

TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PÚBLICO
UTILIZANDO TELEFONÍA MÓVIL GSM**

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Rodríguez Rodríguez Rodrigo
para optar al Título de Ingeniero Electricista**

Caracas, Abril de 2005

TRABAJO DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PÚBLICO UTILIZANDO TELEFONÍA MÓVIL GSM

Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli
Tutor Industrial: Ing. Juan de Abreu

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Rodríguez Rodríguez Rodrigo
para optar al Título de Ingeniero Electricista**

Caracas, Abril de 2005

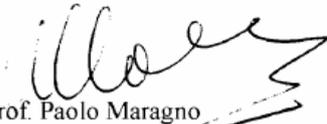
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 07 de junio de 2005

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Rodrigo Rodríguez R., titulado:

“DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PÚBLICO UTILIZANDO TELEFONÍA MÓVIL GSM”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Paolo Maragno
Jurado


Prof. Carlos Moreno
Jurado


Prof. Carolina Regal
Prof. Guía

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado muy especialmente
a mis padres, Reme y Rodrigo,
a mis padrinos Justa y José David,
que en todo momento me apoyaron para
convertirme en un profesional

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso y a la Virgen, por estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y encaminarme para culminar exitosamente mis estudios.

A la Ilustre y Magna Universidad Central de Venezuela por formarme como profesional y persona.

A mis Padres, Reme y Rodrigo, quienes me brindaron todo su apoyo, ayuda y motivación a lo largo de mi carrera.

A mi Hermana Rebeca, que siempre ha estado a mi lado y apoyarme en todo momento.

A mi Tío y Padrino José David, a quien lo considero como mi segundo Padre.

A mi Tía y Madrina Justa, quien siempre veló y rezó por mí para que me convirtiera en profesional.

A mis Tutores Carolina Regoli y Juan de Abreu, por su solidaridad, apoyo, guía y dedicación para la realización de este trabajo.

A George Cardozo, a quien considero mi tercer tutor y guía durante mi estancia en Digitel TIM

A Ana Rojas, quien fue de invaluable ayuda y apoyo en la realización de este trabajo de Grado

A Ronald Aguilera por toda la ayuda prestada en el desarrollo del código del proyecto.

A mi mejor Amiga Jude, por su amistad, compañía y apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis compañeros de estudios Giomar Bolívar, Celina Gouveia y Jorge Cohen, quienes me apoyaron y me brindaron su incondicional amistad.

Y por último a todas las personas que de alguna u otra forma me ayudaron durante la carrera y en la realización de mi trabajo de grado.

Br. Rodrigo Rodríguez Rodríguez

DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PÚBLICO UTILIZANDO TELEFONÍA MÓVIL GSM

Prof. Guía Carolina Regoli. Tutor Industrial Juan de Abreu. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Comunicaciones. Corporación DIGITEL TIM. 2005. Trabajo de Grado. 68 h.

Palabras claves: Estación Multimedia; Centro de Gestión; Protocolo de comunicación; SIM; Linux; JAVA.

Resumen: La Coordinación de Telefonía Básica de la Corporación DIGITEL TIM, desea desarrollar e implementar una Estación Multimedia Pública, la cual permita a los usuarios acceder a servicios de llamadas, mensajería de texto, Internet y manejo de la agenda telefónica, utilizando sus tarjetas SIM. Adicionalmente se requiere del diseño del Centro de Gestión que se encargue de administrar las Estaciones Multimedia. La comunicación entre ambos se realiza a través de un protocolo de comunicación utilizando como medio de transmisión el servicio de mensajería de texto de la corporación.

Para la implantación de la Estación Multimedia y el Centro de Gestión se desarrolló el software en JAVA y se utilizó como sistema operativo Linux. El costo de cada Estación Multimedia, la cual está conformada por la estructura física, el computador, el sistema de alimentación, el módem y el software, se encuentra alrededor de los \$ 1.125,00.

ÍNDICE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	vi
INDICE FIGURAS	viii
INDICE TABLAS.....	ix
GLOSARIO DE ACRONIMOS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I - JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 JUSTIFICACIÓN	3
1.2 OBJETIVO GENERAL	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 GSM / GPRS	4
2.1.1 Definición GSM.....	4
2.1.2 Arquitectura de la red GSM.....	4
2.1.3 Definición GPRS.....	7
2.1.4 Arquitectura de la red GPRS.....	8
2.1.5 Definición de EDGE	10
2.2 Comandos AT	10
2.2.1 Definición.....	10
2.2.2 Modos de operación	11
2.2.3 Reglas de Sintaxis de los comandos AT	12
2.2.4 Tipos de Comandos AT	13
2.2.5 Comandos AT utilizados en el proyecto	14
CAPÍTULO III - DISEÑO DEL SISTEMA MULTIMEDIA	16
3.1 Definición.....	16
3.2 Estación Multimedia	17
3.2.1 Interfaz Gráfica	18

3.2.2 Módulo Control del Sistema	24
3.2.3 Módulo Control del módem.....	27
3.2.4 Integración del Software y Linux.....	28
3.3 Centro de Gestión.....	29
3.3.1 Interfaz Gráfica	30
3.3.2 Base de Datos	33
3.3.3 Comunicación del Centro de Gestión	34
3.3.4 Integración del Software y Linux.....	35
CAPÍTULO IV - DISEÑO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	36
4.1 Definición.....	36
4.2 Definición del servicio	36
4.3 Suposiciones sobre el entorno.....	37
4.4 Formato de la trama	37
4.4.1 Cabecera.....	38
4.4.2 Datos o carga útil	41
4.4.3 Control de errores.....	42
4.5 Reglas del protocolo.....	43
CAPÍTULO V - IMPLEMENTACIÓN Y COSTOS	46
5.1 Definición.....	46
5.2 Estructura física de la Estación Multimedia.....	46
5.3 Equipos de la Estación Multimedia.....	49
5.3.1 Módem	49
5.4 Análisis de Costos	50
5.5 Período de Prueba	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56

INDICE FIGURAS

Figura #2.1: Arquitectura de una red GSM.....	4
Figura #2.2: Arquitectura de la red GSM / GPRS	9
Figura #3.1: Diagrama de interconexiones	17
Figura #3.2: Pantalla inicial	19
Figura #3.3: Pantalla de Opciones	19
Figura #3.4: Diagrama de Flujo, proceso de inicio de sesión	20
Figura #3.5: Pantalla de Envío de Mensajes	21
Figura #3.6: Pantalla de Lectura de Mensajes	21
Figura #3.7: Pantalla de la agenda telefónica.....	22
Figura #3.8: Pantalla de llamadas telefónicas	23
Figura #3.9: Pantalla de Conexión y Uso de Internet.	24
Figura #3.10: Módulo de Hardware	26
Figura #3.11: Estructura del Módulo Control del módem	27
Figura #3.12: Comunicación del Centro de Gestión y las Estaciones Multimedia.....	29
Figura #3.13: Diagrama de Interconexión del Centro de Gestión	30
Figura #3.14: Interfaz Gráfica del Centro de Gestión.....	31
Figura #4.1: Estructura de la trama.....	37
Figura #4.2: Estructura de la cabecera	38
Figura #4.3: Estructura de mensajes de control del sistema	42
Figura #4.4: Esquema para mensajes de control.....	44
Figura #4.5: Esquema para transmisión de archivos.....	45
Figura #5.1: Estructura - Vista Frontal	47
Figura #5.2: Estructura - Vista Lateral.....	48
Figura #5.3: Estación Multimedia – sector superior	52

INDICE TABLAS

Tabla #2.1: Comandos AT	14
Tabla #2.2: Comandos AT extendidos (AT+)	15
Tabla #4.1: Bandera y representación hexadecimal.....	40
Tabla #5.1: Características principales de los módems	50
Tabla #5.2: Equipos y costos	51

GLOSARIO DE ACRONIMOS

APN	Access Point Naming
AUC	Authentication Center
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
CEPT	Conference of European Post and Telecommunications
CG	Centro de Gestión
CSD	Circuit Switched Data
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EDGE	Enhanced Data rates for GPRS Evolution
EIR	Equipment Identify Register
EM	Estación Multimedia
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
ME	Mobile Equipment
MS	Mobile Station
MMS	Multi Media SMS Message
MSC	Mobile Switching Center
NMS	Network Management Subsystem
NSS	Network Switching Subsystem
OSS	Operation and Support Subsystem
PIN	Personal Identification Number

PSK	Phase Shift Keying
PSTN	Public Switched Telephone Network
SIM	Subscriber Identity Module
SGSN	Serving GPRS Support Node
SMPP	Short Message Peer to Peer Protocol
SMS	Short Message Service
SMSC	Short Message Service Center
SQL	Structured Query Language
SSH	Secure Shell
TCU	Transceiver Coding Unit
TDMA	Time Division Multiple Access
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
UPS	Uninterruptable Power Supply
VLR	Visitor Location Register
WAP	Wireless Application Protocol

INTRODUCCIÓN

La Corporación Digitel C.A. constantemente está en la búsqueda de ofrecer a sus usuarios nuevos servicios de valor agregado. En este sentido la Coordinación de Telefonía Básica y Pública de la corporación ha decidido desarrollar una Estación Multimedia Pública, basada en el uso de la red GSM, que pueda ser ubicada en centros comerciales, aeropuertos, hoteles, universidades y otros sitios similares, la cual permita a los usuarios acceder a servicios de llamadas, mensajería de texto, Internet, así como la revisión y edición de la agenda telefónica, haciendo uso sólo de sus tarjetas SIM.

Dada la gran cantidad de sitios donde puede ser implementada la Estación Multimedia, para la corporación surge la necesidad de crear un Centro de Gestión que se encargue de las labores de control, supervisión y generación de estadísticas de las Estaciones Multimedia que estén en servicio.

La interacción entre las Estaciones Multimedia y el Centro de Gestión implica la creación de un protocolo de comunicación, utilizando la menor capacidad posible de recursos de la red GSM, para evitar ocupar recursos que pudiera en un momento dado, requerir un usuario común.

El desarrollo de un sistema como el que desea la corporación, implica costos de implementación. Con el fin de que los mismos sean los más reducidos, se impone la necesidad de utilizar un software de uso libre.

Así es como surge este proyecto, cuyo objetivo es diseñar la Estación Multimedia, el Centro de Gestión y el protocolo de comunicación, que cumplan con las características antes mencionadas, así como el estudio de costos que implica la implementación del proyecto.

En este trabajo de grado, se desarrollan los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se menciona la justificación, los objetivos generales y específicos de este proyecto.

Capítulo II: Se describen los componentes y la arquitectura de una red GSM, GPRS y se hace una recopilación de las características de los comandos AT, los

cuales son utilizados en el proceso de comunicación entre la Estación Multimedia y el Centro de Gestión.

Capítulo III: Se detalla el diseño y desarrollo de la Estación Multimedia y del Centro de Gestión.

Capítulo IV: Se describe el diseño y desarrollo del protocolo de comunicación entre la Estación Multimedia y el Centro de Gestión.

Capítulo V: Se hace el estudio de costos de la implementación del proyecto, por Estación Multimedia.

CAPÍTULO I

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 JUSTIFICACIÓN

DIGITEL TIM desea implementar un sistema multimedia que esté debidamente equipado para el uso sobre la plataforma de telefonía móvil GSM y la transmisión de datos a través de GPRS o EDGE, de manera de poder diseñar estaciones multimedia publicas que puedan ser ubicadas en centro comerciales, aeropuertos, hoteles, universidades y que el usuario con sólo tener una SIM o tarjeta prepago pueda acceder a Internet, telefonía pública, envío y recepción de mensajes de texto.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema multimedia y su protocolo, tal que permita la comunicación entre un centro de gestión y las estaciones, usando la red de telefonía móvil GSM y software de fuente abierta.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un protocolo de comunicación entre el centro de gestión y las estaciones multimedia.
- Diseñar el centro de gestión y una estación multimedia prototipo.
- Desarrollar las aplicaciones de software necesarias para el manejo del centro de gestión y las estaciones multimedia.
- Análisis de costos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GSM / GPRS

2.1.1 Definición GSM

GSM (Global System for Mobile Communications) es un estándar mundial de telefonía móvil digital. El estándar fue creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera mundialmente adoptada. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo), es predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo.

GSM difiere de sus antecesores principalmente en que tanto los canales de voz como las señales son digitales. Se ha diseñado así para un moderado nivel de seguridad. GSM emplea TDMA (Time Division Multiple Access) entre estaciones en un par de canales de radio de frecuencia duplex, con bajo salto de frecuencia (frequency hopping) entre canales.

2.1.2 Arquitectura de la red GSM

Una red GSM está dividida en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas, como se muestra en la figura #2.1:

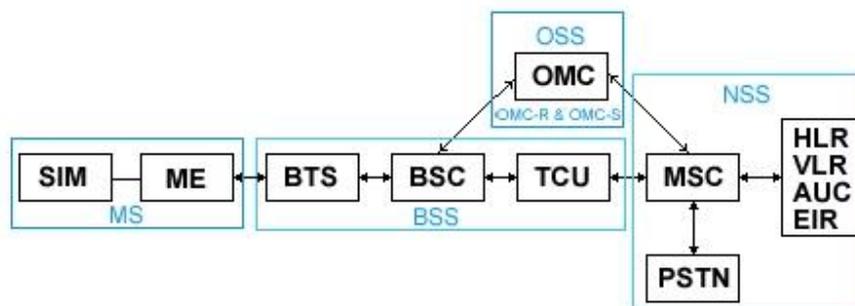


Figura #2.1: Arquitectura de una red GSM

2.1.2.1 MS (Mobile Station)

La estación móvil consta de dos elementos básicos a conocer, por un lado el terminal o equipo móvil (ME) y por otro lado la SIM (Subscriber Identity Module). Con respecto a los terminales poco se tiene que decir ya que en el mercado existe una gran variedad de modelos.

La SIM es una pequeña tarjeta inteligente que sirve para identificar las características del Terminal; además posee información relacionada directamente con el usuario como la agenda telefónica, mensajes de texto, el IMSI, que es el número de identificación internacional del subscriptor. Esta tarjeta se inserta en el interior del equipo terminal y permite al usuario acceder a todos los servicios que haya disponibles por su operador, la SIM está protegida por un número de cuatro a ocho dígitos que recibe el nombre de PIN (Personal Identification Number). La mayor ventaja de la SIM es que proporciona movilidad al usuario, ya que puede cambiar de terminal y así de esta forma mantener su información sin tener que depender del mismo.

