio General de Paquetes por Radio, por sus siglas en inglés) permite el envío y la recepción de información a los celulares dividiendo la información en paquetes, los cuales son transmitidos, reunificados y presentados en la pantalla del teléfono. El GPRS logra esto utilizando la tecnología de ranuras múltiples; la ventaja adicional es que sólo se tiene que pagar por el contenido que se baja de la red y no por todo el tiempo que se está conectado a ella. Por otra parte, al enviarse la información por paquetes de datos se deja disponible el canal de voz.

A través de GPRS se puede enviar y recibir información (e-mails, imágenes, gráficos, etc.) utilizando el mismo equipo celular a través del navegador WAP (Wireless Access Protocol) o utilizando el equipo celular como modem inalámbrico, conectándolo vía el puerto infrarrojo, Bluetooth o cable a una Lap top, PDA u otros dispositivos. A diferencia de CSD y HCSD, con GPRS se puede estar enviando información y simultáneamente contestar una llamada (Always On).

Para interiorizarse en este tema, de que trata esta tecnología o para que sirve, en los puntos II.1, II.2 y II.3, se nombran a modo de ejemplo, tres aplicaciones desarrolladas en nuestro país, basadas en el uso de la tecnología GPRS.

II.1. Objetivos del capítulo

- ❖ En este capitulo se quiere hacer una introducción al tema de las redes inalámbricas de telefonía celular, basadas en la tecnología GPRS.
- ❖ Se entrega un estado del arte, respecto de la situación en que se encuentra la aplicación de esta tecnología en nuestro país.

II.2. Pragma Informática

PRAGMA es una empresa chilena dedicada a proveer soluciones integrales en torno a tecnologías de la información. Esta empresa tiene a su haber el desarrollo de muchos proyectos informáticos de diversa índole.

Socofar - "Toma de Pedidos Móviles"

La solución "Toma de Pedidos Móvil" provee a SOCOFAR una plataforma que apoya el ciclo completo de negocio de sus ejecutivos comerciales, permitiendo la toma de pedidos de productos farmacéuticos y la gestión de cobranza de sus clientes en terreno, mediante el uso de un dispositivo móvil (PDA).

Beneficios del proyecto

Actualmente esta Solución Móvil se encuentra en uso por vendedores a lo largo de todo Chile, y como resultado para la empresa, se puede destacar el mejoramiento en la gestión comercial en terreno, mejoras de procesos y disminución de costos.

II.3. Host Chile S.A.

Host Chile desarrolló una versión mejorada de su programa de Control y Administración de Flota WISETRACK, ahora utilizando como medio de comunicación la tecnología GPRS.

La solución, mediante una combinación de hardware, software y una red de telecomunicaciones permite monitorear y gestionar desde un PC la posición y el desplazamiento de vehículos y personal de una organización en tiempo real con altos estándares de precisión, confiabilidad, transparencia y rentabilidad. Una de las principales innovaciones del sistema es la utilización de la recientemente implementada red celular GSM/GPRS que permite, además de mejoras sustantivas en la calidad y cobertura, una importante disminución en los costos de transmisión, en tanto en dicha tecnología la tarificación se realiza por "cantidad de datos enviados" y no por "minutos conectados", como tradicionalmente ha sido, lo cual le permite adaptarse a los requerimientos de cada cliente en particular. En la figura II.1, se observan lo principales componentes del sistema implementado.

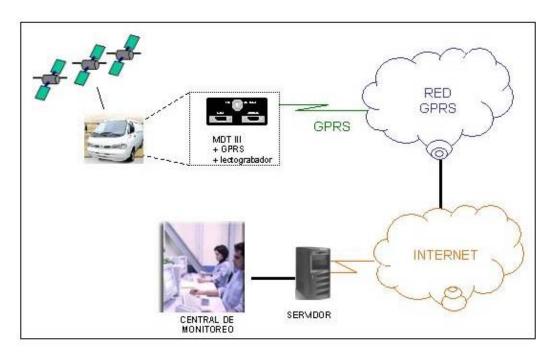


figura II.1 – Esquema de un Sistema Implementado en Chile

II.4. Endress+Hauser

Esta empresa, desarrollo con éxito las pruebas de telemetría, utilizando la red GPRS de ENTEL Pcs. Cumpliendo con las expectativas se realizó la primera prueba de telemetría utilizando el equipo Fieldgate FXA520 de Endress+Hauser en su versión GSM/PCS. El instrumento se comunicó utilizando transferencia de datos GPRS, en las instalaciones de un productor de Cal en la III Región del país.

En la oportunidad, fue posible visualizar desde la sala de reuniones de dicha empresa en Copiapó el nivel del silo ubicado en la División El Salvador de Codelco, a más de 200 kilómetros de distancia. Todo esto utilizando un computador conectado a Internet y un browser.

Capitulo III - Características de una Red GPRS

Lo primero que se debe conocer de las redes GPRS y en general de cualquier sistema que se utilice para comunicar algo o algún tipo de red que se requiera implementar, son sus características técnicas, puesto que esto es un factor determinante y en ellas podemos conocer, por ejemplo, la velocidad de transmisión, el ancho de banda, entre otras cualidades que son determinantes al momento de elegir un sistema de comunicación.

III.1. Objetivos del Capitulo

- ♦ Analizar las características técnicas de las redes GPRS.
- ♦ Analizar sus ventajas y desventajas, las cuales se mostraran en este capitulo.

III.2. Descripción

El sistema GPRS actualiza los servicios de datos GSM para hacerlos compatibles con LANs ,WANs e Internet. Mientras el actual sistema GSM fue originariamente diseñado con un especial énfasis en las sesiones de voz, el principal objetivo de GPRS es ofrecer un acceso a redes de datos estándar, como TCT/IP. Estas redes consideran GPRS como una subred normal. El actual sistema GSM opera en un modo de transmisión de circuitos conmutados "extremo a extremo", en el cual los circuitos son reservados a lo largo del sistema para el uso de una sola comunicación incluso cuando no se transmiten datos.

Cuando un usuario transmite datos, éstos son encapsulados en paquetes cortos, en cuya cabecera se indica las direcciones origen y destino, cada uno de estos paquetes puede seguir rutas diferentes a través de la red hasta llegar a su destino, así mismo, los paquetes originados por distintos usuarios pueden ser intercalados, de esta forma se comparte la capacidad de transmisión. Los paquetes, no son enviados a intervalos de tiempo, sino que cuando se necesita, se asigna la capacidad de la red, siendo liberada cuando no es necesaria. GPRS utiliza los recursos radio solamente cuando hay datos que enviar o recibir, adaptándose así perfectamente a la muy intermitente naturaleza de las aplicaciones de datos.

El uso de los enlaces de este modo conserva la capacidad de red y la interfaz. Además permite a los operadores ofrecer un servicio a mejor precio, ya que la facturación se puede basar en la cantidad de datos enviados o recibidos.

El sistema GPRS, además de las actuales entidades GSM requiere una serie de nuevos elementos como:

→ El nodo GGSN que actúa como pasarela entre la red GPRS y la red pública de datos como IP y X.25, conectando también con otras redes GPRS.

- ♦ El nodo SGSN (servidor que soporta GPRS).
- ♦ La estructura principal o red troncal GPRS (backbone).

Junto con los elementos anteriores, la implementación del servicio GPRS requiere la gestión de la movilidad específica en GPRS, la gestión de red, así como una nueva interfaz aérea para el tráfico de paquetes, nuevas funcionalidades de seguridad para la red troncal GPRS y un nuevo algoritmo de cifrado.

III.3. Características técnicas

El concepto principal que gobierna el comportamiento de GPRS es su orientación a la comunicación de paquetes. La diferencia principal entre una comunicación orientada a circuitos y una orientada a paquetes es la utilización de los recursos de red; mientras en circuitos se ocupa el recurso durante toda la comunicación, en paquetes sólo se requiere cuando existe algo que transmitir o recibir. Si pensamos, por ejemplo, en un acceso a Internet, una conexión de paquetes únicamente usaría los recursos cuando el usuario estuviera bajando una página, no cuando la estuviera consultando. Esto posibilita una mejora en la eficacia de uso de los recursos y permite tarificar no por tiempo de conexión, sino por volumen de datos intercambiado.

Como se aprecia en la figura III.1, GPRS está basado en la arquitectura GSM incorporando dos nuevos nodos, el SGSN (Serving GPRS Support Node) y el GGSN (Gateway GPRS Support Node), cuyas misiones son complementarias. A nivel general, el SGSN es el que se encargará de toda la gestión de la movilidad, y mantenimiento del enlace lógico entre móvil y red, mientras que el GGSN es el que proporciona acceso a las redes de datos actuales, sobre todo a las basadas en IP.