2.1.2.2 BSS (Base Station Subsystem)

Esta estación sirve para conectar los terminales móviles con la NSS (Network and Switching Subsystem), además de ser la encargada de la transmisión y recepción. Esta consta de tres elementos bien diferenciados: La BTS (Base Transceiver Station), la BSC (Base Station Controller) y la TCU (Transceiver Coding Unit). La BTS consta de transmisores, receptores y antenas usadas en cada célula de la red que suelen estar situadas en el centro de la célula, generalmente su potencia de transmisión determina el tamaño de la célula.

Las BSC se utilizan como controladores de las BTS y tienen como funciones principales las de estar a cargo de los handovers, los saltos de frecuencia (frequency hopping) y los controles de las frecuencias de radio de las BTS.

Los TCU codifican o decodifican los canales de voz de un formato digital a otro, esto es necesario dado que la interfaz de aire muestrea la voz a una tasa de 13 kbps (full rate) o a 6.5 kbps (half rate) y la velocidad estándar de muestreo para la

voz es de 64 kbps en redes PSTN, por lo tanto su función es transformar las tasas de bits.

2.1.2.3 NSS (Network and Switching Subsystem)

El subsistema de conmutación y red se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red; para poder hacer este trabajo la NSS se divide en cinco sistemas diferentes, cada uno con una misión dentro de la red:

- **MSC (Mobile Switching Center):** Es el componente central del NSS, es el responsable del control de llamadas de la red, identifica el origen y destino de la llamada, se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como proporcionar conexión con otras redes, también se encarga de iniciar la facturación del suscriptor al establecerse la llamada.

- **HLR (Home Location Register):** Es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC y funciona en unión con el VLR. Entre la información que almacena el HLR se tiene fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso.

VLR (Visitor Location Register): Es una base de datos que contiene información temporal, acerca de todos los terminales móviles presentes localizados dentro del área que atiende un MSC. El MSC y el VLR están siempre integrados dentro del mismo nodo físico.

- **AuC (Authentication Center):** Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación.

- **EIR (Equipment Identity Register):** Se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los IMEI (International Mobile Equipment Identity) de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

2.1.2.4 OSS (Operation and Support Subsystem)

Los subsistemas de soporte y operación se conectan a diferentes NSS y BSC para controlar y monitorear toda la red GSM, sus funciones principales son: administración de fallas, configuración remota de los equipos y la recopilación de datos de cada uno de los elementos de red para luego estudiar el rendimiento y basado en esto mejorar los servicios dentro de la red de ser necesario.

2.1.3 Definición GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) es una solución tecnológica que permite a una operadora de GSM mejorar significativamente la transmisión de datos, además de constituir un primer paso costo-efectivo hacia la implementación de 3G. GPRS utiliza conmutación de paquetes con lo que la información se transmite en pequeñas ráfagas de datos, esto es ideal para aplicaciones de carácter esporádico como los son WAP, SMS, MMS, telemetría e Internet.

Los recursos de radio se ocupan sólo cuando hay necesidad de enviar o recibir datos, esto permite que una ranura de tiempo (time slot) en una trama TDMA pueda atender varios usuarios ya que la ranura se libera al cesar el envío o recepción de data, además los paquetes de información pueden ser enviados por distintas rutas a través de los diversos nodos de soporte del servicio, esto mejora la eficiencia espectral y disminuye los costos operativos de la red GSM, beneficiando al usuario con nuevos servicios, mayor velocidad en la transmisión de datos y una facturación más económica, ya que se cobra por kbps transmitidos-recibidos y no por la duración de la conexión como ocurre al utilizar conmutación de circuitos CSD (Circuit Switched Data) para la transmisión de datos a través de la red GSM.

La tasa de transmisión en GPRS teóricamente puede llegar a 171.2 kbps. Esto sería utilizando las 8 ranuras de tiempo disponibles en la trama TDMA; la velocidad de los equipos se determina por el número de ranuras de tiempo que manejan además de su configuración. Un equipo con una configuración 4+1 indica que tiene un máximo de 4 time slots para los datos de bajada (32 a 48 kbps) y un time slot para los datos de subida (8-12kbps). A continuación se mencionan algunas configuraciones:

- GPRS Clase 2: configuración 2+1.
- GPRS Clase 4: configuración 3+1.
- GPRS Clase 6: configuraciones 3+2 o 2+3.
- GPRS Clase 8: configuración 4+1.
- GPRS Clase 10: configuraciones 4+1 o 3+2.
- GPRS Clase 12: configuraciones 4+1, 3+2, 2+3 o 1+4.

Hasta el momento sólo se ha hablado de las características y beneficios de GPRS tanto para la operadora GSM como para el usuario. Anteriormente se mencionó que los datos pueden ser enviados por distintos nodos, esto hace que ocurra retardo en las transmisiones (delay). Otra desventaja importante es que la rata de transmisión no se puede garantizar ya que la prioridad en una red de telefonía móvil no es la transmisión de datos si no el establecimiento de llamadas de voz; es por ello que el número de ranuras de tiempo asignadas al equipo, depende directamente de los recursos disponibles en la BTS, por ejemplo, un equipo 4+1 puede estar usando sólo dos ranuras de tiempo para los datos de bajada y una ranura para los datos de subida, estas ranuras de tiempo son temporalmente asignadas con lo cual pueden aumentar o disminuir a lo largo de la transmisión de datos, trayendo como consecuencia que la rata de transmisión varíe; la variación depende del número de usuarios activos en la BTS, por estas razones GPRS no es ideal para servicios en tiempo real como la transmisión de vídeo.

2.1.4 Arquitectura de la red GPRS

Para implantar GPRS sobre una infraestructura GSM existente es necesario añadir nuevos elementos sobre la arquitectura de GSM. En la figura #2.2 se muestran estos elementos.

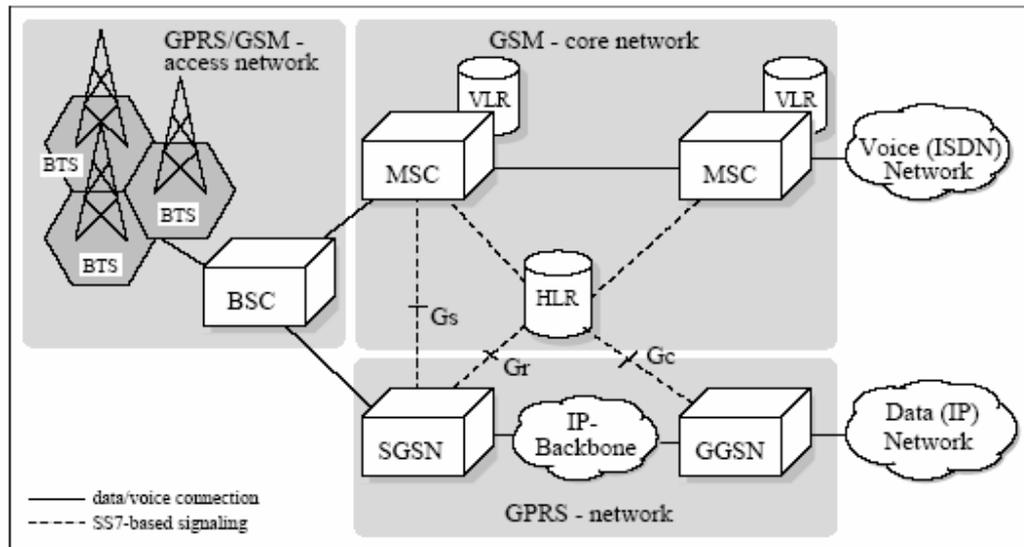


Figura #2.2: Arquitectura de la red GSM / GPRS

La BSC separa el tráfico de voz y datos, el tráfico de voz es enviado al MSC, mientras que el tráfico de datos es enviado a la red de GPRS, la cual está constituida por los siguientes elementos:

- SGSN (Serving GPRS Support Node) Las funciones de este nodo son:
 - (a) Conversión entre los protocolos del núcleo IP y la BTS.
 - (b) Encriptación y codificación de la data.
 - (c) Enrutamiento de paquetes hacia el GGSN cuando una conexión requiere redes externas como Internet.
 - (d) Interacción con el MSC/VLR y HLR.
 - (e) Recaudación de estadísticas de tráfico así como de la data para el cargo del servicio.

- GGSN (Gateway GPRS Support Node):
 - (a) Enrutamiento de paquetes provenientes de redes externas hacia el SGSN.
 - (b) Enrutamiento de paquetes originados por MS hacia la correspondiente red externa.

- (c) Provee las interfaces necesarias para la conexión con redes externas.
- (d) Asignación de direcciones IP del MS en forma dinámica o estática o con la ayuda de un servidor DHCP.
- (e) Recaudación de estadísticas de tráfico así como de la data para el cargo del servicio.

2.1.5 Definición de EDGE

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) también conocido como GSM-384 es la evolución de GPRS. EDGE permite tasas de transmisión de hasta 384 kbps, las cuales son logradas usando un esquema de modulación más eficiente en la interfaz de aire. El sistema GSM utiliza el esquema de modulación conocido como GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) mientras EDGE utiliza la técnica conocida como 8PSK (8 Phase Shift Keying). A pesar de que la técnica 8PSK reduce ligeramente el área de cobertura comparada con GMSK, esta incrementa significativamente las tasas de transmisión, lo que permite a las operadoras ofrecer servicios de 3G. En la mayoría de los casos sólo se necesitan cambios secundarios para pasar de GPRS a EDGE.

2.2 COMANDOS AT

2.2.1 Definición

Los Comandos AT (ATtention) HAYES son un conjunto de instrucciones estándar para configurar y operar módems, éstos fueron desarrollados a mediados de los 80 por Hayes Micro Computers, de allí el nombre de Hayes. Hasta entonces los módems no tenían memoria y no podían ser programados. Con el desarrollo de comandos (código) para módems, éstos se volvieron más funcionales. Los Comandos AT HAYES hoy son conocidos como un estándar para control de módems.

Para el manejo específico de los módems GSM se crearon nuevos comandos AT especialmente dedicados para operar con esta clase de módems. Los mismos son sólo una extensión de los comandos AT clásicos pero orientados a módems GSM,

con funcionalidades y características de esta tecnología, estos comandos con conocidos bajo el nombre de AT+.

2.2.2 Modos de operación

Los módems tienen cuatro modos de operación y se comportan en forma diferente en cada uno de esos modos:

- **Modo Espera:** Es el modo de operación por defecto cuando el módem se enciende por primera vez. El módem está listo y habilitado para aceptar comandos. El módem continúa en este estado hasta que es configurado para pasar a otro.

- **Modo Comando:** Luego que un comando AT válido es detectado, el módem entra en este estado. Los caracteres del comando son almacenados hasta que la tecla Enter es presionada, en este momento, el módem carga el comando. Estos comandos pueden tanto configurar el módem como hacer que el módem realice una acción determinada.

- **Modo Data:** En este modo, el módem ha sido llamado por otro módem y retornará una señal de acarreo e intentará establecer la conexión. Una vez conectado, el módem está configurado para intercambiar data entre los módems. El módem sale del Modo Data sólo si una de las siguientes cosas ocurre:
 - (a) La secuencia de salida “+++” es recibida.
 - (b) La señal de acarreo del otro módem se pierde.
 - (c) La señal DTR (Data Terminal Ready) se pierde, lo cual indica que el computador conectado a este módem perdió la conexión.
 - (d) Ha pasado un largo tiempo desde que la última vez que se recibió o envió data (ésta es opcional).

- **Modo Interactivo:** El módem entra en este estado cuando, una vez conectado, recibe la señal “+++”. El módem puede recibir comandos AT mientras continúa aún

conectado con otro módem. Este estado es usado usualmente para ajustar parámetros de la conexión.

2.2.3 Reglas de Sintaxis de los comandos AT

La sintaxis de los comandos AT son un conjunto de reglas que definen las secuencias correctas de los elementos de una cadena de comandos.

A continuación se presentan algunas de las reglas de sintaxis más importantes a tener en cuenta en el uso de los comandos AT.

- (a) Una cadena de comandos debe iniciar con “AT” o “at”, excepto los comandos “A/” (el cual repite el último comando ejecutado) y “+++” (usado para pasar a modo Interactivo). Las cadenas que inician con “At” o “aT” son inválidas.
- (b) Es posible escribir varios comandos en una misma cadena.
- (c) Los comandos pueden ser escritos en letras mayúsculas o minúsculas.
- (d) Una cadena de comandos debe contener menos de 40 caracteres.
- (e) Cuando se escribe un comando erróneo, este puede ser corregido usando la tecla de retroceso.
- (f) Todos los comandos deben ser terminados con una (,) excepto los comandos +++ y A/.
- (g) En un número telefónico pueden existir los siguientes caracteres: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 * = , ; # + >. Todos los otros caracteres son ignorados (espacios, etc) y permiten dar formato al número telefónico.
- (h) Los comandos con parámetros numéricos, pueden ser usados sin un valor numérico, en este caso será asumido como 0 por defecto.
- (i) Si la cadena de comandos contiene dos comandos consecutivos sin parámetros, el comando responderá con un error.
- (j) Después que se ejecuta el comando ATZ (el cual reinicia el módem) se debe respetar una pausa de dos segundos antes de ingresar el próximo comando.

2.2.4 Tipos de Comandos AT

Existen cuatro tipos de comandos AT; cabe mencionar que no todos los comandos AT pueden operar en todas las modalidades, éstos son:

- De configuración de parámetros: Como su nombre lo indican son usados para configurar parámetros del módem. Estos comandos suelen tener la siguiente forma:

$$AT\langle\text{comando}\rangle=\langle\text{parámetro}\rangle\langle\text{CR}\rangle$$

Donde:

AT: Indica al módem que se trata de un comando AT.

<comando>: Es el nombre del comando a ser ejecutado.

<parámetro>: Indica los parámetros del comando.

<CR>: Carácter de retorno de carro (Enter).

- De ejecución: Son los comandos utilizados para dar órdenes al módem, es decir, para indicarle acciones a realizar. Por ejemplo, realizar una llamada, enviar un mensaje, colgar una llamada, etc. Su forma es la misma que los comandos de configuración de parámetros.

- De lectura: Son utilizados para obtener información del módem, de sus parámetros actuales. Estos tienen la siguiente forma:

$$AT\langle\text{comando}\rangle?\langle\text{CR}\rangle$$

Donde:

AT: Indica al módem que se trata de un comando AT.

<comando>: Es el nombre del comando a ser ejecutado.

?: Indica que el comando es de lectura.

<CR>: <CR>: Carácter de retorno de carro (Enter).

- De Prueba: Se utilizan para obtener información del funcionamiento del módem, como una ayuda de los posibles parámetros de un comando. Su estructura es similar a la usada en los comando de lectura.

AT<comando>=?<CR>

Donde:

AT: Indica al módem que se trata de un comando AT.

<comando>: Es el nombre del comando a ser ejecutado.

=?: Indica que es un comando de prueba.

<CR>: <CR>: Carácter de retorno de carro (Enter).

2.2.5 Comandos AT utilizados en el proyecto

En este proyecto se utilizaron los comandos AT, no sólo para controlar el módem, si no también para acceder a la información de la SIM del usuario. A continuación en la tabla #2.1 y 2.2 se muestran los comandos AT y AT+.

Tabla #2.1: Comandos AT

Comando	Descripción
AT	Código de atención que precede a todos los comandos.
ATA	Responde una llamada entrante.
ATD	Marca a un número telefónico.
ATE	Eco de comandos ON / OFF.
ATH	Desconexión de línea.
ATL	Volumen del altavoz.
ATZ	Reset del módem.
AT&F	Inicializa parámetros por defecto del módem.
AT&W	Salva la configuración del módem.
AT&Z	Reinicia el módem.

Tabla #2.2: Comandos AT extendidos (AT+)

Comando	Descripción
AT+CIMI	Obtiene el IMSI de la SIM.
AT+CPIN	Introduce el PIN.
AT+CPIN?	Pregunta si el PIN está activo.
AT+CSCS	Establece la configuración de caracteres (ASCII, HEX, GSM).
AT+CMGF	Selecciona el formato de los mensajes (Texto, PDU).
AT+CMGL	Muestra todos los mensajes de texto.
AT+CMGR	Lee un mensaje de texto de la SIM.
AT+CMGD	Elimina un mensaje de texto de la SIM.
AT+CMGS	Envía un mensaje de texto.
AT+CSCA	Establece el centro de mensajes a usar.
AT+CNMI	Activa la indicación de un nuevo mensaje de texto.
AT+CLIP	Activa la identificación de llamada.
AT+CPBR	Lee los contactos del directorio telefónico.
AT+CPBF	Busca un contacto en el directorio telefónico.
AT+CGDCONT	Define el protocolo PDP de GPRS.
AT+CGREG	Registra GPRS en la red.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA MULTIMEDIA

3.1 Definición

Multimedia se define como cualquier combinación posible entre texto, voz, sonido, imagen, fotografía, animación gráfica y vídeo, que llega al usuario a través de un computador o cualquier otro medio electrónico. Cuando los servicios multimedia permiten al usuario final controlar ciertos elementos de la información que recibe, esto se convierte en multimedia interactiva. Si adicionalmente proporciona caminos a través de los cuales el usuario puede navegar, entonces, multimedia interactiva se convierte en hipermedia.

Se suele utilizar Aplicaciones Multimedia cuando las personas requieren acceso a información electrónica de cualquier tipo. Multimedia mejora las interfaces de usuario tradicionales, basados mayoritariamente sólo en texto. Adicionalmente permite atraer y mantener la atención e interés de los usuarios, porque mejora la retención de la información presentada.

Entre las características de los productos multimedia están:

- (a) El usuario puede modificar los parámetros de funcionamiento del sistema.
- (b) La interfaz de usuario debe ser intuitiva, basada en iconos.
- (c) Debe tener en cuenta los eventos del usuario y del sistema.
- (d) Los tiempos de respuesta deben ser cortos.

El Sistema Multimedia está compuesto por las Estaciones Multimedia (EM) y el Centro de Gestión (CG). Para la comunicación entre estos dos se utiliza la red GSM de DIGITEL TIM, específicamente los servicios de mensajería corta y GPRS. A lo largo de este capítulo se describen en detalle la Estación Multimedia y el Centro de Gestión.

3.2 Estación Multimedia

Se puede definir la Estación Multimedia como un conjunto de hardware y software desarrollados para el uso de índole pública, con el fin de permitir al usuario utilizar servicios multimedia, telefonía, mensajería de texto e Internet.

El diseño de la Estación Multimedia se dividió de la siguiente manera:

- (a) Desarrollo de la interfaz gráfica del usuario.
- (b) Desarrollo del software de control para el módem.
- (c) Integración de los elementos de software y Linux

El software se desarrolló en el lenguaje de programación JAVA y se utilizó el sistema operativo Linux, específicamente las distribuciones de SuSE y RedHat, para el control del módem GSM se usó los Comandos AT.

JAVA es un lenguaje orientado a objetos, posee una sintaxis muy similar a C++ y es multiplataforma, esto quiere decir que no depende del sistema operativo, lo que hace que el código fuente se pueda ejecutar en distintos sistemas operativos como Linux, Windows, Solaris y Unix. En la figura #3.1 se muestra la interconexión entre los elementos de software de la Estación Multimedia y el módem.

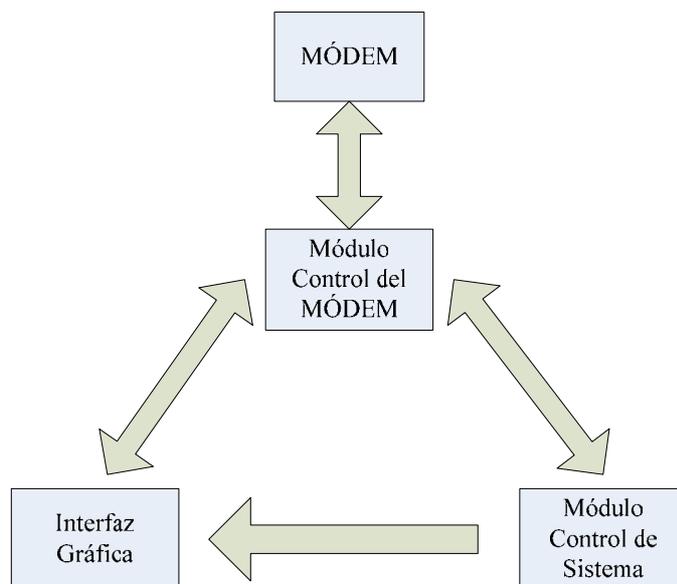


Figura #3.1: Diagrama de interconexiones

3.2.1 Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica está dividida por las funciones de la Estación Multimedia, estas permiten al usuario:

- (a) Inicio de sesión.
- (b) Manejo de los mensajes de texto.
- (c) Realizar llamadas telefónicas.
- (d) Manipular la agenda de contactos.
- (e) Acceder a Internet a través de GPRS / EDGE.

A continuación se describen cada una de estas cinco funciones.

3.2.1.1 Inicio de sesión

Esta es la primera pantalla que ve el usuario, en ella se le da la bienvenida y se le incita a que use el servicio, aquí el usuario debe introducir la SIM y el PIN (número de identificación personal de cuatro (4) a ocho (8) dígitos) y presionar el botón aceptar, este código es enviado al módem para ser validado y realizar el registro en la red GSM. El registro en la red es el paso en el cual se autentifica al usuario, en este proceso se identifica al usuario a través del IMSI y se verifican los servicios activos con la operadora. Si el registro resulta exitoso, el usuario avanzará a la pantalla de opciones, de lo contrario un cuadro de diálogo informará el error. En la figura #3.2 se muestra la pantalla inicial y en la figura #3.4 se muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso de inicio de sesión.

La pantalla opciones se encuentra dividida en dos paneles, el panel que se encuentra ubicado del lado izquierdo de la pantalla muestra las funciones de la Estación Multimedia (éstas fueron enunciadas anteriormente) y el panel ubicado a la derecha de la pantalla muestra la descripción de cada una de las funciones, la cual es mostrada al situar el puntero de ratón (Mouse) encima del icono que representa cada función en la Estación Multimedia. Luego de seleccionar alguna de las opciones representadas en el panel izquierdo, el panel derecho es sustituido por el contenido correspondiente a la función ejecutada. La pantalla de opciones se muestra en la figura #3.3.



Figura #3.2: Pantalla inicial

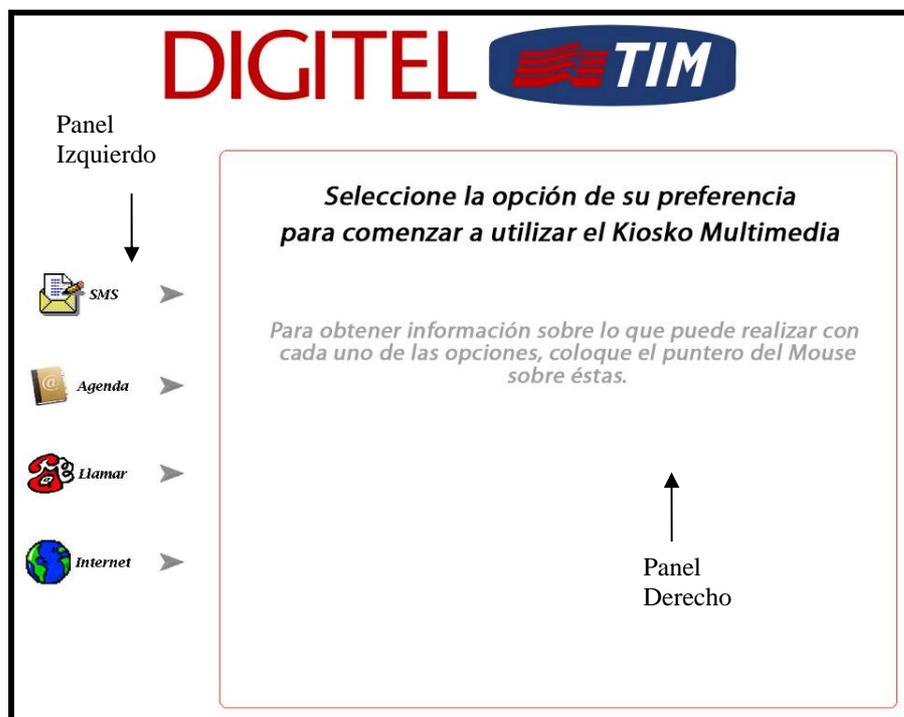


Figura #3.3: Pantalla de Opciones

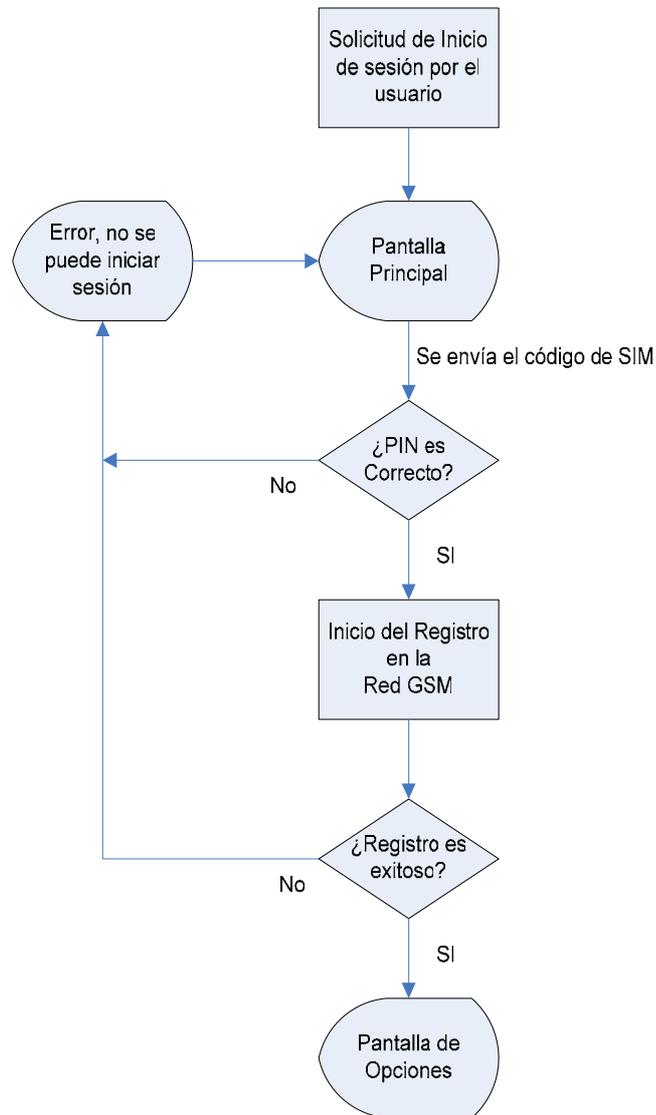


Figura #3.4: Diagrama de Flujo, proceso de inicio de sesión

3.2.1.2 Mensajería Corta (SMS)

En esta pantalla el usuario dispone de tres opciones, las cuales le permiten el envío de mensajes de texto (SMS) y la manipulación de los mensajes almacenados en la SIM del usuario. El usuario también puede recibir mensajes de texto, los cuales son almacenados en la SIM y luego la interfaz gráfica notifica al usuario con un cuadro de diálogo. Ambas pantallas se muestran en la figura #3.5 y #3.6