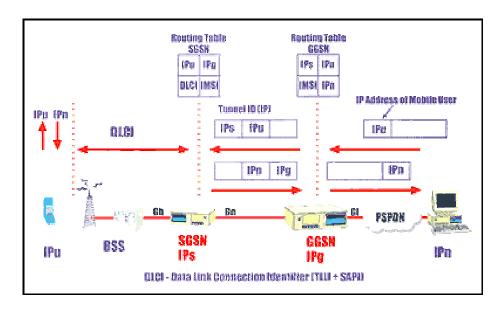


figura III.1 – Incorporación de nuevos nodos en GSM

A nivel radio, los cambios requeridos son pocos, ligados únicamente a la introducción de una comunicación de paquetes sobre el interfaz aire. Básicamente se necesita introducción de software a nivel de BTS y un nuevo hardware en BSC, la PCU (Packet Control Unit), encargada de manejar la comunicación de paquetes.

La mejora de velocidad se produce mediante el concurso de unos nuevos esquemas de codificación de canal junto con la posibilidad de multislot para un único usuario. En teoría se podría llegar hasta los 171 kbit/s. por usuario, aunque por limitaciones de terminales y condiciones de radio se puede considerar un valor práctico de aproximadamente 52 kbit/s.

A partir de la BSC es necesario la introducción de una nueva red completamente orientada a paquetes. Se trata de una red con dos nuevos nodos, el SGSN y el GGSN, y con un backbone basado en IP. El concepto clave que guía la transmisión en este entorno es el tunneling que se basa en el encapsulado de los datos con introducción de cabeceras de direcciones de destino y origen, en la actualización de tablas de enrutamiento existentes (tanto en el SGSN y el GGSN) y en la asignación de una dirección IP al móvil. Todas estas acciones se realizan mediante un mecanismo iniciado por el móvil, el PDP Context Activation. En este proceso, el móvil envía hacia el SGSN la dirección del punto de salida a la red IP a la que quiere conectarse, el cual es capaz de encontrar con esta dirección, la dirección del GGSN hacia el que debe enrutar el

paquete. Otro parámetro que envía el móvil es su dirección IP, si la tiene asignada de forma fija, o bien requiere al GGSN que le asigne una forma dinámica (esta dirección puede ser pública o privada). Una vez realizado este proceso ya es posible la comunicación, según refleja la figura III.2.

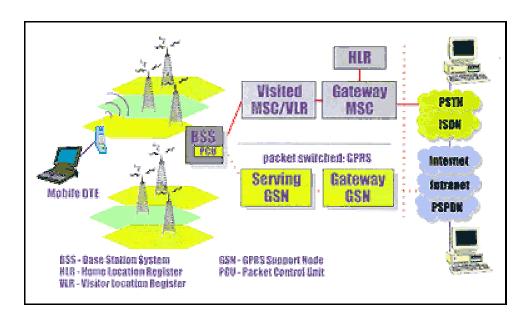


figura III.2. – Establecimiento de la comunicación

III.4. Características del Sistema

III.4.1. Sistema de conexión.

En este tipo de técnica no es necesario establecer un canal dedicado para cada usuario sino que la conexión se realiza en el momento de utilización del canal, por lo tanto se pierde el concepto de facturación por tiempo, pasando a ser por utilización del canal de emisión. La vía de conexión es mucho más utilizada, ya que permite a los usuarios compartir el mismo medio.

III.4.2. GPRS está basado en conmutación de paquetes.

La entidad transmisora segmenta el mensaje a transmitir en PDUs (paquetes de datos) independientes, de tamaño apropiado. La entidad receptora se encarga de reconstruirlos (reensamblarlos) hasta obtener el mensaje original completo. Cada paquete de datos se transfiere de un nodo a otro como una sola unidad. Contienen información de control (direcciones de origen y destino, identificador, etc.) que permite su manejo en la red.

El PDU se almacena temporalmente en cada uno de los nodos por los que pasa mientras espera ser enviado al siguiente. Esto conlleva un aumento del retardo en función del volumen de tráfico existente y de la capacidad del enlace. Todos los PDUs que componen los datos están relacionados unos con otros, pero la forma en que viajan y son reagrupados varía. La propia red puede fragmentar los PDUs si la longitud de éstos es mayor que la unidad máxima de transferencia (MTU) de la red.

III.4.3. Reserva flexible de canales.

Los canales de comunicación (time-slots) se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente en función de sus necesidades y son asignados, únicamente, cuando se está transmitiendo datos. Así una vez que el paquete de datos ha sido transmitido a través de la interfaz aérea, los recursos radio pueden ser liberados para el uso por parte de otros usuarios.

III.4.4. Envío eficiente de SMS en el interfaz aire.

- ♦ Conexiones a redes estándar de datos
- → Aplicaciones bajo protocolo TCP/IP (WWW, FTP, Telnet) y en general aplicaciones convencionales basadas en TCP/IP
- ♦ Aplicaciones basadas en X.25

III.4.5. Direccionamiento

El direccionamiento se realiza por medio de direcciones IP. La dirección IP, es un numero de 32 bits. Estos campos son variables en extensión para poder ser flexibles al asignar direcciones de red . Hay diferentes tipos de redes que se pueden implantar en la dirección de red . Unas son grandes (con muchas subredes) , otras medianas y otras pequeñas . Es posible y adecuado mezclar en una dirección los tres tipos de clases de redes.

Según la naturaleza de estas direcciones tendremos:

- ❖ Direcciones IP Privadas: accesibles sólo dentro de un entorno determinado dentro de la red.
- ♦ Direcciones IP Públicas: accesibles desde cualquier punto de Internet.

Según la asignación de estas direcciones tendremos:

- ♦ Direcciones IP Estáticas: estas direcciones irán asociadas de forma estática vía el HLR
- ❖ Direcciones IP Dinámicas: estas direcciones se obtienen de unos *pools* de direcciones gestionados bien por el Operador de la red bien por una Entidad Externa (como un servidor DHCP).

III.4.6. Seguridad.

Con el fin de proteger contra errores los paquetes transmitidos tiene lugar la codificación del canal radio, mediante el método GEA (GPRS Encryption Algorithm, algorithmo de cifrado GPRS) con algoritmos secretos. El cifrado en GPRS abarca desde las funciones de cifrado del terminal móvil hasta las funciones de cifrado en el SGSN, en contraste con GSM donde se usa un canal lógico entre el móvil y la BTS (repetidor de ondas).

III.4.7. Clases de móviles.

La introducción de un servicio de datos por conmutación de paquetes, como es el GPRS, no asegura a los usuarios GSM la posibilidad de disfrutar contemporáneamente de servicios por conmutación de circuito (voz, datos). Naturalmente el uso contemporáneo de dos servicios puede llevar a una degradación de las prestaciones, en términos de throughput, de la llamada GPRS. Con este propósito se definen tres clases de servicio según el terminal:

- ❖ Clase B: Puede registrarse y activarse simultáneamente en GSM y GPRS, pero no soporta servicio simultáneo de paquetes/CS. Durante una llamada, la conexión GPRS se marca como "busy or held".
- ❖ Clase C: Solo se registra y soporta servicios GPRS o GSM de forma alternativa. Pueden ser MS sólo para GPRS (Mobile Internet, juegos en red, chat) o que soporten GPRS y GSM conmutando manualmente cada servicio

La opción que actualmente implementan la mayoría de fabricantes de terminales es la Clase B, aunque la Clase A debería acabar por imponerse. La clase C queda relegada a un tipo muy especializado de terminales.

III.5. Ventajas y Desventajas de este sistema

III.5.1. Ventajas.

La máxima velocidad teórica es de 171.2 kbps, ésta velocidad se puede alcanzar utilizando las 8 ranuras de tiempo simultáneamente. Esto es aproximadamente tres veces más rápido que la transmisión de datos que se utiliza usando la PSTN, y es 10 veces más rápido que los servicios de conmutación de circuitos utilizada anteriormente por GSM.

La conmutación de paquetes significa que los recursos de radio de GPRS son utilizados únicamente cuando usuarios están enviado o recibiendo datos. Esto en lugar de dedicarle un canal a un usuario de datos por un determinado período de tiempo, los usuarios pueden compartirse este canal cuando necesiten enviar o recibir información. Este uso eficiente de los recursos significa que muchos usuarios de GPRS pueden potencialmente compartir el mismo ancho de banda y pueden ser servidos por una sola célula. El número de usuarios que soporta el sistema depende de la aplicación que se esté utilizando y de la cantidad de datos que estén siendo transferidos.

Gracias a la eficiencia espectral de GPRS, existe una menor necesidad de aumentar la capacidad del sistema que solo se utilizaría en horas pico. GPRS le da la libertad al operador de maximizar el uso de sus recursos en una forma dinámica y flexible. GPRS debe mejorar su capacidad en horas pico ya que simultáneamente distribuye los recursos de radio, migra datos que iban por conmutación de circuitos a GPRS, al igual que con los SMS que migra parte del tráfico a GPRS, por medio de la interconexión de GPRS/SMS que está especificada en el estándar.