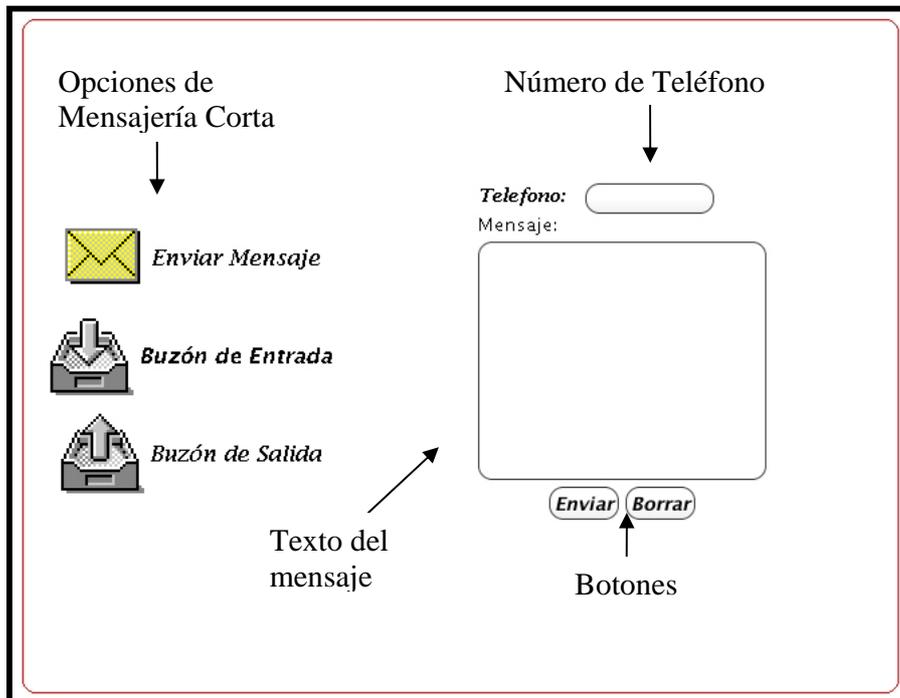


Figura #3.5: Pantalla de Envío de Mensajes

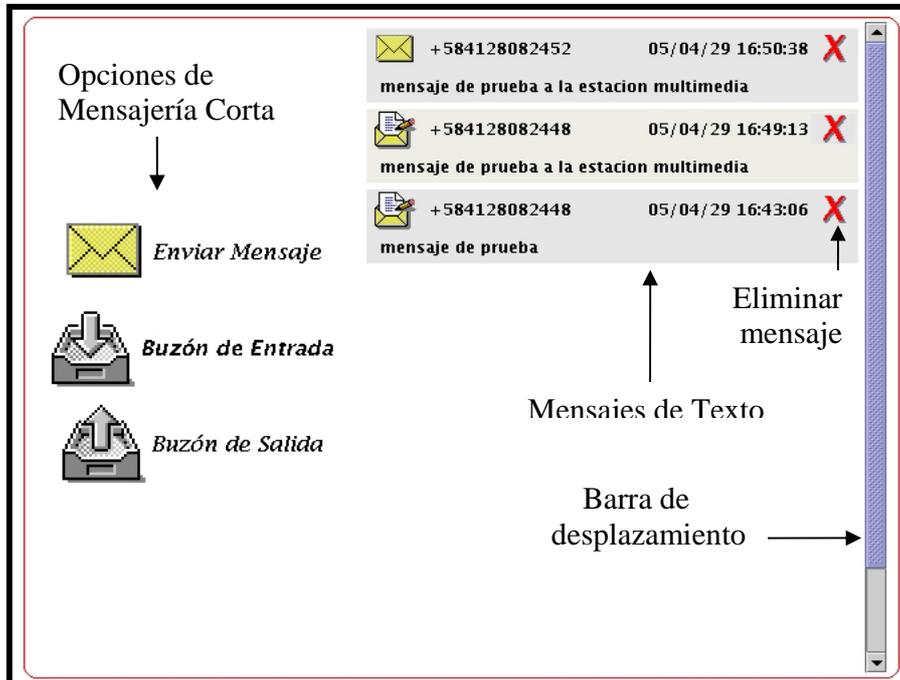


Figura #3.6: Pantalla de Lectura de Mensajes

3.2.1.3 Directorio Telefónico

En esta pantalla el usuario podrá acceder al directorio telefónico almacenado en la SIM. La pantalla se encuentra dividida en pestañas, cada una corresponde a una letra del alfabeto. Todos los contactos cuentan con accesos directos para llamadas telefónicas o envío de mensajes de texto, el usuario puede eliminar o modificar los contactos.

La cantidad de números telefónicos que se encuentran almacenados dependen de la capacidad de la SIM, por lo que es necesario conocerla antes de efectuar cualquier operación sobre la SIM. En la figura #3.7 se muestran los contactos de una pestaña.

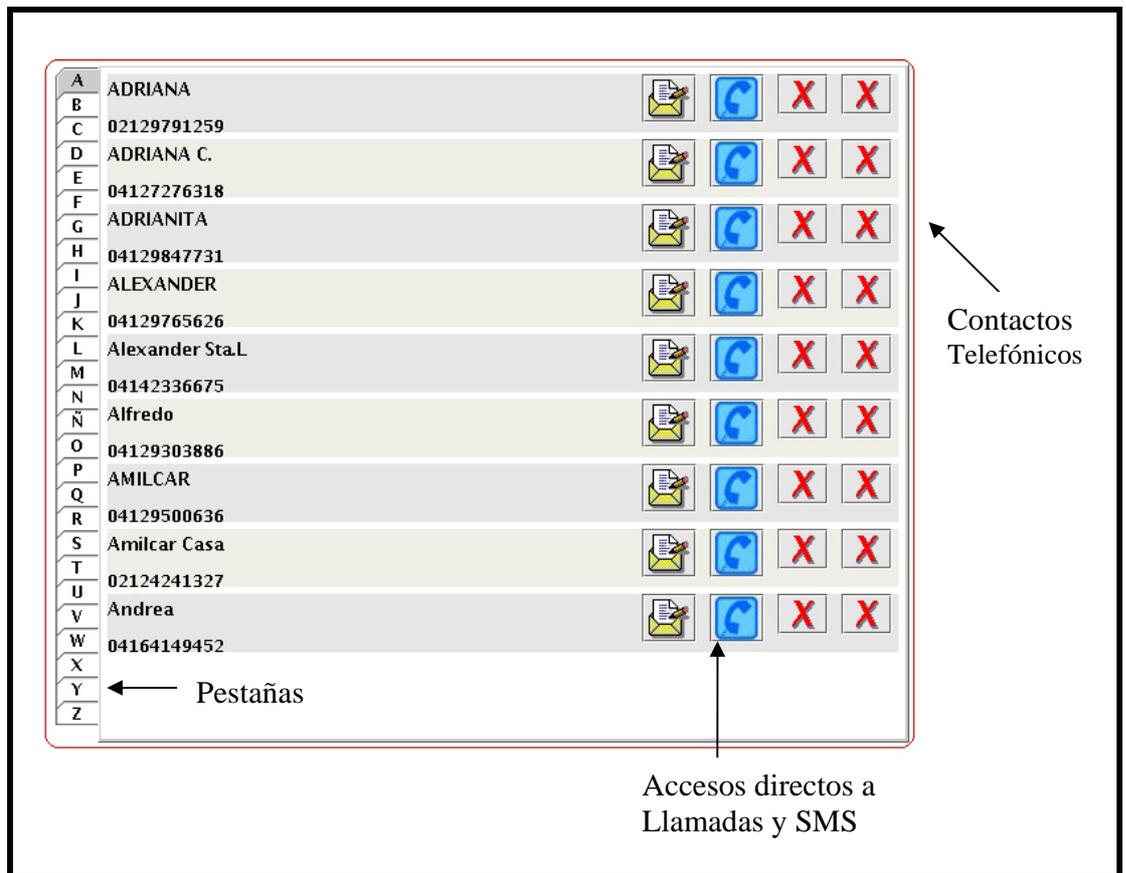


Figura #3.7: Pantalla de la agenda telefónica

3.2.1.4 Llamadas Telefónicas

En esta pantalla el usuario podrá realizar llamadas telefónicas al igual que en un teléfono público. El número telefónico es ingresado a través de un teclado numérico en la pantalla o de un teclado de computador. Al establecerse una llamada telefónica se activa un cronómetro de manera que el usuario lleve un control del tiempo. El usuario también puede recibir llamadas telefónicas, éstas son avisadas por un cuadro de diálogo en el cual el usuario puede elegir entre aceptar la llamada o ignorarla. En la figura #3.8 se muestra la pantalla para realizar llamadas telefónicas.

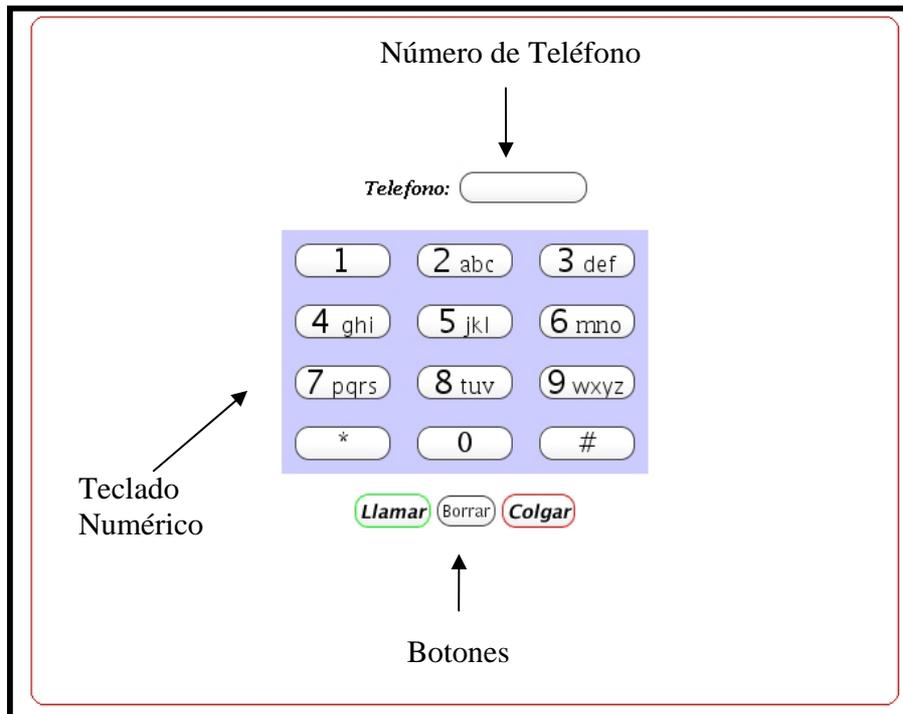


Figura #3.8: Pantalla de llamadas telefónicas

3.2.1.5 Acceso a Internet

En esta pantalla el usuario establece una conexión de GPRS o EDGE para el uso de Internet. Aquí puede realizar la apertura de programas externos como navegadores de Internet o programas para el uso de chat y envío de mensajes. El software externo utilizado en esta pantalla es de libre licencia y uso (GPL), en el caso del navegador se utilizó el Mozilla FireFox y para el uso de programas de Chat como

el Microsoft Messenger se usó el AMSN. En la figura #3.9 se muestra la apariencia de esta pantalla.

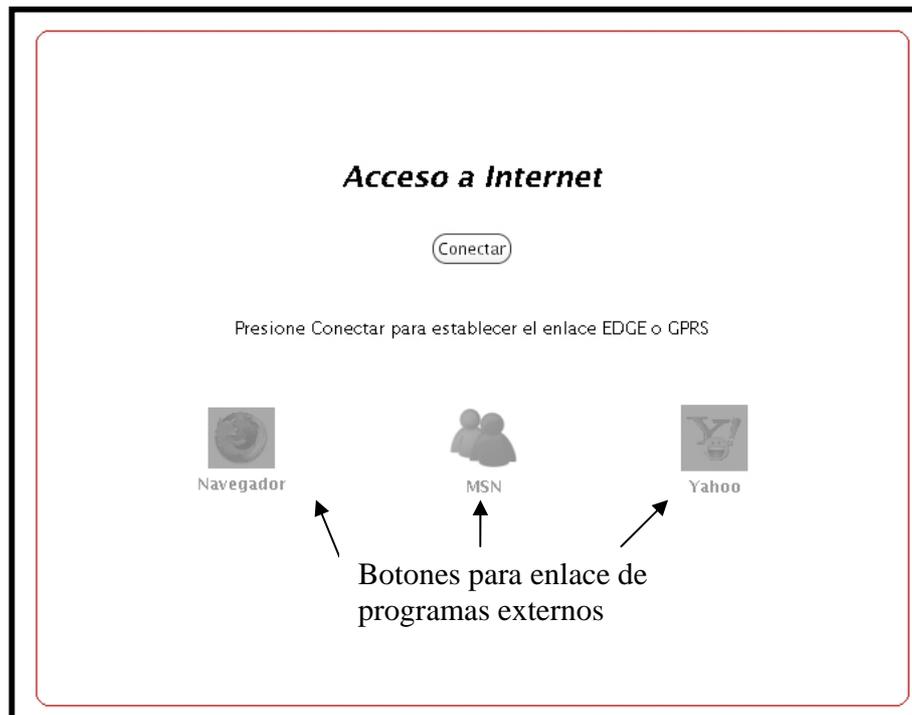


Figura #3.9: Pantalla de Conexión y Uso de Internet.

3.2.2 Módulo Control del Sistema

El control de la Estación Multimedia está compuesto por dos módulos, el módulo de hardware y el módulo de software. Éste último es el módulo principal, en él se encuentra implementada la seguridad del sistema, la integración con Linux y el Centro de Gestión.

3.2.2.1 Módulo Software

Este módulo es el primero en iniciarse al ejecutar el programa de la Estación Multimedia, la primera acción que realiza es cargar el archivo de configuración en el cual se encuentran los datos de configuración del puerto serial y del Centro de Gestión, los comandos de inicialización del módem y los comandos AT utilizados por

la Estación, este archivo fue realizado en un lenguaje extensible de marcas (XML), el cual describe el contenido de lo que etiqueta, lo que facilita la creación y edición de estos archivos.

Luego de realizar la lectura y cargar el archivo de configuración, el módulo de control de sistema le solicita al módulo de control del módem que se inicialice para así establecer la comunicación con el módem, seguido a esto se ejecuta la Interfaz Gráfica. En este punto la Estación Multimedia se encuentra lista para su funcionamiento.

En el módulo de control de sistema se encuentran los algoritmos y métodos que se encargan de controlar la sesión del usuario, desde el establecimiento hasta el fin, cada acción que el usuario realiza en la Estación Multimedia es registrada y almacenada en un archivo de texto, estos archivos son creados diariamente y enviados al Centro de Gestión para luego ser procesados. Existe otro archivo de texto que lleva un registro de todas las excepciones que ocurren en el programa, una excepción es un fallo en el programa que ocasiona un mal funcionamiento, pero no un error del sistema que dejaría a la Estación Multimedia fuera de servicio, estas excepciones son manejadas por Java de manera especial.

Este módulo también es el encargado de establecer la comunicación con el Centro de Gestión, en éste se encuentran implementados los algoritmos para el uso de protocolo y para el control de la Estación de forma remota, de manera que aquí se encuentran definidos los comandos y sus respectivas acciones, las cuales se ejecutan al ser solicitadas por el Centro de Gestión. A continuación se muestran los comandos y acciones más importantes.

- (a) BLOQUEO: Bloquea la Estación Multimedia, esto impide que el usuario pueda hacer uso de la misma.
- (b) DESBLOQUEO: Revierte la acción de bloqueo.
- (c) GPRS: Realiza una conexión de GPRS, para así establecer una comunicación TCP / IP con el Centro de Gestión, de esta forma se realizan transferencias de archivos por medio del protocolo TFTP

(Trivial File Transfer Protocol) y conexiones de SSH (Secure Shell) el cual abre una consola de comandos de Linux.

- (d) Comandos AT: Realiza la ejecución de comandos AT en el módem de forma remota por el Centro de Gestión.
- (e) ESTATUS: Chequea el sistema y genera un código de seguridad de 4 dígitos hexadecimal. Este proceso será explicado con detalle en Capítulo IV.

3.2.2.2 Módulo de Hardware

Este módulo se encarga de realizar las acciones externas al computador que requieren de electrónica, se encuentra ubicado entre el módem y el computador, interceptando la conexión del puerto serial (RS 232). En la figura #3.10 se muestra la conexión de este módulo.