III.5.2 Desventajas.

Capacidad limitada de la célula para todos los usuarios.

GPRS sí tiene un impacto en la capacidad actual de la célula. Existen recursos de radio limitados que tienen que utilizarse para diferentes aplicaciones. Las llamadas de voz y las de GPRS utilizan los mismos recursos de radio. El impacto depende del número de ranuras de tiempo que se le reservan a GPRS. Aunque también se tiene considerar que en horas de mucho tráfico GPRS ayuda a distribuir mejor.

Velocidad mucho más baja en realidad.

Alcanzar la máxima velocidad de transmisión de GPRS implicaría que un solo usuario utilizará las 8 ranuras de tiempo disponible, y sin protección contra errores. Claramente, un operador de red no destinaría toda su capacidad a un solo usuario, por lo que la velocidad de GPRS es mucho más baja (115 kbps) en realidad al utilizar únicamente entre 1 y 3 ranuras de tiempo.

Capitulo IV - Estudio de la Red GPRS

Este capitulo se abocará exclusivamente a estudiar y analizar los elementos que componen esta red, la estructura y los protocolos con los cuales se trabaja en GPRS.

IV.1. Objetivos del Capitulo

- ♦ Conocer los elementos que componen la red GPRS.
- ♦ Estudiar la arquitectura de red de este sistema.
- ♦ Analizar los protocolos de comunicación utilizados para realizar la comunicación.

IV.2. Red GPRS

La red GSM prevé unos servicios de transmisión de datos desde la fase inicial. Sin embargo, se trata de servicios con modalidad de transferencia por conmutación del circuito, es decir, donde la red, una vez establecida la conexión física entre dos usuarios, dedica los recursos propios hasta que no es solicitado expresamente el establecimiento de la conexión, independientemente del hecho de que los dos usuarios se intercambien datos durante todo el tiempo de conexión.

Esta modalidad de transferencia es óptima sólo en el caso en que los dos usuarios tengan que intercambiarse una cantidad significativa de datos (transferencia de ficheros o archivos), resulta ineficiente en cuanto los datos a intercambiarse son de pequeña entidad o bien, en el caso más frecuente, el tráfico de datos es de tipo interactivo o transitorio, es decir, el tiempo de uso efectivo de los recursos de la red supone sólo una parte con respecto al tiempo total de conexión (como, por ejemplo, la navegación en Internet a través de la World Wide Web).

Con el sistema GPRS (General Packet Radio Service), introducido por ETSI (European Telecommunication Standard Institute) para la fase 2+ del sistema GSM, el acceso a la red de paquetes se lleva al nivel del usuario del móvil a través de protocolos como los TCP/IP (Transmission Control Protocol), X.25, y CLNP (Connectionless Network Protocol), sin ninguna otra necesidad de utilizar conexiones intermedias por conmutación del circuito.

Al contrario que el servicio de transferencia de datos con modalidad de conmutación de circuito, en el que cada conexión establecida se dedica sólo al usuario que la ha solicitado, el servicio GPRS permite la trasmisión de paquetes en modalidad link by link, es decir, los paquetes de información se encaminan en fases separadas a través de los diversos nodos de soporte del servicio , denominados GSN (Gateway Support Node). Por ejemplo, una vez que un paquete ha sido transmitido por el interfaz de radio (Um), se vuelven a liberar los recursos Um, que así pueden ser utilizados por algún otro usuario y el paquete se vuelve a enviar sucesivamente de nodo a nodo hacia su destino.

IV.3. Arquitectura de Red GPRS

Como ya se explico con anterioridad, GPRS es una red superpuesta a GSM, por lo que comparte con ella la red de acceso (GSM-IP). Para lograr esto, GPRS introduce dos nuevos nodos, GGSN y SGSN:

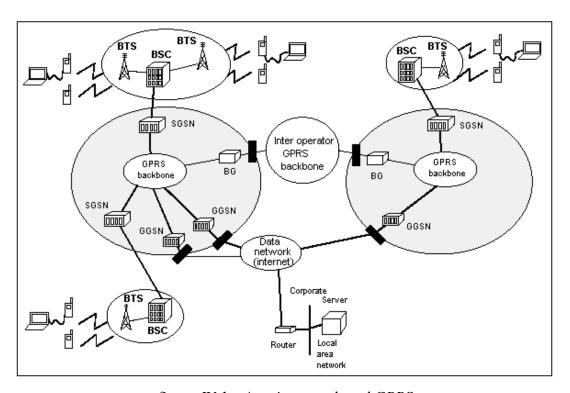


figura IV.1 – Arquitectura de red GPRS

GGSN (Gateway GPRS Support Node): Actúa como un interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externas (router).

- ♦ Se conecta a redes externas como Internet o X.25.
- ❖ Es un dispositivo de encaminamiento hacia una subred ya que hace que la infraestructura de la red GPRS sea transparente vista desde fuera.
- ❖ Cuando recibe datos dirigidos hacia un usuario específico, comprueba si la dirección está activa, y en caso afirmativo, envía los datos al SGSN.
- ♦ Encamina hacia la red correspondiente los datos que origina el móvil.

SGSN (Serving GPRS Support Node): Básicamente es un nodo de conmutación de paquetes que se sitúa jerárquicamente al mismo nivel que las MSC. Se encarga del transporte de los paquetes de datos hacia y desde BTS que se encuentran en su área de servicio, también cumple la función de detectar nuevos móviles GPRS en dicha área guardando un registro de su localización, consultando con el HLR el perfil del usuario, de gestionar la movilidad de los MS y controlar aspectos relacionados con tarificación, control de accesos y seguridad de las comunicaciones (encriptación y compresión de datos).

PCU (Packet Control Unit): Este elemento se introduce a nivel de BSC (Base Station Control), es el encargado de manejar la comunicación de paquetes.

CG (Charging Gateway): Su función principal es recoger los CDRs generados por los SGSNs y GGSNs de manera que los consolida y pre-procesa antes de enviarlos al sistema de tarificación o BS (Billing System).

BG (Border Gateway): Básicamente es un nodo pasarela que realiza la interfaz entre backbones GPRS de distintas operadoras.

IV.4. Interfaces de Red GPRS

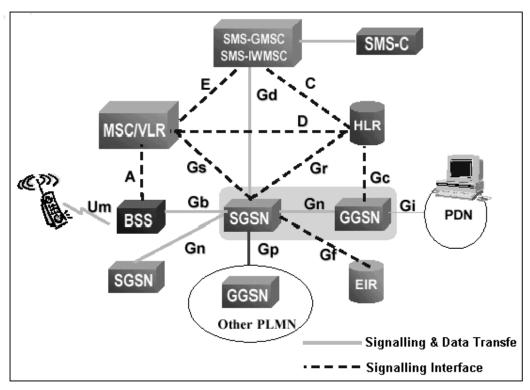


figura IV.2 – Interfaces de Red GPRS

Interfaz Gn

- ♦ Se encarga de la transmisión de información entre el SGSN y el GGSN.
- ♦ Opera el GTP (GPRS Tunnel Protocol), que usa el mecanismo de "tunneling" entre los GPRS Support Nodes en la red backbone GPRS, también se trabaja con los protocolos TCP/UDP e IP.

Interfaz Gi

♦ Tiene la finalidad de comunicar a la red GPRS con las redes exteriores.

Interfaz Gb

♦ Esta interfaz, se encarga de establece todo el dialogo con el terminal móvil.

Interfaz **Gs**

❖ Se utiliza entre el MSC/Registro de Lugares Visitantes (RLV) y el SGSN para coordinar el envío de señales para terminales móviles capaces de manejar datos por conmutación de circuitos y por paquetes.

IV.5. Protocolo

El protocolo GPRS es un protocolo de nivel tres, transparente para todas las entidades de red comprendidas entre el terminal móvil MT y el nodo GSN al que el móvil está, lógicamente, conectado; las entidades entre las que se establece una conexión a este nivel están, de hecho, localizadas en el terminal móvil MT y en el nodo GSN. Este protocolo soporta tanto el intercambio de informaciones de control como de paquetes PDP-PDU (Packet Data Protocol - Protocol Data Unit) entre el móvil y el nodo al que éste está conectado (los PDP-PDU son, de hecho, encapsulados en las tramas GPRS). El formato de una trama GPRS prevé los siguientes campos:

- ♦ Identificador del protocolo GPRS.
- ♦ Identificador del protocolo de los PDU (identificador de PDP).
- ♦ Mensaje GPRS.

El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es el de distinguir los burst que contienen paquetes GPRS, de los burst que contienen informaciones GSM.

El identificador del protocolo de los PDU encapsulados en las tramas GPRS es necesario para direccionar éstos en cuanto son desencapsulados, hacia el correcto SAP (Service Access Point); también esta información es de tipo numérico. Se tendrá, por tanto, un valor que define los paquetes X25, uno que define los paquetes IP (Internet Protocol), uno que define los paquetes CLNP (Connectionless Network Protocol) y así sucesivamente. Además, dicha información permite la interpretación del GPRS contenido en la trama GPRS; de hecho, como ya se

anticipaba, las tramas GPRS son utilizadas tanto para el transporte de mensaje de control como para el transporte de paquetes de datos, por lo tanto, se hace necesario el uso de un indicador que permita distinguir a cuál de las dos categorías posibles pertenece el mensaje GPRS. 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 CIPHERING MODE).
- ♦ Petición de actualización de las informaciones de routing (ROUTING UPDATE REQUEST).
- ❖ Respuesta a una petición de actualización de las informaciones de routing (ROUTING UPDATE RESPONSE).
- → Petición de actualización del indicador de routing area (área de encaminamiento) (GPRS RA UPDATE REQUEST).
- ❖ Respuesta a una petición de actualización del indicador de routing area (GPRS RA UPDATE RESPONSE).

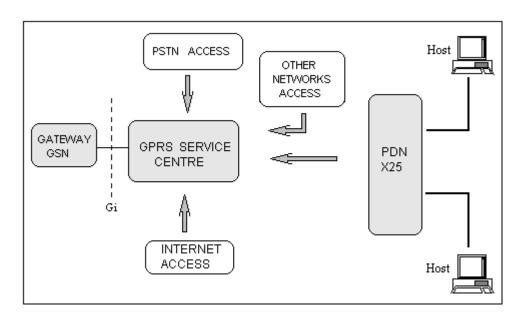


figura IV.3 – Arquitectura de Protocolos

El nodo GSN, antes de encaminar en la backbone network los PDU de nivel tres, desencapsulador de las tramas GPRS recibidos a través del interfaz Gb, los encapsula (como SDU - Service Data Unit) en PDU del protocolo de red utilizado en la backbone network para el transporte de paquetes del usuario. Obviamente, realiza la operación inversa para los paquetes dirigidos al usuario móvil.

IV.6. Torre de Protocolos del Plano de Transmisión

El plano de transmisión es el encargado de proveer la transmisión de los datos del usuario y su señalización para el control de flujo, detección de errores y la corrección de los mismos.

En la figura IV.4, se muestra la torre protocolos de transmisión, utilizados en este sistema, los cuales se explicaran a continuación de esta.

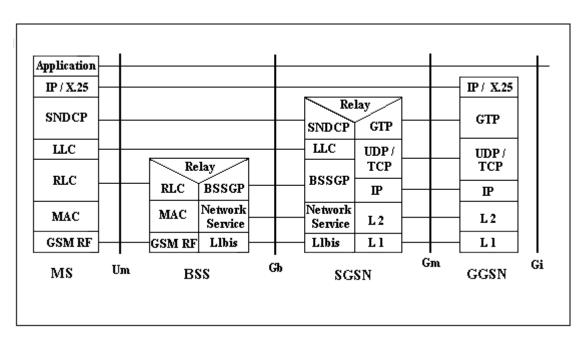


figura IV.4 – Torre de Protocolos de Transmisión

MAC (Medium Access Control): Protocolo encargado de controlar el acceso a los procedimientos de señalización (petición y asignación) de los canales radio compartidos por los MS y gestión del mapeo de tramas LLC sobre los canales físicos de la trama GSM.

RLC (Radio Link Control): Protocolo que proporciona un enlace radio fiable. Responsable de la transmisión de datos en la interfaz aire y de los procedimientos de control de errores (BEC) mediante la retransmisión selectiva de bloques (ARQ).

LLC (Logical Link Control): Este protocolo, proporciona un enlace lógico altamente fiable entre el MS y el SGSN, incluyendo retransmisiones, control de flujo, cifrado y corrección/detección de errores, además soporta tramas de información de longitud variable, transferencia de datos en modo confirmado y no confirmado, multiplexa datos del SGSN y de varios móviles utilizando un mismo recurso radio, también permite y habilita los parámetros de QoS (calidad de servicio) a usar en cada conexión.

SNDCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol): Este protocolo es el encargado de la segmentación y reensamblado, compresión, encriptación y multiplexación en una única conexión virtual de los mensajes de datos de usuario y de control del nivel de red (IP,X.25).

BSSGP (BSS GPRS Protocol): Se encarga del enrutamiento y de la negociación de la calidad del servicio (QoS).

NS (Network Service Protocol): La subcapa inferior, Frame Relay, proporciona circuitos virtuales permanentes para transferir datos y señalización entre el BSC y el SGSN y la subcapa superior se encarga de controlar la congestión en el uplink, reparto de carga entre conexiones virtuales y direccionamiento de datos mapeando la BTS con conexiones virtuales.

GTP (GPRS Tunnelling Protocol): Protocolo utilizado entre los nodos GSN que se encarga de traspasar información de usuario y señalización a través del backbone IP mediante encapsulación de la misma, ocultando a la red el contenido de los datos transferidos. Pude implementar control de flujo entre GSN.

GMM (GPRS Mobility Management): Protocolo utilizado en el plano de señalización entre el MS y el SGSN para gestionar la autentificación, selección del algoritmo de encriptado, movilidad y roaming.

TCP (Transmission Control Protocol): Este protocolo, se encarga de transportar las PDUs de GTP en el backbone GPRS para protocolos como X.25 que necesitan un enlace de datos fiable, ya que proporciona control de flujo y protección frente a paquetes corruptos o perdidos.

UDP (User Datagram Protocol): Transporta las PDUs de GTP en el backbone GPRS para protocolos que no requieren un enlace de datos fiable, como IP.

IP (Internet Protocol): Empleado por la red de backbone de GPRS para el encaminamiento y transporte de la información de usuario y señalización. Actualmente se utiliza IP v.4 pero en un futuro se podrá emplear v.6 que permite ampliar el espacio de direcciones IP.

IV.7. Torre de Protocolos del Plano de Señalización

En el plano de señalización, se incluyen aquellos encargados del control y mantenimiento de las funciones del plano de transmisión, conexión desconexión, activación de contexto, control de caminos de routing y localización de los recursos de la red.

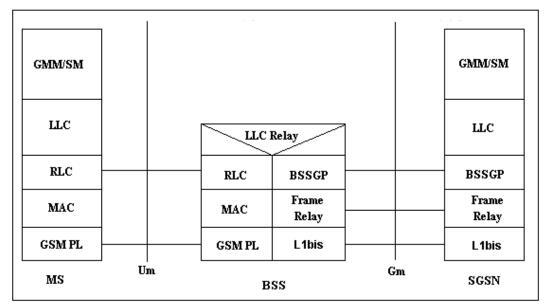


figura IV.5 – Torre de Protocolos de Señalización

GMM/SM: GPRS Mobility Management/Session Management

Es el protocolo que se encarga de la movilidad y la gestión de la sesión en momentos de la ejecución de funciones de seguridad, actualizaciones de rutas, etc.

La señalización entre SGSN y los registros HLR, VLR, y EIR utilizan los mismos protocolos que GSM con ciertas funciones ampliadas para el funcionamiento con el GPRS.

Capitulo V – Transmisión y Recepción

Otra de las características importantes de conocer y que intervienen dentro de un sistema de comunicación, es el tema relacionado con la transmisión y recepción de la información o datos que se desean comunicar. Este capitulo esta dedicado al estudio de los aspectos que intervienen en estas etapas de la comunicación, por parte de los equipos móviles.

Para conocer dichos aspectos, primero será necesario estudiar y conocer distintos conceptos, como por ejemplo: los conceptos de maestro-esclavo, sistema de codificación, flujo de datos, etc.

V.1. Objetivos

- ♦ Conocer en que consiste el concepto de esclavo-maestro, que rige en un sistema GPRS.
- ❖ Explicar como se produce el flujo de datos dentro de la torre de protocolos, explicada en el capitulo anterior.
- ❖ Analizar como se realiza la transmisión de la información, tanto en la transmisión, como en la recepción de datos.

V.2. Concepto Maestro - Esclavo

El canal físico dedicado para el tráfico en modo paquete se llama PDCH (Packet Data Channel). Al menos 1 PDCH actúa como maestro denominado MPDCH (Master Packet Data Channel), y puede servir como PCCCH (Packet Common Control Channel), el cual lleva toda la señalización de control necesaria para iniciar la transmisión de paquetes. Si no sirve como tal se encargará de una señalización dedicada o datos de usuario.

El resto actúan como esclavos y solo son usados para transmitir datos de usuario, en dicho caso estaremos hablando de un canal SPDCH (Slave Packet Data Channel). Se introduce el concepto de Capacity on demand; según el cual el operador puede decidir si dedica algún PDCH para trafico GPRS, y puede incrementar o disminuir el número según la demanda.