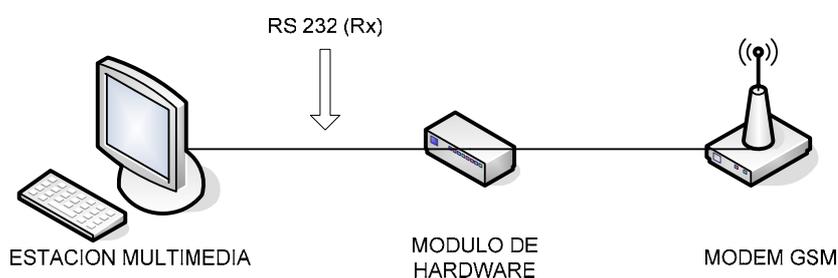


Figura #3.10: Módulo de Hardware

Las funciones más importantes de este módulo son:

- (a) Conmutación entre la SIM del usuario y la SIM de la Estación Multimedia.
- (b) Notificar a la Estación cuando se inserta o retira una SIM.
- (c) Activar el Reset del módem y de la Estación Multimedia.
- (d) Bloquear los periféricos de la Estación Multimedia.

La conmutación de la SIM de Usuario y la SIM de la Estación es la función más importante que realiza el módulo de hardware. La Estación Multimedia posee una SIM interna, la cual siempre está activa para labores administrativas del Centro de Gestión. Cuando un usuario inserta su SIM, el módulo de hardware detecta este evento y desactiva la SIM interna para activar la del usuario. Al finalizar la sesión el usuario retira su SIM y el módulo vuelve a activar la SIM de la Estación Multimedia.

Al igual que el módulo de control de Software, dentro del módulo de hardware existen algunos comandos grabados internamente para el control de la Estación Multimedia, estos comandos son el reinicio del módem y la Estación Multimedia, los cuales no se pueden realizar únicamente por software, en ambos casos es necesario activar un cero lógico tanto en el módem como en la Estación Multimedia. Los comandos utilizados para esto son:

- (a) RESET: Reinicia el módem.
- (b) MASTER RESET: Reinicia el módem y el COMPUTADOR.

3.2.3 Módulo Control del módem

En este módulo se encuentra todo lo concerniente con el módem y el puerto serial de la Estación Multimedia. El puerto serial es inicializado y configurado para escuchar todos los eventos que se produzcan en el módem, éstos son enviados al módulo de control de sistema para ser analizados y realizar las acciones respectivas.

El módulo se encuentra dividido en dos sub-módulos, estos son el Manejo del puerto serial y manejo de los comandos AT, esto se aprecia mejor la figura #3.11.

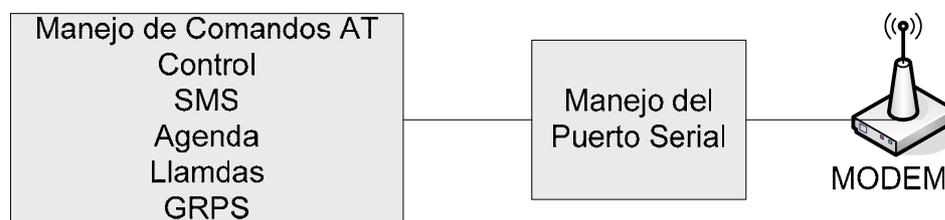


Figura #3.11: Estructura del Módulo Control del módem

El manejo de los comandos AT se separa por las funciones que realizan, esto se diseñó de esta manera para estructurar en forma modular la programación de la Estación Multimedia. Todos los comandos AT se encuentran almacenados en el archivo de configuración y cada uno de ellos tiene una etiqueta que los identifica, esto presenta una gran ventaja a la hora de que se tenga que modificar un comando AT estándar o sustituirlo por un comando AT propietario, las modificaciones se llevarían a cabo en el archivo de configuración y no en el código de programa como tal, ya que el código sólo hace referencia a la etiqueta del comando.

En el manejo del puerto serial, se encuentran los métodos de programación para inicializar, abrir y cerrar el puerto serial, envío y recepción de datos a través del puerto serial usando buffer de entrada y salida, y por último la configuración que permite que siempre se esté escuchando al módem, esto se logra a través de Java por un escuchador de eventos el cual es un elemento interno del lenguaje.

3.2.4 Integración del Software y Linux

Para la integración del software con el sistema operativo Linux, fue necesario instalar una distribución de Linux, en el mercado existen muchas distribuciones entre ellas RedHat, SuSE, Mandrake, Debian, Slackware, Knoppix entre otras. Para la Estación Multimedia se eligió la distribución de SuSE, ésta ofrece un entorno gráfico muy amigable para la configuración del sistema y cuenta con una gran base de datos de controladores para periféricos y otros componentes del computador, lo que facilita la instalación.

Dado que todo el software fue desarrollado en Java, es indispensable instalar la máquina virtual de Java así como las librerías necesarias para el manejo del puerto serial, la versión instalada en Linux fue el JDK 1.4.2, la cual es un conjunto de herramientas para desarrolladores de Java, que contiene el compilador y la máquina virtual, que es la que ejecuta el código sobre el sistema operativo Linux.

Para el uso debido de la Estación Multimedia fue necesario configurar el entorno gráfico del Linux (KDE 3.2), para el cual se limitaron las funciones del

usuario al mínimo, llevando el entorno gráfico del Linux a únicamente la ejecución del software de la Estación Multimedia.

3.3 Centro de Gestión

El Centro de Gestión se encarga de administrar las Estaciones Multimedia, esto lo realiza mediante el uso de mensajes de texto y el establecimiento de conexiones TCP/IP con las Estaciones. Las funciones del Centro de Gestión son:

- (a) Supervisión de las Estaciones Multimedia.
- (b) Control de las Estaciones Multimedia.
- (c) Generación de Alarmas.
- (d) Recaudación de datos.
- (e) Generación de estadísticas.

En la figura #3.12 se muestra un diagrama de la comunicación entre el Centro de Gestión y la Estación Multimedia

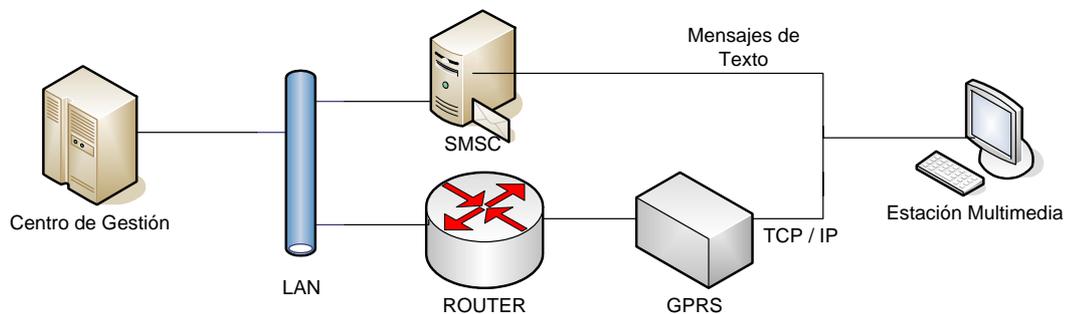


Figura #3.12: Comunicación del Centro de Gestión y las Estaciones Multimedia

El diseño del Centro de Gestión se dividió de la siguiente manera:

- (a) Desarrollo de la Interfaz Gráfica.
- (b) Desarrollo del módulo de Base de Datos.
- (c) Desarrollo del módulo de comunicación.
- (d) Integración de las funciones con la Interfaz Gráfica.
- (e) Configuración con Linux.

La interfaz gráfica es el módulo principal del Centro de Gestión, ésta interactúa con la base de datos y el módulo de comunicación, permitiéndole al operador realizar labores administrativas y de control sobre las Estaciones Multimedia.

En la figura #3.13 se muestra el diagrama de interconexión entre los elementos de software del Centro de Gestión.

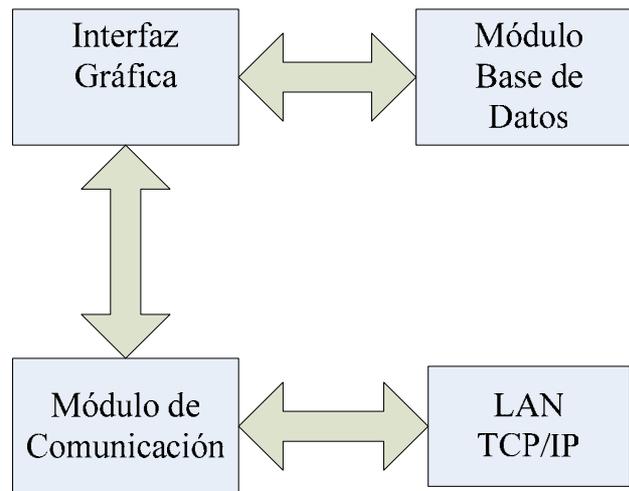


Figura #3.13: Diagrama de Interconexión del Centro de Gestión

3.3.1 Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica del Centro de Gestión está constituida básicamente por el menú principal y tres paneles, estos son el panel de estaciones, el panel de información y el panel de mensajes. En la figura #3.14 se muestra la pantalla de la interfaz gráfica y se señalan los componentes de ésta.

En el menú principal se encuentran cuatro opciones, cada uno de estos menús contienen ítems que ejecutan acciones específicas dentro del Centro de Gestión. Los menús son:

- (a) Archivo.
- (b) Acciones.
- (c) Herramientas.
- (d) Ayuda.

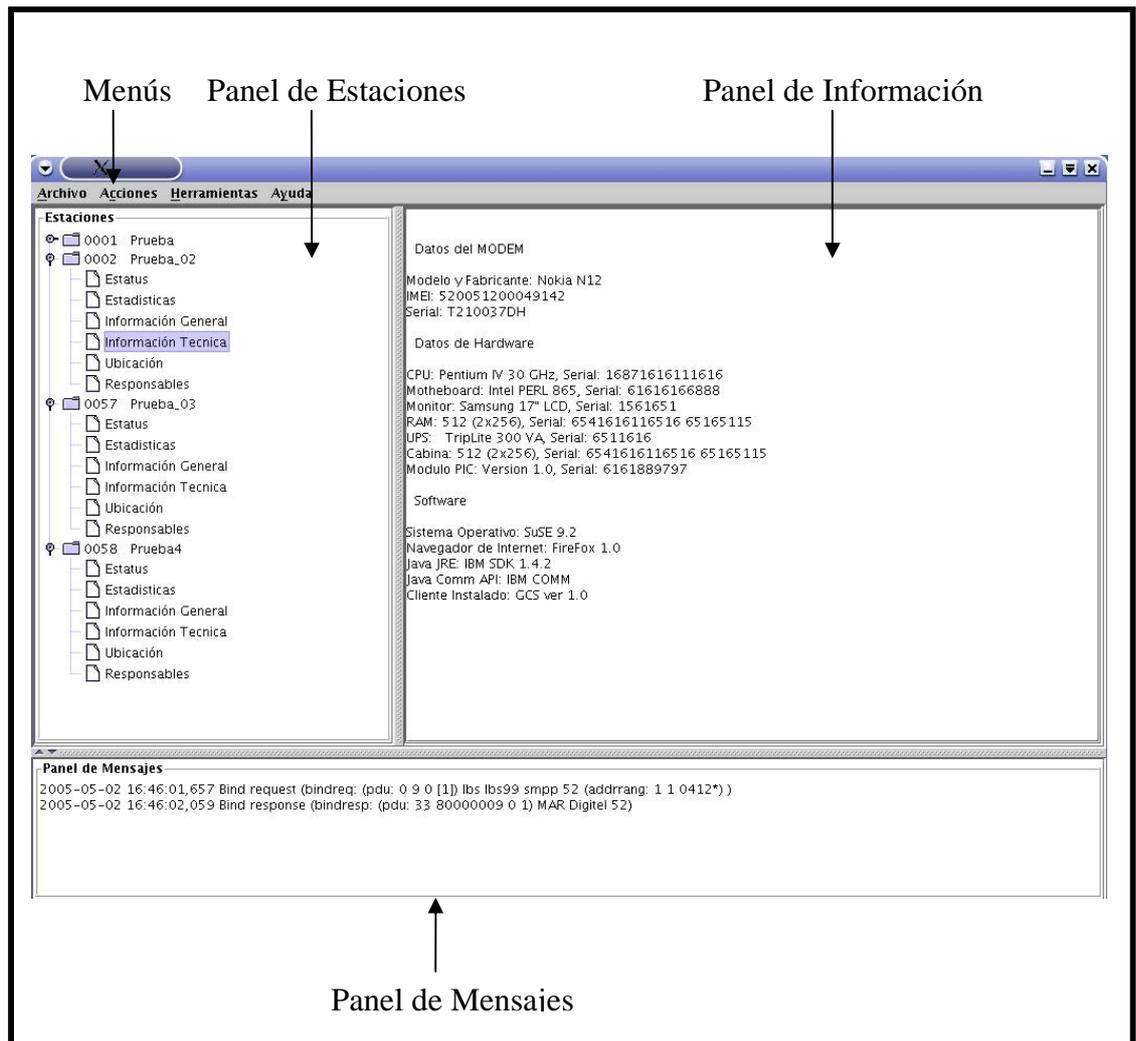


Figura #3.14: Interfaz Gráfica del Centro de Gestión.

- Menú de Archivo
 - (a) Nuevo Cliente: Crea una nueva Estación y lo agrega a la base de datos, para ello se debe rellenar un formulario con todos los datos de la Estación Multimedia.
 - (b) Importar Cliente: Importa un nuevo cliente desde un archivo de texto con el formato de valores separados por comas (CSV).
 - (c) Exportar Cliente: Exporta un cliente a un archivo con el formato CSV.
 - (d) Salir: Sale del programa.

- Menú de Acciones
 - (a) SMSC ON / OFF: Realiza la conexión y desconexión con el servidor de mensajería corta.
 - (b) Estatus: Envía un mensaje de estatus a una Estación Multimedia previamente seleccionada. Si la Estación no responde en un tiempo preestablecido, se genera una alarma al operador.
 - (c) GPRS: Envía un mensaje a la Estación solicitándole que realice una conexión GPRS.
 - (d) Bloquear: Envía un mensaje a la Estación para bloquearla.
 - (e) Desbloquear: Envía un mensaje a la Estación para desbloquearla.

- Menú Herramientas
 - (a) Generar Estadísticas: Se elige un archivo de registro de la Estación Multimedia para analizar los datos y obtener las estadísticas, las cuales son, número de SIM introducidas, llamadas realizadas, mensajes enviados y conexiones GPRS establecidas; estas estadísticas son almacenadas en la base de datos.
 - (b) Imprimir Estadísticas: Imprime las estadísticas de una Estación Multimedia.

- Menú Ayuda
 - (a) Preguntas Frecuentes: Muestra una lista de preguntas y respuestas frecuentes.
 - (b) Acerca del Centro de Gestión: Indica la versión del software y el diseñador.