CANALES QUE COMPONEN EL MPDCH								
Nombre	Sentido	Función						
PRACH	Ascendente	para iniciar la transferencia de datos desde el móvil						
PPCH	Descendente	para informar al móvil de la entrega de paquetes.						
PPRCH	Ascendente	de uso exclusivo por el móvil para responder a un paging (búsqueda)						
PAGCH	Descendente	para enviar al móvil información sobre reserva de canales.						
PNC	Descendente	de uso para notificaciones. MULTICAST						
РВССН	Descendente	para difundir información específica sobre GPRS. broadcast.						

tabla V.1: Canales que componen el MPDCH

CANALES QUE COMPONEN EL SPDCH					
Nombre	Sentido Función				
PDTCH	Ambas	para transferir datos desde / hacia el móvil			
PACCH	Ambas	para transportar información de señalización.			
PDBCH	Descendente	para enviar en modo de difusión, datos de usuario.			

tabla V.2: Canales que componen el SPDCH

Grupo	Nombre	Dirección	Función	Maestro/Esclavo	
	PBCCH	De bajada	Difusión	Maestro	
PBCH	PDBCH	De bajada	Difusión	Esclavo	
	PRACH	De subida	Acceso aleatorio	Maestro	
	PPCH	De bajada	Búsqueda	Maestro	
PCCCH	PNCH	De bajada	Multicast	Maestro	
	PAGCH	De bajada	Reserva	Maestro	
	PDTCH	Ambos sentidos	Datos	Esclavo	
PTCH	PACCH	Ambos sentidos	Control asociado	Esclavo	

tabla V.3: Resumen de los canales lógicos de GPRS

V.3. Flujo de Datos

La unidad de datos del protocolo de la capa de red, denominada N-PDU o paquete, es recibida de la capa de red y es transmitida a través del interfaz de aire entre la estación móvil y el SGSN usando el protocolo LLC.

Primero el SNDCP transforma los paquetes en tramas LLC, el proceso incluye opcionalmente la compresión de la cabecera de datos, segmentación y encriptado.

Una trama LLC es segmentada en bloques de datos RLC, que son formados en la capa física, cada bloque consta de 4 ráfagas normales que son similares a las de TDMA.

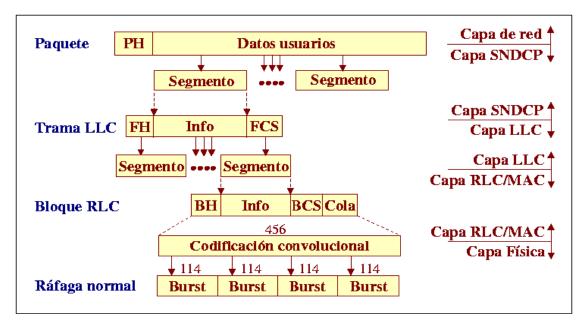


figura V.1 – Flujo de Datos

V.4. Multiplexado de Canales Lógicos

Hay una serie de indicadores para poder hacer el multiplexado de canales lógicos y poder aprovechar al máximo las capacidades de la red.

Cuando las tramas LLC son segmentadas se asigna un TFI en la cabecera de los paquetes RLC que es único dentro de la celda, para permitir la implementación del protocolo de petición (ARQ) selectivo. Permite el multiplexado downlink.

TBF: permite identificar 1 o varias tramas LLC pertenecientes a 1 mismo usuario.

USF: permite el multiplexado uplink. Consta de 3 bits por lo que tiene 8 valores diferentes. Cada bloque RLC del downlink lleva el indicador, si el USF recibido en el downlink es igual al suyo, el usuario puede usar el siguiente bloque uplink; si es igual a FREE, el siguiente bloque es un slot destinado al proceso de acceso (PRACH); los otros siete valores se utilizan para reservar el uplink para diferentes estaciones móviles.

V.5. Codificación

Existen 4 tipos de codificación en GPRS cada una con sus características, tanto de carga útil que se codifica como el número de bits codificados. Todos los tipos siguen prácticamente los mismos pasos:

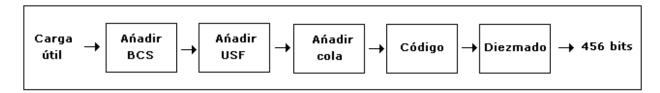


figura V.2 – Pasos de codificación

Las dos etapas iniciales añaden información a la carga útil:

BCS: secuencia de chequeo de bloque.

USF: Uplink state flag, ya comentada en el punto anterior.

Una vez obtenida la codificación se puede hacer el diezmado que son bits que se quitan de forma no arbitraria.

Las 4 formas de codificación de GPRS son:

El CS-1 coincide con el SDCCH de GSM.

El 2 y 3 son versiones perforadas del 1°.

El 4 no utiliza código convolucional.

Tipo	Tasa código	Carga útil	BCS	USF	Cola	Bits codif.	Bits diezm.	Tasa datos (Kbps)
CS-1	1/2	181	40	3	4	456	0	9,05
CS-2	~2/3	268	16	6	4	588	132	13,4
CS-3	~3/4	312	16	6	4	676	220	15,6
CS-4	1	428	16	12	0	456	0	21,4

tabla V.4: Tipos de Codificación

V.6. Transferencia de Datos (Up-Link)

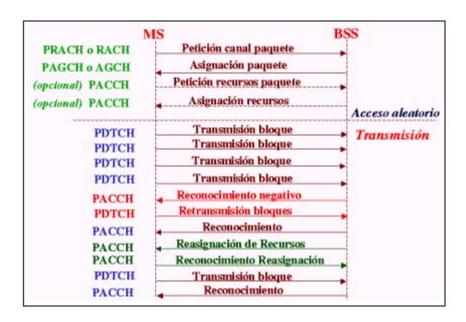


figura V.3 – Transferencia de datos (Up-Link)

Una estación móvil inicia una transferencia de paquetes haciendo una petición de canal de paquete en el PRACH.

La red responde en PAGCH con una o dos fases de accesos:

Acceso: la red responde con la asignación de paquete, que reserva los recursos en PDCH para transferir ascendentemente un numero de bloques de radio.

Accesos: la red responde con la asignación de paquete, que reserva los recursos ascendentes para transmitir la petición de recursos de paquete; a lo que la red responde con la asignación de recursos.

En la transmisión se realizan reconocimientos, si se recibe un reconocimiento negativo o erróneo se repite la transmisión del paquete.

V.7. Transferencia de Datos (Down-Link)

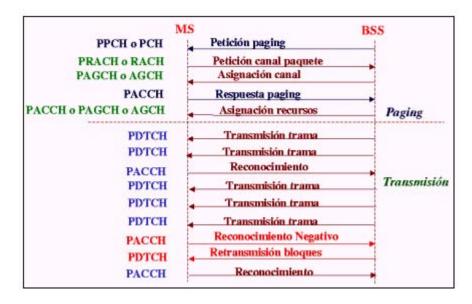


figura V.4 – Transferencia de datos (Down-Link)

Una BSS inicia una transferencia de paquetes enviando una petición de paging (búsqueda) en el PPCH.

La estación móvil responde de forma muy parecida a la del acceso al paquete descrita en el punto anterior.

En la asignación de recursos se envía una trama con la lista de PDCH que son usados.

Si se recibe un reconocimiento negativo solo se retransmite los bloques erróneos.

V.8. Disciplinas de Servicio

Podemos encontrar gran variedad de disciplinas de servicio, desde las más rudimentarias y poco efectivas, como son FIFO y Round Robin, hasta las más desarrolladas como MED.

Las desarrolladas en el entorno GPRS, son las siguientes:

54

V.8.1. Sin Prioridad

FIFO: Se garantiza una QoS de hasta un 30% de carga, sin embargo presenta retardos

muy variables.

No existe protección entre diferentes aplicaciones de usuarios móviles.

RR: Los paquetes se clasifican y envían a N colas garantizando una QoS de hasta un 70%

de carga. A pesar de tener también retrasos variables, son inferiores al de FIFO y es más

equitativo.

Los dos sistemas, sin aplicar ningún tipo de prioridad arrojan buenos resultados en

condiciones de poca carga.

Sin embargo tienen problemas evidentes, como por ejemplo el caso de que FIFO no

protege contra usuarios o aplicaciones abusivas que consuman mucho ancho de banda.

RR se comporta mejor por el hecho de separar los paquetes en diferentes colas.

V.8.2. Con Prioridad

Cada una tiene sus características, pero en cierto modo todos se dirigen a, en caso de

congestión, evitar en mayor grado su efecto sobre los usuarios. Aunque para ello se deben definir

prioridades o pesos a priori, o basándose en variaciones del tráfico.

WRR: diferentes pesos para cada cola.

DRR: el peso de cada cola oscila alrededor de un "deficit".

ARR: adopta prioridades hacia colas Round Robin.

SJN: escoge los paquetes según su tamaño. Los paquetes pequeños se envían antes.

superior están vacías.