El Panel de Estaciones, contiene una lista de árbol con las Estaciones almacenadas en la base de datos del Centro de Gestión, éstas se cargan al inicio del programa. En la lista de árbol de las Estaciones hay opciones en su interior que al ser

seleccionadas muestran la información en el Panel de Información, estas opciones son:

- (a) Estatus: Muestra los dos últimos estatus solicitados por el Centro de Gestión.
- (b) Estadísticas: Muestra la estadísticas de la Estación.
- (c) Información General: Muestra la información general de la Estación Multimedia, como el nombre de la Estación, el número telefónico de la SIM y la fecha de instalación.
- (d) Información Técnica: Muestra la información del módem, el hardware y el software de la Estación.
- (e) Ubicación: Muestra la ubicación exacta de la Estación.
- (f) Responsables: Muestra la información de los responsables de mantenimiento e integridad de la Estación.

El Panel de Mensajes es muy importante para el operador, en éste se encuentran todos los mensajes enviados o recibidos por el Centro de Gestión, además de las alarmas y errores generados. Diariamente este panel es almacenado en un archivo de texto, con la hora de cada mensaje, de manera que se le facilite al operador ubicar un evento en forma rápida, esto es importante a la hora de buscar alarmas y mensajes de error generados por el Centro de Gestión.

3.3.2 Base de Datos

En la base de datos se encuentra almacenada la información de las Estaciones Multimedia y del Centro de Gestión. Para este proyecto se eligió como servidor de base de datos a MySQL, el cual es un software de licencia libre. Las características más importantes de MySQL son:

- (a) Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
- (b) Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas (Linux, Unix, Windows, Solaris).

- (c) Diferentes opciones de almacenamiento de acuerdo a si se desea velocidad en las operaciones o el mayor número de operaciones disponibles.
- (d) Transacciones y claves foráneas.
- (e) Conectividad segura.
- (f) Replicación.
- (g) Búsqueda e indexación de campos de texto.

La Base de Datos contiene las siguientes tablas diseñadas para el proyecto:

- (a) Lista de Estaciones: Tiene dos campos, el nombre de las Estaciones Multimedia y el número de identificación. Es la primera tabla que se carga al iniciar el Centro de Gestión.
- (b) Estaciones Multimedia: Contiene información de las Estaciones, como responsables, ubicación, datos técnicos, hardware y software.
- (c) Estadísticas: Contiene todas las estadísticas generadas por el Centro de Gestión.
- (d) Estatus: Almacena los últimos 3 estatus de cada Estación.

3.3.3 Comunicación del Centro de Gestión

El Centro de Gestión se comunica con las Estaciones Multimedia de dos formas, por mensajes de texto o por medio de TCP/IP usando GPRS. Los mensajes de texto son enviados por el servidor de mensajería de texto SMSC de DIGITEL TIM, el uso del SMSC y no de un módem se fundamentó en la idea que el Centro de Gestión manejara un alto volumen de mensajes de texto, ya que debe administrar todas las Estaciones Multimedia configuradas en él. La conexión con el SMSC se realiza a través de la red LAN, utilizando el protocolo SMPP (Short Message Peer to Peer Protocol [2]) entre el Centro de Gestión y el SMSC.

Cuando el Centro de Gestión ejecuta acciones como, el envío y/o recepción de archivos (TFTP) o conexiones de consola de comandos remota (SSH), lo hace a

través de TCP / IP, utilizando GPRS. Para esto la Estación Multimedia debe realizar la conexión y una vez establecida, ejecutar un conjunto de instrucciones que le indica al Centro de Gestión que ya puede realizar labores de administración. A través de este tipo de conexión, las Estaciones Multimedia pueden actualizar el software de manera remota. Dentro de la red de DIGITEL es necesario crear y configurar un nombre de acceso (APN) y establecerlo en la SIM de cada Estación Multimedia. Esto se hace con el objetivo de que las Estaciones, sólo a través de esta APN puedan acceder al Centro de Gestión y así garantizar que hackers no puedan acceder a la intranet de la Corporación.

3.3.4 Integración del Software y Linux

Para la integración del software con el sistema operativo Linux, fue necesario instalar una distribución de Linux. Para el Centro de Gestión se eligió la distribución de RedHat, la razón de su escogencia es que el mismo es considerado como la distribución más estable para instalar servidores. Al igual que la Estación Multimedia, todo el software fue desarrollado en Java, por lo que es indispensable instalar la máquina virtual de Java, así como las librerías necesarias para el manejo del protocolo SMPP y las base de datos MySQL.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

4.1 Definición

Los protocolos de comunicación definen un conjunto de normas que regulan el establecimiento, mantenimiento y culminación de una comunicación entre dos o más equipos de una red.

Las funciones básicas que ha de realizar cualquier protocolo son las siguientes:

- (a) Establecimiento del enlace (punto de origen y destino).
- (b) Transmisión de la información y control de flujos.
- (c) Detección de fallos en la transmisión.
- (d) Corrección de errores.

Entre uno de los objetivos de este trabajo de investigación se encuentra el diseño de un protocolo de comunicación, el cual establece el entendimiento entre el Centro de Gestión y las Estaciones Multimedia, para ello se siguieron los siguientes pasos.

- (a) Definición del Servicio.
- (b) Suposiciones sobre el Entorno.
- (c) Formato de la trama.
- (d) Reglas del Protocolo.

4.2 Definición del servicio

El propósito de este protocolo es el envío de comandos de control y la transferencia de archivos entre el Centro Gestión y las Estaciones Multimedia, utilizando como medio de transmisión el servicio de mensajería corta de texto (SMS) de la red GSM de DIGITEL TIM.

4.3 Suposiciones sobre el entorno

Debido a que el medio de transmisión es el servicio de mensajería corta de texto de una red GSM, hay que apoyarse en las normas establecidas por la ETSI en los estándares GSM 03.40 y GSM 03.38. Estos estándares establecen que la longitud máxima es de 160 caracteres, siempre y cuando cada carácter sea de 7 bits según el alfabeto establecido por las norma ISO-8859-1 (Latín 1), comúnmente conocido como ASCII (American Standard Code for Information Interchange), esto define que el protocolo es orientado a carácter y que la longitud máxima de cada trama es de 160 caracteres. Otro aspecto a considerar es que los mensajes de texto se pueden duplicar, perder, insertar o desordenar, por lo que es necesario un control de errores y del orden de los mensajes. El establecimiento de la comunicación está constituido como mínimo por el Centro de Gestión y una Estación Multimedia.

4.4 Formato de la trama

La trama del mensaje está compuesta por tres partes:

- (a) Cabecera.
- (b) Carga útil (payload).
- (c) Control de errores.

La trama tiene un tamaño máximo de 160 caracteres, la cabecera y el control de errores poseen un tamaño fijo de 16 y 4 caracteres respectivamente. La carga útil es de tamaño variable desde 0 a 140 caracteres, esto se puede apreciar en la figura #4.1

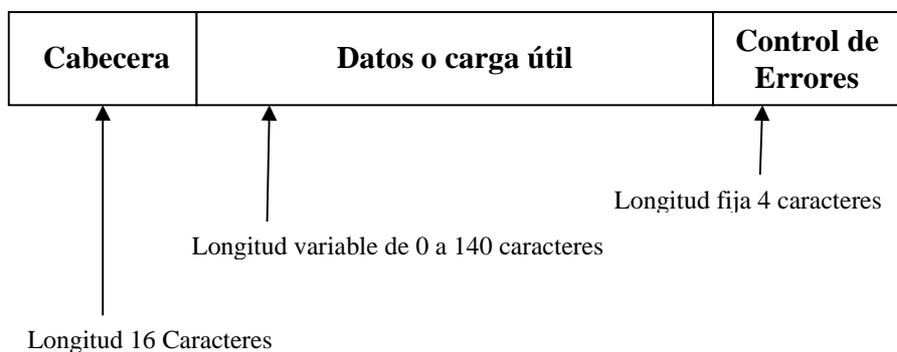


Figura #4.1: Estructura de la trama

4.4.1 Cabecera

La cabecera está dividida en 7 campos, en la figura #4.2 se muestra la estructura y continuación se describe cada uno de los campos.

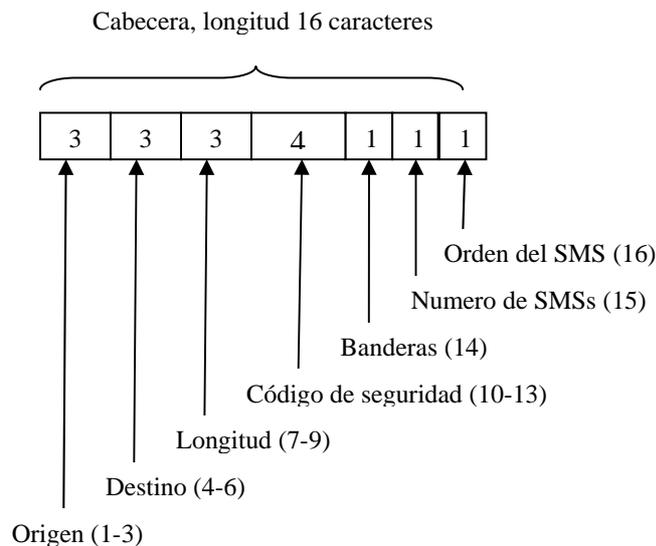


Figura #4.2: Estructura de la cabecera

- Origen y destino: Indica el origen y destino dentro de la trama, ambos campos tienen una longitud de tres (3) caracteres y están representados en hexadecimal, lo cual da un máximo de 4096 clientes.
- Longitud: Indica el número de caracteres de la carga útil a ser transmitidos, es un número hexadecimal de tres (3) caracteres lo cual indica que en teoría se puede transmitir hasta 4096 caracteres. La cantidad de caracteres a ser transmitidos depende del número de SMS, por lo tanto el número máximo de caracteres es igual a 2240, esta cifra se obtiene al multiplicar 140 caracteres por 16 SMS enviados. La longitud de una trama puede ser igual a 0, lo que indicará que el mensaje es de notificación o solicitud de estado.
- Código de seguridad: Es un número aleatorio hexadecimal de cuatro (4) caracteres, tiene 65536 combinaciones posibles. Es generado por la Estación Multimedia inmediatamente después de recibir un mensaje de solicitud de estado,

luego se envía al Centro de Gestión, lo cual permitirá realizar labores administrativas sobre las Estaciones Multimedia, mientras el código no haya caducado.

El código de seguridad tiene dos funciones, la primera es impedir que cualquier elemento distinto del Centro de Gestión pueda realizar labores de control sobre las Estaciones Multimedia, la segunda función es evitar la ejecución de tramas duplicadas por el servidor de mensajería de texto.

La caducidad del código está definida en tiempo y por el tipo de mensaje en la trama; se definen tres tipos:

- (a) Si es un mensaje de control: El código de seguridad sólo se podrá utilizar una vez, luego es desechado.
- (b) Si la trama es una transmisión de datos: El código tendrá una validez igual al número de mensajes a ser recibidos o transmitidos definidos en el campo número de SMSs, esto hace que se descarten los posibles mensajes duplicados luego de que caduque el código de seguridad.
- (c) Si es un mensaje de solicitud de estado: Se genera un nuevo código de seguridad y se desecha el anterior.

- Banderas: Indica el tipo de mensaje a ser transmitido por la trama así como algún mal funcionamiento de la Estación Multimedia, posee un (1) carácter de longitud y la representación es en hexadecimal, lo cual define 16 combinaciones, en la tabla #4.1 se observa la asignación hexadecimal para cada una de las banderas nombradas a continuación:

- (a) ACK: Mensaje de acuse de recibido exitoso.
- (b) NACK: Mensaje de acuse recibido negativo.
- (c) ERR: Mensaje de error, se genera al no ejecutarse de manera satisfactoria alguna labor de control solicitada por el Centro de Gestión.
- (d) EST: Mensaje de solicitud de estado.
- (e) CTR: Mensaje de control.
- (f) TXD: Transmisión de datos.
- (g) RTD: Retransmisión de datos.
- (h) RTTD: Retrasmitir una trama de datos.

- (i) EOF: Fin de la transmisión de datos.
- (j) ERRA: Fallo en la alimentación / Uso de fuente externa.
- (k) ERRS: Fallo en el sistema.

Tabla #4.1: Bandera y representación hexadecimal

Bandera	Representación Hexadecimal
EST	0
ACK	1
NACK	2
ERR	3
CTR	4
TXD	5
RTD	6
RTTD	7
EOF	8
N/A	9
N/A	A
N/A	B
N/A	C
N/A	D
ERRA	E
ERRS	F

- Número de SMSs: Indica el número de SMS a ser transmitidos, tiene una longitud de un (1) carácter y la representación es en hexadecimal, este campo de la cabecera se aplica únicamente cuando se transmitan datos y la longitud sea mayor a 140 caracteres, el rango es de 0 a 16 y el valor por defecto es 0.

- Orden del SMS: Indica el orden del mensaje transmitido o recibido, tiene una longitud de (1) carácter y la representación es en hexadecimal, al igual que el campo anterior sólo aplica para la transmisión de datos, el valor por defecto es 0.

Para completar la definición de estos dos campos se define lo siguiente: sean N y L el número de SMS y la longitud de los datos a ser transmitidos, indica que desde el mensaje 0 hasta N-1 la longitud de las tramas es igual a 140 caracteres y la trama N tendrá una longitud igual a la resta entre L y 140*N, por ejemplo, si se transmite un archivo con una longitud de 360 caracteres, se enviarían tres (3) mensajes, esto se obtiene de dividir la longitud total entre la longitud máxima (140 caracteres) de una trama, como la división no es exacta se redondea por encima al primer número entero.

$$NS = \frac{\textit{Longitud_Total}}{\textit{Longitud_Máxima}} = \frac{360}{140} = 2,57 \approx 3$$

La definición anterior indica que los dos primeros mensajes (0 y 1) tendrán una longitud de 140 caracteres, el tercer mensaje (2) tendrá una longitud de 80 caracteres.

$$\begin{aligned} \textit{Longitud del Mensaje 2} &= \textit{Longitud Total} - \textit{Longitud Máxima} * \textit{Número de Mensaje} \\ &= 360 - 140 * 2 = 360 - 280 = 80 \textit{ caracteres.} \end{aligned}$$

4.4.2 Datos o carga útil

Los datos o carga útil tienen una longitud variable de 0 a 140 caracteres, se usa una representación para cada carácter de 7 bits, según el alfabeto establecido por la norma ISO-8859-1 (Latín 1) el cual es comúnmente conocido como ASCII.