WPQ: igual que SPS pero ahora se limita el número de paquetes procesados para evitar la

SPS: una cola de cierta prioridad no se servirá hasta que todas las colas de prioridad

desatención de las colas menos prioritarias.

V.8.3. Garantizando QoS

Finalmente encontramos los sistemas basados en asegurar la calidad de servicio (retardo). Para ello cada paquete entrante en el sistema recibe un "Timestamp" o un "Deadline", que no son más que controladores de la situación del paquete dentro del sistema, indicando cuanto como máximo se puede quedar en las colas. Básicamente se diferencian en la manera de gestionar los paquetes, mientras que Virtual Clock busca el paquete y lo transmite, MED lo busca y lo envía hacia una segunda cola de QoS. Estas disciplinas de servicios son las que mejores resultados arrojan, incluso que las "Best Effort" con prioridad, como SPS o WPQ.

Virtual Clock: garantiza el ancho de banda por conexión. A cada paquete se le asocia un "Timestamp" y en cada cola se selecciona con menor "Timestamp".

MED: Aquí a cada paquete se le asigna un "Deadline" y si se cumple dicho valor, este se pone en su cola de QoS.

Capitulo VI – Experiencia Práctica

La experiencia práctica, consistió en conectar un teléfono celular, que permita el acceso a Internet, gracias al uso de tecnología GPRS junto con un computador portátil y de esta forma acceder a Internet.

El estudio fue realizado en dos lugares de distintas características técnicas, la primera experiencia se llevo a cabo dentro de una casa habitación que estaba alejada de una Radio Base y la segunda experiencia se realizo dentro de una oficina ubicada al lado de una Radio Base.

VI.1. Objetivos

- ♦ Visualizar de forma practica las principales cualidades del sistema GPRS.
- ♦ Realizar mediciones practicas de velocidad y señal, mediante el uso de un software.
- ❖ Ver de forma practica la cualidad que entrega este sistema de estar siempre conectado y permitir recibir llamadas.

VI.2. Desarrollo de la experiencia

VI.2.1. Equipos y programas utilizados

Para poder desarrollar este trabajo, primero fue necesario contar con diversos programas y equipos específicos, que permitan cumplir con los objetivos planteados al comienzo de la experiencia.

Los programas usados durante la experiencia se pueden encontrar en Internet las versiones de evaluación, a excepción del software proporcionado por la empresa proveedora del servicio o cuenta para acceder a la red por medio de GPRS. Estos programas son los siguientes:

Internet Móvil V1.0. Programa proporcionado por la empresa encargada de entregar el servicio de Internet móvil. En este caso corresponde a la empresa Movistar.

Net Monitor Siemens V.2.3. Este programa sirve para realizar mediciones de nivel de la señal con la cual se esta trabajando, usando el teléfono celular, también entrega información de la celda a la cual esta conectado.

Du Meter V.2.3. Este programa permite realizar mediciones de trafico generadas en una red o en un computador, entrega estadísticas de velocidad, tanto de subida como de bajada, esto fue para lo cual se uso en esta experiencia, porque era la información que se necesitaba conocer.

Los equipos necesarios para desarrollar esta experiencia fueron solo dos, un teléfono celular y un computador portátil.

Teléfono Celular. Como se explicó, la principal cualidad que debe tener el teléfono celular, es que debe contar con tecnología GPRS, del teléfono usado en esta ocasión (*figura VI.1*), se destacan las características mas relevantes:

Marca: Siemens, mod. S55

Tecnología: GSM

Medio de conexión WAP: GPRS y CSD

GPRS: si

Transmisión de Datos: Infrarrojo o Cable (figura VI.2)



figura VI.2 – Cable de Datos



figura VI.1 – Teléfono celular

Computador Portátil. En el caso del computador, se presentaba solo un requerimiento, es el que sea portátil, puesto que GPRS esta orientado a la movilidad, el uso de un computador de escritorio no se justifica en esta ocasión. Las principales características del computador utilizado, son las siguientes:

Marca: Hewlett-Packard,

Modelo: Compaq nx9110

Procesador: Pentium IV 1.6GHz

Memoria Ram: 512 Mb

VI.2.2. Trabajo Realizado

Para empezar la experiencia, fue necesario primero que todo, conseguir e instalar en el computador portátil, los programas que se mencionaron en el punto anterior. Una vez realizado esto se procedió a conectar el teléfono celular al portátil, para realizar mediciones de cobertura, es decir, medir el estado de la señal que esta llegando en ese momento al equipo y al sitio escogido para realizar las pruebas.

VI.2.2.1. Mediciones en el Sitio 1

El primer sitio escogido para realizar el trabajo, fue dentro de una casa ubicada a una distancia aproximada de 1 kilómetro en línea vista desde la Radio Base, para realizar las mediciones de señal, se utilizo el programa *Net Monitor Siemens* (figura VI.3).

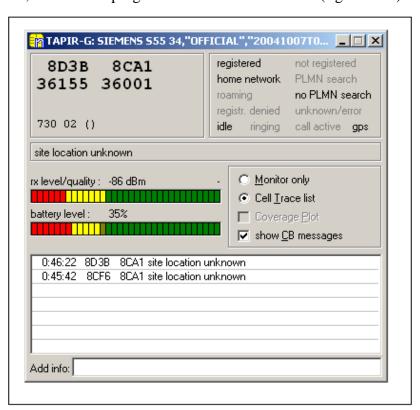


figura VI.3 – Programa Net Monitor Siemens

En la figura VI.3, podemos observar los datos que nos interesa conocer antes de seguir con el trabajo:

- ❖ Sector de la Radio Base al cual se esta conectado, en este caso se identifica con el numero 36155.
- ♦ Nivel de la señal recibida, la que se muestra en forma grafica y numérica, que corresponde a −86dBm. El cual es un valor bueno de señal.

En la figura VI.4 se observa otra ventana que presenta el programa, en la cual se ve de forma mas detallada la información que antes se veía de manera resumida.

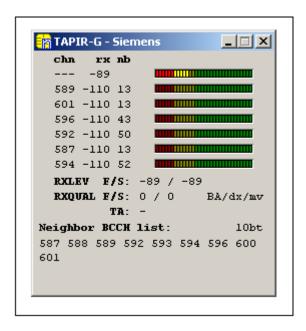


figura VI.4 – Información detallada

Todos estos valores que entrega el programa en forma resumida en ambas imágenes, los va guardando de manera automática en un archivo de texto, con toma de datos cada dos segundo y el cual puede ser revisado y analizado de manera de forma posterior.

En esta oportunidad los datos obtenido del nivel de señal, corresponden a la muestra obtenido durante un lapso de tiempo de cinco minutos, los cuales se guardaron en una planilla de Excel para graficarlos y observar de manera mas clara el comportamiento de la señal durante este

periodo de tiempo. Este comportamiento de la señal, se observa en la figura VI.5, de la cual se puede decir que su comportamiento no es estable en el tiempo.

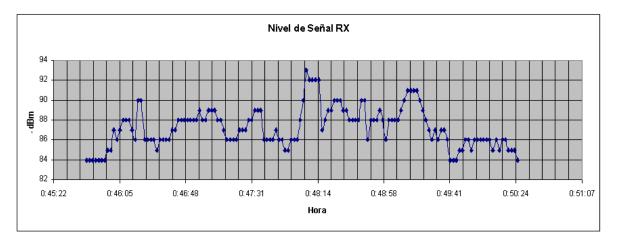


figura VI.5 – Nivel de señal en Sitio 1

A continuación de conocer y medir el nivel de cobertura, se procedió a entrar de lleno al objetivo de esta experiencia, se comenzó a trabajar en Internet para medir la velocidad con la cual se baja la información.

Para poder medir esta velocidad se usó el programa *Du Meter*, el cual permite visualizar de forma grafica la velocidad de transferencia (figura VI.6), también tiene la capacidad de generar reportes promedio de velocidad.

Para guardar un archivo plano de texto con los datos promedios de velocidad, es necesario seguir los siguientes pasos:

❖ Sobre el gráfico en el cual, se puede observar la velocidad promedio de bajada en color rojo y la velocidad promedio de subida en color amarillo, se debe pulsar con el botón derecho del mouse. (figura VI.6) y luego se debe hacer clic sobre la opción que dice New Stopwatch. (figura VI.7)

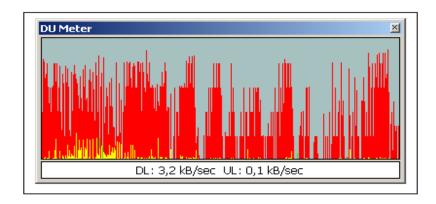


figura VI.6 – Velocidad promedio

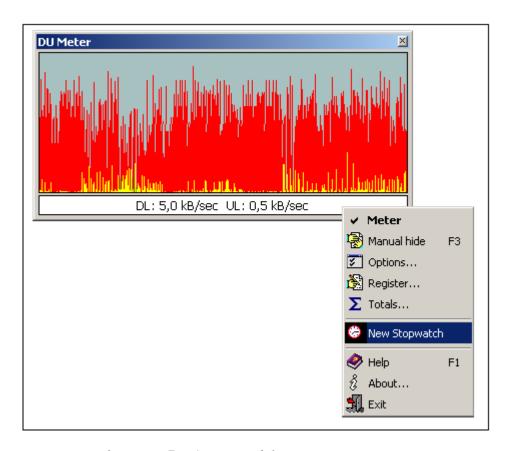


figura VI.7 – Opciones del programa Du Meter

En este momento nos aparecerá una ventana, como la que se ve en la figura VI.8, una vez en ella, solo basta con pulsar donde dice Start y comenzará a avanzar el tiempo durante el cual está realizando la captura de información, tanto de subida como de bajada. Los datos que nos entregará esta aplicación son el total de datos transferidos, es decir, la cantidad de información bajada desde el momento de comenzar la captura de la información, otro dato que es proporcionado, es la velocidad máxima que se ha alcanzado durante el lapso de tiempo transcurrido, y por ultimo, la velocidad promedio de subida y bajada de datos. Para guardar los datos, solo basta con posicionar el mouse sobre los datos, luego hacer clic con el botón derecho y elegir la opción *Copy All*, después con el block de notas de Windows se puede crear un nuevo archivo de texto, elegir la opción *Pegar* y la información se puede guardar de esta manera para un posterior análisis.

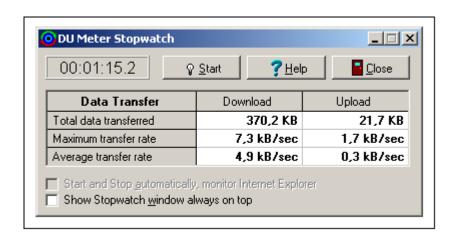


figura VI.8 – Ventana para guardar datos

Con los datos que se guardaron como texto plano, se creó posteriormente una planilla en Excel para graficar los resultados (figura VI.9) y poder observar de manera más fácil las variaciones presentadas en la velocidad de bajada.

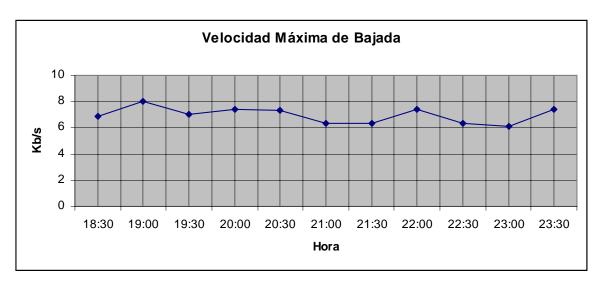


figura VI.9 – Velocidad máxima de bajada Sitio 1

La velocidad promedio obtenida de los valores con los que se realizo el grafico, nos da un valor aproximado de 6.94 kb/s. Este valor es expresado en byte/seg, para llevarlo a la unidad de bit/seg (unidad en la cual se expresa la velocidad de conexión) se debe multiplicar por 8 este valor, lo que nos da una velocidad promedio de 55.52 kb/s.

VI.2.2.2. Mediciones en el Sitio 2

El procedimiento y los programas utilizados, son los mismos que se usaron para trabajar en el Sitio 1, por lo tanto, no es necesario volver a explicar de manera detallada como se obtuvieron los datos.

El Sitio 2 corresponde a las mediciones que se realizaron dentro de una oficina, ubicada en a un costado de una Radio Base. La distancia entre el teléfono y la antena es 73 mts., este dato se obtuvo con el uso del programa *Net Monitor Siemens*.

Como se esperaba el nivel de la señal en este sitio es óptimo, debido obviamente a la proximidad que existe con la antena, estos niveles se pueden observar de manera grafica en la figura VI.10

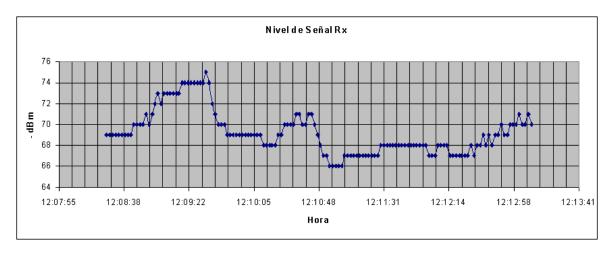


figura VI.10 – Nivel de señal Sitio 2

Siguiendo el mismo orden del trabajo que se realizó en el sitio 1, ahora corresponde utilizar el teléfono para navegar por la red de Internet, para poder de esta forma realizar medidas de velocidad.

En esta oportunidad, la velocidad máxima con la cual se bajaba información, se puede observar de manera gráfica en la figura VI.11, la cual no difiere mucho con los resultados obtenidos en el sitio 1

La velocidad promedio en esta oportunidad fue de 5.9 kb/s. Este valor al pasarlo a kbit/seg, nos da una velocidad aproximada de 47.2 kbit/s

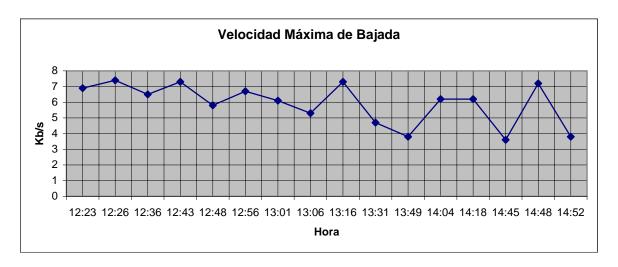


figura VI.11 – Velocidad máxima de bajada sitio2

VI.3. Conclusiones del Capitulo

- ❖ En el sitio 1, el cual estaba mas alejado de una antena, la señal era menor pero era suficiente para asegurar una velocidad promedio, que sea constante y similar a la obtenida en el sitio 2, el cual tenia una mejor recepción de señal.
- ❖ La menor velocidad obtenida en el sitio 2, puede ser consecuencia básicamente del horario en cual se realizaron las medidas, las cuales fueron hechas pasado el medio día, a esta hora y en general durante el día, con cualquiera que sea el sistema que se utilice para trabajar en Internet, la velocidad será baja, debido a la congestión que se produce por la mayor demanda de red que existe.
- ❖ Si bien los valores que se obtuvieron de velocidad, no fue el valor máximo esperado para el sistema GPRS, el cual es aproximado 115 kbit/s y en este caso el valor máximo se aproxima a los 56 kbit/s, se puede decir que esta diferencia se debe a que el teléfono que se uso como modem, solo era capaz de entregar este valor máximo de velocidad.
- ❖ También se pudo observar de manera práctica, la capacidad que otorga este sistema de estar trabajando en Internet y al mismo tiempo poder recibir o realizar alguna llamada telefónica, claro que al momento de contestar o llamar, la conexión se detiene de manera automática y en forma momentánea, una vez terminada la llamada la conexión se reestablece nuevamente en forma automática.

Capitulo VII - Conclusiones

GPRS es una buena solución para una conexión a Internet desde el teléfono móvil, a pesar que es una tecnología que no tiene una gran velocidad de conexión, permite realizar trabajos en lugares alejados del radio urbano, donde muchas veces sólo se cuenta con una señal de telefonía móvil, o simplemente no se cuenta con un acceso a Internet por otro método.

El sistema GPRS es visto en el mundo de la telefonía como un claro impulsor de los servicios de valor agregado, ya que con su aparición comenzaron a surgir este tipo servicios que requieren de una conexión permanente a redes de datos, siendo los servicios de entretenimiento móvil uno de los ejemplos más claros.

Si bien GPRS puede considerarse como la antesala o el paso previo a la tercera generación en telefonía móvil, hay que decir en este sentido, que además esta tecnología ha servido a las operadoras de telefonía móvil para adquirir la experiencia necesaria de cara a los nuevos servicios que se avecinan con las redes UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Con la tercera generación serán las aplicaciones y no la voz los verdaderos protagonistas de la telefonía móvil.

El programa *Net Monitor Siemens* presta gran utilidad al momento de supervisar una red GSM, puesto que entrega los valores de las principales variables que se deben tener presente al momento de establecer una comunicación por dicha red, estos parámetros son, por ejemplo, el nivel de la señal que esta presente en ese momento en el teléfono, o también puede entregar la distancia que existe desde el lugar donde se realiza la llamada hasta la celda a la cual esta conectado en ese momento el equipo móvil.

Referencias Bibliográficas

Libros

- [1] B.P.Lathi, Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación, Editorial Interamericana, 1986.
- [2] Schwartz Mischa, Redes de telecomunicaciones : protocolos, modelado y análisis, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- [3] Halsall Fred, Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos, Addison Wesley, 1998.
- [4] Stallings William, Comunicaciones y redes de computadores, Prentice Hall, 2000.