Dependiendo de la bandera de la trama, los datos dentro de este campo pueden ser de dos tipos; datos pertenecientes a un archivo o datos de un mensaje de control. Los mensajes de control enviados a través de este campo poseen un formato propio, y son divididos en dos tipos.

4.4.2.1 Mensajes de control del sistema

Son comandos que se encuentran en el archivo configuración de las Estaciones Multimedia, los cuales ejecutan acciones directamente sobre el programa. Dentro de un mensaje de control se pueden ejecutar varios comandos, esto se hace concatenándolos a través símbolo “;” el cual sirve como separador, en la figura #4.3 se muestra la estructura para este tipo de mensajes.

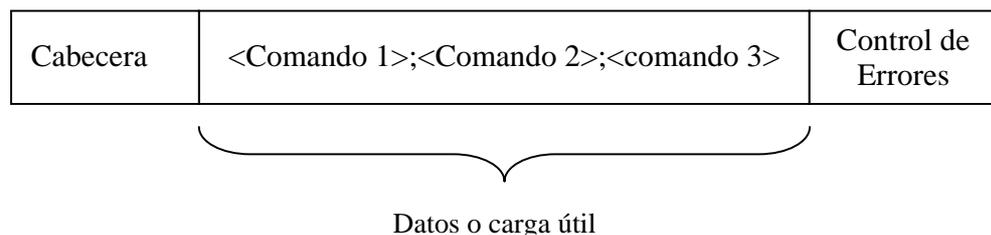


Figura #4.3: Estructura de mensajes de control del sistema

4.4.2.2 Mensajes de comandos AT

Estos tipos de mensajes ejecutan comando AT directamente sobre el módem, o comandos sobre el módulo de control, esto último se debe a que el módulo se encuentra interceptando el bus de transmisión entre el computador y el módem. Al igual que los mensajes de control del sistema, se pueden concatenar varios comandos AT; la estructura es igual a la de los mensajes de control del sistema. El envío de comandos AT permite que el módem pueda ser configurado en forma remota.

4.4.3 Control de errores

En toda transmisión pueden aparecer errores, esto se debe a que las señales sufren deformaciones, bien sea por atenuación (reducción de potencia), por desfase de la señal, o por factores externos como el ruido blanco, ruido térmico, ecos, diafonías entre otros. Es por ello que es necesaria la implementación de mecanismos de detección de errores, los cuales se basan en la inclusión de información redundante en la trama, es decir, una serie de bits o caracteres que representan de algún modo el contenido del mensaje transmitido, y que se envían conjuntamente con el propio mensaje.

Para el diseño de este protocolo se utilizaron códigos de redundancia cíclica (CRC). Proporcionan una buena detección de errores con poca información redundante adicional, normalmente se le añaden a la trama 16 o 32 bits de información para la detección de errores mediante el CRC.

El método consiste en que el emisor trata la información a transmitir como una cadena de bits, la convierte en un polinomio binario. Este polinomio binario se multiplica por el grado del polinomio generador que es conocido tanto por el emisor como por el receptor, y posteriormente se divide por él en módulo 2, generándose un resto de grado una unidad inferior al polinomio generador, los coeficientes de este resto se añaden a la trama como código de detección de errores, un polinomio generador de orden n generará un código de n bits.

El receptor tratará a toda la trama como un polinomio (información y el código de detección de errores conjuntamente) y lo dividirá en módulo 2 por el mismo polinomio generador que usó el emisor, si el resto de la división es cero (0), no se habrá detectado errores. En caso de que existan errores en la trama, se solicitará al emisor la retransmisión de la trama defectuosa.

Para el diseño del protocolo se utilizó el polinomio generador $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ también conocido como CRC16-CCITT el cual se encuentra entre los recomendados por el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía), para más información sobre el cálculo y algoritmos usando este polinomio ver la referencia [1].

4.5 Reglas del protocolo

Las reglas del protocolo describen el funcionamiento del mismo, para las descripciones de estas reglas se utiliza la abreviación CG para el Centro de Gestión y EM para Estación Multimedia.

- (a) Para el envío de comandos a la EM, el CG envía un mensaje de solicitud de estado a la EM, este verifica la trama. Si la trama es incorrecta responde un NACK al CG, en el caso de que la trama sea correcta responde un ACK con el código de seguridad el cual es usado por el CG para enviar el comando a la EM; si el comando se ejecuta de manera

satisfactoria la EM responderá un ACK al CG, en el caso de ocurrir un error en la ejecución del comando la EM responderá ERR. Un esquema de esta regla se puede apreciar en la figura #4.4.

- (b) Para la transmisión de datos, el CG envía un mensaje de solicitud de estado a la EM, este verifica la trama, si la trama es incorrecta responde NACK, si la trama es correcta responde un ACK con el código de seguridad el cual es usado por el CG para el envío de una solicitud de transmisión de datos. Si la transmisión de datos ha sido exitosa la EM responde con un fin de transmisión de datos, en el caso de que algún paquete llegara defectuoso la EM responde con un mensaje de retransmisión de paquete; para el caso que tres o más paquetes lleguen defectuosos o se pierdan en el medio de transmisión, la EM responderá con un mensaje solicitando la retransmisión de datos. Esta regla se puede apreciar en el esquema mostrado por la figura #4.5.

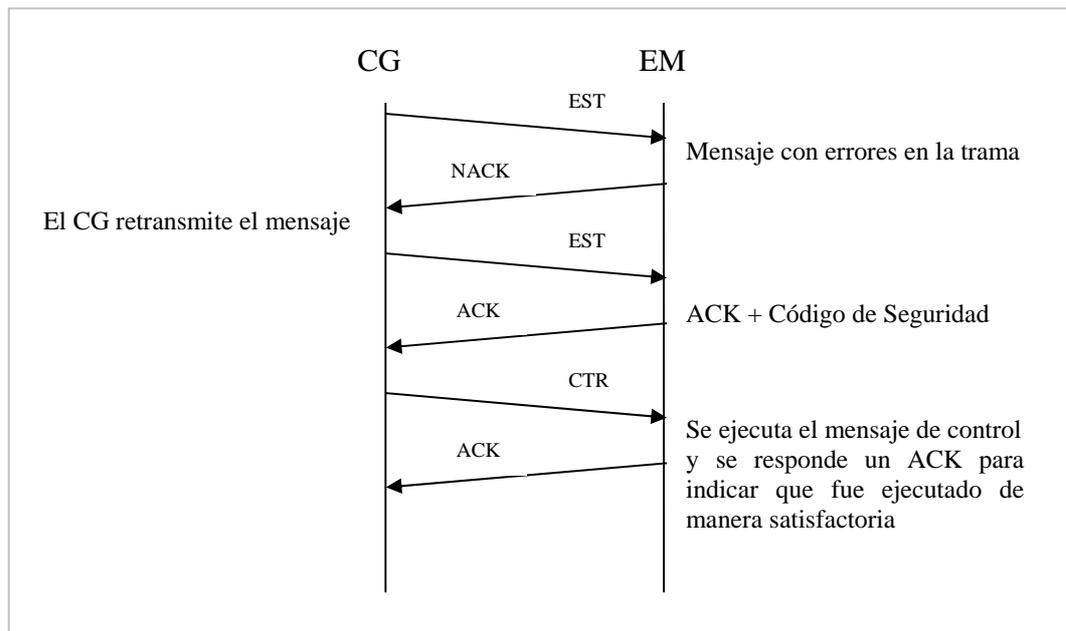


Figura #4.4: Esquema para mensajes de control

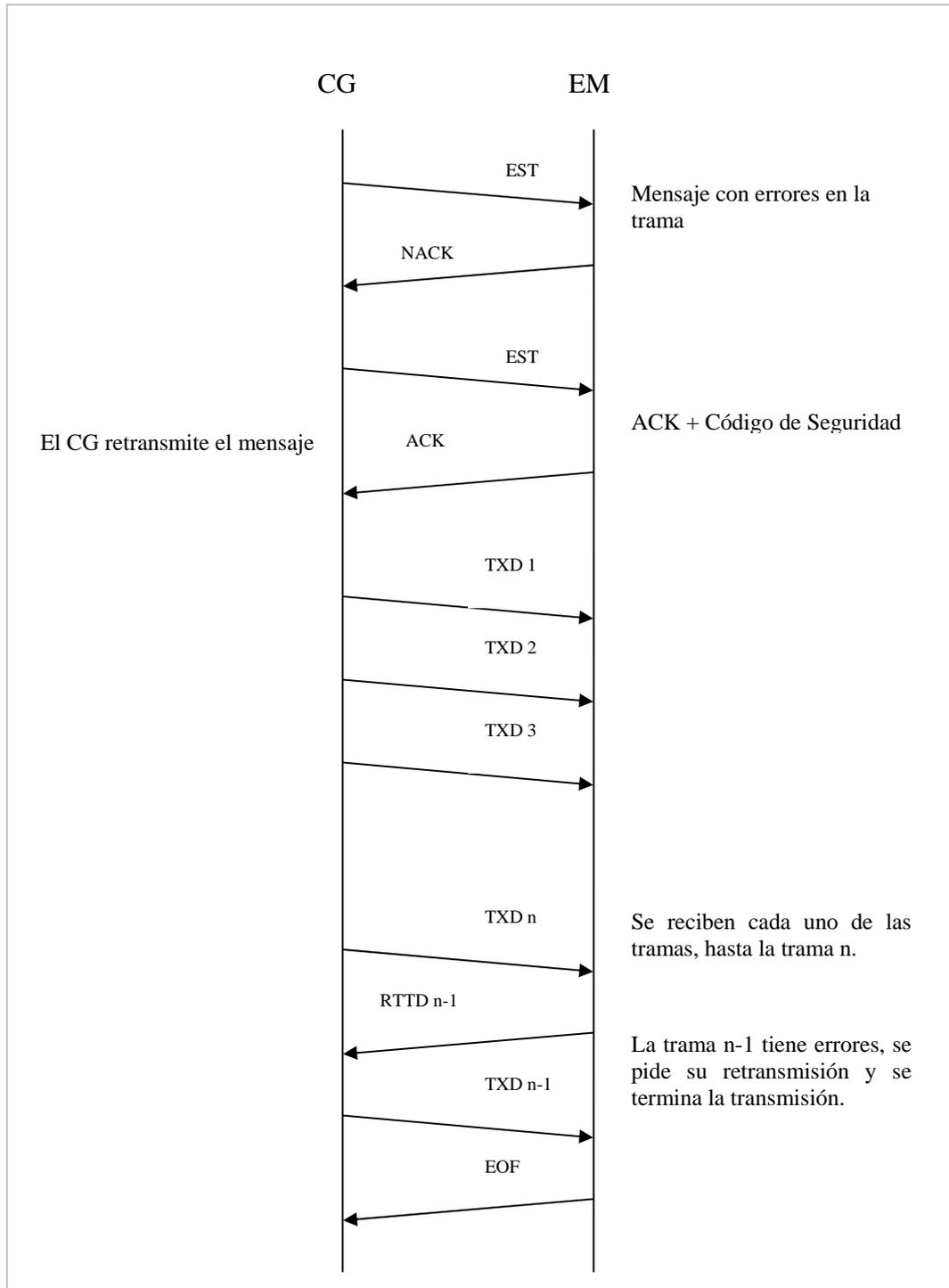


Figura #4.5: Esquema para transmisión de archivos

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN Y COSTOS

5.1 Definición

En este capítulo se detalla la implementación de la Estación Multimedia y los costos de la misma. La implementación se dividió de la siguiente manera:

- (a) Elaboración de la estructura física.
- (b) Equipos de la Estación Multimedia.
- (c) Análisis de Costos.
- (d) Período de Prueba.

5.2 Estructura física de la Estación Multimedia

La estructura de la Estación Multimedia fue realizada bajo el lineamiento de tener características similares a los teléfonos públicos convencionales, éstas son robustez, durabilidad y anti-vandalismo. Para el diseño se tomó en cuenta que la estación estaría ubicada dentro de ambientes controlados, específicamente centros comerciales, lobby de hoteles, aeropuertos y aliados de DIGITEL TIM. Es por ello que las consideraciones contra el vandalismo y protección a la intemperie serán las mínimas necesarias para garantizar el buen funcionamiento y durabilidad de la estructura, esto es importante ya que reduce los costos de los materiales y permite concentrar el enfoque del diseño en la estética de la estructura.

La estructura fue dividida en tres sectores; el sector superior, comprende el soporte de la pantalla (monitor LCD) y cornetas. En el sector intermedio se encuentran ubicados los periféricos de la estación (teclado y ratón) la ranura de inserción para la SIM y el módem. En el tercer y último sector, se encuentra la caja de equipos, en la cual están las piezas del computador y la distribución eléctrica del sistema. En la figura #5.1 y #5.2 se muestra la vista frontal y lateral de la estructura.

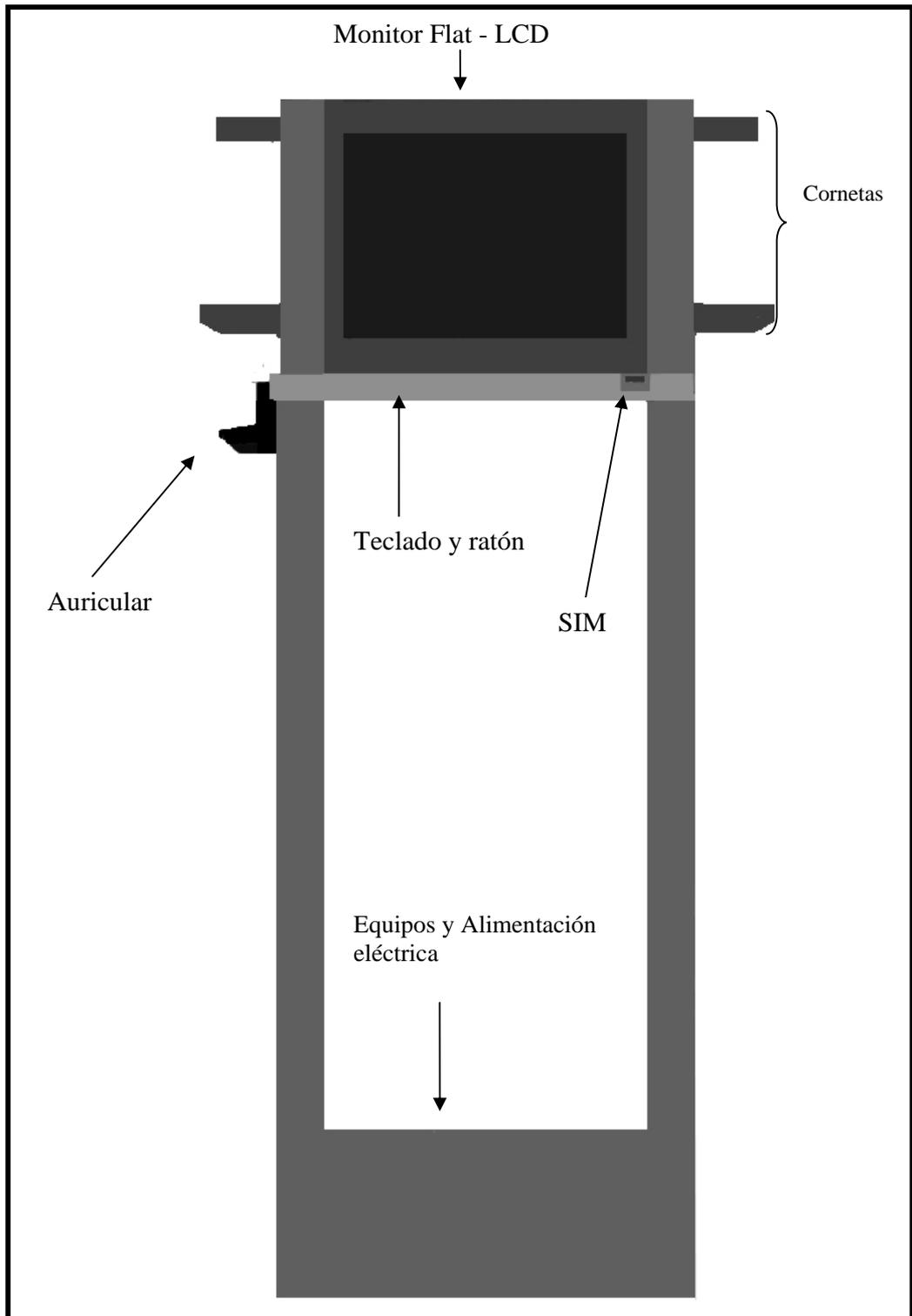


Figura #5.1: Estructura - Vista Frontal

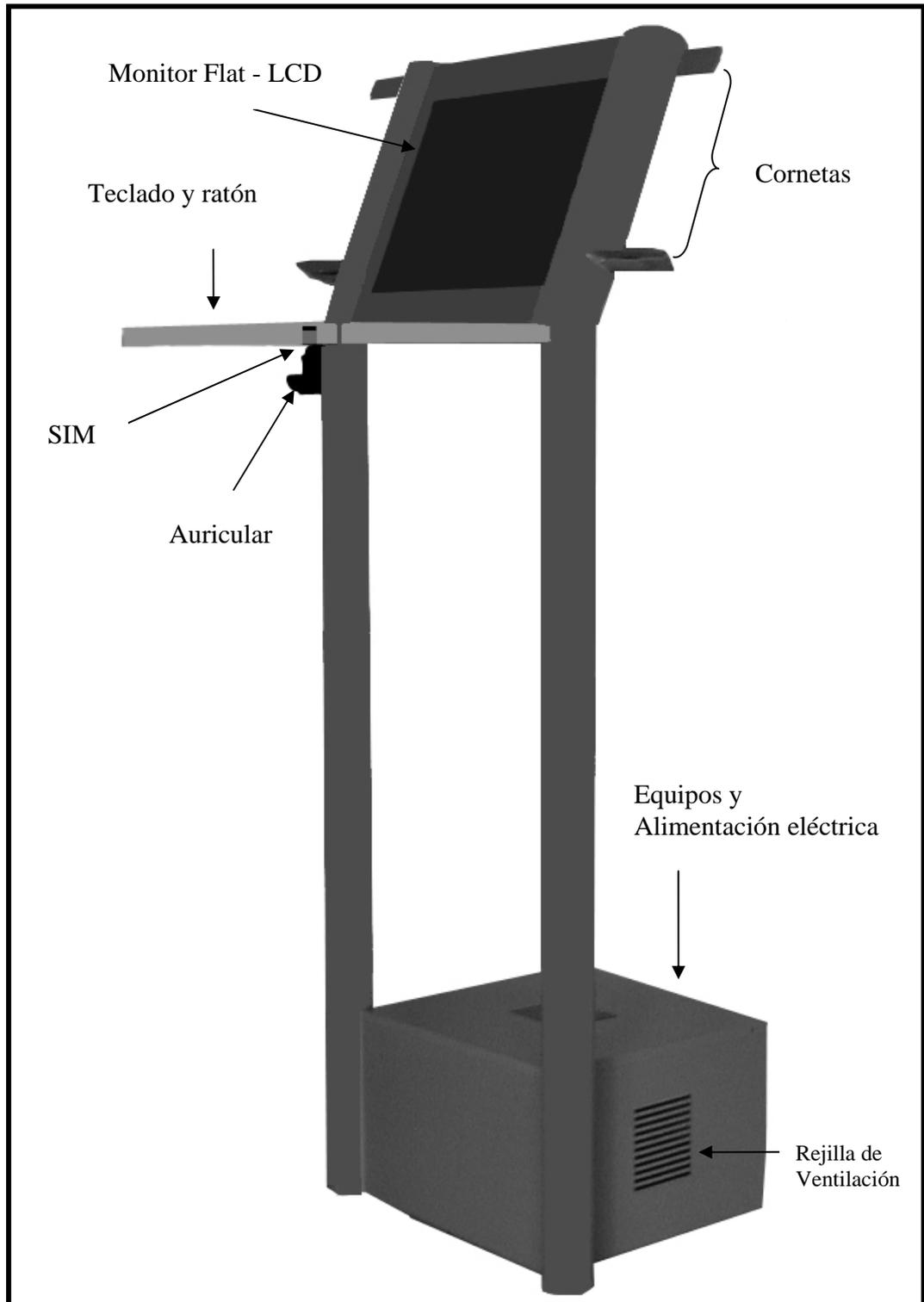


Figura #5.2: Estructura - Vista Lateral

5.3 Equipos de la Estación Multimedia

Los equipos de la Estación están conformados por un computador, el sistema de alimentación y el módem.

El computador es prácticamente igual a un PC, sólo difiere en que los componentes del computador se encuentran en la caja de equipos de la estructura y no en un minitower, como se acostumbra a ver.

Los requerimientos mínimos de hardware del computador son:

- (a) Velocidad del procesador superior a 866 MHz.
- (b) Memoria RAM Mínimo 128 Mb (Recomendada 256 Mb).
- (c) Disco duro (HDD) superior a las 10Gb.
- (d) Tarjeta de vídeo de 65536 colores (16 Bits) y una resolución de superior a 1024x768.
- (e) Ethernet 10 /100 Mbps.
- (f) Puerto Serial (RS232).
- (g) Monitor plano de 15".
- (h) Teclado y ratón (TouchPad).

La Estación cuenta con un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), este equipo es capaz de suministrar potencia o energía frente alguna interrupción del suministro eléctrico; además agrega otras funciones que mejoran el suministro eléctrico como estabilización de la energía, corrección de la forma de onda, corrección de la frecuencia de línea y protección de los periféricos del computador como módem y ethernet. Para la implementación se seleccionó un UPS con una capacidad de 500 VA y un tiempo de autonomía de 5 a 10 minutos, posee monitoreo de la línea eléctrica y conexión con el computador por medio de los puertos USB.

5.3.1 Módem

En el mercado existe una gran variedad de módem y módulos de integración para telefonía móvil GSM; para la selección se investigó entre los principales

distribuidores de DIGITEL TIM. A continuación en la tabla #5.1 se muestran los modelos y las especificaciones técnicas más importantes.

Tabla #5.1: Características principales de los módems

	NOKIA N12	Ericsson GT47	Motorola G18	Siemens TC45	WaveCom M1206B
Bandas (Mhz)	900/1800	900/1800	900/1800	900/1800	900/1800
GPRS	Clase 6 (3+2)	Clase 8 (4+1)	Clase 4 (3+1)	Clase 8 (4+1)	Clase 10 (4+1)
EDGE	(2+1)	N/A	N/A	N/A	N/A
Comandos AT	SI	SI	SI	SI	SI
Interfaz Serial (RS232)	SI	SI	SI	SI	SI
JAVA	SI	SI	NO	SI	NO
SMS	Texto / PDU	Texto / PDU	PDU	Texto / PDU	PDU
SIM Holder	Externo	Externo	Externo	Externo	Interno
TPC / IP	SI	SI	SI	SI	NO

En la tabla se observa que los módulos de Nokia, Ericsson y Motorola son similares entre sí, con la diferencia que el módem Nokia N12 es el único que puede funcionar con EDGE, por esta razón se escogió para la implementación del proyecto, ya que mejora la transmisión de datos con respecto a los módem GPRS.

5.4 Análisis de Costos

La intención del análisis de costos es dar una visión general de los precios de los equipos necesarios para la implementación; los precios de los equipos se obtuvieron de una lista de distribuidores de partes de computadores.

Anteriormente se mencionaron los equipos y requerimientos mínimos de la Estación Multimedia, algunos de éstos como el procesador, la tarjeta madre y el disco duro se encuentran obsoletos, es por ello que aquí se mencionan equipos

equivalentes que se encuentran disponibles en el mercado. En la tabla #5.2 se muestran los equipos de la Estación Multimedia y el costo de éstos.

Tabla #5.2: Equipos y costos

Equipos	Costos (Bs.)
Monitor 15" Samsung 510N Negro	690.000
Estructura física	450.000
Módem Nokia N12	258.000
Procesador AMD Athlon 2600	220.000
Tarjeta Madre ASRock K7VM3 - Audio, Vídeo y Lan	120.000
Memoria 256 Mb DDR-333	96.000
Disco Duro 30 GB	132.000
UPS Energizer 500 VA	110.000
Cornetas Genius SP	34.000
Touchpad Synaptics	30.000
Teclado Benq Negro	17.500
Fuente ATX 300W	42.000
Handet de telefonía pública	215.000

Sumando el costo de cada uno de los equipos, se tiene que la implementación de una unidad tiene un costo de Bs. 2.414.500,00 lo que equivale en dólares \$1.123,02, esto fue calculado a la tasa oficial del Banco Central de Venezuela \$1 – Bs. 2.150,00.

Para reducir los costos de la Estación Multimedia se deben fabricar en series de más 50 unidades. Esto pudiera reducir hasta en un 30% el costo de la Estación, debido a los descuentos por volumen que ofrecen los distribuidores para competir en el mercado.

5.5 Período de Prueba

Esta etapa del proyecto consistió en construir y poner en funcionamiento una Estación Multimedia por el período de un mes. El propósito principal es someter a prueba por usuarios el software diseñado y de esta manera también recoger sugerencias para mejorar la Interfaz Gráfica y la estructura. El proyecto se encuentra actualmente en esta etapa. En la figura #5.3 se muestra la parte superior de la estructura con los equipos instalados y operativos.



Figura #5.3: Estación Multimedia – sector superior

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo demuestra que con el apoyo de las empresas privadas como la Corporación DIGITEL TIM se pueden desarrollar innovadores productos en Venezuela, que permiten el crecimiento del mercado de servicios ofrecidos por las empresas de telecomunicaciones.

El uso de software de código abierto y libre licencia permite reducir los costos de implementación, además favorece el desarrollo de software y productos finales.

El contar con un Centro de Gestión para administrar las Estaciones Multimedia tiene grandes ventajas, como evitar que personal de la empresa tenga que trasladarse a los sitios donde estén las Estaciones Multimedia, ya que desde éste se puede realizar actualizaciones de software, descargar archivos estadísticos y conocer el estatus.

El uso de mensajes de texto para la comunicación entre el Centro de Gestión y las Estaciones Multimedia es una ventaja, pues se ocupan pocos recursos de la red. Otra prestación importante en este proceso, es que se invirtió tiempo en crear procesos de detección y corrección de errores, lo cual hace robusta la operación del sistema.

La apariencia física de la Estación Multimedia es atractiva, sin embargo no es muy cómoda para uso extendido, por ejemplo no cuenta con una silla, esto que en principio pudiera parecer una desventaja, se convierte en una ventaja cuando el objetivo es que el usuario utilice la Estación Multimedia y no la ocupe en forma innecesaria cuando alguien más pudiera estarla necesitando.

La puesta en servicio las Estaciones Multimedia, sería innovador en Venezuela, puesto que ninguna otra operadora de telefonía celular venezolana tiene el servicio en el mercado, es por ello que se recomienda a La Corporación Digitel C.A realizar los ajustes finales para la puesta en servicio de las Estaciones Multimedia y del Centro de Gestión.

Dado que una de las desventajas del uso de la telefonía celular respecto a la básica es el costo de los servicios, se recomienda hacer un esfuerzo en publicitar las ventajas de utilizar una conexión GPRS para navegar en Internet, como lo es el hecho de que el cobro del servicio se hace por Kb transmitido-recibido y no por la duración de la conexión; también resulta ventajoso tener todos los servicios de llamadas, mensajes, Internet y chat, concentrados en una misma unidad; esto puede contribuir a que el usuario comprenda la diferencia entre utilizar un centro de comunicaciones y una Estación Multimedia y que comparta la finalidad de esta última.

Se recomienda someter el prototipo a la aprobación de los usuarios a través de la instalación en lugares públicos como un centro comercial, igualmente resulta deseable la fabricación en serie de la Estación Multimedia para lograr reducir los costos. En el futuro sumaría mucho valor a la Estación Multimedia que sean agregadas otras funcionalidades, como puntos de pago y brindar más facilidades al usuario en el uso del servicio, utilizando además de la SIM, tarjetas prepago o tarjetas magnéticas.

BIBLIOGRAFÍA

Duque L, Jesús E. Diseño del Centro de Gestión Remoto y del Centro de Administración para un equipo semipúblico (WSP) sobre la tecnología GSM. Duque Lovera Jesús Eduardo (Tesis). __ Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004.

Romero, Maria del Carmen. Estructura de un Protocolo. Dpto. Tecnología Electrónica (Guía).__ Sevilla: Universidad de Sevilla, 2003.

Simon Hoff, Michael Meyer, Juanchin Sachs. Analysis of the General Packet Radio Service (GPRS) of GSM as Access to Internet, Ericsson Eurolab Deutschland.

Geoff Sanders, Liorent Thrones, Manfred Reisky. GRPS Networks. Wiley, 2003.

Joshua Bloch. Effective Java Programming Language Guide. Addison Wesley 2001.

Matthew Robison, Pavel Vorobiev. Java Swing, Manning, 2003.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Joe Geluso, (2001) CRC16-CCITT [Página Web] Disponible: <http://www.joegeluso.com/software/articles/ccitt.htm> [Consulta: 2005, Abril 15].

[2] Short Message Peer to Peer (SMPP) Interface Specification – Versión 3.3, Aldisnon, 1996 [Página Web] Disponible: <http://opensmpp.logica.com/> [Consulta: 2005, Abril 15].