Web información técnica

- [1] http://www.expansiondirecto.com/tecnologia/informes/telefonia/gprs.html
- [2] http://www.gsmspain.com/info_tecnica/gprs/index.php
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/GPRS
- [4] http://www.nokia.es/telefonos/tecnologias/gprs_id0204.jsp
- [5] http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=44&Ida=721
- [6] http://www.expansiondirecto.com/tecnologia/informes/telefonia/gprs.html
- [7] http://www.wmlclub.com/articulos/fundamentosgsm.htm
- [8] http://www2.udec.cl/~eduamoli/gprs.htm
- [9] http://www.ericsson.com.mx/wireless/products/mobsys/gprs/
- [10] http://www.pragma.cl/
- [11] http://www.host.cl/
- [12] http://www.endress.cl/

Anexos

Modulación GMSK

El sistema de GPRS utiliza el sistema de modulación GMSK, el cual es un esquema de modulación binaria simple que se puede ver como derivado de MSK. En GMSK, los lóbulos laterales del espectro de una señal MSK se reducen pasando los datos modulantes a través de un filtro Gaussiano de pre-modulación. El filtro gaussiano aplana la trayectoria de fase de la señal MSK y por lo tanto, estabiliza las variaciones de la frecuencia instantánea a través del tiempo. Esto tiene el efecto de reducir considerablemente los niveles de los lóbulos laterales en el espectro transmitido.

El filtrado convierte cada dato modulante que ocupa en banda base un período de tiempo T, en una respuesta donde cada símbolo ocupa varios períodos. Sin embargo, dado que esta conformación de pulsos no cambia el modelo de la trayectoria de la fase, GMSK se puede detectar coherentemente como una señal MSK, o no coherentemente como una señal simple FSK. En la práctica, GMSK es muy atractiva por su excelente eficiencia de potencia y espectral. El filtro de premodulación introduce interferencia intersimbólica ISI ("Inter-Symbol Interference") en la señal transmitida, pero esta degradación no es grave si el parámetro BT del filtro es mayor de 0.5.

El filtro gaussiano de pre-modulación tiene una respuesta impulsiva dada por:

$$h_G(t) = \frac{\sqrt{\pi}}{\alpha} \exp\left(-\frac{\pi^2}{\alpha^2}t^2\right)$$

y su respuesta en frecuencia viene dada por:

$$H_G(f) = \exp(-\alpha^2 f^2)$$

El parámetro α está relacionado con el ancho de banda del filtro B, por la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\sqrt{2 \ln 2}}{B}$$

El filtro GMSK se puede definir completamente por B y por la duración de un símbolo en banda base T o equivalentemente por su producto BT. La figura 7 muestra la PSD de una señal GMSK para varios valores de BT. Se muestra también la PSD ("Power Spectral Density") de una señal MSK, que es equivalente a GMSK con BT infinito. En la figura se observa como conforme se reduce el parámetro BT, los niveles de los lóbulos laterales se atenúan rápidamente. Por ejemplo, para BT=0.5, el pico del segundo lóbulo está más de 30 dB por debajo del principal, mientras que para MSK el segundo lóbulo está sólo 20 dB por debajo del principal. Sin embargo, la reducción de BT incrementa la ISI, y por lo tanto se incremente el número de errores ("biterror rate"), pero a pesar de este efecto el rendimiento global del sistema mejora.

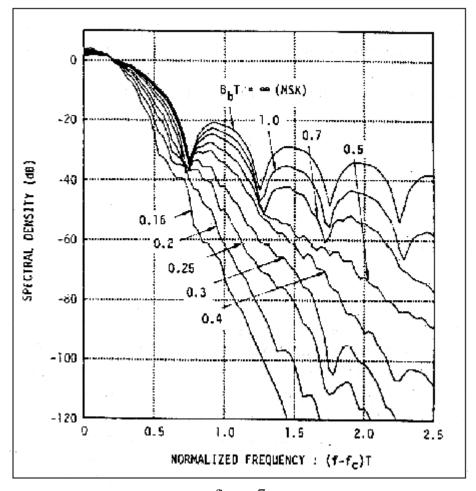


figura 7.

Densidad de Potencia Espectral de una señal GMSK

La manera más simple de generar una señal GMSK es pasar una cadena de mensajes a través de un filtro gaussiano paso baja como los descritos anteriormente, seguido de un modulador de FM. Esta técnica de modulación se muestra en la figura 8 y se usa actualmente en una gran cantidad de implementaciones analógicas y digitales, entre ellas en GSM.

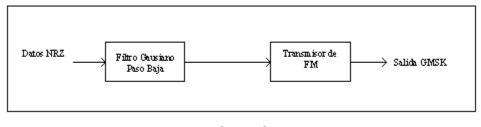


figura 8.

Las señales GMSK se pueden detectar usando detectores ortogonales coherentes como se muestran en la figura 9 (parte superior), o con detectores no coherentes como los discriminadores normales de FM. La recuperación de la portadora se puede realizar usando el método propuesto por de Buda donde la suma de las dos componentes en frecuencia a la salida del doblador de frecuencia se divide por cuatro.

El método de Buda es equivalente al de un PLL con un doblador de frecuencia. Este tipo de demodulador se puede implementar fácilmente usando lógica digital como se muestra en la figura 9 (en la parte inferior). Los dos elementos de retardo tipo D actúan como un demodulador multiplicativo en cuadratura y las puertas XOR actúan como multiplicadores en banda base. Las portadoras de referencia mutuamente ortogonales se generan usando dos elementos de retardo, y la frecuencia central del VCO (Oscilador controlado por tensión) se elige como cuatro veces la frecuencia central de la portadora.

Un método no óptimo pero efectivo de detectar señales GMSK es simplemente muestrear la salida de un demodulador de FM.

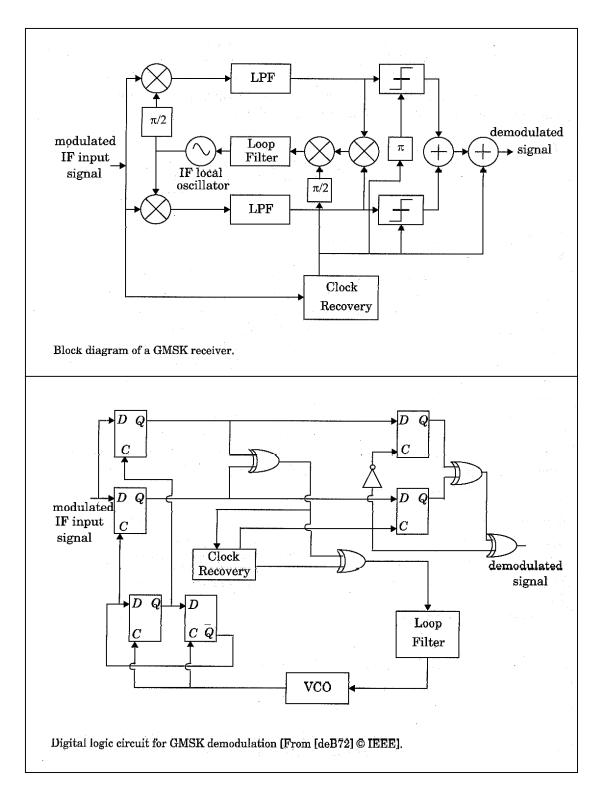


figura 9

Glosario

Ancho de Banda: Este término define la cantidad de datos que puede ser enviada en un periodo de tiempo determinado a través de un circuito de comunicación dado.

Backbone: Término inglés que se traduce por "red básica" o "red troncal".

BSC: Base Station Controller / Controlador de estaciones base

BTS: Base Transceiver Station / Estación base transceptora, es lo que comúnmente llamamos antena

Gateway: Dispositivo que funciona como puerta de enlace entre Internet y redes inalámbricas.

GGSN: Gateway GPRS Support Node / Pasarela del nodo de soporte GPRS

GPRS: General Packet Radio Service / Servicio genérico de paquetes por radio.

GSM: Global System for Mobile communications / Sistema global para comunicaciones móviles

HLR: Siglas de *Home Location Register*. Base de datos que permite localizar los usuarios de una determinada red GSM.

IP: Internet Protocol / Protocolo de internet; es el utilizado en esta red de redes para el envío de datos.

PC: Personal Computer / Computador personal

PCU: Packet Control Unit / Unidad de control de paquetes.

PDP Contex Activation: Contexto de activación PDP (packet data protocol-protocolo de paquetes de datos).

Roaming: En redes inalámbricas se refiere a la capacidad de moverse desde un área cubierta por un Punto de Acceso a otra sin interrumpir el servicio o pérdida de conectividad.

SGSM: Serving GPRS Support Node / Nodo servidor de soporte GPRS.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System / Sistema universal de telecomunicaciones móviles.

WAP: Son las siglas de *Wireless Application Protocol*, es decir, Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas.