

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
SMS PARA GESTIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE
SISTEMAS MÓVILES GSM PARA LA FACULTAD
DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”**

AUTORES:

LUIS FELIPE CHÁVEZ MORALES

LUIS DANIEL MONTENEGRO ROSERO

QUITO – ECUADOR

2006

CERTIFICACION

Certificamos que el presente proyecto titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SMS PARA GESTIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE SISTEMAS MÓVILES GSM PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”

Ha sido desarrollado en su totalidad, por los señores: LUIS FELIPE CHAVEZ MORALES y LUIS DANIEL MONTENEGRO ROSERO bajo nuestra dirección.

Ing. Jaime Andrango

DIRECTOR

Ing. Evelio Granizo

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a primero a Dios por haber nacido en un hogar que me educó con cariño y me enseñó a ser responsable. También le agradezco la oportunidad de haber seguido una carrera universitaria.

A mis padres por comprenderme durante el tiempo en que estuve desarrollando este proyecto.

A mis hermanos por la paciencia y comprensión en el uso del computador de la familia.

A los maestros encargados de este proyecto Ing. Jaime Andrango y el Ing. Evelio Granizo por la ayuda y opiniones para el desarrollo del proyecto.

A Pilar Bucheli, funcionaria del departamento de Organización y Sistemas, por su desinteresada ayuda y colaboración.

A todas las personas que colaboraron conmigo para terminar este proyecto, en especial a Katty Carrillo por la paciencia y ánimos brindados.

Felipe Chávez Morales

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi eterno agradecimiento a mis padres, a mis profesores, orientadores y a todas las personas que colaboraron en el desarrollo y pruebas del sistema.

Daniel Montenegro Rosero.

DEDICATORIA

A directivos, alumnos y profesores que son parte de la prestigiosa Facultad de Ingeniería Electrónica, aquellos que luchan por salir adelante en un medio de fuerte competencia y constante evolución.

PROLOGO

La comunicación ha mostrado ser una necesidad imprescindible a través del tiempo, esta situación ha propiciado que el uso de dispositivos móviles sea muy común entre las personas. Las operadoras de teléfonos celulares brindan algunos servicios como el envío y recepción de mensajes cortos, conocido como SMS. El éxito de éste servicio, proviene de la sencillez y facilidad de manejo, aún teniendo en cuenta sus limitaciones y en algunos casos el precio.

Las características de estos mensajes están limitadas en: la longitud de 160 caracteres, su baja velocidad (envío máximo de 10 mensajes por minuto), reducida garantía del servicio (el mensaje suele llegar pero no hay garantía de ello, ni de que lleguen en el orden en que se han enviado) y la posibilidad de comunicación sólo entre teléfonos celulares entre los que haya "visibilidad" (que los operadores de los dos teléfonos, emisor y receptor, tengan convenio de intercambio de mensajes).

La forma más adecuada de aprovechar sus posibilidades es la automatización de la recepción de los mensajes SMS, su procesado y respuesta. En general, esto junto a servidores de bases de datos y Web, es lo que conforma un servidor de mensajes como el que se ha desarrollado en el presente trabajo.

El acceso a la red GSM se puede obtener de diferentes formas. El método más conocido es utilizando directamente un terminal GSM conectado al servidor; la comunicación se realiza por medio de comandos AT. Este Terminal puede ser un teléfono GSM normal con su kit de conexión a PC (cable y software) o un módem GSM (igual que los módems convencionales de red telefónica básica -RTB- pero su medio de transmisión es la red GSM, no el par de hilos telefónicos).

La implementación de un servidor de mensajes SMS es económica, de fácil instalación y operación, apta para medianas o grandes empresas y casi no requiere de mantenimiento o monitoreo para lograr una buena calidad de servicio.

INDICE GENERAL

CAPITULO I: TECNOLOGIA GSM

1.1.	Introducción: Evolución de los sistemas de telefonía móvil	1
1.2.	Características principales del estándar celular GSM	5
1.2.1.	Objetivos que persigue	5
1.2.2.	Características técnicas	5
1.2.3.	Seguridad	7
1.2.4.	Módem	7
1.2.5.	Consumo de los equipos terminales	7
1.3.	Servicios	8
1.3.1.	Teleservicios	8
1.3.2.	Servicios Portadores	10
1.3.3.	Servicios suplementarios	12
1.4.	Arquitectura de la red GSM	13
1.4.1.	Subsistema de conmutación (NSS – network and conmutation subsystem)	15
1.4.2.	Subsistema estación base (BSS – Base Station System)	16
1.4.3.	Subsistema de operación y soporte (OSS - operation and support subsystem)	17
1.4.4.	Elementos funcionales adicionales	17
1.4.5.	Estación móvil (MS - Mobile Station)	18
1.4.5.1.	SIM - Módulo identificativo de subsciptor	20
1.4.5.2.	Contactos de una SIM	21
1.5.	Áreas de cobertura de una Red GSM	22

CAPITULO II: SISTEMAS DE GESTION DE MENSAJES DE TEXTO SMS

2.1.	Sistemas de Gestión y monitoreo SMS	24
2.2.	Elementos de un sistema de gestión SMS	24
2.2.1.	Base de Datos	25
2.2.2.	Equipo de comunicación	26
2.2.3.	Aplicación	46
2.3.	Funcionamiento general de un sistema de gestión SMS	48
2.3.1.	Lenguaje de consulta estructurado SQL	49
2.3.1.1.	Componentes del SQL	49
2.3.1.2.	Consultas	52
2.3.1.3.	Tipos de Datos	60
2.4.	Aplicaciones y servicios de los sistemas de gestión SMS	61
2.5.	Ventajas y desventajas del uso de mensajes SMS	61
2.5.1.	Ventajas del uso de los mensajes cortos – SMS	61
2.5.2.	Desventajas del uso de los mensajes cortos – SMS	62

CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

3.1.	Servicios del sistema de gestión SMS para la FIE – ESPE	64
3.2.	Selección de los servicios a implementarse	65
3.3.	Desarrollo de la interfase MODEM GSM – PC	68
3.3.1.	Manejo del puerto de comunicaciones	72
3.3.1.1.	Procedimiento para la correcta utilización de la librería comm.jar	74
3.3.2.	Envío y recepción de mensajes SMS	76
3.3.2.1.	Envío de mensajes SMS	77
3.3.2.2.	Recepción de mensajes SMS	79
3.4.	Desarrollo la base de datos	82
3.5.	Desarrollo del software de gestión de mensajes de texto	84
3.5.1.	Administración del servidor SMS	87
3.5.2.	Procesamiento de mensajes SMS	88
3.5.3.	Envío de mensajes SMS	89
3.5.4.	Registro de número y cédula	90

3.5.5. Servicio de consulta de notas presencial	91
3.5.6. Alumnos inscritos por materia para el servicio de informativos de Docentes	92
3.5.7. Servicio de inscripciones	93
3.6. Desarrollo del software de administración y cliente	94
3.6.1. Componentes de una aplicación WEB hecha en JAVA	99

CAPITULO IV: FUTURAS APLICACIONES Y SERVICIOS

4.1. Servicios con proyección al mercado	101
4.1.1. Push/Pop (petición / respuesta)	101
4.1.2. Polling (Votación - Uplink)	102
4.1.3. Broadcast (Difusión)	103
4.1.4. Telegestión	104
4.1.5. Servicio de alarmas	105
4.2. Servicios con proyección institucional	105
4.2.1. Futuros servicios para estudiantes	105
4.2.2. Futuros servicios para docentes	107
4.2.3. Futuros servicios para directivos	109

CAPITULO V: RENDIMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

5.1. Rendimiento del sistema	111
5.2. Pruebas realizadas al sistema	112
5.2.1. Tolerancia a errores	112
5.2.2. Facilidad de operación del sistema	115
5.2.3. Desempeño del sistema	116
5.2.4. Compatibilidad	117
5.2.5. Seguridad	118

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	119
Recomendaciones	120

BIBLIOGRAFIA	121
---------------------	-----

ANEXOS

Anexo 1:	ENCUESTA - FIE
Anexo 2:	Tabla de códigos ASCII
Anexo 3:	Encuesta de futuros servicios para estudiantes
Anexo 4:	Encuesta de futuros servicios para profesores
Anexo 5:	Encuesta de futuros servicios para directivos
Anexo 6:	Manual de usuario WEB
Anexo 7:	Manual de usuario SMS

CAPITULO I

TECNOLOGÍA GSM

1.1. Introducción: Evolución de los sistemas de telefonía móvil

La telefonía celular es una de las aplicaciones de telecomunicaciones de más rápido crecimiento y de mayor demanda. Hoy en día existen más de 100 millones de suscriptores celulares alrededor del mundo, de los cuales cerca de la mitad se encuentran en Estados Unidos. La figura 1.1 muestra el crecimiento del número de suscriptores alrededor del mundo entre los años 1991 y 2005.

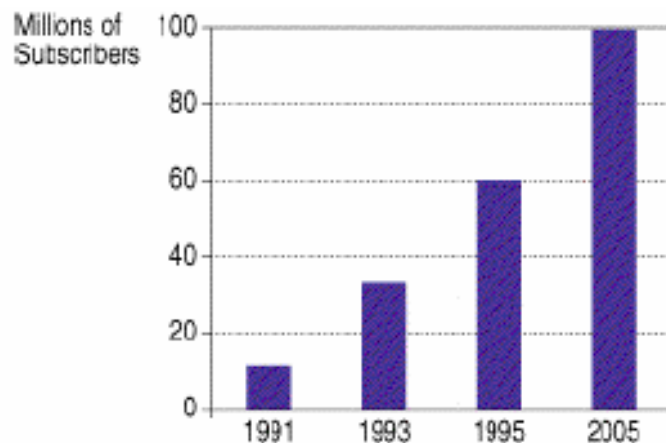


Figura. 1.1. Suscriptores celulares alrededor del mundo

La idea de un servicio de radio móvil basada en una celda fue formulada en los Estados Unidos en los laboratorios Bell a inicios de los años 70. Sin embargo, los países nórdicos fueron los primeros en introducir los servicios celulares para uso comercial por medio de la empresa Nordic Mobile Telephone (NMT) en 1981.

Los sistemas celulares en los Estados Unidos iniciaron sus operaciones con el lanzamiento del sistema Advanced Mobile Phone Service (AMPS) en 1983, el mismo que posteriormente fue adoptado por Asia, Latinoamérica, y países de Oceanía.

En un principio la mayoría de sistemas AMPS eran análogos y no podían manejar las necesidades de crecimiento de una manera eficiente en cuanto a costos. Frente a estas dificultades la tecnología digital brindó muchas ventajas sobre la tecnología analógica. Estas ventajas incluyen menores niveles de interferencia, integración de la transmisión y conmutación, habilidad para estar a la par de las demandas de capacidad y mejor flexibilidad para el incremento de usuarios.

Con la llegada de la tecnología digital surgieron tres o cuatro competidores y comenzó una dura competencia en la cual se espera que sólo dos sistemas logren persistir. El primero que es compatible con el esquema de asignación de frecuencias de AMPS y se especifica en los estándares IS-54 e IS-135. El segundo está basado en el espectro extendido de secuencia directa y se especifica en el estándar IS-95.

El sistema IS-54 es de modo dual (analógico y digital) y utiliza los mismos canales de 30 KHz que el sistema AMPS, el cual empaqueta 48,6 Kbps en cada canal y lo comparte entre tres usuarios simultáneos, cada usuario obtiene por tanto 13 Kbps y el resto se utiliza para control y temporización. Las celdas, las estaciones base y las MTSO funcionan igual que en AMPS pero la señalización digital y la codificación digital de voz son diferentes.

La tabla 1.1 muestra un resumen del tipo de sistemas móviles utilizados entre los años 1981 y 1996.

Año	Sistema móvil
1981	Nordic Mobile Telephone (NMT) 450
1983	American Mobile Phone System (AMPS)
1985	Total Access Communication System (TACS)
1986	Nordic Mobile Telephony (NMT) 900
1991	American Digital Cellular (ADC)
1991	Global System for Mobile Communication (GSM)
1992	Digital Cellular System (DCS) 1800
1994	Personal Digital Cellular (PDC)
1995	PCS 1900 – Canada
1996	PCS – United Status

Tabla. 1.1. Cronología de los sistemas de telefonía móvil

En Europa ha sucedido el proceso inverso ya que se usaban hasta cinco sistemas analógicos distintos, de tal forma que un teléfono no podía ser usado en varios países. Esta experiencia llevó a los proveedores de telefonía europeos a crear un sistema digital común que se denominó GSM y que entró en funcionamiento antes que cualquiera de los otros sistemas en Estados Unidos.

Cuando el uso de la telefonía móvil se hizo popular debido al menor costo de los aparatos y servicios, los usuarios empezaron a solicitar cada vez mejores servicios como una mejor calidad de sonido, seguridad contra las escuchas y mayor capacidad de las redes.

Por otro lado el desarrollo de la telefonía móvil está íntimamente ligado al desarrollo de la electrónica y cuando ésta se adentró en el campo digital debido a su menor complejidad, la telefonía también se introdujo lentamente logrando disminuir su complejidad y abaratar sus costos.

Las principales ventajas de los sistemas digitales son la mayor capacidad de las redes, comunicaciones más seguras, mayor calidad de voz y posibilidad de incorporar nuevos servicios basados en los avances de la informática como: transmisión de datos, mensajería de texto, conexión a internet, etc.

El pionero en esta tecnología fue el sistema europeo GSM. Esto produjo el adelanto de la tecnología europea sobre la americana en materia de comunicaciones y permitió dar un primer paso en la estandarización internacional de sistemas móviles para tener mercados

más extensos y abaratar los costos de producción a la vez que al cliente tiene la posibilidad de usar su terminal móvil fuera de las fronteras de su país, algo inimaginable en esos tiempos.

En 1982, la Conference of European Posts and Telecommunications (CEPT - Conferencia de las Administraciones de Correos y de Telecomunicaciones Europeas) formó una comisión de estudio llamada Groupe Spéciale Mobile (Grupo Especial para comunicaciones Móviles), cuyas siglas GSM no tenían el mismo significado que las actuales, con el objetivo de crear un nuevo sistema de ámbito europeo público de comunicaciones móviles.

Las primeras especificaciones sobre el GSM original fueron publicadas por primera vez en 1990 por el ETSI (European Telecommunication Standard Institute - Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones), comenzando su aplicación comercial en el año 1991 y expandiéndose de forma considerable, hasta tal punto que en el año 1994 estaba presente en 60 países europeos, varios países del este, Sudáfrica, Australia, y se preveía ya entonces un crecimiento exponencial. Las siglas GSM cambiaron de forma definitiva su significado a Global System for Mobile communication (Sistema Global de comunicaciones Móviles).

El desarrollo del sistema GSM aceleró considerablemente debido a la inminente saturación de las redes analógicas. En el año 1986 la Unión Europea emitió una directiva en la que se reservaban dos bandas de frecuencia en los 900 MHz, cuya entrada en servicio se produjo finalmente en el año 1992, con una cobertura y número de usuarios muy variable de unos países a otros.

Por otra parte en Estados Unidos se desarrolló un nuevo sistema totalmente digital, llamado CDMA (Code División Múltiple Access-Acceso Múltiple por División de Código) que capaz de operar sobre las redes existentes ya sean AMPS o PCS.

1.2. Características principales del estándar celular GSM

El aspecto más importante de GSM es su naturaleza digital, la voz humana es transformada mediante un convertidor analógico digital y transmitida por módem-radio a la estación base mediante una cadena digital codificada, de esta forma se cubre el servicio básico de telefonía.

Es un sistema celular de comunicaciones vía radio, la cobertura geográfica mediante células posibilita un uso más eficiente del espectro mediante la reutilización de frecuencias.

1.2.1. Objetivos que persigue

Los objetivos que persigue la definición de la norma GSM son los siguientes:

- Adecuada calidad de la voz transmitida, al menos subjetivamente.
- Bajo coste tanto del terminal como del servicio.
- Capacidad de desplazamiento internacional (roaming).
- Flexibilidad a la hora de ampliar los servicios.
- Eficacia en la utilización del espectro y compatibilidad con RDSI.

1.2.2. Características técnicas

- Las bandas de frecuencia en las que trabaja son:
 - a. Transmisión de la estación móvil: 890-915 MHz.
 - b. Transmisión de la estación base: 935-960 MHz.
- Tiene una separación dúplex de 45MHz y tiene una separación de canales de 200 KHz con una selectividad de canal adyacente de 18 dB.
- GSM utiliza tanto acceso múltiple por división en frecuencia como por división en el tiempo. El espectro disponible se divide en 50 bandas de 200 KHz cada una. Dentro de cada banda se utiliza acceso múltiple por división en el tiempo para que puedan realizar la comunicación varios usuarios.

- Utiliza una modulación GMSK y una relación de protección para interferencia co-canal de 9dB y para los adyacentes de -9dB. Tiene una PIRE máxima de las estaciones base de 500W de portadora.
- La potencia nominal de las estaciones móviles puede ser de diversos tipos debido a que hay 5 tipos diferentes y sus valores son: 0.8, 2, 5, 8 o 20 W. En el caso de las estaciones base tendremos 7 posibles valores, cada uno asignados a los 7 tipos de estaciones base existentes, y que van desde 2.5 a 320 W.
- GSM tiene una estructura celular y reutilización de manera que pueden utilizarse celdas convencionales de radio variable 35 Km (zonas rurales) y 1 Km (zonas urbanas). En regiones en elevada densidad de tráfico pueden sectorizarse las celdas mediante el empleo de antenas direccionales. La reutilización posible equivale a una agrupación de 9 o 12 celdas o bien 7 celdas para uso omnidireccional.
- Acceso múltiple: TDMA con 8 intervalos de tiempo por trama. La duración de cada intervalo es de 0.577 ms. La trama comprende 8 canales físicos que transportan los canales lógicos de tráfico y señalización (control). Se dispone también de un sistema de multitramas: uno que consta de 26 tramas con intervalos de 120 ms, y otra que consta de 51 tramas con intervalos de 236 ms.
- Tiene dos canales de tráfico para voz y datos respectivamente. El primero de ellos se definió el denominado canal de velocidad completa que hace uso de un codificador vocal que proporciona una señal digital de 13 Kb/s. Tras la codificación de canal, la velocidad binaria bruta es de 22,8 Kb/s. El segundo de los canales se sustenta sobre el canal de tráfico a velocidades de 2,4 4,8 y 9,6 Kb/s con diferentes procedimientos de adaptación de la velocidad, codificación de canal y entrelazado.
- También se admiten servicios de datos naturaleza no transparente con una velocidad binaria de 12 Kb/s.

- Los canales de control existentes se han dispuesto de tres categorías como son:
 - a. Difusión (broadcast), mediante los cuales se transmite información desde la estación base a todos los móviles.
 - b. Comunes, que pueden ser usados por todos los móviles pero la información que se transmite en un momento determinado se refiere a uno de ellos.
 - c. Dedicados, para su uso es preciso una asignación de canal de tráfico.

1.2.3. Seguridad

En cuanto a la seguridad GSM dispone capacidades de cifrado de voz y datos y un completo sistema de autenticación para el acceso al sistema por parte de los terminales para brindar privacidad a la conversación.

1.2.4. Módem

El usuario no necesita el módem clásico dada la naturaleza digital del servicio, es decir que las señales que salen del teléfono son digitales y el medio de transmisión también lo es, no hay necesidad de realizar un cambio de analógico a digital y viceversa como lo hace el módem tradicional.

1.2.5. Consumo de los equipos terminales

Los terminales móviles deben estar unidos a un juego de baterías para poder funcionar, el mayor o menor consumo combinado con la capacidad de almacenamiento de la batería van a ser los factores que determinen la operabilidad del equipo terminal.

Tanto los terminales móviles como las estaciones base deben funcionar con el nivel mínimo de potencia que permita una comunicación de calidad para ahorrar energía y evitar interferencias entre canales próximos.

A continuación se provee una introducción a conceptos básicos de GSM, especificaciones, arquitectura de las redes de telefonía móvil y servicios.

1.3. Servicios

El número de servicios que se han ido desarrollando sobre GSM han ido evolucionando con el paso del tiempo, los servicios que se van incorporando a GSM se llevan a cabo por el Memorandum of Understanding (MoU) que viene a ser como un subgrupo encargado de estos temas, el MoU ha definido tres tipos de categorías de servicios que pueden ofrecerse sobre una red GSM y son: teleservicios, servicios portadores y servicios complementarios.

Los teleservicios son principalmente servicios de voz que proveen a los suscriptores la capacidad suficiente para comunicarse con otros suscriptores (incluyendo los equipos o terminales necesarios).

Los servicios portadores proveen a los suscriptores de la capacidad necesaria para transmitir apropiadamente señales de datos entre dos puntos de acceso creando una interfase con la red.

Los servicios complementarios generalmente extensiones de los teleservicios y que proporcionan nuevas características a la red GSM.

1.3.1. Teleservicios

Los principales teleservicios son el envío de voz, llamadas a un número de emergencia común de forma gratuita, el servicio de mensajes cortos (SMS) enviados por canales independientes de señalización y el envío recepción de fax digital.

A continuación se enumeran estos servicios con una breve descripción de cada uno de ellos.

- **Tono dual multifrecuencia (DTMF – Dual Tone Multifrequency)**

DTMF es un tono de señalización usado para propósitos de control a través de la red telefónica, tales como control remoto de una máquina contestadora.

- **Servicio de fax (facsimile group III)**

GSM soporta el envío y recepción de documentos facsímile CCITT grupo 3. Tal como las máquinas de fax están diseñadas para estar conectadas a un teléfono convencional usando las señales análogas, un conversor especial para fax es usado para el cambio de sistema análogo a GSM. Esto permite a un fax conectado a la red GSM comunicarse con cualquier fax análogo en la red.

- **Servicio de mensajes cortos (SMS – Short Message Service)**

Un mensaje corto consiste de un máximo de 160 caracteres alfanuméricos. El intercambio de mensajes puede establecerse entre terminales GSM o desde la red hacia los terminales, en caso de que la estación móvil está apagada o fuera del área de cobertura, el mensaje es guardado y enviado de nuevo al suscriptor cuando el móvil esté encendido o ingresado dentro del área de cobertura de la red. Esta función asegura que el mensaje sea recibido.

- **Llamadas de emergencia (emergency calling)**

Este servicio permite efectuar llamadas de emergencia mediante la marcación de un número de tres cifras. Se trata de un servicio prioritario, obligatorio en toda red GSM y agiliza el tratamiento de estas llamadas en el centro de atención adecuado (policía, bomberos, etc.).

- **Correo de voz (voice mail)**

Este servicio actualmente consiste en una máquina contestadora dentro de la red, la cual es controlada por el suscriptor. Las llamadas pueden ser redirigidas a la casilla de correo de voz del suscriptor y el suscriptor puede revisar los mensajes ingresando un código de seguridad personal.

- **Transmisión celular (cell broadcast)**

Una variación del servicio de mensajes cortos es la transmisión celular en la cual un mensaje de máximo 93 caracteres puede ser transmitido a todos los móviles en una cierta área geográfica. Típicamente las aplicaciones de este servicio tienen que ver con alertas de congestión vehicular y reporte de accidentes.

- **Correo de fax (fax mail)**

Con este servicio, el suscriptor puede recibir mensajes de fax en cualquier máquina de fax. Los mensajes son guardados en el centro de servicios del cual pueden ser recuperados por el suscriptor, esto se hace mediante un código de seguridad personal idéntico al de correo de voz.

1.3.2. Servicios Portadores

Las redes GSM manejan tráfico de voz y datos, para lograr esto, GSM dispone de dos modos de operación: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes (GPRS – general packet radio system). A continuación se describen estos dos modos de operación:

a. Conmutación de circuitos

Con la conmutación de circuitos se provee al usuario un canal dedicado para transmisión de datos hacia el destino. El usuario tiene el uso exclusivo de ese canal durante el tiempo de llamada de datos.

Los servicios portadores básicos soportan la transmisión de datos síncronos y asíncronos a velocidades de hasta 9.6 Kbit/seg, la cual es una velocidad genérica pese a que algunos terminales modernos tienen capacidad de enviar a 64 Kbps mediante la agrupación de canales.

b. Conmutación de paquetes (GPRS – General Packet Radio System)

Con la conmutación de paquetes, el operador asigna uno o más canales específicamente para el uso compartido de los mismos. Para la transmisión de datos, es necesario acceder a un canal, lo que hace necesario tener canales habilitados las 24 horas del día.

Con GPRS se obtiene mayor velocidad y eficiencia de la red, tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando mediante la utilización de un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con GPRS no solo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps, sino que permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

Los servicios que obtiene un usuario de este sistema son los equivalentes a tener un PC conectado a internet y los principales son:

- Acceder en movilidad a internet y al correo electrónico. GPRS permite acceder en movilidad a todas las facilidades de internet usando el terminal GPRS como módem.
- Acceder con facilidad a una intranet corporativa.
- Acceso a cuentas de correo corporativas (intranet).
- Acceso a bases de datos y aplicaciones corporativas desde un dispositivo móvil.
- Acceso GPRS a aplicaciones WAP para usos empresariales (a través del servicio WAP).
- Acceso a servicios de información (a través del servicio WAP).

1.3.3. Servicios suplementarios

GSM también ofrece servicios suplementarios como el desvío y prohibición de llamadas, identificación del número entrante, retención de una llamada, establecimiento de grupos cerrados de usuarios, entre otros.

A continuación se enumeran estos servicios con una breve descripción de cada uno de ellos.

- **Desvío de llamada (call forwarding)**

Este servicio brinda la habilidad al suscriptor de redirigir las llamadas entrantes a otro número o a un buzón de voz si la unidad móvil está ocupada, no contesta o es inalcanzable (terminal desconectado o sin cobertura).

- **Identificación de abonado llamante (calling line identification)**

El visor del móvil muestra respectivamente el número del abonado que llama o el número donde finaliza la llamada. También se puede hacer una restricción de identificación, para esto se deshabilita la identificación, con lo que se pueden hacer llamadas anónimas.

- **Llamada en espera (call waiting)**

Durante una conversación se puede dar paso a una llamada inhibiendo la actual (puede retenerse para retomarla posteriormente).

- **Bloqueo de llamadas (barring of incoming/outgoing calls)**

Puede aplicarse a llamadas entrantes o salientes (llamadas internacionales o servicios de valor agregado).

- **Llamada en espera (call waiting)**

Este servicio permite al móvil ser notificado cuando una llamada entrante suceda durante una conversación establecida. El suscriptor puede responder, colgar, o ignorar a la llamada entrante.

- **Llamadas simultáneas (multiparty service)**

El servicio de llamadas simultáneas permite al móvil la conversación simultánea entre tres y seis suscriptores. Es decir todos conversan entre sí a manera de una reunión.

- **Grupo de usuarios cerrado (closed user groups - CUGs)**

Los CGUs son en general comparables a un PBX. Son un grupo de suscriptores que son capaces de llamarse solo entre ellos y a ciertos números.

- **Aviso de cuenta (Advice of charge - AoC)**

El servicio denominado AoC provee a los móviles la capacidad de conocer un estimado de sus cuentas por pagar. Existen dos tipos de información AoC: una provee al abonado un estimado de la cuenta y otro puede ser usado para el pago inmediato de la cuenta. El AoC para llamadas de datos en relación al tiempo de transmisión/recepción.

1.4. Arquitectura de la red GSM

La arquitectura de la red GSM está dividida en tres subsistemas: el subsistema de conmutación (NSS - Network and Conmutación Subsystem), el subsistema estación base (BSS - Base Station Subsystem), y el subsistema de operación y soporte (OSS - Operation and Support Subsystem).

Estos tres subsistemas intercambian datos mediante interfaces, la estación móvil (MS – Mobile Station) se comunica con el subsistema de estación base mediante la llamada interfaz radio y este con el subsistema de de conmutación mediante el denominado interfaz A. De este último subsistema se intercambian datos con la red telefónica fija. A continuación en la figura 1.2. se muestran los tres subsistemas de la arquitectura de la red GSM.

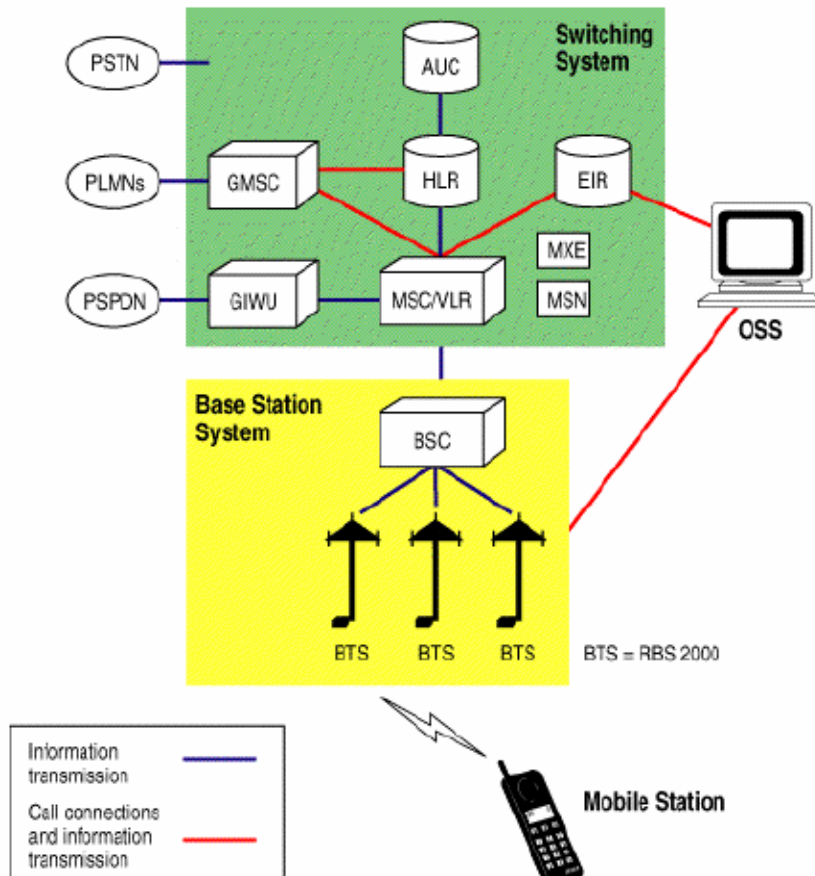


Figura. 1.2. Elementos de una red GSM

GSM provee recomendaciones para estos tres subsistemas, pero no son requerimientos para una red GSM en particular. Las especificaciones GSM definen los requerimientos de las funciones e interfaces en detalle pero no indica la ubicación del hardware dentro del sistema. Esto es debido a que se trata de limitar lo menos posible a los diseñadores de equipos y dar apertura a las operadoras en la compra de equipos para su red GSM provenientes de diferentes fabricantes o proveedores.

1.4.1. Subsistema de conmutación (NSS – Network and Commutation Subsystem)

El sistema de conmutación (NSS) es el responsable de manejar el proceso de las llamadas y otras funciones relacionadas con el suscriptor. El sistema de conmutación incluye las siguientes unidades funcionales:

- **Registro de información principal (HLR - Home Location Register)**

El HLR es una base de datos usada para almacenar y manejar las suscripciones. El HLR es considerado la base de datos más importante, ya que almacena datos acerca de los suscriptores, incluyendo las características del servicio, localización y estado de actividad. Cuando alguien compra un equipo en un operador celular determinado, es registrado en el HLR de ese operador.

- **Centro de conmutación de servicios móviles (MSC - Mobile Service Switching Center)**

La función básica del MSC es alternar las conexiones de voz y datos entre BSCs, otros MSCs, otras redes GSM y redes no móviles externas. El MSC también maneja un número de funciones asociadas con los suscriptores móviles, entre otras el registro, localización y handover. Normalmente existen solo unas pocas BSCs por MSCs, otras redes GSM y otras redes no móviles externas.

Normalmente existen pocas BSCs por MSC, debido al gran número de BTSs conectadas al BSC. El MSC y los BSCs están conectados mediante el ampliamente difundido estándar A. Sin embargo, debido a la falta de estandarización en los protocolos de operación y manejo, los operadores usualmente escogen BSCs, MSCs y los HLR de un mismo fabricante.

- **Registro de localización de visitantes (VLR - Visitor Location Register)**

El VLR es una base de datos que contiene información temporal acerca de los suscriptores visitantes, esto es necesario para que el MSC brinde servicio a dichos

suscriptores. El VLR está siempre integrado al MSC. Cuando un móvil ingresa en una nueva área, el VLR conectado al MSC de dicha área pedirá información acerca del móvil al HLR. Luego, si el móvil hace una llamada, el VLR tendrá la información necesaria para proceder con la llamada sin tener que pedir información al HLR cada vez que el móvil realice una llamada.

- **Centro de autenticación (AUC - Authentication Center)**

El centro de autenticación provee parámetros de autenticación y encriptación para verificar la identidad del usuario y asegurar la confidencialidad de cada llamada. El AUC protege a la red de fraudes.

- **Registro de identificación de equipo (EIR - Equipment Identity Register)**

El EIR es una base de datos que contiene información acerca de la identidad del equipo móvil. El EIR previene frente al robo de llamadas, uso de equipos no autorizados, o equipos móviles defectuosos. El AUC y el EIR pueden estar implementadas por separado o combinadas en un nodo AUC/EIR.

1.4.2. Subsistema estación base (BSS – Base Station System)

Todas las funciones de transmisión son ejecutadas en el BSS. Consiste de estaciones base controladoras (BSCs) y de estaciones base transceptoras (BTSs).

- **Controlador de la estación base (BSC - Base Station Controller)**

EL BSC proporciona las funciones de control y los enlaces físicos entre el MSC y el BTS. Es un conmutador de alta capacidad que proporciona funciones tales como handover, datos de configuración de celdas, y control de potencia de los niveles de radio frecuencia (RF) en las estaciones base transceptoras (BTSs). Normalmente se colocan varios BSCs para un MSC.

- **Estación base transceptora (BTS - Base Transceiver Station)**

El BTS maneja la interfase de radio con las estaciones móviles. El BTS es un equipo de radio compuesto por transceptores y antenas necesarias para dar servicio a cada celda en la red GSM. Un grupo de BTS son controlados por un BSC.

1.4.3. Subsistema de operación y soporte (OSS - Operation and Support Subsystem)

Los OSS se conectan a diferentes NSS y MSC para controlar y monitorizar toda la red GSM. La tendencia actual en estos sistemas es que dado que el número de BSS se está incrementando se pretenden delegar funciones que actualmente se encargan de hacerlas el subsistema OSS en las BTS de manera que se reduzcan los costes de mantenimiento del sistema.

1.4.4. Elementos funcionales adicionales

Otros elementos funcionales son los siguientes:

- **Centro de mensajes (MXE - Message Center)**

El MXE es un nodo que proporciona mensajería de voz, fax y datos. Específicamente, el MXE maneja el servicio de mensajería corta (SMS), correo de voz, e-mail, y notificaciones.

- **Nodo de servicios móviles (MSN - Mobile Service Node)**

El MSN es un nodo que maneja los servicios inteligentes de la red (IN).

- **Centro de conmutación de servicios móviles (GMSC - Gateway Mobile Services Switching Center)**

Un gateway es un nodo usado para la interconexión de dos redes. El gateway es a menudo situado en el MSC. El MSC entonces se convierte en un GMSC.

- **Unidad de conmutación voz/datos (GIWU - GSM Interworking Unit)**

EL GIWU consiste de hardware y software que provee la interfase a varias redes para comunicación de datos. A través del GIWU, los usuarios pueden alternar voz y datos durante la misma llamada. EL GIWU está físicamente localizado en el MSC/VLR.

1.4.5. Estación móvil (MS - Mobile Station)

La estación móvil suele representar el único elemento que el usuario llega a ver, además de las funciones básicas necesarias para acceder a la red de la interfaz radial; una estación móvil debe proporcionar una interfaz de usuario (micrófono, altavoz, pantalla y teclado). En la figura 1.3. se muestra una estación móvil con interfaz de usuario.



Figura. 1.3. Estación móvil GSM

Se pueden distinguir cinco tipos de terminales móviles clasificados por la potencia de pico (la máxima a la que pueden transmitir) y son los de 20, 8, 5, 2 y 0,8 watios. Normalmente se recomiendan los terminales de 2 o 5 watios para los móviles de mano, mientras que los de un mínimo de 8 watios son recomendables para aquellos instalados en vehículos.

La tabla 1.2. nos indica el tipo de Terminal adecuado para la potencia pico que maneja el dispositivo móvil.

No	Wattios	Terminal
1	20	Vehicular
2	8	Portátil / Vehicular
3	5	Móviles de mano
4	2	Móviles de mano
5	0.8	Móviles de mano

Tabla. 1.2. Tipos de terminales móviles

El nivel de potencia transmitido es regulado automáticamente en pasos de 2 dB a partir de la potencia de pico, hasta un mínimo de 20 mW en función de la calidad de la señal recibida. Para ello, el móvil mide la señal recibida, pasándole información de la tasa de errores al controlador de la estación base que es en última instancia donde se decide si se aumenta o se disminuye el nivel de señal.

El consumo de un terminal va muy relacionado con el nivel de señal de la estación base a la que esté conectado, si la señal es baja se consume más energía y si la señal es alta se consume menos energía.

El dispositivo móvil incrementa considerablemente el consumo de energía cuando se encuentra transmitiendo datos, pudiendo alcanzar la potencia máxima de consumo especificada por el fabricante.

Los móviles transmiten información siempre que son utilizados, pero también lo hacen al encenderse, al apagarse y a intervalos irregulares (deben registrarse en la celda en la que están e indicar que siguen allí), por lo que es un error considerar únicamente el consumo en reposo cuando no hay transmisión.

Un aspecto fundamental de la estación móvil GSM, que la diferencia de las estaciones móviles del resto de sistemas, es el concepto de módulo de usuario o SIM (módulo identificativo de suscriptor – subscriber identity module).

1.4.5.1. SIM - Módulo identificativo de subscriptor

En GSM no es el móvil el que contiene los datos del abonado, sino más bien una tarjeta inteligente denominada **SIM Card** (Subscriber Identity Module). Existen dos tipos de SIM Card, una de las dimensiones de la tarjeta de crédito (ISO), preparada principalmente para los radioteléfonos vehiculares; otra pequeña como la mostrada en la figura 1.5. que es hecha para los teléfonos palmarios (Plug In).

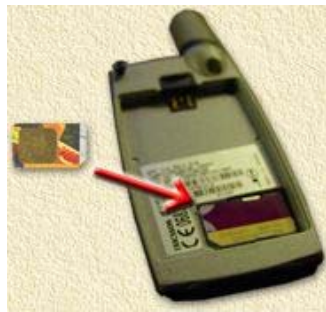


Figura. 1.4. Tarjeta SIM

Dispone de dos códigos de seguridad el PIN y el PUNK. El PIN es un código de cuatro cifras modificable por el abonado, sin el cual es imposible efectuar la llamada. Si el código PIN (Personal Identity Number) se introduce erróneamente tres veces consecutivas, la tarjeta se bloquea. En este caso es necesario utilizar el código PUNK (Personal Unblocking Key). Si también este se escribiera erróneamente diez veces consecutivas, la tarjeta se bloquea totalmente y será imprescindible sustituirla.

La SIM es básicamente una tarjeta inteligente (también denominada tarjeta chip), que sigue los estándares ISO y que contiene toda la información referente al usuario.

La función principal de la tarjeta es el almacenamiento y gestión de datos, por lo que no es de extrañar que el componente fundamental del circuito integrado sea el módulo de memoria. Las memorias más comúnmente utilizadas son las denominadas ROM, PROM, EPROM, EEPROM y RAM. Un chip concreto puede contener una o más de estas memorias, las cuales poseen diferentes características que controlan el tipo de funcionamiento del circuito integrado.

Además de esta capacidad de almacenar información, se refiere también al tema de confidencialidad. El resto de la estación móvil contiene todas las capacidades básicas de transmisión y señalización para acceder a la red. La interfaz entre la tarjeta SIM y el resto del equipo está totalmente especificado y se denomina sencillamente interfaz SIM - ME, donde ME significa equipo o Terminal móvil (Mobile Equipment).

1.4.5.2. Contactos de una SIM

El circuito también está normalizado, de forma que debe tener ocho contactos o pines, como se muestra en la figura 1.6.

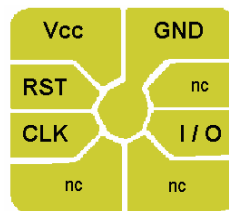


Figura. 1.5. Pines de una SIM

De los ocho contactos, realmente sólo se utilizan seis, cuya función básica se describe a continuación:

- Vcc: voltaje de entrada (entre 3 y 5v).
- GND: voltaje de referencia o tierra.
- RST: señal de inicio de estado del circuito integrado tras su encendido.
- CLK: para conducir la lógica de CI, entre 3.5795 MHz y 4.9152 MHz.
- Vpp: señal de alto voltaje necesaria para programar la memoria EPROM.
- I/O: conector serie input/output, señal de intercambio de información con el exterior.

1.5. Áreas de cobertura de una Red GSM

Una red GSM está constituida por áreas geográficas. Como se muestra en la figura 1.7., estas áreas incluyen células, áreas de localización (LA – location areas), áreas de servicio MSC/VLR, y área de cobertura del operador (PLMN – public land mobile network).

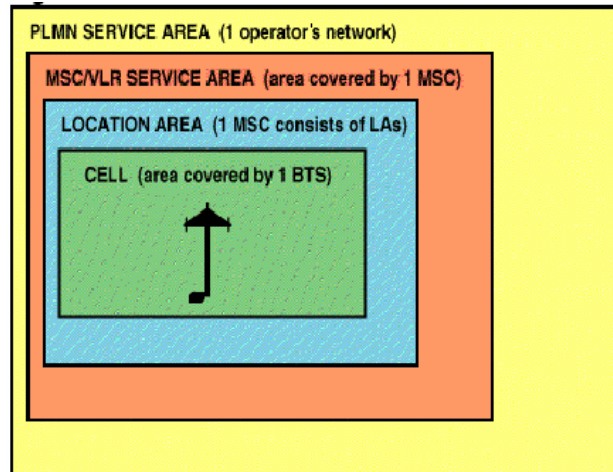


Figura. 1.6. Áreas de una red GSM

Una célula es el área de cobertura que entrega una BTS (estación base transceptora), la red GSM identifica cada célula mediante el número de identidad global de célula (CGI – cell global identity) asignado a cada célula.

Un área de localización (LA) es un grupo de células, aquí es donde se localiza al suscriptor, cada LA está compuesta por uno o más controladores de estación base (BSC) y una sola MSC. Como se muestra en la figura 1.8, a cada LA se le asigna un número de identificación de localización de área (LAI – location area identity).

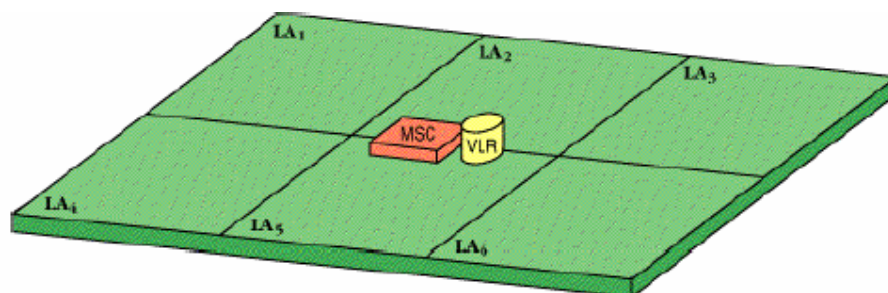


Figura. 1.7. Áreas de localización - LA

Un área de servicio MSC/VLR representa una parte de la red GSM que está cubierta por una MSC. El VLR está siempre integrado al MSC. Como se muestra en la figura 1.9, un área de servicio MSC/VLR es un conjunto de LAs controladas por un solo MSC.

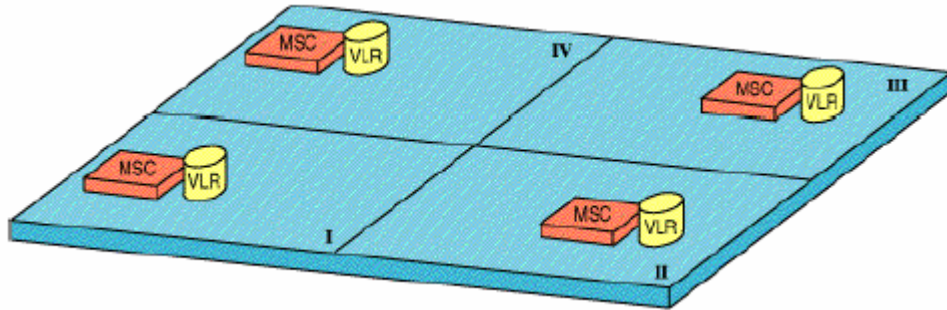


Figura. 1.8. Áreas de servicio MSC/VLR

CAPITULO II

SISTEMAS DE GESTION DE MENSAJES DE TEXTO SMS

2.1. Sistemas de Gestión SMS

El Sistema de Gestión SMS es una aplicación de PC que permite realizar distintas acciones mediante el uso de mensajes cortos (SMS) utilizando un módem GSM que realiza las comunicaciones. Los usuarios enviarán mensajes a la aplicación, la cual ejecutará los comandos enviados y devolverá un mensaje de respuesta al usuario.

Los sistemas de gestión de mensajes de texto (SMS) vienen dentro de los llamados teleservicios, el cual consta de tres elementos: una base de datos que contenga la información, un equipo de comunicación (móvil o módem GSM), y la aplicación que se encarga de gestionar los mensajes recibidos y enviar la información solicitada. Estos elementos serán descritos en el siguiente subtema.

2.2. Elementos de un sistema de gestión SMS

En la figura 2.1. se tiene los elementos de un sistema de gestión de mensajes de texto.

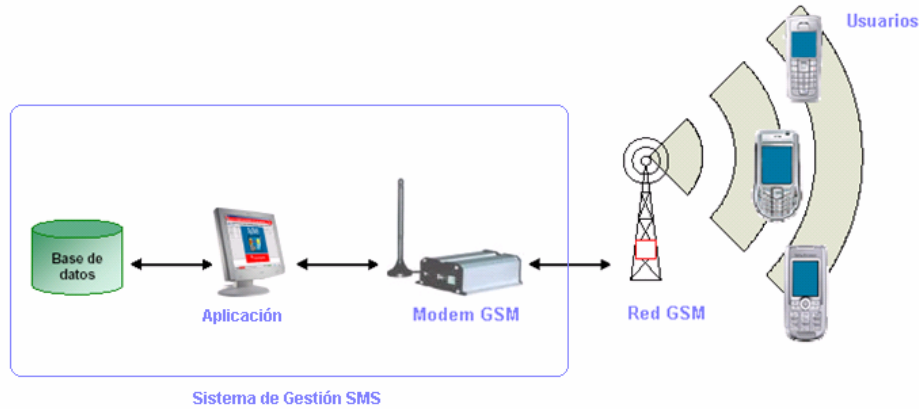


Figura. 2.1. Elementos de un sistema de gestión de mensajes de texto (SMS)

2.2.1. Base de Datos

Una base de datos es un conjunto de información almacenada en memoria auxiliar que permite acceso directo mediante programas para la manipulación de esa información.

El servidor de bases de datos está constituido por motores de bases de datos, que en su mayoría son de alto costo como Oracle, Informix, Microsoft SQL Server, DB4, Sybase, pero existen otros de uso libre y bajo licencias abiertas como MySQL. Este servidor almacena gran cantidad de datos estructurados, que están organizados de acuerdo al modelo relacional de datos mediante tablas relacionadas entre sí por columnas comunes.

Por ejemplo la información de una persona es: cédula de identidad, nombre, domicilio y sueldo, donde la información del sueldo es: ingresos y egresos, lo que podemos representar en dos tablas: Personas y Sueldos relacionadas con la cédula de identidad, como se indica en las tablas 2.1. y 2.2.

Ced_id	Nombre	Domicilio
1712350485	Felipe Chávez	Sangolquí
1732456457	Alejandro Martínez	Quito

Tabla. 2.1. Tabla Personas en la base de datos

Ced_id	Ingresos	Egresos
1712350485	600,00	150,00
1732456457	800,00	300,00

Tabla. 2.2. Tabla Sueldos en la base de datos

2.2.2. Equipo de comunicación



Figura. 2.2. Módem GSM

El dispositivo móvil puede tener varias presentaciones, tales como: celular, pc-card, tarjeta pci o MODEM serial / USB, de todas ellas la finalidad es comportarse como un MODEM GSM (modulador demodulador de señales), que debe ser configurado, programado y operado mediante una serie de comandos especiales llamados **códigos AT - GSM** que son estándar para MODEMS GSM; sin importar el fabricante, por lo que es necesario revisar la documentación del equipo para saber si soporta comandos SMS. Algunos de estos equipos tienen bloqueos y restricciones impuestas por el fabricante.

Para la comunicación con el dispositivo móvil sea correcta, se deben tener muy en cuenta los siguientes conceptos:

1. Comunicación Serial

Las interfaces son el soporte físico a través del cual se puede realizar el intercambio de información entre un DTE (Data Terminal Equipment) tal como terminales y microcomputadoras, y un DCE (Data Communication Equipment) que en general son los

módems. Comúnmente, las interfaces se conectan desde un DTE a un DCE, a diferencia de un DTE a otro DTE, o de un DCE a otro DCE, aunque hay maneras de conectarlos construyendo cables no estándares.

El PC utiliza la norma RS232, utilizando los niveles de tensión entre +15 y -15 voltios, utilizando la interfase RS232 es utilizada para el intercambio en serie de datos entre un dispositivo móvil y el PC, el primero se conoce como DCE o equipo de terminación del circuito de datos y el segundo se conoce como DTE o terminal de datos.

La información que maneja un computador puede transmitirse de un lugar a otro de dos formas básicas: serial o paralela.

- **Transmisión serial:** se forma un tren de bits, uno tras de otro viajando del lugar de emisión al receptor utilizando una sola vía, en este caso será un conductor eléctrico serial, como en caso de los trenes con una sola vía si se desea transmitir en el sentido contrario, se debe esperar que la vía este libre.
- **Transmisión en paralelo:** cada bit tiene su vía exclusiva, con la condición de que todos viajen simultáneamente, como en el caso de la transmisión serial para transmitir en el sentido contrario se debe esperar que la vía este libre, a menos que se tenga una vía exclusiva para el sentido contrario.

La velocidad de transmisión serial en baudios es igual al número de bits por segundo que se transmiten o reciben. Por lo tanto, para enviar información codificada, el transmisor y receptor registran el tiempo, el cual define el periodo que deben estar a la misma frecuencia y sincronizados. Los bits se transmiten como grupos, con una longitud típica de 7 u 8 bits, llamados caracteres, que representan una letra del alfabeto inglés, un dígito o un símbolo codificado en ASCII. Cada carácter se envía en una cadena que consiste de un bit **0** llamado **bit de inicio**, seguido por el caracter de información, seguido (opcionalmente) por un bit de paridad, y después un bit **1** llamado **bit de paro**. La lógica del bit bajo de inicio le dice al receptor que esta empezando una cadena, y la lógica del bit alto de paro denota el final de la cadena.

A continuación se describen: el chip UART, el DTE y el DCE.

- **UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter):** es el corazón del sistema de comunicaciones serie, cuya misión principal es convertir los datos recibidos del bus del PC en formato paralelo a un formato serie el cual será utilizado en la transmisión hacia el exterior. También, realiza el proceso contrario: transformar los datos serie recibidos del exterior en un formato paralelo entendible por el bus del PC. La UART es un dispositivo programable en el que se establecen las condiciones (velocidad, paridad, longitud de bits y bits de parada) que se utilizarán para la transmisión (velocidad, paridad, longitud y bits de parada).
- **DTE (Data Terminal Equipment):** es el equipo de terminal de datos, se considera DTE a cualquier equipo informático que convierte la información del usuario en señales para transmitir las o recibe señales para convertirlas en información para el usuario. Usualmente el dispositivo DTE es una terminal o PC.
- **DCE (Data Communication Equipment):** es el equipo terminal del circuito de datos, en una estación de datos representa al equipo que cumple las funciones de conversión de señales y codificación, en una red representa a todo dispositivo que participa en la comunicación entre otros dos dispositivos pero no es receptor final ni emisor original de los datos que forman parte de esa comunicación. Usualmente el dispositivo DCE es un MODEM.

2. Comandos AT para GSM

La mayoría de módems GSM soportan el set de comandos Hayes, que es un lenguaje de programación originalmente desarrollado para los módems Hayes 2400. La cadena de inicialización de un MODEM consiste en una serie de comandos que preparan al MODEM para la comunicación, configurando parámetros como modo de operación (texto/pdu), tono de timbre, volumen, entre otros.

El set de comandos AT para dispositivos móviles GSM y su uso, está totalmente descrito en un documento publicado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI) ETS 300 642 presentado en su cuarta edición en marzo de 1999.

Los comandos HAYES AT para GSM son estándar y pueden funcionar en dispositivos de diversas marcas como SIEMENS, NOKIA, etc. Una lista de los principales comandos utilizados en el presente trabajo se muestra a continuación:

A continuación en la tabla 2.3. se muestra un resumen de los comandos AT para el control de llamadas.

Comando	Descripción
ATA	Contestar llamada
ATD	Marcar
ATH	Colgar
ATL	Volumen de speaker
ATM	Activar speaker
ATO	Conectar On-Line
ATP	Configurar marcación por pulsos predeterminada.
ATT	Configurar marcación por tonos predeterminada.
AT+CSTA	Seleccionar tipo de dirección.

Tabla. 2.3. Comandos AT para control del equipo

Existen otros comandos AT para controlar el equipo y otras funciones como mensajes cortos de texto (SMS).

A continuación en la tabla 2.4. se muestra un resumen de los comandos para control de llamadas y en la tabla 2.5. para el control de SMS.

Comando	Descripción
AT+CBC	Carga de batería.
AT+CGMI	Identificar fabricante.
AT+CGMM	Identificar modelo.
AT+CGMR	Identificar revisión.
AT+CGSN	Identificar número de serie del equipo.
AT+CPBF	Buscar registro de directorio telefónico.
AT+CPBR	Leer registro de directorio telefónico.
AT+CPBS	Seleccionar almacenamiento en memoria.
AT+CSCS	Seleccionar Set de caracteres TE.
AT+CSQ	Calidad de señal.

Tabla. 2.4. Comandos AT para control de llamadas

Comando	Descripción
AT+CSMS	Seleccionar servicio de mensajes.
AT+CMGF	Formato de mensaje.
AT+CSMP	Configurar parámetros del modo texto.
AT+CSDH	Mostrar parámetros del modo texto.
AT+CSAS	Guardar configuración.
AT+CRES	Restaurar configuración.
AT+CMGL	Listar mensajes.
AT+CMGR	Leer mensaje.
AT+CMGS	Enviar mensaje.
AT+CMSS	Enviar mensaje almacenado.
AT+CMGW	Guardar mensaje en memoria.
AT+CMGD	Eliminar mensaje.

Tabla. 2.5. Comandos AT para control de SMS

3. Modos de Envío y Recepción de mensajes SMS

Existen dos formas de enviar y recibir mensajes SMS:

- a. Modo texto.
- b. Modo PDU (protocol description unit).

a. Modo Texto

El modo texto no está disponible en algunos modelos de teléfonos y es una codificación simple de una cadena de caracteres. Cuando el usuario lee un mensaje de texto desde su celular o dispositivo móvil, éste selecciona automáticamente el tipo de decodificación. Por otra parte en la aplicación a desarrollar es necesario especificar el tipo de decodificación por medio del comando AT+CSCS, si se ha seleccionado el modo texto la aplicación va a verse limitada a mensajes recibidos en modo texto.

Un ejemplo de envío en modo texto incluiría las siguientes sentencias:

```
AT+CMGF=1 //establecer modo 1: texto
AT+CMGS="+095854601" //ingresar el número de teléfono
> Mensaje de prueba <ctrl + z> //ingresar el texto
```

La aplicación a desarrollar manejará modo PDU debido a que éste modo es capaz de decodificar mensajes que han sido enviados en modo texto tanto como los que han sido enviados en modo PDU.

b. Modo PDU

El modo PDU en el envío de mensajes SMS mediante comandos AT permite enviar caracteres no imprimibles, es decir, no solo letras, números y algunos caracteres especiales, si no que cualquier valor desde 0 a 255. Los caracteres son enviados en grupos de octetos en formato hexadecimal.

El formato PDU resulta indispensable para el envío de mensajes en formatos avanzados o el envío de melodías y logotipos.

PDU no solo contiene el mensaje, sino también información acerca de la transmisión del mensaje como es la hora, el código de la central de mensajes, etc. Los mensajes SMS han sido especificados por la ETSI (documentos GSM 03.40 y GSM 03.38) y pueden contener más de 160 caracteres, donde cada carácter es de 7 bits.

4. Recepción de mensajes en formato PDU

Mediante comandos AT se logra transmitir el mensaje de texto alojado en la memoria SIM del dispositivo móvil hacia el ordenador, la aplicación entonces recibe una cadena de caracteres en forma de octetos en formato hexadecimal.

La figura 2.5. muestra la cadena de caracteres que se ha obtenido al recibir un mensaje con el texto hellohello.

07919593857907F9040B919593854506F10000603060812035000AE8329BFD4697D9EC37

Figura. 2.3. Cadena de caracteres del mensaje hellohello

La cadena de caracteres anterior es en realidad una secuencia de octetos que contiene tres partes: octeto inicial, información SMSC y SMS (especificación ETSI GSM 03.40). Estas partes se muestran en la figura 2.4.

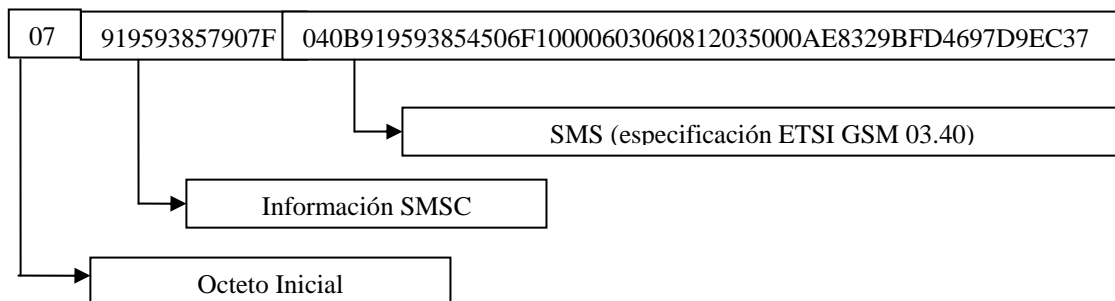


Figura. 2.4. Secuencia de octetos

A continuación se describe el octeto inicial en la tabla 2.6.

07	Especifica la longitud de la información SMSC / siete octetos
----	---

Tabla. 2.6. Octeto inicial

La información SMSC se describe en la tabla 2.7.

91 9593857907F9	
91	<u>Tipo de dirección</u> de SMSC (91 significa formato internacional)
9593857907F9	<u>Numero del Centro de Servicios</u> Como la longitud del número de teléfono es impar, se aumenta una F para completar el octeto. El número de teléfono de este centro de servicios es 59395897709.

Tabla. 2.7. Información SMSC

En la siguiente tabla se describen los octetos de la tercera parte de la cadena de caracteres de la palabra **hellohello**.

04 0B 91 9593854506F1 00 00 60306081203500 0A E8329BFD4697D9EC37	
04	<u>Primer octeto del mensaje SMS para recepción.</u>
0B	Longitud de la dirección (OB hex = 11dec).
91	<u>Tipo de dirección</u> del número emisor.
95 93 85 45 06 F1	Número del emisor (semi-octetos decimales) con una F.
00	TP-PID <u>Identificador de protocolo.</u>
00	TP-DCS <u>Esquema de codificación de datos.</u>
60 30 60 81 20 35 00	TP-SCTS <u>Marca de tiempo</u> (semi-octetos).
0A	Longitud del mensaje.10 septetos.
E8329BFD4697D9EC37	TP-UD Mensaje hellohello, octetos de 8 bits representando datos de 7 bits

Tabla. 2.8. SMS (especificación ETSI GSM 03.40)

Todos los octetos del mensaje PDU recibido son hexa decimales de 8 bits, a excepción del número del centro de servicios, el número del emisor y la marca de tiempo que son semi octetos decimales. La parte del mensaje de texto como tal, se encuentra al final de la cadena PDU y consiste en octetos hexa decimales de 8 bits pero estos octetos representan información de 7 bits.

Para obtener el número expresado por semi octetos decimales como los del número del centro de servicios, es necesario hacer un cambio interno dentro de cada semi octeto, así **95 93 85 79 07 F9** a **59 39 58 97 70 9F**.

La longitud del número es impar, entonces no se puede formar una secuencia apropiada de octetos y se añade una F para completar el octeto.

De igual forma, la marca de tiempo puede obtenerse con el mismo procedimiento, cambiando **60 30 60 81 20 35 00** a **06 03 06 18 02 53 00**, en donde los seis primeros caracteres representan la fecha en este caso 06/03/06 o lo que es lo mismo 06 de marzo de 2006, los siguientes seis caracteres representan la hora 18h 02min 53s, y los últimos dos, representan la zona horaria GMT.

El mensaje hellohello consiste de 10 caracteres llamados septetos, los cuales están representados por 7 bits cada uno, estos septetos necesitan ser transformados a octetos para poder enviar un mensaje SMS y de forma inversa, para recibir un mensaje SMS se debe transformar de octetos a septetos.

A continuación en la figura 2.5. se muestra el mensaje hellohello en septetos.

	h	e	l	l	o	h	e	l	l	o
7 bits ascii - Dec	104	101	108	108	111	104	101	108	108	111
7 bits ascii - Bin	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111
7 bits ascii - Bin	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111

Figura. 2.5. Mensaje hellohello en septetos

El primer septeto es convertido a octeto, agregándole el bit menos significativo del segundo septeto, es decir el del extremo derecho. Al insertar este bit a la izquierda del primer octeto de esta forma $1 + 1101000 = 11101000$ obtenemos E8.

El bit del extremo derecho del segundo septeto es eliminado, así que el segundo septeto necesitará de dos bits para completar el octeto y los tomará del siguiente septeto. Este proceso se repite hasta completar los octetos. En la figura 2.6. se muestran los nueve octetos del mensaje hellohello.

8 bits bin	11101000	00110010	10011011	11111101	01000110	10010111	11011001	11101100	110111
8 bits hex	E8	32	9B	FD	46	97	D9	EC	37

Figura. 2.6. Mensaje hellohello en octetos

5. Envío de mensajes en modo PDU

Mediante comandos AT, el envío del mensaje de texto del mensaje hellohello en modo PDU es de la siguiente manera:

```
AT + CMGF = 0 // establecer modo 0 PDU
AT + CSMS = 0 // chequear si el MODEM soporta comandos SMS
AT + CMGS = 23 //enviar el mensaje, 23 octetos sin incluir los dos ceros del principio.
>0001000B919593474089F900000AE8329BFD4697D9EC37
```

Existen 23 octetos en este mensaje (46 caracteres), el primer octeto **00** no cuenta porque es únicamente para indicar que la longitud de la información SMSC ha sido suprimida.

En la tabla 2.9. se describen los octetos de la cadena PDU del mensaje hellohello.

00 01 00 0B 91 9593854506F1 00 00 0A E8329BFD4697D9EC37	
00	Longitud de la información de SMSC. En este caso la longitud es 0, lo que significa que se debe utilizar la información SMSC almacenada en la configuración del teléfono (En algunos modelos de teléfono, este octeto debe ser omitido).
01	<u>Primer octeto del mensaje SMS para envío.</u>
00	TP Referencia de Mensaje. El valor 00 indica que el teléfono establecerá el número de referencia por si mismo.
0B	Longitud del número de teléfono (11).
91	<u>Tipo de Dirección</u> , 91 indica formato internacional.
9593854506F1	Número de teléfono en semi octetos (59395854601).
00	TP-PID <u>Identificador de protocolo.</u>
00	TP-DCS <u>Esquema de codificación de datos.</u>
0A	TP- <u>Período de validez</u>
E8329BFD4697D9EC37	TP-Datos de usuario. Estos octetos representan el mensaje hellohello.

Tabla. 2.9. Cadena PDU del mensaje hellohello

A continuación se tiene una descripción más detallada de los octetos de la tabla 2.9. para el envío de mensajes en modo PDU.

- **Tipo de Dirección**

El octeto de tipo de dirección, indica el formato de un número telefónico, el valor mas común es 91 hex (10010001 bin), el cual indica un formato internacional, que es un formato genérico que también es aceptado por el sistema GPRS. Hay que señalar que el bit número 7 siempre es establecido como 1 para todos los casos.

Bit No	7	6	5	4	3	2	1	0
	Siempre es 1	Tipo de número			Plan de identificación numérica			

Tabla. 2.10. Octeto de tipo de dirección

A continuación en la tabla 2.11. se describen los bits 6, 5 y 4 que forman parte del octeto de tipo de dirección.

Tipo de Número	
BITS 654	Significado
000	Desconocido. Es usado cuando el usuario de la red no tiene información acerca del plan de numeración.
001	Número internacional.
010	Número nacional.
011	Número específico de red. Es utilizado para indicar el número del administrador de servicios específico para el área de servicio. Usado para acceder al operador.
100	Número de subscriptor.
101	Alfanumérico, (codificado de acuerdo a GSM TS 03.38 alfabeto 7 bits).
110	Número abreviado.
111	Reservado para extensión.

Tabla. 2.11. Descripción del tipo de número

En la tabla 2.12. se describen los bits 3, 2, 1 y 0 que forman parte del octeto de tipo de dirección. Los valores que no constan en la tabla son reservados.

Plan de identificación numérica	
BITS 3210	Significado
0000	Desconocido.
0001	ISDN / plan de numeración telefónico.
0011	Plan de numeración de datos.
0100	Plan de numeración de telex.
1000	Plan de numeración nacional.
1001	Plan de numeración privado.
1010	Plan de numeración ERMES (ETSI DE/PS 3 01-3).
1111	Reservado para extensión.

Tabla. 2.12. Descripción del plan de identificación numérica

- **Primer octeto del mensaje SMS para envío**

El primer octeto del mensaje para enviar, está descrito en la tabla 2.13.

Bit no	7	6	5	4	3	2	1	0
	TP-RP	TP-UDHI	TP-SRR	TP-VPF	TP-VPF	TP-RD	TP-MTI	TP-MTI

Tabla. 2.13. Descripción del primer octeto del mensaje para enviar

La descripción de los bits del primer octeto del mensaje SMS para envío constan en la tabla 2.14.

Campo	Significado		
TP-RP	Ruta de respuesta. Parámetro que indica que una ruta de respuesta existe.		
TP-UDHI	Indicador de cabecera de datos de usuario. Es 1 si el campo de datos de usuario empieza con una cabecera.		
TP-SRR	Solicitud de reporte de estado. Si es 1 si se desea conocer el reporte de estado.		
TP-VPF	Formato de período de validez. Los bits 3 y 4 especifican el campo TP-VP de acuerdo a la siguiente tabla:		
	Bit4	Bit3	
	0	0	Campo TP-VP no presente.
	1	0	Campo TP-VP presente. Formato relativo (un octeto).
	0	1	Campo TP-VP presente. Formato mejorado (siete octetos).
1	1	Campo TP-VP presente. Formato absoluto (siete octetos).	
TP-RD	Rechazar mensajes duplicados. Parámetro que indica si la central debe o no aceptar un mensaje submit (de envío) para un destinatario que todavía mantiene en la central otro mensaje que tiene la misma referencia y la misma dirección de destinatario y que ha sido enviado desde la misma operadora.		
TP-MTI	Indicador de tipo de mensaje. Los bits 1 y 0 son seteados en 1 respectivamente para indicar que la cadena PDU es para envío.		

Tabla. 2.14. Descripción de los bits del primer octeto del mensaje para envío

En el ejemplo se tiene 01 para el primer octeto de mensaje para envío. Los bits del octeto se muestran en la tabla 2.15.

Bit no	7	6	5	4	3	2	1	0
	TP-RP	TP-UDHI	TP-SRR	TP-VPF	TP-VPF	TP-RD	TP-MTI	TP-MTI
	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla. 2.15. Bits del primer octeto para envío

- **Primer octeto del mensaje para recepción**

La descripción del primer octeto del mensaje recibido consta en la tabla 2.16.

Bit no	7	6	5	4	3	2	1	0
	TP-RP	TP-UDHI	TP-SRI	<sin uso>	<sin uso>	TP-MMS	TP-MTI	TP-MTI

Tabla. 2.16. Descripción del primer octeto del mensaje para recepción

La descripción de los bits del primer octeto del mensaje SMS para recepción constan en la tabla 2.17.

Campo	Significado
TP-RP	Ruta de respuesta. Parámetro que indica que una ruta de respuesta existe.
TP-UDHI	Indicador de cabecera de datos de usuario. Es 1 si el campo de datos de usuario empieza con una cabecera.
TP-SRI	Indicador de reporte de estado. Es 1 si el reporte del estado va a ser retornado.
TP-MMS	Más mensajes a enviar. Es 0 si hay más mensajes pendientes para enviar.
TP-MTI	Indicador de tipo de mensaje. Los bits 1 y 0 son seteados en 0 respectivamente para indicar que la cadena PDU es para recepción.

Tabla. 2.17. Campos del primer octeto del mensaje para recepción

En el ejemplo se tiene **04** para el primer octeto de mensaje para recepción. Los bits del octeto se muestran en la tabla 2.18.

Bit no	7	6	5	4	3	2	1	0
	TP-RP	TP-UDHI	TP-SRI	<sin uso>	<sin uso>	TP-MMS	TP-MTI	TP-MTI
	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabla. 2.18. Bits del octeto del mensaje para recepción

- **TP - PID Identificador de Protocolo**

El identificador de protocolo consiste en un octeto, donde los bits 6 y 7 son utilizados de la manera como se indica en la tabla 2.19.

Bit7	Bit6	Uso
0	0	Asigna los bits 0,1,2,3,4,5 como se define a continuación.
0	1	Asigna los bits 0,1,2,3,4,5 como se define a continuación.
1	0	Reservado.
1	1	Asigna los bits 0,1,2,3,4,5 para uso específico del centro de servicios.

Tabla. 2.19. Bit 7 y Bit 6 del octeto TP – PID

En el caso de que los bits 6 y 7 sean 0, el bit 5 puede tener los siguientes valores como se muestra en la tabla 2.20.

Bit 5	Descripción
0	No existe redes interconectadas (no internetworking), pero si protocolo SME a SME
1	(telematic internetworking)

Tabla. 2.20. Bit 5 del octeto TP – PID

En el caso de que exista telematic internetworking, los bits 4, 3, 2, 1, 0 son usados para indicar tipos de dispositivos telemáticos. En la tabla 2.21. se describen los tipos de dispositivos telemáticos de acuerdo al valor de los bits 4, 3, 2, 1, 0.

Bits 4,3,2,1,0	Descripción
00000	Implícito, el tipo de dispositivo es específico para este centro de mensajes.
00001	Telex, (o teletex reducido a formato telex).
00010	Grupo 3 telefax.
00011	Grupo 4 telefax.
00100	Teléfono de voz (conversión a voz).
00101	ERMES (European Radio Messaging System).
00110	Sistema de paginación nacional
00111	Videotex (T.100 / T.101).
01000	Teletex, portadora no especificada.
01001	Teletex, en PSPDN.
01010	Teletex, en CSPDN.
01011	Teletex, en PSTN analógica.
01100	Teletex, en ISDN digital.
01101	UCI (Interfase computacional universal).
01110.. ..01111	Combinaciones reservadas.
10000	Facilidad de manejo de mensajes (para el centro de servicios).
10001	Cualquier sistema de manejo basado X.400.
10010	Correo electrónico por Internet.
10011.. ..10111	Combinaciones reservadas (5).
11000.. ..11110	Valores específicos para cada centro de servicios, uso basado en mutuo acuerdo entre SME y la central de servicios (7 combinaciones disponibles para cada central).
11111	Una estación móvil GSM. La central convierte el mensaje a un esquema de codificación soportado por la estación móvil.

Tabla. 2.21. Bits 4, 3, 2, 1 y 0 del octeto TP – PID

Si el bit 5 tiene como valor 1 en un mensaje de envío (submit), indica que el mensaje SME (short message entitie) es un dispositivo telemático de tipo indicado por los bits 0,...,4 y solicita al centro de servicios convertir el mensaje a una forma soportada por ese dispositivo.

Si el bit 5 tiene como valor 1 en un mensaje de recepción (deliver), indica que el mensaje SME es un dispositivo telemático de tipo especificado por los bits 0,...,4. Si el bit 5 tiene como valor 0 en un mensaje de recepción (deliver), el valor en los bits 0,...,4 indica que se está usando un protocolo SM-AL entre el SME y la estación móvil.

Para una transferencia de texto normal desde una estación móvil al centro de mensajes, el protocolo identificador debe ser 0.

En el caso donde el bit 7 es 0 y el bit 6 es 1, los bits 5,...,0 son usados de la manera que se muestra en la tabla 2.22.

Bits 53210	Descripción
000000	Mensaje corto tipo 0.
000001	Reemplazar mensaje corto tipo 1.
000010	Reemplazar mensaje corto tipo 2.
000011	Reemplazar mensaje corto tipo 3.
000100	Reemplazar mensaje corto tipo 4.
000101	Reemplazar mensaje corto tipo 5.
000110	Reemplazar mensaje corto tipo 6.
000111	Reemplazar mensaje corto tipo 7.
001000..011110	Reservado.
011111	Mensaje de retorno de llamada.
100000..111100	Reservado.
111101	Descarga de datos ME.
111110	Mensaje corto de personalización ME.
111111	Descarga de datos SIM.

Tabla. 2.22. Bits 5, 4, 3, 2, 1 y 0 del octeto TP – PID

Un mensaje corto de tipo 0 indica que el dispositivo móvil debe conocer el recipiente del mensaje corto pero puede despreciar su contenido.

La opción de reemplazar el mensaje corto es opcional para el dispositivo móvil y su memoria SIM, pero si se desea implementar, se lo debe hacer de la siguiente manera:

Para mensajes cortos MT, en la recepción de un mensaje corto del centro de servicios, el dispositivo móvil debe verificar si el protocolo identificador contiene un código para reemplazar el tipo de mensaje corto.

Si un código de este tipo está presente, la estación móvil verificará la dirección de origen así como también la dirección del centro de servicios y reemplazará cualquier mensaje almacenado que tenga el mismo código de protocolo identificador, la misma dirección de origen y otros parámetros. Si no hay mensajes para ser reemplazados, la estación móvil almacenará el mensaje de manera normal.

Si no está presente ningún código de reemplazo de mensaje corto, el mensaje será almacenado normalmente en el dispositivo móvil.

Un mensaje de retorno de llamada indica que el dispositivo móvil informa al usuario que una llamada puede ser establecida si se usa la dirección establecida en la dirección de origen TP-OA.

- **TP-DCS Esquema de codificación de datos**

El campo de esquema de codificación de datos, indica el esquema de codificación de datos del campo de información del usuario TP-UD y puede también indicar el tipo de mensaje.

El octeto es usado de acuerdo al grupo de codificación, el cual es especificado por los bits 7, 6, 5, 4 cuyo uso se describe en la tabla 2.23.

Grupo de codificación Bits 7,6,5,4	Uso de los bits 3,2,1,0			
00xx	Bit 5			
	0	Texto descomprimido.		
	1	Texto comprimido.		
	Bit 4			
	0	Bits 1 y 0 son reservados. No tienen información para la clase de mensaje.		
	1	Bits 1 y 0 tienen información para la clase de mensaje.		
	Bit 3	Bit 2	Alfabeto utilizado	
	0	0	Alfabeto predeterminado.	
	0	1	Datos de 8 bits	
	1	0	UCS2 (16 bit)	
	1	1	Reservado	
	Bit 1	Bit 0	Clase de mensaje	Descripción
	0	0	Clase 0	Despliegue inmediato (alerta)
	0	1	Clase 1	ME específico.
	1	0	Clase 2	SIM específica.
	1	1	Clase 3	TE específica.
	0100..1011	Grupos de codificación reservados.		
1100	Grupo indicación de espera de mensaje: Descartar mensaje Si los bits 7,6,5,4 son seteados como 1100 se descartará el contenido del mensaje			
1101	Grupo indicación de espera de mensaje: Almacenar mensaje Este grupo permite una indicación del proveedor acerca de los tipos de estado de la espera del mensaje. El dispositivo móvil suele presentar esta indicación como un icono en la pantalla.			
1111	Clase de codificación de datos. El bit 3 es reservado y seteado como 0.			

Tabla. 2.23. Grupo de codificación TP – DCS

- **Período de validez (TP-VP)**

El período de validez especifica el tiempo que tarda el mensaje en expirar, si el mensaje es entregado antes de ese momento, el centro de servicios lo descarta. El período de validez puede tener tres diferentes formatos:

a. Relativo

El período de validez TP-VP comprende un octeto en presentación de tipo entero (integer), dando la longitud del período de validez, contado desde cuando el mensaje enviado (submit) es recibido por el centro de servicio.

La representación del tiempo se muestra en la tabla 2.24.

Valor TP-VP	Valor del período de validez
0 a 143	$(TP-VP + 1) * 5$ minutos Ej.: 5minutos, intervalos superiores a 12 horas.
144 a 167	12 horas + $((TP-VP - 143) * 30)$ minutos).
168 a 196	$(TP-VP - 166) * 1$ día.
197 a 255	$(TP-VP - 192) * 1$ semana.

Tabla. 2.24. Períodos de validez (TP-VP)

b. Absoluto

El campo TP-VP tiene una longitud de 7 octetos, contiene un formato TP-SCTS cuando el mensaje expira. Para más información dirigirse a la especificación ETSI 03.40.

c. Mejorado

Dirigirse a la especificación ETSI 03.40

2.2.3. Aplicación

La aplicación normalmente está escrita en lenguaje Java, aunque no es una obligación para desarrollar este tipo de aplicaciones se ha vuelto un estándar para la programación de dispositivos móviles o interfases con PCs.

Java brinda la posibilidad de escribir una vez el programa y poder ejecutarlo en cualquier tipo de plataforma sin tener que recompilarlo de nuevo (**Write Once, Run Anywhere WORA** - Escríbelo una vez y ejecútalo en cualquier lugar). Esta independencia lo convierte en un lenguaje par todo tipo de dispositivos programables. Otra razón es que en muchos casos es la única alternativa que dispone el programador, pues varios fabricantes han optado únicamente por él para desarrollar aplicaciones. Pero también hay otras razones que aporta Java:

- **Extensión dinámica:** la habilidad de un programa Java para descargar código en tiempo de ejecución, yendo a buscar nuevos ficheros de clases sustituyendo las ya existentes o simplemente añadiéndolos a las aplicaciones.
- **Seguridad:** Java ofrece un entorno de ejecución seguro para programas con acceso a red. La máquina virtual de Java lleva a cabo una verificación estricta del código antes de la ejecución, asegurando que éste no trata de saltarse las protecciones impuesta por el lenguaje, utilizar punteros que accedan directamente a memoria o usar el objeto equivocado.
- **Portabilidad:** cada dispositivo dispone de un hardware con características peculiares que hace difícil encontrar un conjunto de bibliotecas que permitan desarrollar programas más o menos independientes del soporte físico. La máquina virtual de Java asegura esta portabilidad.
- **Código reutilizable:** debido a la orientación a objetos de Java, se consiguen características como la facilidad en el desarrollo, la reutilización del código y la mayor calidad del código.

Actualmente, la versión 2 de Java de Sun Microsystem contiene tres ediciones distintas:

- **Standard Edition (J2SE):** entorno básico de Java. Ofrece un conjunto de clases y APIs (Application Program Interface - Interfaz para Programas de Aplicación) que permiten desarrollar y ejecutar aplicaciones clientes y servidoras, así como programas que se ejecuten en navegadores (applets).
- **Enterprise Edition (J2EE):** agrupa APIs Java y tecnologías que no están basadas en este lenguaje. Se aconseja para el desarrollo de aplicaciones distribuidas.
- **Micro Edition (J2ME):** específicamente diseñado para desarrollar aplicaciones para dispositivos embebidos y electrónicos, que tienen características peculiares ya que dos ediciones anteriores no son adecuadas para su utilización con ellos. Estos dispositivos normalmente tienen una potencia limitada, posibilidad de conectividad a una red (normalmente sin cables) y poseen interfaces gráficos.

En la figura 2.7. se observa la relación entre cada una de las ediciones de Java y los tipos de dispositivos con que se podrían programar.



Figura. 2.7. Ediciones de Java para dispositivos programables

2.3. Funcionamiento general de un sistema de gestión SMS

Un sistema de gestión SMS realiza las siguientes acciones:

- Consultas a bases de datos enviando el resultado mediante mensajes.
- Sentencias de inserción, actualización y borrado a base de datos.
- Enviar mensajes a uno o varios usuarios.

El caso general del proceso desde que el usuario envía un SMS hasta que recibe la respuesta es el siguiente:

- El usuario envía un SMS en el que especifica una serie de comandos.
- El sistema recibe el SMS, lo analiza y comprueba si la sintaxis es correcta.
- Se comprueba, según las opciones habilitadas, si el número de teléfono o código estén habilitados en el sistema.
- Se ejecutan los comandos del mensaje.
- Se envía al usuario un mensaje de respuesta con el resultado de los distintos comandos (depende del servicio).

En la figura 2.8. se muestra el esquema general de funcionamiento del sistema.



Figura. 2.8. Funcionamiento general del sistema

En pocas palabras el cliente hace una consulta enviando un mensaje SMS, el servidor recibe esa consulta y ejecuta los comandos de búsqueda en la base de datos usando lenguaje SQL y extrae la información pertinente para enviarla al cliente.

El lenguaje de consulta estructurado (SQL) y sus principales componentes se describen en el siguiente subtema.

2.3.1. Lenguaje de consulta estructurado SQL

El lenguaje de consulta estructurado (SQL) es un lenguaje de base de datos normalizado, utilizado por los diferentes motores de bases de datos para realizar determinadas operaciones sobre los datos o sobre la estructura de los mismos. Las siglas de SQL (Simple Query Language) como dice en inglés significan un lenguaje de consulta simple, sencillo, la idea es no tener que escribir extraños códigos o caracteres para acceder a los datos.

2.3.1.1. Componentes del SQL

El lenguaje SQL está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado. Estos elementos se combinan en las instrucciones para crear, actualizar y manipular las bases de datos. A continuación se describen los componentes del lenguaje SQL.

- **Comandos**

Existen dos tipos de comandos SQL:

- a. **DLL:** permiten crear y definir nuevas bases de datos, campos e índices.
- b. **DML:** permiten generar consultas para ordenar, filtrar y extraer datos de la base de datos.

En la tabla 2.25. se listan algunos comandos DLL y su descripción.

Comandos DDL	
Comando	Descripción
CREATE	Utilizado para crear nuevas tablas, campos e índices
DROP	Empleado para eliminar tablas e índices
UPDATE	Utilizado para modificar las tablas agregando campos o cambiando la definición de los campos.

Tabla. 2.25. Comandos DDL

En la tabla 2.26. se listan algunos comandos DML y su descripción.

Comandos DML	
Comando	Descripción
SELECT	Utilizado para consultar registros de la base de datos que satisfagan un criterio determinado
INSERT	Utilizado para cargar lotes de datos en la base de datos en una única operación.
UPDATE	Utilizado para modificar los valores de los campos y registros especificados
DELETE	Utilizado para eliminar registros de una tabla de una base de datos

Tabla. 2.26. Comandos DML

- **Cláusulas**

Las cláusulas son condiciones de modificación utilizadas para definir los datos que desea seleccionar o manipular.

En la tabla 2.27. se listan algunos comandos DDL y su descripción.

Cláusula	Descripción
FROM	Utilizada para especificar la tabla de la cual se van a seleccionar los registros
WHERE	Utilizada para especificar las condiciones que deben reunir los registros que se van a seleccionar
GROUP BY	Utilizada para separar los registros seleccionados en grupos específicos
HAVING	Utilizada para expresar la condición que debe satisfacer cada grupo
ORDER BY	Utilizada para ordenar los registros seleccionados de acuerdo con un orden específico

Tabla. 2.27. Cláusulas SQL

- **Funciones de Agregado**

Las funciones de agregado se usan dentro de una cláusula SELECT en grupos de registros para devolver un único valor que se aplica a un grupo de registros. En la tabla 2.28. se listan algunas funciones de agregado y su descripción.

Función	Descripción
AVG	Utilizada para calcular el promedio de los valores de un campo un determinado
COUNT	Utilizada para devolver el número de registros de la selección
SUM	Utilizada para devolver la suma de todos los valores de un campo determinado
MAX	Utilizada para devolver el valor más alto de un campo especificado
MIN	Utilizada para devolver el valor más bajo de un campo especificado

Tabla. 2.28. Funciones de agregado

2.3.1.2. Consultas

Para exponer mas claramente los conceptos se realizarán ejemplos sobre relaciones para entender mejor como funciona **SQL**. Para eso se recurrirá a la tabla Persona.

Cuando se hable de una relación se está hablando mas concretamente a la tabla de datos, y sus atributos serán los campos de la tabla. En la tabla 2.29. la relación (tabla) la llamaremos persona y sus atributos (campos) son nombre, apellido y teléfono.

PERSONA	NOMBRE	APELLIDO	TELEFONO
1	Martin	Marquesi	26125988
2	Pablo	Marquesi	25485699
3	Roberto	Sanchez	20566401
4	Estefania	Guissini	27128064
5	Ruben	Alegrato	24238975
6	Sandra	Britte	25483669
7	Melisa	Ardul	27456224
8	Soledad	Michelli	29889656
9	Betania	Musachegui	27128765
10	Juan	Serrat	28978845

Tabla. 2.29. Tabla Persona

- **Consultas de selección**

Las consultas de selección se utilizan para indicar al motor de datos que devuelva información de las bases de datos, esta información es devuelta en forma de conjunto de registros que se pueden almacenar en un objeto recordset. Este conjunto de registros puede ser modificable.

La estructura básica de una expresión para consulta **SQL** consta de tres cláusulas:

- SELECT:** se usa para listar los atributos que se desean en el resultado de una consulta.
- FROM:** lista las relaciones que se van a examinar en la evaluación de la expresión.
- WHERE:** consta de un predicado que implica atributos de las relaciones que aparecen en la cláusula **FROM**.

Una consulta básica en **SQL** tiene la forma:

SELECT A1,A2,...,An
FROM r1,r2,...,rn
WHERE P

Donde Ai = atributo (campo de la tabla)

ri = relación (tabla)

P = predicado (condición)

En el siguiente ejemplo se necesita Seleccionar todos los nombres de las personas que tengan el apellido MARQUESI de la tabla Persona, la respuesta al ejemplo se muestra en la tabla 2.30.

SELECT nombre
FROM persona
WHERE apellido = "MARQUESI"

ANSWER	NOMBRE
1	Martin
2	Pablo

Tabla. 2.30. Respuesta al ejemplo

El resultado de una consulta es por supuesto otra relación. Si se omite la cláusula **WHERE**, el predicado P es verdadero. La lista A1, A2,..., An puede sustituirse por un asterisco (*) para seleccionar todos los atributos de todas las relaciones que aparecen en la cláusula **FROM**, aunque no es conveniente elegir esta ultima opción salvo que sea necesario porque se desperdicia mucho tiempo en obtenerlo.

- **Alias**

Es posible renombrar los atributos y las relaciones, a veces por conveniencia y otras veces por ser necesario, para esto usamos la cláusula **AS**.

En este ejemplo se necesita la misma información que en el ejemplo anterior pero se utiliza un alias, la respuesta al ejemplo se muestra en la tabla 2.31.

```

SELECT P.nombre AS [PRIMER NOMBRE]
FROM persona P
WHERE apellido = "MARQUESTI"
    
```

ANSWER	PRIMER NOMBRE
1	Martin
2	Pablo

Tabla. 2.31. Respuesta al ejemplo

Cuando se hace referencia a un atributo como es el caso de nombre, se puede referir a este usando la relación (o el alias en este ejemplo) a la que pertenece el atributo seguido de un punto seguido del atributo P.nombre (Tabla.Campo); a veces esta notación es necesaria para eliminar ambigüedades.

Los corchetes se usan cuando se utilizan espacios en blancos o el caracter (-) en el nombre de atributo o alias. Usar alias en los atributos permite cambiar el nombre de los atributos de la respuesta a la consulta.

Cuando se asocia un alias a una relación se crea una variable de tupla. Estas variables de tuplas se definen en la cláusula **FROM** después del nombre de la relación.

- **Predicados y conectores**

Los conectores lógicos en **SQL** son **AND**, **OR**, **NOT**. A continuación en la tabla 2.32. se listan los conectores lógicos y su uso.

Conector	Uso
AND	Es el y lógico. Evalúa dos condiciones y devuelve un valor de verdad sólo si ambas son ciertas.
OR	Es el o lógico. Evalúa dos condiciones y devuelve un valor de verdad si alguna de las dos es cierta.
NOT	Negación lógica. Devuelve el valor contrario de la expresión.

Tabla. 2.32. Operadores lógicos

La lógica de estos conectores es igual que en cualquier lenguaje de programación y sirven para unir predicados. SQL posee también conectores de comparación, los mismos que constan en la tabla 2.33.

Operador	Uso
<	Menor que
>	Mayor que
<>	Distinto de
<=	Menor o igual que
>=	Mayor o igual que
=	Igual que
BETWEEN	Utilizado para especificar un intervalo de valores.
LIKE	Utilizado en la comparación de un modelo
In	Utilizado para especificar registros de una base de datos

Tabla. 2.33. Operadores de comparación

- **Consultas con predicado**

El predicado se incluye entre la cláusula y el primer nombre del campo a recuperar, los posibles predicados su descripción se muestran en la tabla 2.34.

Predicado	Descripción
ALL	Devuelve todos los campos de la tabla
TOP	Devuelve un determinado número de registros de la tabla
DISTINCT	Omite los registros cuyos campos seleccionados coincidan totalmente
DISTINCTOW	Omite los registros duplicados basándose en la totalidad del registro

Tabla. 2.34. Predicados SQL

- **Consultas de acción**

Las consultas de acción son aquellas que no devuelven ningún registro, son las encargadas de acciones como añadir y borrar y modificar registros. Tanto las sentencias de actualización como las de borrado desencadenarán (según el motor de datos) las actualizaciones en cascada, borrados en cascada, restricciones y valores por defecto definidos para los diferentes campos o tablas afectadas por la consulta.

- a. **Eliminación**

Una solicitud de eliminación se expresa casi de igual forma que una consulta. Se puede suprimir solamente tuplas completas, no es adecuado suprimir valores de atributos solamente. La sentencia básica para este tipo de consulta se muestra a continuación:

DELETE FROM r
WHERE P

Donde P presenta un predicado y r representa una relación. Las tuplas t en r para las cuales P(t) es verdadero, son eliminadas de r.

Si omitimos la cláusula **WHERE** se eliminan todas las tuplas de la relación r. Un ejemplo de este tipo de consulta se muestra en el siguiente ejemplo, e donde se necesita eliminar todos los registros de la tabla Persona en donde apellido sea igual a "BRITTE"; la respuesta al ejemplo se muestra en la tabla 2.35.

DELETE FROM persona

WHERE apellido = "BRITTE"

ANSWER	NOMBRE	APELLIDO	DNI
1	SANDRA	BRITTE	25483669

Tabla. 2.35. Respuesta al ejemplo

b. Inserción

Para insertar datos en una relación, especificamos una tupla que se va a insertar o escribir una consulta cuyo resultado es un conjunto de tuplas que se van a insertar. La inserción de tuplas se realiza mediante las sentencias:

INSERT INTO r1

VALUES (v1, v2,..., v)

En el siguiente ejemplo se inserta un registro con los mismos valores del registro eliminado en el ejemplo anterior, la respuesta al ejemplo se muestra en la tabla 2.36.

INSERT INTO persona

VALUES ("SANDRA", "BRITTE", 25483669)

DELETED	NOMBRE	APELLIDO	DNI
1	SANDRA	BRITTE	25483669

Tabla. 2.36. Respuesta al ejemplo

Los valores se especifican en el orden en que se listan los atributos correspondientes en el esquema de relación. Para poder ingresar los datos se hace lo siguiente:

```
INSERT INTO persona (DNI, NOMBRE, APELLIDO)
VALUES (25483669,"SANDRA","BRITTE")
```

c. Actualizaciones

En ciertas ocasiones se puede desear cambiar los valores de un registro sin cambiar todos los valores en dicho registro. Para este propósito se usa la sentencia:

```
UPDATE r1
SET A1 = V1, A2 = V2,..., An = Vn
WHERE P
```

Donde r1 es la relación Ai el atributo a modificar Vi el valor que se le asignara a Ai y P es el predicado. En el siguiente ejemplo se necesita actualizar el nombre de la persona con nombre igual a Juan y asignarle el nombre completo Juan Carlos en la tabla Persona, la respuesta al ejemplo se muestra en la tabla 2.37.

```
UPDATE persona
SET nombre = "Juan Carlos"
WHERE (nombre LIKE "Juan")
```

UPDATED	NOMBRE	APELLIDO	DNI
1	Juan Carlos	Serrat	28978845

Tabla. 2.37. Respuesta al ejemplo

d. Creación

Para este propósito se usa la sentencia:

CREATE TABLE r (A1 D1, A2 D2,..., An Dn)

Donde r es el nombre de la relación, cada Ai es el nombre de un atributo del esquema de la relación r y Di es el tipo de dato de Ai. Una relación recién creada esta vacía. La orden **INSERT** puede usarse para cargar la relación. En el siguiente ejemplo se crea la tabla Reprobados con los atributos nombre, apellido ambos de tipo char.

```
CREATE TABLE Reprobado (
  NOMBRE CHAR (20),
  APELLIDO CHAR (20),
)
```

e. Eliminación

Para eliminar una relación se usa la orden **DROP TABLE** r, esta orden elimina toda la información sobre la relación sacada de la base de datos. Esta orden es mas fuerte que **DELETE FROM** r ya que esta ultima elimina todas las tuplas pero no destruye la relación, mientras que la primera sí. En el siguiente ejemplo se elimina la tabla Persona.

```
DROP TABLE persona
```

f. Actualización

La sentencia **ALTER TABLE** se usa para añadir atributos a una relación existente. A todas las tuplas en la relación se les asigna NULL como valor de atributo. La sintaxis de **ALTER TABLE** es la siguiente:

```
ALTER TABLE r1 ADD A1 D1
```

En el siguiente ejemplo se agrega el atributo de tipo char Estado_Civil a la tabla Persona.

ALTER TABLE persona **ADD** ESTADO_CIVIL CHAR (20)

2.3.1.3. Tipos de datos

Los tipos de datos SQL se clasifican en 13 tipos de datos primarios y de varios sinónimos válidos reconocidos por dichos tipos de datos. Los tipos de datos primarios constan en la tabla 2.38.

Tipo de Datos	Longitud	Descripción
BINARY	1 byte	Para consultas sobre tabla adjunta de productos de bases de datos que definen un tipo de datos Binario.
BIT	1 byte	Valores Si/No ó True/False
BYTE	1 byte	Un valor entero entre 0 y 255.
COUNTER	4 bytes	Un número incrementado automáticamente (de tipo Long)
CURRENCY	8 bytes	Un entero escalable entre 922.337.203.685.477,5808 y 922.337.203.685.477,5807.
DATETIME	8 bytes	Un valor de fecha u hora entre los años 100 y 9999.
SINGLE	4 bytes	Un valor en punto flotante de precisión simple con un rango de -3.402823×10^{38} a $-1.401298 \times 10^{-45}$ para valores negativos, 1.401298×10^{-45} a 3.402823×10^{38} para valores positivos, y 0.
DOUBLE	8 bytes	Un valor en punto flotante de doble precisión con un rango de $-1.79769313486232 \times 10^{308}$ a $-4.94065645841247 \times 10^{-324}$ para valores negativos, $4.94065645841247 \times 10^{-324}$ a $1.79769313486232 \times 10^{308}$ para valores positivos, y 0.
SHORT	2 bytes	Un entero corto entre -32,76 y 32,767.
LONG	4 bytes	Un entero largo entre -2,147,483,648 y 2,147,483,647.
LONGTEXT	1 byte por caracter	De cero a un máximo de 1.2 gigabytes.
TEXT	1 byte por caracter	De cero a 255 caracteres.

Tabla. 2.38. Tipos de datos primarios

En el siguiente subtema se describirán las aplicaciones y servicios de los sistemas de gestión de mensajes SMS.

2.4. Aplicaciones y servicios de los sistemas de gestión SMS

Entre las aplicaciones que se le puede dar a un sistema de gestión de información de mensajes de texto, se destacan las siguientes:

- Banking: información de cuentas, saldos, débitos, movimientos, etc.
- Alertas bursátiles.
- Información financiera.
- Información general: resultados deportivos; noticias de último momento, ofertas.
- Entretenimientos: chat, juegos.
- Compra de entradas para cine y espectáculos.
- Promoción de productos y servicios.

Estas aplicaciones se describirán con mayor detalle en el capítulo 4.

2.5. Ventajas y desventajas del uso de mensajes SMS

A continuación en los siguientes subtemas se describen las ventajas y desventajas del uso de mensajes de texto (SMS).

2.5.1. Ventajas del uso de los mensajes cortos - SMS

Entre las ventajas del SMS con respecto a otras formas de intercambio de datos en celulares, como por ejemplo el simple envío de un mail a la dirección del teléfono, se destacan los siguientes:

- **Eficiencia.** Gracias a la realización de procesos como la validación de la existencia del usuario para recibir SMS, es posible evitar el envío indiscriminado de mensajes que no van a tener un destinatario en la práctica, reduciendo de esta forma la congestión en las redes y mejorando la performance general del servicio.
- **Parametrización.** Se pueden establecer valores específicos para el tiempo de vida de los mensajes, prioridades, recepción de confirmación de entrega de mensajes, etc.
- **Bajo costo.** Es mucho menor al de una llamada telefónica
- **Facilidad de uso.** No se necesita conocimiento avanzado del manejo de dispositivos móviles para el uso del servicio
- **Accesibilidad.** No se necesita de equipos especiales ni sofisticados, siendo necesario únicamente el teléfono celular convencional de cualquier tipo de tecnología, el único requisito que debe tener es la capacidad de envío y recepción de mensajes SMS.

A continuación se describen las ventajas del uso de mensajería corta.

2.5.2. Desventajas del uso de los mensajes cortos - SMS

- **Tamaño limitado de los mensajes.** El mensaje corto está limitado a 160 caracteres debido a las limitaciones de la Mobile Application Part (MAP), por lo que sería preferible un mensaje que contenga varias veces esta magnitud. Los servicios de datos por paquetes como el GPRS tiene una capacidad de envío mucho mayor, permitiendo que los usuarios estén menos limitados por las barreras de los protocolos.
- **Estructura inflexible del mensaje.** La estructura del protocolo SMS Protocol Data Unit se encuentra definido en el estándar GSM 03.40 es inflexible porque los

campos de cabecera Data Coding Scheme, Origination Address, Protocol Identifier y otros campos de cabecera, están fijos y esto ha limitado el número de posibles aplicaciones.

- **Almacenaje y Envío.** Todos los mensajes SMS pasan por el centro de mensajes del proveedor, por lo que se ha discutido sobre la posibilidad de enviar mensajes sin pasar por esos centros; pero sin éxito hasta la fecha.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1. Servicios del sistema de gestión SMS para la FIE – ESPE

En la Facultad de Ingeniería Electrónica (FIE) se realiza el proyecto piloto del sistema de gestión SMS, que brindará el servicio a móviles GSM, aunque en un futuro se puede mejorar y completar el sistema para tener el servicio disponible en móviles CDMA.

Los servicios que se ha pensado levantar a la FIE son los siguientes:

- **Consultas.** Para que los estudiantes puedan consultar sus notas.
- **Inscripciones.** En los campeonatos deportivos, congresos, eventos, etc.
- **Otros servicios.** Como encuestas, informativos a grupos y ofertas.

El sistema brindará los siguientes beneficios:

- Se podrá realizar encuestas a los estudiantes vía SMS e informar sobre algún evento se va a efectuar determinada fecha.
- El personal administrativo y profesores tendrá un apoyo en la gestión académica porque podrá enviar y recibir comunicados, memorandos, convocatorias, etc.
- Los profesores podrán enviar mensajes a los estudiantes, para informar cambios en las disposiciones académicas de la materia que imparte como notificar que no asistirá a determinada clase.
- La creación de grupos específicos para la difusión (broadcast) de mensajes hacia los mismos.

3.2. Selección de los servicios a implementarse

Dado que el sistema de gestión de mensajes SMS tiene la mayoría de servicios para el uso de los estudiantes, se ha pensado en el uso de una herramienta de selección de los servicios a implementarse en la FIE-ESPE.

Para este propósito, se ha diseñado una encuesta dirigida a los señores estudiantes, con las siguientes características:

1. Descripción de la encuesta

La encuesta a formularse es del tipo de muestreo y descriptiva. Respecto al muestreo se aplicará a una parte representativa de la población para realizar una generalización a toda la población, y en cuanto a lo descriptivo permite obtener datos referentes a la característica de la población referente a la aceptación y utilización del servicio.

2. Población

La encuesta se formulará a un tamaño de muestra de 100 estudiantes, lo que representa aproximadamente el 18 % de la población total de la FIE. Cabe señalar que la gran mayoría de profesores y estudiantes poseen un teléfono móvil, por lo que se permitirá la explotación de la disponibilidad de este recurso.

3. Objetivos de la encuesta

El objetivo de esta encuesta es obtener el conocimiento acerca de la siguiente información:

- Operadora predominante (pregunta a).
- Aceptación del sistema (preguntas b y c).
- Volumen de tráfico de mensajes SMS aproximado por semana (pregunta d).
- Servicios más utilizados (pregunta e).

4. Modelo de encuesta

Ver ANEXO 1.

5. Resultados y selección de servicios

La encuesta con una muestra de 100 estudiantes arrojó los siguientes resultados:

a. ¿Qué operadora celular utiliza?

PORTA	MOVISTAR	ALEGRO	ALEGRO Y MOVISTAR	PORTA Y ALEGRO
11	70	16	1	2

Tabla. 3.1. Resultado de la encuesta pregunta a

b. ¿Consultaría usted sus notas enviando un mensaje de texto?

SI	NO
91	9

Tabla. 3.2. Resultado de la pregunta b

c. ¿Considera importante tener la oportunidad de recibir comunicados en su celular, tales como: convocatorias, informativos y avisos?

SI	NO
90	10

Tabla. 3.3. Resultado de la pregunta c

d. Revisa usted sus calificaciones desde Internet con una frecuencia mensual de:

1-5 veces	6-10 veces	11-20 veces	> 20 veces
80	16	4	0

Tabla. 3.4. Resultado de la pregunta d

e. ¿Cuáles de los siguientes servicios utilizaría usted?

Consulta de notas	Información de eventos	Formulación de eventos y encuestas	Inscripciones a conferencias, seminarios, campeonatos deportivos
88	58	5	65

Tabla. 3.5. Resultado de la pregunta e

6. Análisis de resultados

- **Operador predominante**

De los resultados se concluye que la operadora predominante es Movistar con un 70 %, por lo que el equipo de comunicación GSM (módem) debe contar con una línea en esa operadora, porque el costo de los mensajes enviados a los usuarios por parte del sistema sea más económico.

- **Aceptación del sistema**

La aceptación del sistema propuesto es del 90 % por lo que el sistema contaría con gran cantidad de clientes, lo que permitirá su implementación después de la etapa de plan piloto.

- **Volumen de tráfico de mensajes SMS aproximado por semana**

Analizando los resultados se obtiene que el servicio de consultas de notas tiene un número máximo de mensajes por mes de 2560 y el mínimo de 880 mensajes. Cabe recalcar que estos resultados es un estimado, por lo que para y que para poder tener una cifra real se debería tener el sistema en funcionamiento durante un período académico completo.

- **Servicios más utilizados**

De los resultados se concluye que los servicios de consulta de notas, la información de eventos y el servicio de inscripciones serán los que se implementen. El servicio de encuestas no será desarrollado para el sistema, ya que la mayoría de estudiantes no están de acuerdo con la idea de recibir preguntas en su celular, ya que solo 2.4 % de los estudiantes encuestados, responderían la encuesta.

3.3. Desarrollo de la interfase MODEM GSM – PC

Se puede realizar diferentes métodos respecto a la recepción de mensajes de texto, para lo cual es necesario que el sistema tenga acceso a la red GSM. El método elegido para la automatización es utilizar directamente un terminal GSM conectado al ordenador que actúa de pasarela, siendo en realidad este terminal un teléfono GSM normal con su kit de conexión a PC (cable y software) o un módem GSM; siendo este módem igual a los convencionales de red telefónica básica RTB, pero su medio de transmisión es la red GSM, no el par de hilos telefónicos.

La comunicación entre el ordenador y el terminal se suele realizar por un puerto de comunicaciones serie, infrarrojos o bluetooth, en este caso se dispone de un teléfono Nokia 3220 que se conoce que soporta los comandos AT necesarios para el envío y recepción de mensajes de texto en formato PDU. A continuación en la figura 3.1. se muestra el equipo de comunicación, en este caso el teléfono NOKIA 3230.



Figura. 3.1. Equipo de comunicación - teléfono NOKIA 3220

El cable de conexión para este tipo de teléfonos se conoce con el nombre de DKU-5, que sirve para conectar el módem del teléfono con el computador mediante un conector USB en uno de los extremos, el mismo que se muestra en la figura 3.2.



Figura. 3.2. Cable DKU-5

Para hacer funcionar al cable DKU-5 es necesario un software apropiado provisto por el fabricante NOKIA, porque se requiere que el sistema operativo reconozca al módem y le asigne un puerto de comunicaciones COM, mediante el cual se podrá establecer comunicación de tipo serial.

En la figura 3.3. se puede observar la configuración del puerto COM4 para la comunicación serial.

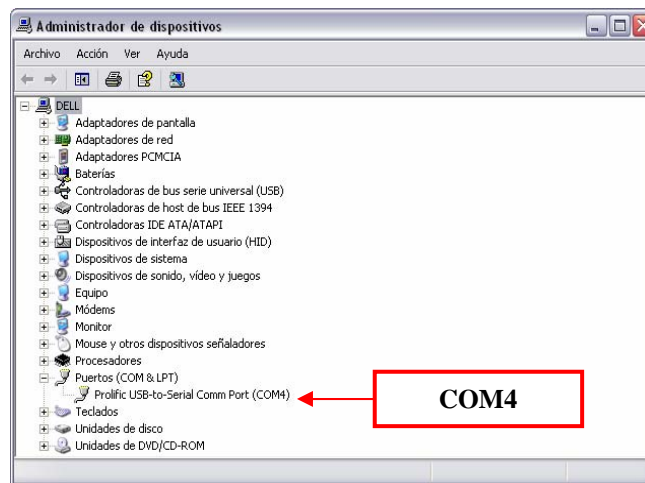


Figura. 3.3. Número de puerto asignado por el sistema de operativo

La comunicación módem-PC se verifica de una manera rápida y sencilla en Hyper terminal, un programa básico de comunicación que está incluido en Microsoft Windows en cualquiera de sus versiones, que es un emulador de terminal de tipo texto que sirve para conectarse con otros sistemas y dispositivos. A continuación se indicia le procedimiento a seguir para verificar el correcto funcionamiento del módem GSM.

1. Configuración de la conexión

Los parámetros a configurar se indican en la figura 3.4.

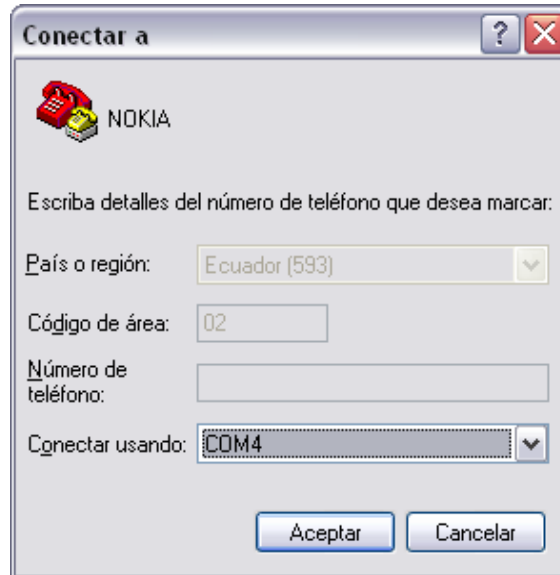


Figura. 3.4. Configuración de conexión

2. Configuración del puerto

Los parámetros a configurar se indican en la figura 3.5.

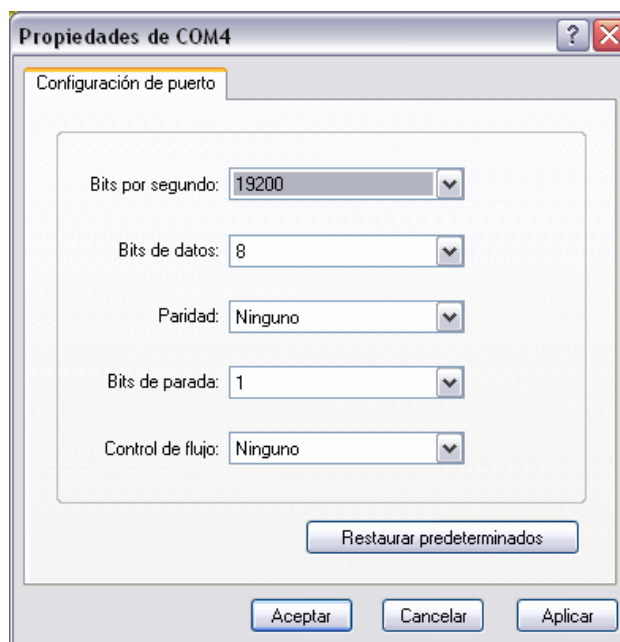


Figura. 3.5. Configuración del puerto

3. Verificación de conectividad módem-PC.

Para esto se utiliza los siguientes comandos AT: AT para verificar la conexión, AT+GMI para identificar el fabricante, AT+GMM para identificar el modelo y AT+GSN para identificar el número de serie. La respuesta del módem a estos comandos se puede visualizar en la figura 3.6.

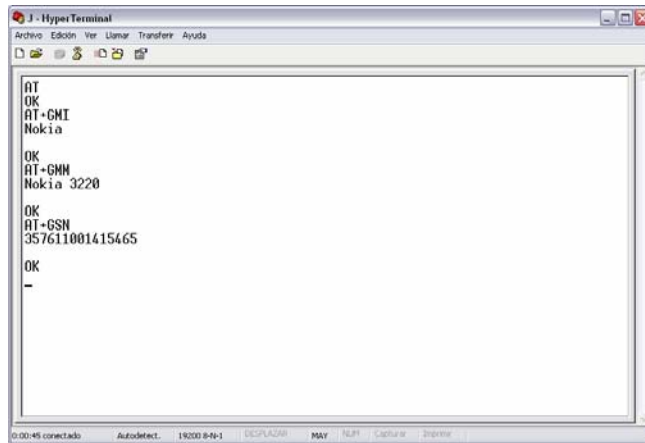


Figura. 3.6. Verificación de conectividad módem-PC

Una vez que los componentes del sistema están trabajando correctamente, se continúa con el desarrollo de la aplicación que correspondiente al envío automatizado de comandos.

La aplicación a desarrollarse, debe ser capaz de manejar las comunicaciones entre el MODEM del dispositivo móvil y el PC, esto incluye enviar comandos AT y la transformación del mensaje que se desea enviar desde el PC (código ASCII 7bits) a formato PDU válido para transmisión mediante GSM y viceversa como se muestra en la figura 3.7., las flechas en los dos sentidos indican comunicación bidireccional entre dispositivos.



Figura. 3.7. Diagrama de comunicaciones ente dispositivos.

3.3.1. Manejo del puerto de comunicaciones

El manejo del puerto de comunicaciones se realiza mediante un software desarrollado en el lenguaje Java versión J2SDK 1.4.10, porque es un lenguaje multiplataforma, no requiere compra de licencias y se ha convertido en un estándar para el desarrollo de aplicaciones móviles. La versión J2SDK 1.4.10 incluye el SDK (Standard Development Kit) que contiene el compilador de Java y las clases principales para el desarrollo de aplicaciones, y JRE (Java Runtime Environment) que contiene todo lo necesario para poder correr las aplicaciones que han sido compiladas por SDK.

En esta aplicación se necesita el manejo de interfaces seriales con Java, por lo que se debe incluir la librería comm.jar, que se encuentra en el paquete de comunicaciones javaxcomm, el cual se lo puede descargar desde Internet con el nombre de archivo JDK118-javaxcomm.zip.

El API (aplicación para interfases de programación) de comunicaciones de Java es utilizado en esta aplicación para proporcionar soporte para la comunicación con el dispositivo serial que en este caso es el módem GSM.

Para instalar el paquete javaxcomm es necesario seguir los siguientes pasos:

- Descomprimir el archivo JDK118.javaxcomm.zip en una carpeta temporal.
- Copiar los archivos comm.jar y javax.comm.properties en las carpetas:
 C:\j2sdk1.4.2_10\lib
 C:\Archivos de programa\Java\j2re1.4.2_10\lib
- Copiar el archivo win32com.dll en las carpetas:
 C:\j2sdk1.4.2_10\bin
 C:\Archivos de programa\Java\j2re1.4.2_10\bin

Los nombres de los directorios pueden cambiar dependiendo de la ruta en la que se instaló Java, lo importante es identificar el origen de JAVA_SDK y JAVA_JRE. En la figura 3.8. se muestra el diagrama de funcionamiento de alto nivel del API de comunicaciones de Java.

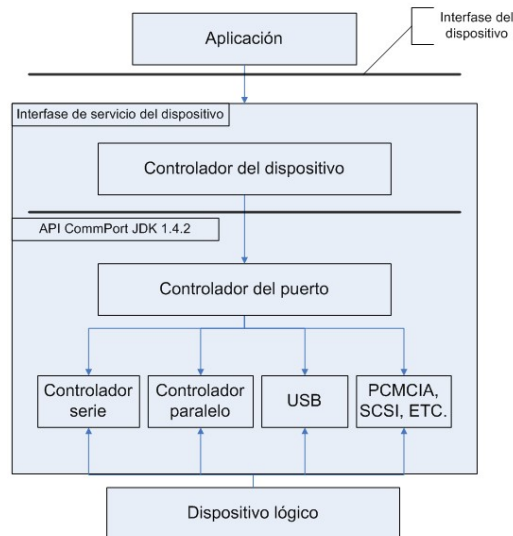


Figura. 3.8. Diagrama de funcionamiento del API de comunicaciones de Java

Las clases del API (aplicación para interfases de programación) de comunicaciones de Java están disponibles desde el paquete `javax.comm`. Las clases principales del paquete son **CommPortIdentifier** y **CommPort**. En esta aplicación se usa la clase `CommPortIdentifier` para encontrar el conjunto de objetos `CommPort` instalados y la clase `CommPort` para poder comunicarse individualmente con cada puerto.

A continuación en el siguiente subtema se describe el procedimiento para la correcta utilización de la librería `comm.jar`.

3.3.1.1. Procedimiento para la correcta utilización de la librería `comm.jar`

Para utilizar correctamente la librería `comm.jar`, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Inicialización del API de comunicaciones con el puerto serie.

Para la inicialización se proporciona al API de comunicaciones control sobre el dispositivo que se desea manejar, porque antes de usar el dispositivo el sistema tiene que reconocerlo.

El API de Comunicaciones Java solamente puede controlar puertos de los cuales tenga conocimiento. En la última versión que JavaSoft ha proporcionado de este API, no es necesario que se inicialicen los puertos, ya que en el arranque, el API realiza una búsqueda de los puertos disponibles en la máquina en que se ejecuta y los va incorporando automáticamente.

2. Apertura de sesión y acondicionamiento del dispositivo.

Para esto se debe abrir la sesión del puerto de comunicaciones con el dispositivo y definir valores para los parámetros de comunicación de la línea serial como bits por segundo, bits de datos, bit de paridad, bits de parada y control de flujo.

El código que se muestra a continuación es un ejemplo que establece como se fijan las características y se abre una sesión con el dispositivo; considerando detalles específicos sobre los parámetros de las llamadas a los métodos deberá remitirse a la documentación del API. El siguiente ejemplo fija un dispositivo serie determinado para que sea accesible con el nombre **ControlPuertoSerie**, el dispositivo conectado a esta línea tiene una velocidad de 19200 baudios, 1 bit de parada, 8 bits por carácter y no dispone de paridad, luego proporciona dos canales, o streams, uno para leer y otro para escribir en el dispositivo conectado a este puerto, en este caso es el módem del teléfono NOKIA 3220.

El parámetro [dispositivo] en este caso es **COM4**, debido a que el sistema le asignó esa dirección de puerto al dispositivo.

```

InputStream entrada = null;
OutputStream salida;
SerialPort puertoSerie = null;
public ControlPuertoSerie ( String dispositivo,int baudios,int timeout ) throws Exception
{
    CommPortIdentifier idPuerto = CommPortIdentifier.getPortIdentifier (dispositivo);
    puertoSerie = (SerialPort)idPuerto.openPort( "PuertoSerie",timeout );
    puertoSerie.setSerialPortParams ( 19200,SerialPort.DATABITS_8,
                                     SerialPort.STOPBITS_1,SerialPort.PARITY_NONE
                                     );
    puertoSerie.setFlowcontrolMode( SerialPort.FLOWCTRL_NONE );
    puertoSerie.enableRcvThreshold( 1 );
    puertoSerie.enableRcvTimeout( timeout );
    System.out.println( "Dispositivo Serie abierto" );
    salida = puertoSerie.getOutputStream();
    entrada = puertoSerie.getInputStream();
}

```

3. Escritura y lectura de datos

Para esta aplicación en particular la escritura y lectura de datos se traduce en enviar y recibir datos del módem GSM, siguiendo el protocolo de comunicación establecido por los comandos AT.

Para leer o escribir en un puerto, usamos el método **open()**. Este método requiere un nombre propio para el puerto y un valor en milisegundos. El siguiente código muestra como hacerlo:

```

// Open port
// Open requiere un nombre propio y un valor en milisegundos
CommPort port = portId.open ("Application Name", 30000);

```

Después de haber abierto el puerto, podemos leer y escribir en el puerto. **InputStream** está disponible desde el método **getInputStream()** de **CommPort** y **OutputStream** está disponible con **getOutputStream()**. El siguiente código muestra como hacerlo:

```
// Setup output
```

```
OutputStream os = port.getOutputStream();
```

```
BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(os);
```

4. Cierre de puertos

El cierre de los puertos con este API de Comunicaciones no es distinto a otras peticiones de cierre de dispositivos; aunque en este caso, el cierre es un paso importante porque el API de Comunicaciones Java siempre intenta proporcionar acceso exclusivo a los dispositivos, y si algún canal no se cierra, no estará disponible para otras aplicaciones. Para cerrar un puerto, usamos el método **close()**. Este método requiere el nombre asignado al puerto en la aplicación, es decir el nombre propio asignado para el puerto cuando fue abierto. El siguiente código muestra como hacerlo:

```
// close port
```

```
port.close();
```

3.3.2. Envío y recepción de mensajes SMS

Como se indicó en el segundo capítulo, el formato que reconoce el dispositivo móvil se conoce con el nombre de PDU y se compone por una serie de octetos expresados en sistema hexa decimal, y como Java maneja el alfabeto ASCII de 7 bits, es necesario hacer una conversión entre estos dos formatos para establecer la comunicación entre dichos dispositivos. En el siguiente subtema se describe el envío de mensajes SMS.

3.3.2.1. Envío de mensajes SMS

Para enviar un mensaje SMS con el texto **hellohello**, se debe desarrollar un algoritmo capaz de transformar este mensaje que se encuentra en formato ASCII de 7 bits a formato PDU, esto se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- a. Transformar el texto a formato decimal, por medio de una tabla de códigos ASCII que se muestra en el ANEXO 2. En la tabla 3.6. se muestra el equivalente en ASCII de cada carácter de la palabra hellohello.

Caracter	Código ASCII 7 bits Decimal
h	104
e	101
l	108
l	108
o	111
h	104
e	101
l	108
l	108
o	111

Tabla. 3.6. Código ASCII de la palabra hellohello

- b. Transformar los valores decimales a binario, de acuerdo a la tabla 3.7.

Caracter	Código ASCII 7 bits Decimal	Código ASCII 7 bits Binario
h	104	110 1000
e	101	110 0101
l	108	110 1100
l	108	110 1100
o	111	110 1111
h	104	110 1000
e	101	110 0101
l	108	110 1100
l	108	110 1100
o	111	110 1111

Tabla. 3.7. Código ASCII 7 bits binario de la palabra hellohello

- c. Completar los octetos tomando los bits menos significativos del siguiente octeto como se muestra en la tabla 3.8.

Caracter	Código ASCII 7 bits Dec	Código ASCII 7 bits Bin	PDU 8 bits Bin
h	104	110 1000	1 110 1000
e	101	110 0101	00 11 0010
l	108	110 1100	100 1 1011
l	108	110 1100	1111 1101
o	111	110 1111	0100 0110
h	104	110 1000	1001 0111
e	101	110 0101	1101 1001
l	108	110 1100	1101 1001
l	108	110 1100	11 0111
o	111	110 1111	

Tabla. 3.8. PDU de 8 bits binario de la palabra hellohello

- d. Se transforma a hexa-decimal el PDU de 8 bits binario, para esto se los toman 4 bits menos significativos y se encuentra el equivalente en alfabeto hexa-decimal, luego se hace lo mismo con los bits más significativos, como se muestra en la tabla 3.9.

Caracter	Código ASCII 7 bits Dec	Código ASCII 7 bits Bin	PDU 8 bits Bin	PDU 8 bits Hex
h	104	110 1000	1 110 1000	E8
e	101	110 0101	00 11 0010	32
l	108	110 1100	100 1 1011	9B
l	108	110 1100	1111 1101	FD
o	111	110 1111	0100 0110	46
h	104	110 1000	1001 0111	97
e	101	110 0101	1101 1001	D9
l	108	110 1100	1101 1001	EC
l	108	110 1100	11 0111	37
o	111	110 1111		

Tabla. 3.9. PDU de 8 bits binario de la palabra hellohello

- e. Anexar el mensaje al final de la cadena PDU como se observa en el siguiente ejemplo:

0001000B919593474089F900000**AE8329BFD4697D9EC37**

- f. Enviar las siguientes cadenas de texto al dispositivo móvil mediante la función **write** de la API de comunicaciones de Java. El siguiente código muestra se muestra como hacerlo:

```
salida.write("AT + CMGF = 0" );
salida.write("AT + CMGS = 23");
>
salida.write("0001000B919593474089F900000AE8329BFD4697D9EC37");
salida.write("\r");
```

El caracter > es la respuesta que envía el dispositivo móvil para indicando que está listo para recibir la cadena de texto que corresponde al mensaje en formato PDU.

3.3.2.2. Recepción de mensajes SMS

Se puede recibir los mensajes de texto almacenados en la memoria SIM del dispositivo móvil de dos maneras, la primera listando todos los mensajes en una sola cadena mediante el comando AT+CMGL y la segunda recibiendo uno por uno cada mensaje almacenado.

Una vez que recibe el mensaje de texto en formato PDU, la aplicación debe ser capaz de convertirlo a formato ASCII de 7 bits para posteriormente poder procesarlo.

Dicha conversión se realiza mediante la siguiente lógica:

- a. Separar la parte del mensaje de la cadena PDU utilizando la información pertinente, mostrada en el capítulo anterior.

07919593857907F9040B919593854506F10000603060812035000**AE8329BFD4697D9EC37**

- b. Convertir el mensaje de hexa-decimal a binario, como se muestra en la tabla 3.10.

Octetos Hex	Binario 8 bits
E8	1110 1000
32	0011 0010
9B	1001 1011
FD	1111 1101
46	0100 0110
97	1001 0111
D9	1101 1001
EC	1101 1001
37	0011 0111

Tabla. 3.10. Conversión de octeto Hex a binario de 8 bits

- c. Transformar a formato ASCII de 7 bits tomando los bits menos significativos del octeto y agregando los bits sobrantes del octeto anterior, como se muestra en la tabla 3.11.

Octetos Hex	Binario 8 bits	ASCII 7 bits
		110 1000
E8	1110 1000	110 0101
32	0011 0010	110 1100
9B	1001 1011	110 1100
FD	1111 1101	110 1111
46	0100 0110	110 1000
97	1001 0111	110 0101
D9	1101 1001	110 1100
EC	1110 1100	110 1100
37	0011 0111	110 1111

Tabla. 3.11. Conversión de binario de 8 bits a ASCII 7 bits

- d. Transformar a decimal los septetos obtenidos, esto se hace simplemente sumando en el número binario las diversas posiciones que contenga un 1. Por ejemplo, para transformar 00111011 de binario a decimal se hace lo siguiente:

$$2^7x0 + 2^6x0 + 2^5x1 + 2^4x1 + 2^3x1 + 2^2x0 + 2x1 + 1x1 = 69$$

Se hace lo mismo para los septetos de la palabra hellohello como se muestra en la tabla 3.12.

Octetos Hex	Binario 8 bits	ASCII 7 bits	ASCII Dec
		110 1000	104
E8	1110 1000	110 010 1	101
32	0011 0010	110 1100	108
9B	1001 1011	110 1100	108
FD	1111 1101	110 1111	111
46	0100 0110	110 1000	104
97	1001 0111	110 0101	101
D9	1101 1001	110 1100	108
EC	1110 1100	110 1100	108
37	0011 0111	110 1111	111

Tabla. 3.12. Conversión de ASCII 7 bits a ASCII dec

- e. Transformar a caracteres los ASCII decimal por medio de una tabla de códigos ASCII como se muestra en la tabla 3.13.

Octetos Hex	Binario 8 bits	ASCII 7 bits	ASCII Dec	Char
		110 1000	104	h
E8	1110 1000	110 010 1	101	e
32	0011 0010	110 1100	108	l
9B	1001 1011	110 1100	108	l
FD	1111 1101	110 1111	111	o
46	0100 0110	110 1000	104	h
97	1001 0111	110 0101	101	e
D9	1101 1001	110 1100	108	l
EC	1110 1100	110 1100	108	l
37	0011 0111	110 1111	111	o

Tabla. 3.13. Conversión de ASCII dec a Char

Nota: Anteriormente se ha explicado el algoritmo para envío y recepción de mensajes SMS, entonces dependiendo del lenguaje de programación, para su implementación se pueden utilizar funciones o librerías que permitan realizar estas transformaciones de manera rápida y simple.

3.4. Desarrollo la base de datos

El motor de la base de datos utilizada es Sybase Central y es manejada de acuerdo a las sentencias SQL indicadas en el capítulo anterior, y se ha optado por crear tres bases de datos para hacer que cada servicio se a independiente para hacer que cada servicio sea independiente. A continuación se describen las bases de datos.

1. Base de datos Inscripciones

Contiene la lista de los eventos a los cuales el usuario tiene la oportunidad de inscribirse como seminarios, conferencias, etc. Los campos que describen a cada evento son los descritos en la tabla 3.14.

Campo	Tipo	Descripción
Nombre	Text	Nombre del evento
Descripción	Text	Características: hora, fecha, lugar.
Usuario	Text	Variable usada para identificar al cliente en la página web para clientes.
Password	Text	Variable usada para validar el ingreso a la página web de los servicios.

Tabla. 3.14. Tabla eventos

La tabla para almacenar la lista de alumnos inscritos en cada evento contiene los siguientes campos indicados en la tabla 3.15.

Campo	Tipo	Descripción
Teléfono	Text	Número de celular del inscrito.
Cédula	Text	Número de cédula del inscrito.
Nombre	Text	Nombre del inscrito (Si pertenece a la ESPE).

Tabla. 3.15. Tabla de inscritos

El nombre del alumno o profesor inscrito, será consultado automáticamente de la base de datos de la ESPE, en caso de no constar en lista aparecerá el valor ERROR.

2. Base de datos Informativos

Contiene información de los grupos de mensajes que son creados por el administrador, cada grupo tiene su propia tabla con los siguientes campos descritos en la tabla 3.16.

Campo	Tipo	Descripción
Teléfono	Text	Número de celular del integrante.
Nombre	Text	Nombre del integrante.

Tabla. 3.16. Tabla de integrantes

La tabla que contiene la lista de los grupos de mensajes existentes, tiene los campos indicados en la tabla 3.17.

Campo	Tipo	Descripción
Nombre	Text	Nombre o identificador del grupo.
Descripción	Text	Descripción del grupo. Ej: Club FIE 2005.

Tabla. 3.17. Tabla de grupos de mensajes

3. Base de datos SMS

Esta base contiene la lista de inscritos en el sistema, por lo que únicamente las personas que se encuentren inscritas podrán acceder al servicio de mensajes de docentes a grupos, esto se debe a que el sistema dispone de los números de cédula de los alumnos y se asocian con el número de su celular.

La lista de inscritos se almacena en la tabla usuarios, que contiene los campos indicados en la tabla 3.18.

Campo	Tipo	Descripción
Teléfono	Text	Número de celular del inscrito.
Cédula	Text	Número de cédula del inscrito.
Nombre	Text	Nombre del inscrito (Si pertenece a la ESPE).

Tabla. 3.18. Tabla de usuarios del sistema

En esta tabla se guarda un registro de los mensajes que han sido enviados por el sistema en la tabla enviados, cuyos campos se muestran en la tabla 3.19.

Campo	Tipo	Descripción
Teléfono	Text	Número de celular de destino.
Mensaje	Text	Texto del mensaje enviado.
Servicio	Text	Nombre del servicio al que pertenece.

Tabla. 3.19. Tabla de registro de mensajes enviados

3.5. Desarrollo del software de gestión de mensajes de texto

El sistema estará diseñado para brindar los siguientes servicios:

1. Consulta de notas

El usuario enviará un mensaje de texto al servidor con la palabra notas, precedida por su número de cédula, entonces el sistema hace la búsqueda dentro de la base de datos de la ESPE y responderá con un mensaje de texto a la solicitud.

2. Inscripciones

El software de administración se encargará de la creación de nuevos eventos, cada uno de ellos tiene una tabla en donde se almacenará la lista de alumnos inscritos, con los siguientes campos:

- Nombres y Apellidos
- Cédula
- Número telefónico

El usuario enviará un mensaje de texto con la palabra inscripción, precedida del evento al cual se desea inscribir y a continuación el número de cédula, luego el sistema será capaz de consultar los nombres y apellidos teniendo como dato de búsqueda el número de cédula del usuario.

3. Mensajes a Grupos

Los mensajes que se encuentren en la bandeja de salida, serán enviados por el sistema y se almacenará una copia de los mismos para poder analizar el funcionamiento del sistema, entonces el software de administración será el encargado de manejar los grupos y los mensajes que se deseen enviar, y los mensajes se guardarán en buzón de salida para que el software de gestión se encargue de enviarlos a sus respectivos destinatarios.

4. Informativos de docentes

El sistema tendrá la capacidad de direccionar un mensaje enviado por un docente de la Facultad de Ingeniería Electrónica hacia todos sus alumnos de determinada materia de manera automática, entonces el docente deberá enviar un mensaje de texto con la palabra docente, precedida del código de su materia y el mensaje que desea transmitir, así éste servicio pretende eliminar la especulación que existe entre los alumnos cuando es modificada la fecha de presentación de un examen o un trabajo. Además el sistema podrá hacer que un profesor informe al curso de manera rápida que va a llegar tarde una clase y que sus alumnos lo esperen.

El sistema validará el código de la materia enviado por el docente y buscará la lista de cédulas de los alumnos inscritos, considerando que los alumnos deben registrar su número de cédula para asociarlo con un número telefónico, al cual se dirigirán los informativos de los profesores. Para registrarse en el sistema SMS los alumnos deberán enviar un mensaje de texto con la palabra ESPE, precedida por su número de cédula desde el teléfono celular al cual desea que se dirijan los informativos.

El alumno que no conste en los registros del servidor SMS, no podrá recibir informativos, en caso de pérdida o cambio de número telefónico, el usuario deberá enviar un mensaje de texto con la palabra ESPE precedida de su número de cédula desde el nuevo número para que el sistema actualice la información sin necesidad de contactar al administrador del servicio. Los diagramas de flujo del software de gestión de mensajes se muestran en los siguientes subtemas.

3.5.1. Administración del servidor SMS

En el siguiente diagrama de flujo se muestra el funcionamiento general del sistema de gestión de mensajes de texto para la FIE-ESPE. El funcionamiento del sistema descrito en la figura 3.9. es el mismo para todos los servicios (consulta de notas, mensajes a grupos, informativos de docentes e inscripciones).

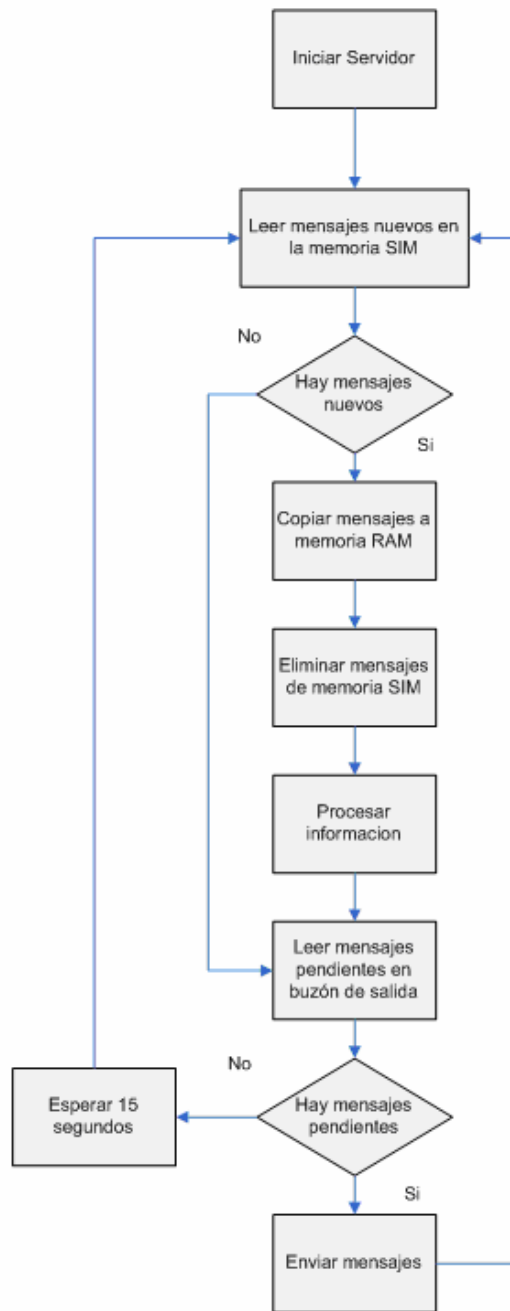


Figura. 3.9. Administración del servidor SMS

3.5.2. Procesamiento de mensajes SMS

El diagrama de flujo de la figura 3.10. describe como son procesados los mensajes entrantes de acuerdo a su sintaxis, es decir de acuerdo a la palabra clave que contenga el mensaje de texto, y las diferentes acciones que se realizan para poder cumplir con la petición del mensaje entrante.

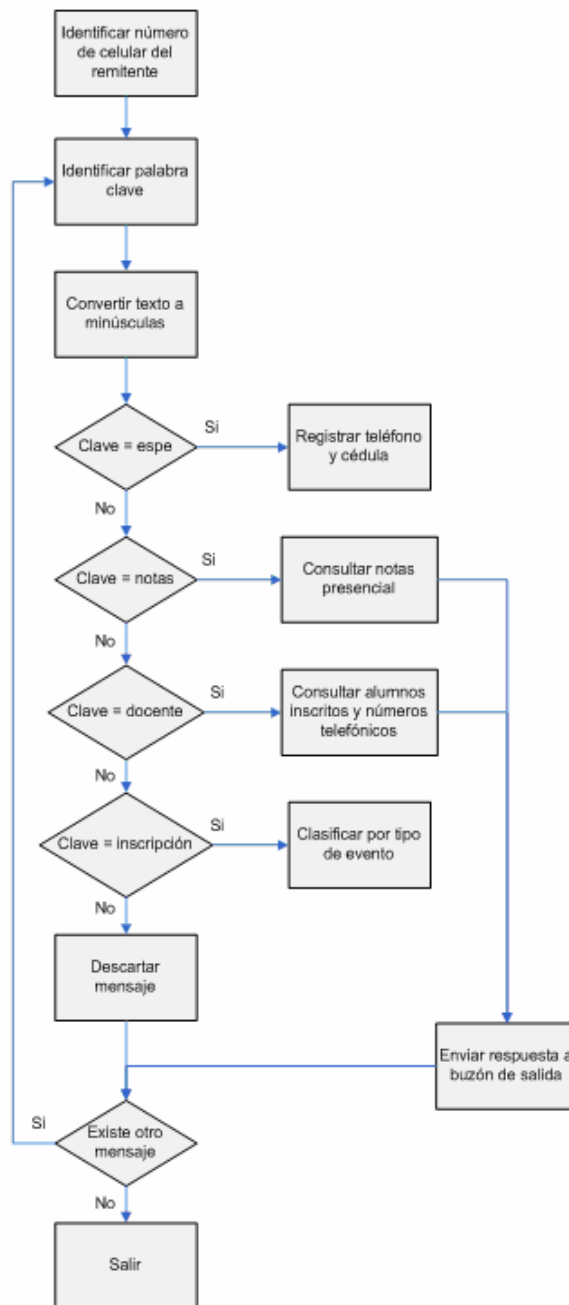


Figura. 3.10. Procesamiento de mensajes SMS

3.5.3. Envío de mensajes SMS

En el siguiente diagrama de flujo se muestra la descripción del procedimiento general para el envío de mensajes de texto. El funcionamiento del procedimiento descrito en la figura 3.11. es el mismo para todos los servicios (consulta de notas, mensajes a grupos, informativos de docentes e inscripciones).

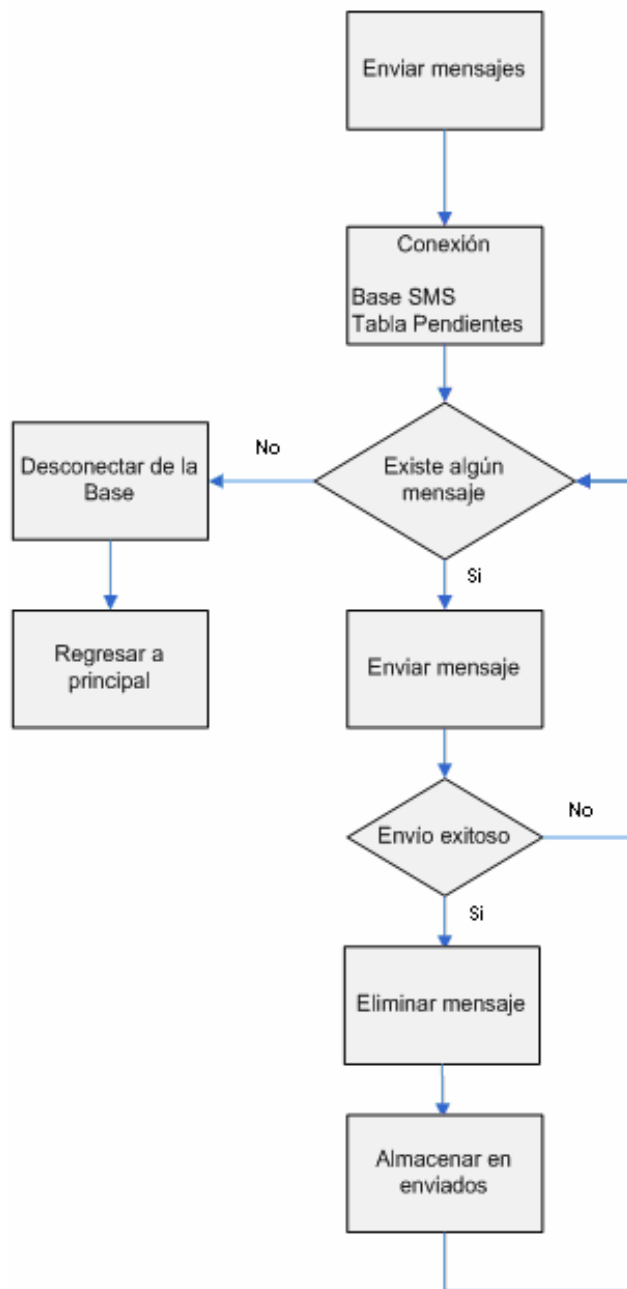


Figura. 3.11. Envío de mensajes SMS

3.5.4. Registro de número y cédula

El diagrama de flujo de la figura 3.12. describe el proceso para registrarse en el sistema, donde los mensajes entrantes con palabra clave ESPE son procesados y el usuario es registrado en el sistema.

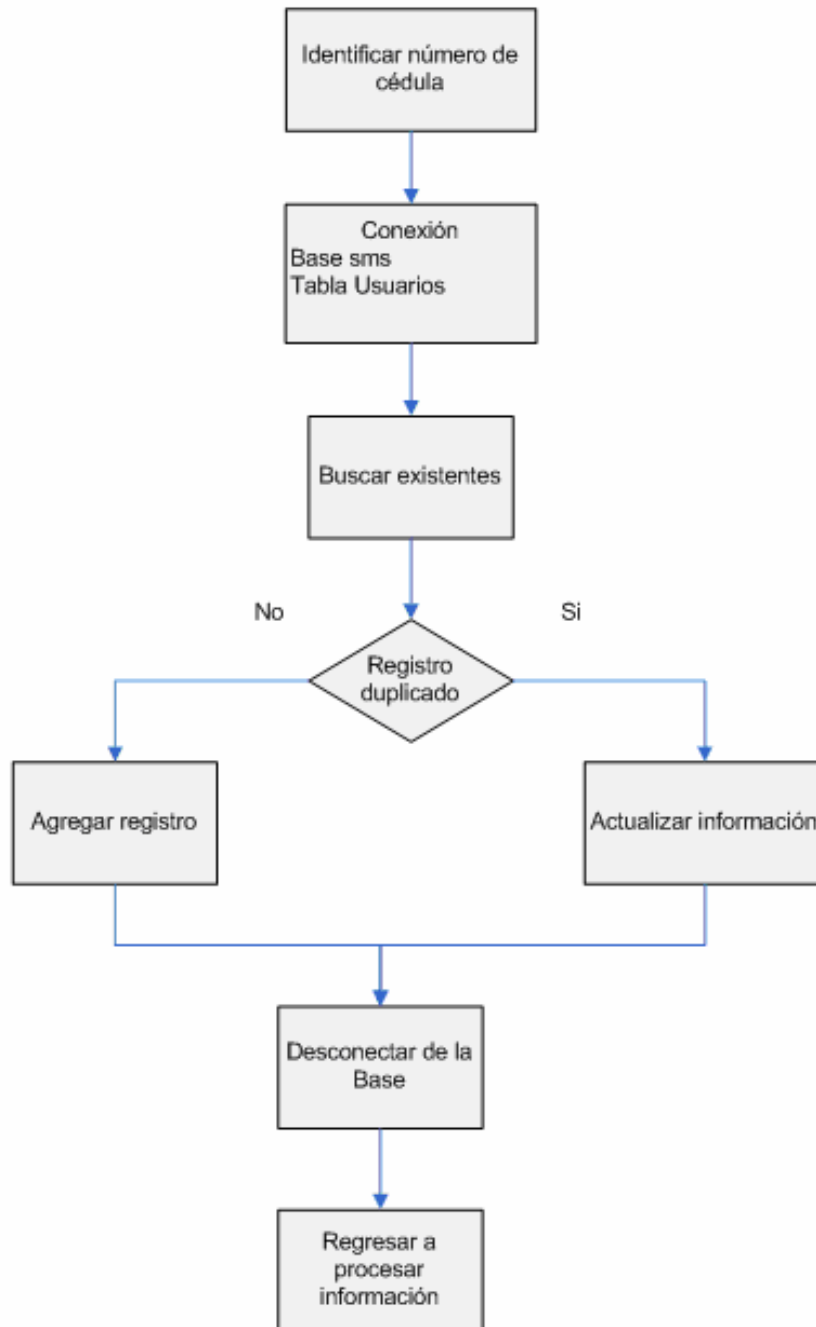


Figura. 3.12. Clave ESPE / Registro de número y cédula

3.5.5. Servicio de consulta de notas presencial

El diagrama de flujo de la figura 3.13. describe el proceso para la consulta de notas presencial, donde los mensajes entrantes con palabra clave Notas son procesados para realizar una búsqueda en la base de datos de la ESPE y enviar el mensaje de respuesta que contiene la información solicitada, en este caso las notas del usuario.

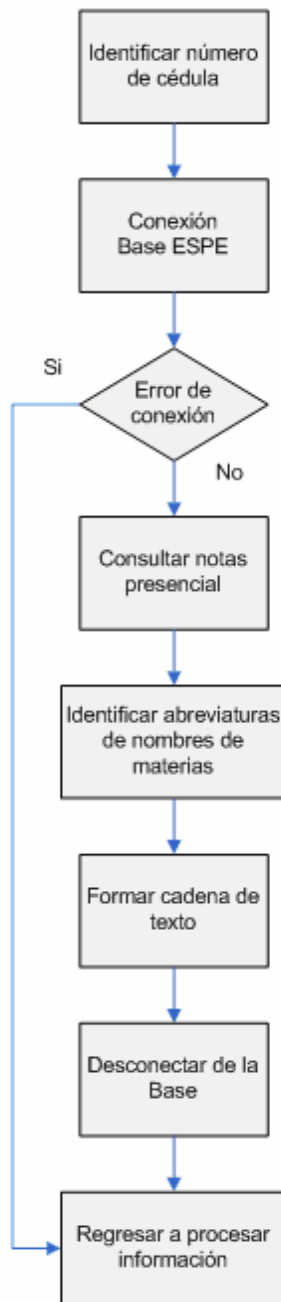


Figura. 3.13. Clave Notas / Consulta de notas presencial

3.5.6. Alumnos inscritos por materia para el servicio de informativos de docentes

El diagrama de flujo de la figura 3.14. describe el proceso para obtener la lista de alumnos inscritos por materia con su respectivo número celular para el servicio de informativos de docentes. Los alumnos que no estén registrados en el sistema no podrán recibir este tipo informativos.

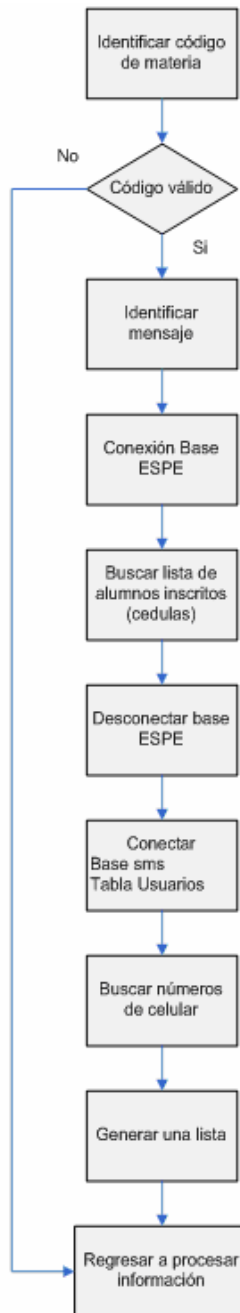


Figura. 3.14. Clave Docente/ Búsqueda de alumnos inscritos y número de celular

3.5.7. Servicio de inscripciones

El diagrama de flujo de la figura 3.15. muestra el funcionamiento general del servicio de inscripciones, donde los mensajes entrantes con palabra clave Inscripción seguida del evento son procesados.

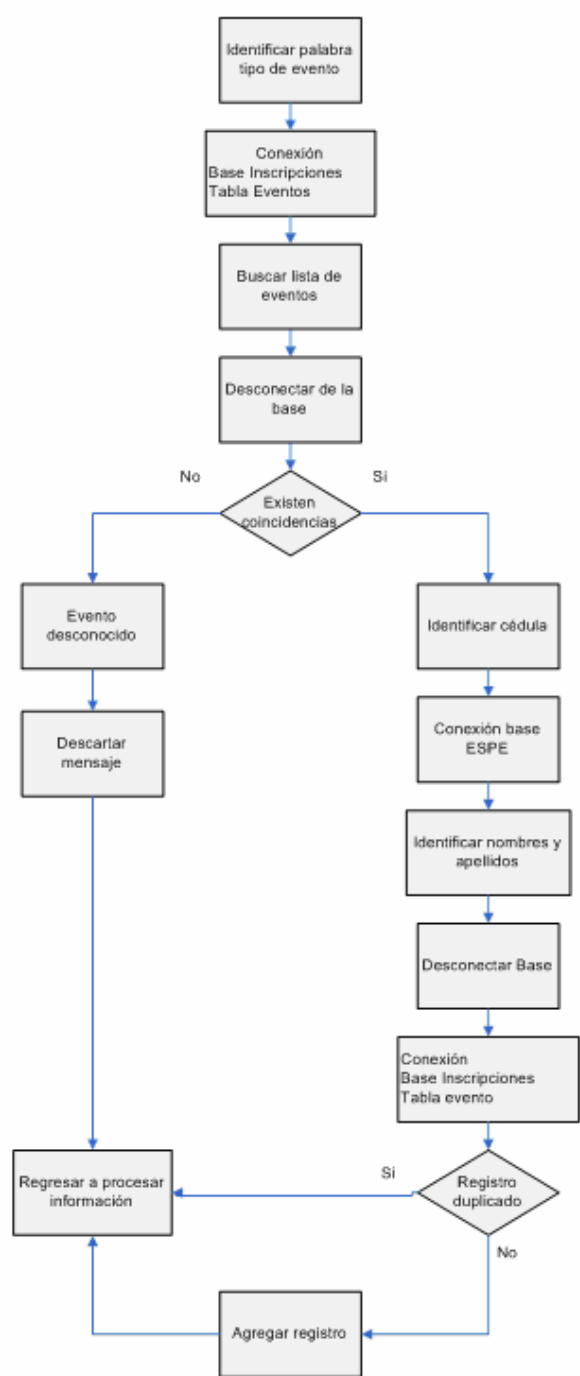


Figura. 3.15. Clave Inscripción / Clasificar por tipo de evento

3.6. Desarrollo del software de administración y cliente

El Internet constituye un gran avance de las comunicaciones porque trae muchos beneficios en cuanto a costos, facilidad de uso, etc., por lo que será utilizada como medio de gestión del servicio de mensajería corta.

Una aplicación WEB es una serie de páginas WEB que se generan de acuerdo a las peticiones del usuario, existen muchas clases de aplicaciones WEB como motores de búsqueda, tiendas en línea, grupos de discusión, etc.

Una página WEB puede manejar sesiones, para hacer que el usuario digite un nombre de usuario y una contraseña para que pueda acceder al sistema, en donde cada usuario tiene privilegios que le permitirán realizar tareas específicas como se puede ver en la figura 3.16.

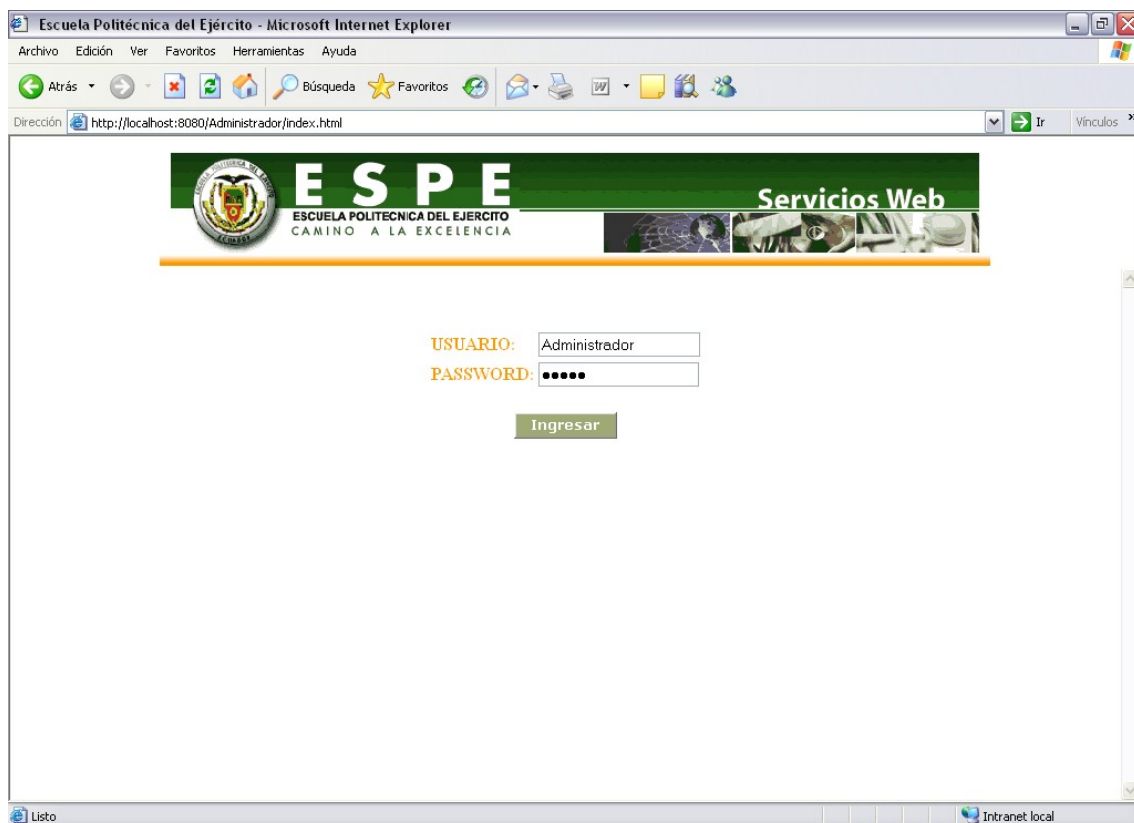


Figura. 3.16. Página de inicio del software de administrador/cliente

La dirección de la página mostrada anteriormente tiene extensión HTML, lo que significa que su código es de tipo HTML y ha sido generado por un servlet, es decir que el código se encuentra almacenado en memoria y correrá dentro de un servidor, el cual mostrará los resultados en la pantalla del cliente.

También es posible generar páginas HTML a partir de applets, cuando se hace esto, parte del código se copia en el cliente y se lo corre desde ahí, los applets son muy utilizados para juegos en línea pues el juego se descarga temporalmente en el cliente y se puede seguir jugando incluso si la conexión a Internet se ha perdido.

En esta aplicación se utilizan servlets debido a que se necesita acceder a las bases de datos de un servidor, y por lo tanto las aplicaciones son desarrolladas dentro de él. La figura 3.17. muestra el hardware básico para realizar una aplicación WEB, la misma que puede almacenar sus componentes dentro del cliente o dentro del servidor.

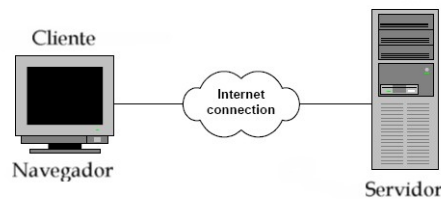


Figura. 3.17. Hardware básico para realizar una aplicación WEB

Para acceder a la aplicación WEB, el cliente debe usar un navegador como Netscape o Internet Explorer, el cual transforma el código HTML a una presentación amigable para el usuario como la mostrada en la figura 3.18.

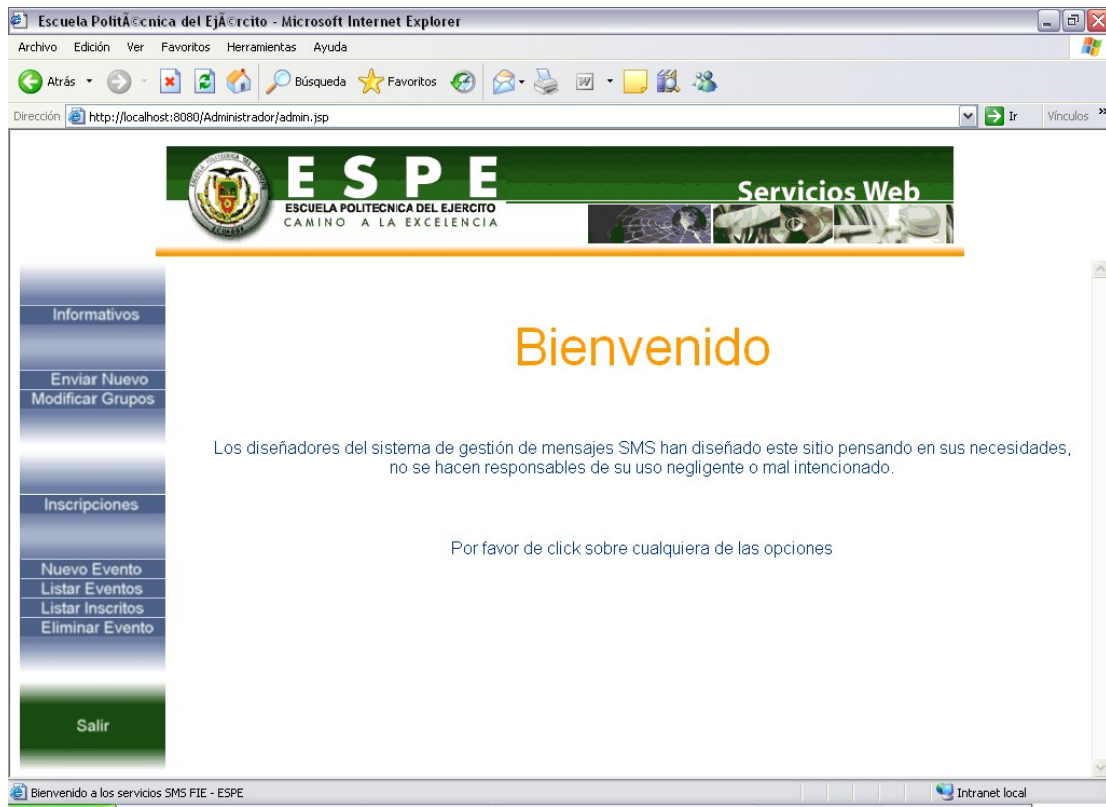


Figura. 3.18. Página WEB para software de administración del servidor de mensajería corta

La aplicación WEB está almacenada en el disco duro del servidor, el mismo que utiliza un software especial que envía las aplicaciones WEB hacia un navegador, existen muchas clases de servidores WEB como Apache HTTP Server que es el más conocido para aplicaciones WEB para Java.

La mayoría de aplicaciones WEB trabajan con datos almacenados en una base de datos, es por eso que la mayoría de servidores también incluyen un sistema de administración de bases de datos o DBMS. Es importante señalar que el DBMS no necesariamente debe estar en el servidor web, de hecho, se suele utilizar un servidor de bases de datos por separado para mejorar el desempeño de la aplicación.

También es posible hacer lo mismo pero a través de una INTRANET, tomando en cuenta que una INTRANET e INTERNET utilizan los mismos protocolos.

Existen dos tipos de páginas web:

- a. Estáticas
- b. Dinámicas

A continuación se describen los dos tipos de páginas web.

a. **Páginas WEB estáticas**

Se caracterizan por ser las mismas cada vez que se las vea, en otras palabras, no van a cambiar en respuesta a las solicitudes del cliente.

La figura 3.19. muestra como el servidor maneja las páginas WEB estáticas, el proceso empieza cuando el usuario solicita una página WEB por medio de un navegador, el servidor entonces busca en su disco duro el archivo HTML solicitado y lo envía como respuesta mediante HTTP que es un protocolo de transferencia de hiper texto, la respuesta también incluye los archivos que requiere la página, tales como imágenes, presentaciones en Macromedia flash, etc.

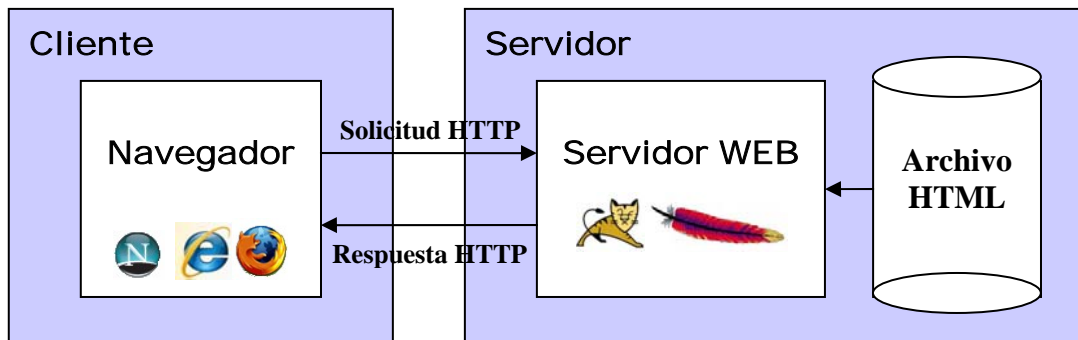


Figura. 3.19. Manejo de páginas WEB estáticas

Cuando el navegador recibe la respuesta HTTP, le da un formato y lo muestra en pantalla como documento HTML, si el usuario hace un click sobre un vínculo o escribe otra dirección en la casilla de direcciones, el proceso se ejecuta nuevamente.

b. **Páginas WEB dinámicas**

Cambian basándose en los parámetros que son enviados a la aplicación WEB para utilizarlos en otra página. Cuando el usuario ingresa información en una página WEB y hace un click sobre un botón, el navegador envía una solicitud HTTP al servidor, ésta solicitud contiene la información acerca de la próxima página WEB y la información ingresada por el usuario.

La figura 3.20. muestra como el servidor WEB recibe la solicitud, determina que se trata de una página WEB dinámica y la envía a la aplicación WEB, luego la aplicación WEB recibe la solicitud y genera un documento HTML para enviarlo al servidor WEB, el cual envía el documento de regreso al navegador por medio de HTTP.

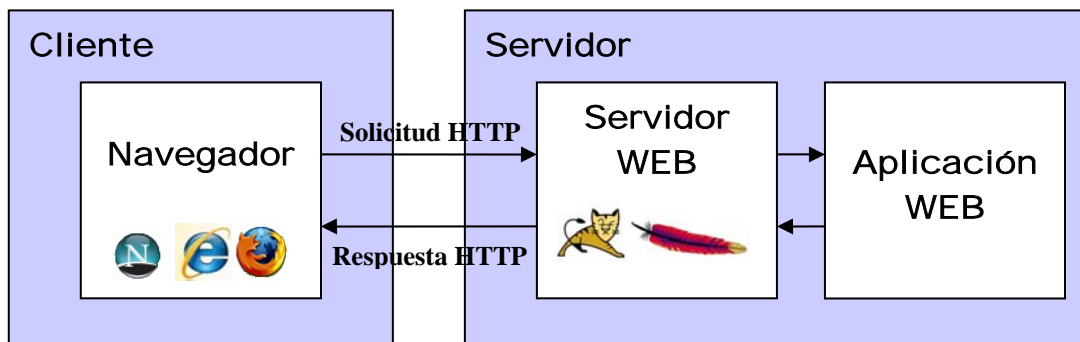


Figura. 3.20. Manejo de páginas WEB dinámicas

Cuando el navegador recibe la respuesta HTTP, le da un formato y lo muestra en pantalla como documento HTML, si el usuario hace un click sobre un vínculo o escribe otra dirección en la casilla de direcciones el proceso se ejecuta nuevamente como se muestra en la figura 3.21.



Figura. 3.21. Página WEB dinámica

3.6.1. Componentes de una aplicación WEB hecha en JAVA

Anteriormente Java recibió mucha atención por su capacidad de crear applets, las cuales son aplicaciones que pueden ser descargadas desde una página WEB y corren dentro de una página de navegador, sin embargo Microsoft Internet Explorer dejó de dar soporte para nuevas versiones de Java y los applets dejaron de utilizarse. Como resultado, la atención se dirigió a los servlets y JSPs (Java Server pages), que son tecnologías que permiten desarrollar aplicaciones que corren en el servidor.

Es importante saber que el servidor debe tener un software especial para servidores WEB, para poder ejecutar una aplicación en Java, el servidor debe también ejecutar un programa llamado servlet o motor JSP.

Casi todos los servidores WEB soportan cualquier servlet y motor JSP, ya que todos ellos trabajan similarmente. Tomcat es un servidor web de código abierto que fue desarrollado por el proyecto Jakarta de Apache Software Foundation, éste servidor es la

referencia oficial para la implementación de las especificaciones para servlets hechas por Sun Microsystems.

Para que un servlet funcione correctamente, el servidor debe ser capaz de acceder al paquete de desarrollo de software SDK que está incluido en los instaladores de Java, para ello hay que configurar las variables de entorno de Windows.

En la figura 3.22. se describe el funcionamiento de la interfaz web de la aplicación de mensajería corta para la FIE ESPE , donde el servidor web (Tomcat) cuenta con motor JSP. La interacción con el cliente es el mismo descrito para las páginas web dinámicas.

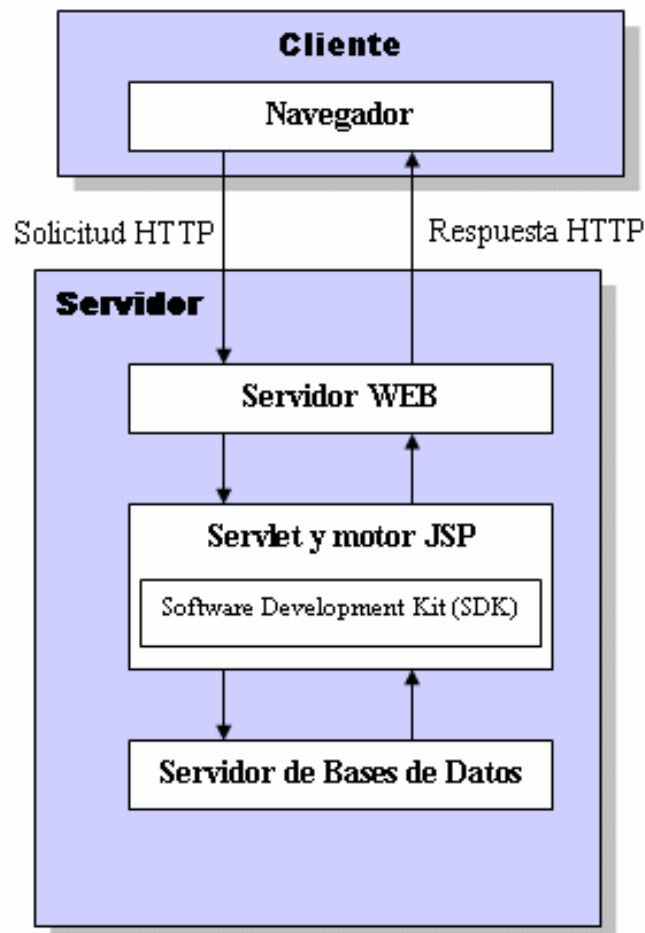


Figura. 3.22. Servidor WEB con servlet y motor JSP

CAPITULO IV

FUTURAS APLICACIONES Y SERVICIOS

4.1. Servicios con proyección al mercado

Los servicios que brinda el sistema de gestión de mensajes creado para la FIE-ESPE pueden ser extendidos hacia otros campos, los cuales se han clasificado en cinco categorías de acuerdo a las características del servicio.

Estos servicios se han clasificado en cinco categorías de acuerdo a las características del servicio.

4.1.1. Push/Pop (petición / respuesta)

En este servicio el cliente hace una petición al sistema enviando un mensaje de texto, el sistema procesa dicha información y envía un mensaje de respuesta con la información solicitada o la confirmación del mensaje.

Las aplicaciones de este tipo de servicio son las siguientes:

1. Para locales comerciales:

- Consultar existencia, tarifas de precios y datos de productos.
- Consultar qué artículos se encuentran en oferta.

- Consultar si está disponible una película en el videoclub, o el último CD de nuestro artista favorito en una tienda de discos.

2. Agencias inmobiliarias

- Enviar las características de las propiedades a los clientes interesados.

3. Empresas de transporte

- Consulta de horarios de salida y llegada de aviones, trenes, autobuses y consulta de disponibilidad de boletos.
- Reservación de boletos.
- Petición de taxis.

4. Cine, teatro, conciertos, discoteca

- Reservación de localidades y consulta de la disponibilidad de butacas o entradas.
- Petición de temas musicales o dedicatorias de canciones en una estación de radio o discoteca.
- Gestión de concursos en locales de conciertos/discotecas. Por ejemplo el animador (Disk Jockey/Presentador) dirige preguntas y el primero en responder obtiene algún premio.

5. Agencias de viajes

- Enviar confirmaciones de reservas realizadas, alertar de cambios de última hora y ofrecer información turística a los clientes.

4.1.2. Polling (Votación - Uplink)

En este servicio el cliente hace una petición al sistema enviando un mensaje de texto y el sistema procesa dicha información sin enviar un mensaje de respuesta o confirmación.

El sistema brinda la posibilidad de organizar tele-votaciones para todo tipo de locales comerciales o de diversiones, para que los usuarios del sistema emitan su voto a través de un mensaje corto y el Sistema de Gestión SMS contabilice instantáneamente los resultados.

La aplicación principal de este tipo de servicio está relacionada con los medios de comunicación, donde la mensajería SMS actualmente es el servicio de mayor éxito para conseguir interactividad con los telespectadores (TV), oyentes (Radio) o con los lectores (Prensa y revistas).

4.1.3. Broadcast (Difusión)

Este servicio consiste en el envío masivo de publicidad y promociones a través de SMS. El mensaje se escribe una sola vez y el Sistema de Gestión SMS lo envía a cuantos usuarios del sistema se desee.

Las aplicaciones de este tipo de servicio son las siguientes:

1. Clubes y asociaciones deportivas

- Enviar avisos o publicidad a sus socios.

2. Bares y discotecas

- Enviar convocatorias a fiestas o cualquier otro tipo de celebraciones a su clientela.

3. Locales comerciales

- Enviar cambios en las tarifas de productos y servicios.
- Informar acerca de nuevos productos y promociones.
- Enviar a los clientes avisos de vencimiento de plazos o recordar sobre fechas para el pago de cuotas.
- Enviar felicitaciones a los clientes que cumplan años.

4. Hospitales o despachos profesionales

- Avisar de una cita médica a los pacientes o clientes del día o pedir donaciones de sangre a personas del mismo grupo sanguíneo.
- Sistema de alertas que recuerde a los pacientes la necesidad de tomar una determinada medicación.

5. Centros veterinarios

- Recordar fechas de vacunación a los dueños de las mascotas.

6. Sector agrícola

- Alertar de inclemencias del tiempo.

7. Sector industrial

- Enviar alarmas al personal de control ante situaciones anómalas.

4.1.4. Telegestión

En este servicio el cliente hace una petición al sistema enviando un mensaje de texto, el sistema procesa dicha información y ejecuta una instrucción enviando o no un mensaje de respuesta o confirmación.

Las aplicaciones de este tipo de servicio son las siguientes:

1. Sistemas domóticos

- Controlar servicios en el ámbito del hogar o, en general, de un edificio, como por ejemplo subir/bajar las persianas y controlar: las luces, la calefacción, el horno, etc.

2. Sistemas de regadío

- Controlar un sistema de regadío regándolo a una cierta hora durante un determinado período de tiempo.

3. Gestión de sistemas

- Un administrador podría controlar un determinado sistema arrancado/parando programas, procesos, equipos, etc.

4.1.5. Servicio de alarmas

El cliente recibe una notificación o alarma, informando acerca del estado de los sistemas monitoreados.

Las aplicaciones de este tipo de servicio son las siguientes:

1. Sistemas domóticos

- Recibir información mediante SMS sobre el estado de algunos servicios del hogar, como la temperatura de las habitaciones, estado de las luces, del horno, etc.

2. Monitorización de sistemas

- Un administrador podría recibir mensajes de monitorización o alarmas críticas de un determinado sistema, incluso sin estar presente en su puesto de trabajo, ya que recibiría las alarmas en casa.

3. Sistema de citas

- Informar al usuario mediante mensajes SMS de sus citas más importante.

4.2. Servicios con proyección institucional.

Los servicios implementados para el sistema de gestión de SMS para la FIE-ESPE pueden ser extendidos hacia otras facultades y departamentos dentro de la institución.

Para este propósito, se han diseñado tres encuestas dirigidas a estudiantes, profesores y directivos de otras facultades, las mismas que se describen en los siguientes subtemas. Las encuestas fueron formuladas el día 19 de mayo de 2006.

4.2.1. Futuros servicios para estudiantes

Para conocer los futuros servicios que se podría añadir al sistema de gestión de SMS se formuló una encuesta dirigida a los estudiantes, la misma que se describe a continuación:

7. Descripción de la encuesta dirigida a estudiantes

La encuesta a formularse es del tipo de muestreo y descriptiva. El muestreo se aplicó a una parte representativa de la población para realizar una generalización a toda la población. En cuanto a lo descriptivo de la misma, permite obtener datos referentes a los posibles futuros servicios del sistema de gestión SMS.

8. Población

La encuesta se formulará a un tamaño de muestra de 50 estudiantes, lo que representa aproximadamente el 10 % de la población total de la FIE.

9. Objetivos de la encuesta

El objetivo de esta encuesta es obtener el conocimiento acerca de los futuros servicios que el estudiante requiere.

10. Modelo de encuesta

Ver ANEXO 3.

11. Resultados y selección de servicios

La encuesta con una muestra de 50 estudiantes arrojó los siguientes resultados:

No.	Total	Porcentaje	Servicio
1	45	90%	Consulta de horarios de clases y número de aula.
2	40	80%	Consulta del monto a pagar por matrícula.
3	18	36%	Votaciones.(Ej: elección de la reina).
4	10	20%	Publicidad.
5	32	64%	Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
6	35	70%	Reservaciones de aulas, video proyector, laboratorios.
7	31	62%	Informes sobre vencimiento de plazos.
8	27	54%	Consulta de horarios de atención.
9	29	58%	Servicios sociales. (Ej: se ha extraviado una billetera).
10	18	36%	Buzón de sugerencias.

Tabla. 4.1. Resultados de la encuesta dirigida a alumnos

6. Análisis de resultados

De los resultados se concluye que los servicios de consulta de horarios de clase y número de aula, consulta de monto a pagar por matrícula, convocatorias a celebraciones y concursos, reservaciones, informes sobre vencimientos de plazos, consulta de horarios de atención y servicios sociales son los futuros servicios a implementarse. A continuación en la figura 4.1. se muestran los resultados de la encuesta dirigida a estudiantes.

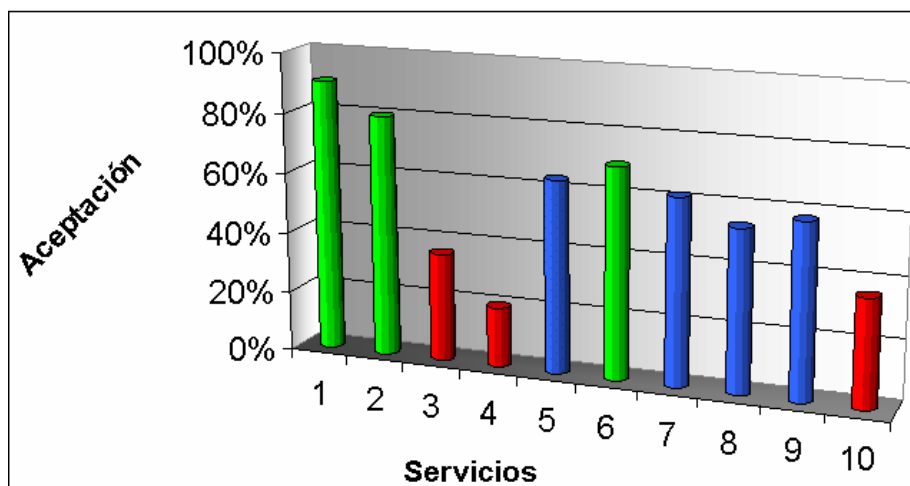


Figura. 4.1. Resultados de la encuesta dirigida a estudiantes

4.2.2. Futuros servicios para docentes

Para conocer los futuros servicios que se podría añadir al sistema de gestión de SMS se formuló una encuesta dirigida a los profesores, la misma que se describe a continuación:

1. Descripción de la encuesta dirigida a docentes

La encuesta a formularse es del tipo de muestreo y descriptiva. El muestreo se aplicó a una parte representativa de la población para realizar una generalización a toda la población. En cuanto a lo descriptivo de la misma, permite obtener datos referentes a los posibles futuros servicios para profesores que se podrían incorporar al sistema de gestión SMS.

2. Población

La encuesta se formulará a un tamaño de muestra de 15 profesores, lo que representa aproximadamente el 30 % de la población total de profesores de la FIE.

3. Objetivo de la encuesta

El objetivo de esta encuesta es obtener el conocimiento acerca de los futuros servicios que el docente requiere.

4. Modelo de encuesta

Ver ANEXO 4.

5. Resultados y selección de servicios

La encuesta con una muestra de 15 profesores arrojó los siguientes resultados:

No.	Total	Porcentaje	Servicio
1	8	53%	Consulta de horarios de clases y número de aula.
2	1	7%	Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
3	9	60%	Convocatorias a reuniones de trabajo.
4	10	67%	Reservaciones de aulas, video proyector y laboratorios.
5	12	80%	Informes sobre vencimiento de plazos para pasar notas.
6	3	20%	Buzón de sugerencias.

Tabla. 4.2. Resultados de la encuesta dirigida a profesores

6. Análisis de resultados

De los resultados se concluye que los servicios de consulta de horarios de clase y número de aula, convocatoria a reuniones de trabajo, reservaciones e informes sobre vencimientos de plazos son los futuros servicios a implementarse.

A continuación en la figura 4.2. se muestran los resultados de la encuesta dirigida a profesores.

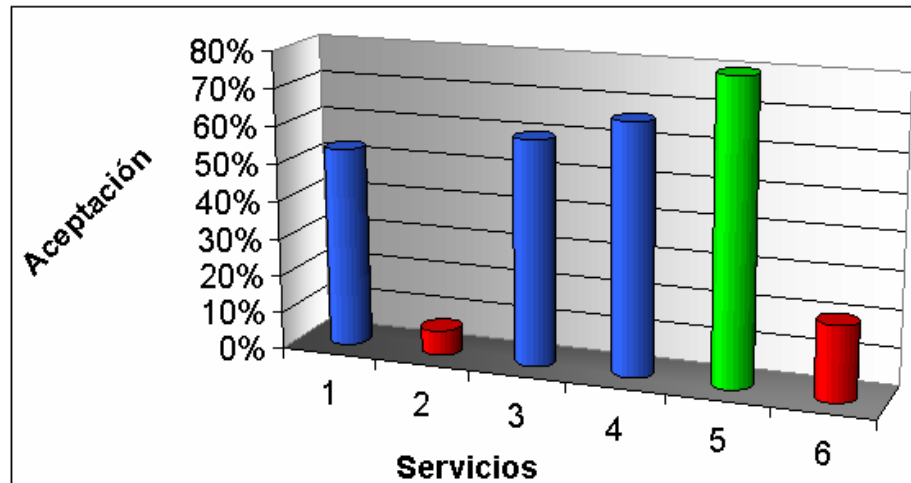


Figura. 4.2. Resultados de la encuesta dirigida a profesores

4.2.3. Futuros servicios para directivos

Para conocer los futuros servicios que se podría añadir al sistema de gestión de SMS se formuló una encuesta dirigida a los directivos de las diferentes facultades de la ESPE, la misma que se describe a continuación:

1. Descripción de la encuesta dirigida a directivos

La encuesta a formularse es del tipo de muestreo y descriptiva. El muestreo se aplicó a una parte representativa de la población para realizar una generalización a toda la población. En cuanto a lo descriptivo permite obtener datos referentes a los posibles futuros servicios del sistema de gestión SMS.

2. Población

La encuesta se formulará a un tamaño de muestra de 10 directivos, lo que representa aproximadamente el 10 % de la población total de la ESPE.

3. Objetivos de la encuesta

El objetivo de esta encuesta es obtener el conocimiento acerca de los futuros servicios que el directivo requiere.

4. Modelo de encuesta

Ver ANEXO 5.

5. Resultados y selección de servicios

La encuesta con una muestra de 10 directivos arrojó los siguientes resultados:

No.	Total	Porcentaje	Servicio
1	10	100%	¿Le gustaría que los servicios de mensajes SMS estén disponibles para la facultad en la que usted labora?
2	4	40%	Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
3	10	100%	Convocatorias a reuniones de trabajo.
4	2	20%	Votaciones.(Ej: elección de la reina).
5	5	50%	Publicidad.
6	7	70%	Buzón de sugerencias.

Tabla. 4.3. Resultados de la encuesta dirigida a directivos

6. Análisis de resultados

De los resultados se concluye que a la totalidad de los directivos les gustaría contar con este servicio para las facultades y departamentos que están a su cargo. Los servicios de convocatorias a reuniones de trabajo, publicidad y buzón de sugerencias son los futuros servicios a implementarse. A continuación en la figura 4.3. se muestran los resultados de la encuesta dirigida a directivos de la ESPE.

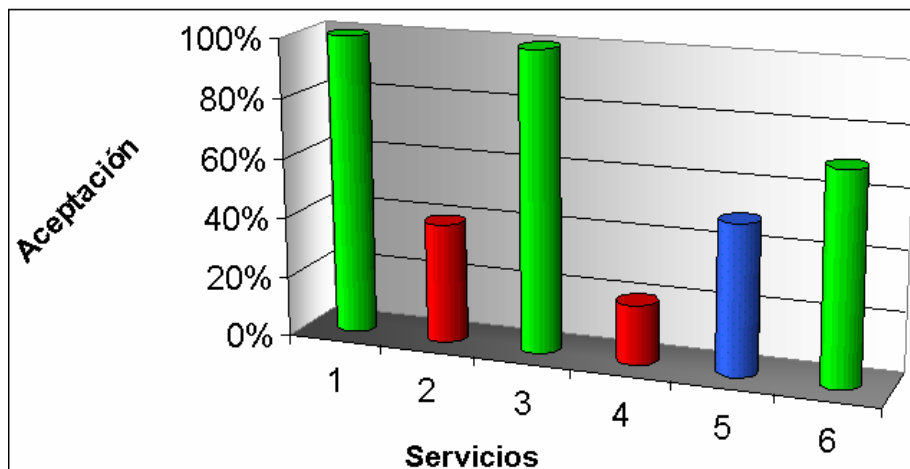


Figura. 4.3. Resultados de la encuesta dirigida a directivos

CAPITULO V

RENDIMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

5.1. Rendimiento del sistema

Después de las pruebas realizadas, en el peor de los casos, es decir con un tráfico alto de mensajes en la red, un teléfono móvil o un módem GSM puede enviar sin mucho esfuerzo hasta 4 mensajes por minuto, lo cual implica que teóricamente podría alcanzar hasta 5760 mensajes diarios.

Para mayores volúmenes de mensajes de texto, puede ser suficiente con elegir el dispositivo GSM adecuado o incrementar el número de dispositivos GSM. El incremento de dispositivos GSM permite el incremento lineal del rendimiento del sistema. Dependiendo de la red GSM se pueden alcanzar de 8 a 10 mensajes por minuto, lo que incrementa la cifra diaria de 11520 a 14400 mensajes.

Repartiendo la carga entre varios dispositivos GSM, el volumen de procesamiento y repuesta de mensajes de texto aumenta linealmente. El cuello de botella en la entrega de mensajes es la propia red GSM, por lo que el aumento de dispositivos GSM se refleja en un aumento de rendimiento lineal; aún estando conectados todos los dispositivos al mismo servidor.

Para mayor velocidad en la entrega de pequeños volúmenes de mensajes pero urgentes, es necesario una conexión directa con el centro servidor de mensajes (SMSC), lo cual evita la pérdida o demora en la entrega del mensaje por la red GSM. Para grandes volúmenes de mensajes los operadores de telefonía móvil tienen conexiones directas a sus SMSC, existiendo en el país empresas como Satelnet, Bayteq y Dinama, que se encargan de prestar este tipo de servicios mediante convenios con las tres operadoras Porta, Movistar y Alegro.

A continuación se describen las pruebas realizadas a sistema con los respectivos resultados.

5.2. Pruebas realizadas al sistema

Dentro de las pruebas realizadas se analizaron los siguientes parámetros:

1. Tolerancia a errores
2. Falibilidad de operación del sistema
3. Desempeño del sistema
4. Compatibilidad
5. Seguridad

Los cuales son analizados a continuación:

5.2.1. Tolerancia a errores

Los errores que el sistema puede presentar son los siguientes:

a. Mensajes duplicados

Las pruebas realizadas en la semana del 24 a 30 de abril de 2006 entre las 8h00 y 12h00 con alumnos de la Facultad de Ingeniería Electrónica, indican que no se receptaron mensajes duplicados, porque cada mensaje enviado por el sistema fue

recibido por el destinatario una sola vez y no dos, como suele suceder cuando se tiene una red GSM defectuosa.

b. Comportamiento ante saturación de mensajes

Para esta prueba se tomó el evento de la elección de la reina FIE 2006 realizado el 28 de abril de 2006 en el sector del aeropuerto en horas de la noche, por lo que se tiene las siguientes características: el tráfico de mensajes sobre la red GSM no era alto, y la calidad de la señal en el dispositivo móvil utilizado por el servidor era de 21%; lo cual se considera un valor apropiado para el correcto funcionamiento del sistema.

Los concurrentes tuvieron la oportunidad de elegir a su candidata favorita enviando el nombre de su candidata seguido de la inicial de su primer apellido.

El público envió 496 mensajes en un intervalo de 30 minutos, lo que permitió observar algunos aspectos de funcionamiento, tales como:

- A la hora de envío de los mensajes de texto se registró un máximo de 19 mensajes de texto por minuto, como se muestra en la tabla 5.1.

Teléfono	Mensaje	Hora envío
099039159	sandra a	21:21:00
098352699	ligia r	21:21:01
099878899	johanna p	21:21:02
099848584	sandra a	21:21:06
099256946	alexandra c	21:21:13
098325754	alexandra c	21:21:14
099848584	sandra a	21:21:17
094257885	johanna p	21:21:21
098221323	erika d	21:21:28
075560485	diana r	21:21:32
095848707	johanna p	21:21:36
099878899	johanna p	21:21:44
099878899	johanna p	21:21:45
099823165	johanna p	21:21:46
099848584	sandra a	21:21:47
098386928	sandra a	21:21:48
098741385	sandra a	21:21:52
098315374	sandra s	21:21:54
098325754	alexandra c	21:21:55

Tabla. 5.1. Lista de mensajes recibidos en el servidor SMS en el minuto de mayor congestión del sistema

- El dispositivo móvil utilizado, tiene la capacidad de almacenar hasta 35 mensajes en una memoria principal y 200 en una memoria secundaria.
- El dispositivo móvil recibió en promedio un mensaje por cada 1,5 segundos, debido a la velocidad de la red GSM durante la elección.
- El sistema puede procesar 35 mensajes en 10 segundos, lo que teóricamente implica que el sistema puede procesar mínimo 210 mensajes por minuto; sin emitir mensajes de respuesta.

c. Comprobación de errores en el formato

Los mensajes enviados desde el servidor tienen una completa integridad, porque los caracteres de cada mensaje se transmiten correctamente a excepción de los

caracteres que no corresponden al código ASCII estándar, tales como: la ñ y las vocales con tilde.

Por lo tanto se reemplazan los caracteres ñ y las vocales con tilde a los caracteres ASCII estándar n y las vocales sin tilde, respectivamente. Además se ha incluido en el sistema un algoritmo para intercambiar las palabras mayúsculas por minúsculas.

5.2.2. Facilidad de operación del sistema

Para determinar la facilidad de operación del sistema se analizan los siguientes factores:

a. Facilidad de interacción de la aplicación con el usuario

La interacción del usuario con la aplicación se realiza a través de una interfase web, la cual es práctica y su utilización es intuitiva. Experiencias realizadas con alumnos de la FIE demuestran que un adiestramiento de 15 minutos es suficiente para la correcta utilización del sistema.

b. Comportamiento ante la no disponibilidad del servicio o apagado accidental del terminal

En caso de que el dispositivo móvil no funcione correctamente, la comunicación entre los usuarios y el sistema no será posible, pero dado que el sistema interactúa con bases de datos y utiliza el dispositivo móvil solamente para la comunicación, el usuario del sistema podrá revisar la información almacenada en el sistema hasta antes de que el fallo sucediera. En caso de que el sistema está fuera de servicio, el mensaje es guardado en el centro de mensajes (MXE) de la operadora y enviado de nuevo cuando el dispositivo GSM del sistema esté encendido.

5.2.3. Desempeño del sistema

A continuación se analiza el envío de mensajes por unidad de tiempo para establecer un estimado de mensajes por minuto:

Los resultados de las pruebas de envío de mensajes desde el sistema a varios dispositivos móviles, se muestran en las tablas 5.2 y 5.3.

# Mensajes enviados	Calidad de señal (%)	Tiempo	Mensajes perdidos
20	13	2'20''	0
20	13	2'21''	0
20	13	2'18''	0
20	13	2'20''	0
20	13	2'22''	0
20	13	2'18''	0
20	13	2'20''	0
20	13	2'17''	0
20	13	2'19''	0
20	13	2'19''	0
Promedio			2'19''

Tabla. 5.2. Pruebas de envío de mensajes

# Mensajes enviados	Calidad de señal (%)	Tiempo	Mensajes perdidos
20	22	2'12''	0
20	22	2'16''	0
20	22	2'11''	0
20	22	2'15''	0
20	22	2'14''	0
20	22	2'11''	0
20	22	2'15''	0
20	22	2'13''	0
20	22	2'14''	0
20	22	2'16''	0
Promedio			2'13''

Tabla. 5.3. Pruebas de envío de mensajes

Las diferencias en las tablas son la calidad de señal y el tiempo de envío de mensajes. Se puede observar que la calidad de la señal es inversamente proporcional al tiempo de envío de mensajes.

De las pruebas de envío se obtuvieron los siguientes resultados:

- La velocidad de envío de mensajes depende primordialmente de la calidad de la señal en el dispositivo móvil y la disponibilidad del servicio en la red GSM.
- La velocidad de envío de mensajes puede verse afectada por retardos causados por el software de administración, conexiones físicas defectuosas, entre otras.
- Con una calidad de señal de 22%, el tiempo promedio que tarda en ser enviado un mensaje es de 7 segundos, con una confiabilidad de envío del 100%.
- Con este sistema se logra el envío de 8 mensajes por minuto con una confiabilidad del 100%.

5.2.4. Compatibilidad

La aplicación es compatible con todo tipo de dispositivos móviles de tecnología GSM que soporten el envío de mensajes de texto, ya que todos ellos deben cumplir con las especificaciones ETSI 03.40, las cuales establecen el set de comandos AT válidos para la gestión de mensajes de texto.

El lenguaje de programación Java posee la característica JVM (Java Virtual Machine), que permite que la aplicación pueda ser implementada sobre cualquier tipo de plataforma, ya sea Windows, Linux, Solaris, etc.

5.2.5. Seguridad

La seguridad del sistema está dada por el proveedor del servicio, debido a que cada operadora utiliza su propia forma de cifrado de mensajes, para respetar la privacidad y mantener la confidencialidad de los mismos.

El acceso a la información que almacena el sistema de gestión de mensajes en la base de datos, es segura debido a la protección que tiene mediante nombre de usuario y contraseña.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se pudieron cumplir satisfactoriamente los objetivos planteados para el presente proyecto. El sistema ha sido probado en un evento social de la Facultad en el que su desempeño fue satisfactorio.
- La interfaz WEB para administrador y clientes, hace que la operación del sistema sea sencilla y de fácil acceso.
- Se ha logrado obtener un sistema de bajo costo debido a que integra su propio equipo de comunicaciones, además cumple con los requerimientos analizados en el capítulo tres.
- En cuanto al rendimiento se tiene que el sistema alcanza un envío de nueve mensajes por minuto, lográndose un mayor rendimiento si se conoce que el número máximo de mensajes para este tipo de sistemas es de diez.
- Para la recepción y procesamiento de mensajes, el principal retardo radica en la red GSM y no en el equipo de recepción utilizado.
- El estudio de futuros servicios con proyección institucional para alumnos, muestran que los de mayor aceptación son los de consultas de horarios de clases, consultas de monto a pagar por matrícula, reservaciones de aulas, video proyectores y laboratorios.

- Existe total aceptación de los servicios de mensajería SMS por parte de los administrativos de diferentes Facultades de la Escuela Politécnica del Ejército, en especial el servicio de convocatorias a reuniones de trabajo.

RECOMENDACIONES

- En caso de que el rendimiento del sistema decaiga por la magnitud del volumen de tráfico, utilizar una línea GSM para transmisión y otra para el envío, esto mejorará notablemente el rendimiento del sistema.
- Se recomienda contratar una línea directa SMSC con una operadora celular para poder manejar casillas o buzones con un número único como el 2020 para hacer más fácil el uso del sistema y mejorar su desempeño pues ya no se necesitaría disponer de módems GSM sino de una conexión directa a una INTRANET.
- Para el desarrollo de aplicaciones que utilicen puertos, se recomienda desarrollar previamente programas sencillos para probar la conectividad con el dispositivo.
- En caso de haber problemas de funcionamiento, en primer lugar se debe revisar las conexiones físicas del dispositivo ya que constituyen la razón más probable de fallo.
- Se recomienda el uso del sistema para usuarios de la operadora Movistar, debido a que el costo por mensaje se triplica cuando se trata de otras operadoras. La encuesta analizada en el capítulo tres, muestra que el 70% de la población, utiliza los servicios de la operadora mencionada.

BIBLIOGRAFÍA

- JOYANES AGUILAR, Luis, **Java2: Manual de programación**, tomo 1, cuarta edición, McGraw Hill, Madrid 2001, 542 p.
- BOBADILLA SANCHO, Jesús, **Comunicaciones y bases de datos con Java a través de ejemplos**, tomo 1, segunda edición, Alfaomega, México 2003, 233p.
- LEA, Doug, **Programación concurrente en Java**, tomo 1, segunda edición, Addison Wesley, Madrid 2001, 430 p.
- CEBALLOS, Francisco, **Java 2: Curso de programación**, tomo 1, segunda edición, Alfaomega, Madrid 2000, 778 p.
- HEINE, Gunnar, **GSM networks: protocols, terminology and implementation**, tomo 1, primera edición, Artech House Publishers, Boston 1999, 416p.
- MEHROTRA, Asha, **GSM system engineering**, tomo 1, primera edición, Artech House Publishers, Boston 1997, 450p.
- DUNLOP, J, **Telecommunications engineering**, tomo 1, tercera edición, Chapman and Hall, Inglaterra 1984, 589p.
- <http://java.sun.com/products/javacomm>, comunicación serial en Java
- <http://www.itapizaco.edu.mx/paginas/JavaTut/froufe/parte19/cap19-2.html>, API de comunicaciones.
- <http://www.dreamfabric.com/sms>, SMS y el formato PDU.

ANEXO 1

ENCUESTA - FIE

ENCUESTA – FIE

Se ha desarrollado un servidor de mensajes de texto a celulares, el cual permitirá que los estudiantes tengan acceso a mejores servicios y para ello se desean conocer algunos aspectos importantes para su implementación.

Los mensajes que usted envía al sistema y que se mencionan en la presente encuesta, tienen el mismo costo que enviar un SMS a uno de sus contactos.

1. ¿Qué operadora celular utiliza?



2. ¿Consultaría usted sus notas enviando un mensaje de texto?

Si

No



3. ¿Considera importante tener la oportunidad de recibir comunicados en su celular, tales como: convocatorias, informativos y avisos?

Si

No



4. Revisa usted sus calificaciones desde Internet con una frecuencia semanal de:

1 - 5 veces.

6 - 10 veces.

11 - 20 veces.

> 20 veces.

5. Cuáles de los siguientes servicios utilizaría usted:

Consulta de notas.

Información de eventos.

Encuestas

Inscripciones a conferencias, seminarios, campeonatos deportivos.



ANEXO 2

TABLA DE CÓDIGOS ASCII

ASCII character table



BBDSOFT

Software design, development,
installation,
test and support services for industrial
automation

Home About News Products and Services Downloads Contact Us

ASCII character table

Dec	Hex	ASCII	Key
0	00	NUL (null)	ctrl @
1	01	SOH (start of heading)	ctrl A
2	02	STX (start of text)	ctrl B
3	03	ETX (end of text)	ctrl C
4	04	EOT (end of transmission)	ctrl D
5	05	ENQ (enquiry)	ctrl E
6	06	ACK (acknowledge)	ctrl F
7	07	BEL (bell)	ctrl G
8	08	BS (backspace)	ctrl H
9	09	HT (horizontal tab)	ctrl I
10	0A	LF (line feed)	ctrl J
11	0B	VT (vertical tab)	ctrl K
12	0C	FF (form feed)	ctrl L
13	0D	CR (carriage return)	ctrl M
14	0E	SO (shift out)	ctrl N
15	0F	SI (shift in)	ctrl O
16	10	DLE (data link escape)	ctrl P
17	11	DC1 (device control 1)	ctrl Q

ASCII character table

18	12	DC2 (device control 2)	ctrl R
19	13	DC3 (device control 3)	ctrl S
20	14	DC4 (device control 4)	ctrl T
21	15	NAK (negative acknowledge)	ctrl U
22	16	SYN (synchronous idle)	ctrl V
23	17	ETB (end of transmission block)	ctrl W
24	18	CAN (cancel)	ctrl X
25	19	EM (end of medium)	ctrl Y
26	1A	SUB (substitute)	ctrl Z
27	1B	ESC (escape)	ctrl [
28	1C	FS (file separator)	ctrl \
29	1D	GS (group separator)	ctrl]
30	1E	RS (record separator)	ctrl ^
31	1F	US (unit separator)	ctrl _
32	20	SP (space)	
33	21	!	
34	22	"	
35	23	#	
36	24	\$	
37	25	%	
38	26	&	
39	27	'	
40	28	(
41	29)	
42	2A	*	

ASCII character table

43	2B	+	
44	2C	,	
45	2D	-	
46	2E	.	
47	2F	/	
48	30	0	
49	31	1	
50	32	2	
51	33	3	
52	34	4	
53	35	5	
54	36	6	
55	37	7	
56	38	8	
57	39	9	
58	3A	:	
59	3B	;	
60	3C	<	
61	3D	=	
62	3E	>	
63	3F	?	
64	40	@	
65	41	A	
66	42	B	
67	43	C	

ASCII character table

68	44	D	
69	45	E	
70	46	F	
71	47	G	
72	48	H	
73	49	I	
74	4A	J	
75	4B	K	
76	4C	L	
77	4D	M	
78	4E	N	
79	4F	O	
80	50	P	
81	51	Q	
82	52	R	
83	53	S	
84	54	T	
85	55	U	
86	56	V	
87	57	W	
88	58	X	
89	59	Y	
90	5A	Z	
91	5B	[
92	5C	\	

ASCII character table

93	5D]	
94	5E	^	
95	5F	_	
96	60	`	
97	61	a	
98	62	b	
99	63	c	
100	64	d	
101	65	e	
102	66	f	
103	67	g	
104	68	h	
105	69	i	
106	6A	j	
107	6B	k	
108	6C	l	
109	6D	m	
110	6E	n	
111	6F	o	
112	70	p	
113	71	q	
114	72	r	
115	73	s	
116	74	t	
117	75	u	

ASCII character table

118	76	v	
119	77	w	
120	78	x	
121	79	y	
122	7A	z	
123	7B	{	
124	7C		
125	7D	}	
126	7E	~	
127	7F	DEL	

ANEXO 3

ENCUESTA DE FUTUROS SERVICIOS PARA ESTUDIANTES

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

ENCUESTA SERVICIO SMS

Se ha desarrollado un servidor de mensajes de texto a celulares, el cual permite que los estudiantes tengan acceso a los servicios de consulta de notas, inscripciones e informativos para la FIE. Los mensajes que usted envía al sistema, tienen el mismo costo que enviar un SMS a uno de sus contactos.

La presente encuesta se realiza para determinar los servicios de mensajería que el estudiante requiere.

¿A cuáles de los siguientes servicios le gustaría acceder desde su celular?

- Consulta de horarios de clases y número de aula.
- Consulta del monto a pagar por matrícula.
- Votaciones.(Ej: elección de la reina).
- Publicidad.
- Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
- Reservaciones de aulas, video proyector, laboratorios.
- Informes sobre vencimiento de plazos, renovación de becas y renovación de carnet.
- Consulta de horarios de atención. (Ej: secretaría, audiovisuales y biblioteca).
- Servicios sociales. (Ej: se ha extraviado una billetera).
- Buzón de sugerencias.

Otros servicios : Especifique

Gracias por su colaboración.

ANEXO 4

ENCUESTA DE FUTUROS SERVICIOS PARA PROFESORES

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

ENCUESTA SERVICIO SMS

Se ha desarrollado un servidor de mensajes de texto a celulares, el cual permite que los estudiantes tengan acceso a los servicios de consulta de notas, inscripciones e informativos para la FIE. Los mensajes que usted envía al sistema tienen el mismo costo que enviar un SMS a uno de sus contactos.

La presente encuesta se realiza para determinar los servicios de mensajería que el docente requiere.

¿A cuáles de los siguientes servicios le gustaría acceder desde su celular?

- Consulta de horarios de clases y número de aula.
- Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
- Convocatorias a reuniones de trabajo.
- Reservaciones de aulas, video proyector y laboratorios.
- Informes sobre vencimiento de plazos para pasar notas.
- Buzón de sugerencias.

Otros servicios: Especifique

Gracias por su colaboración.

ANEXO 5

ENCUESTA DE FUTUROS SERVICIOS PARA DIRECTIVOS

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

ENCUESTA SERVICIO SMS

Se ha desarrollado un servidor de mensajes de texto a celulares, el cual permite que los estudiantes tengan acceso a los servicios de consulta de notas, inscripciones e informativos para la FIE. Los mensajes que usted envía al sistema, tienen el mismo costo que enviar un SMS a uno de sus contactos.

La presente encuesta se realiza para determinar los servicios de mensajería que el personal administrativo requiere.

¿Le gustaría que los servicios de mensajes SMS estén disponibles para la facultad en la que usted labora? SI NO Nombre de la facultad: _____

¿A cuáles de los siguientes servicios le gustaría acceder desde su celular?

- Convocatorias a fiestas, celebraciones y concursos.
- Convocatorias a reuniones de trabajo.
- Votaciones.(Ej: elección de la reina).
- Publicidad.
- Buzón de sugerencias.

Otros servicios: Especifique

Gracias por su colaboración.

ANEXO 6

MANUAL DE USUARIO WEB

Manual de Usuario Web

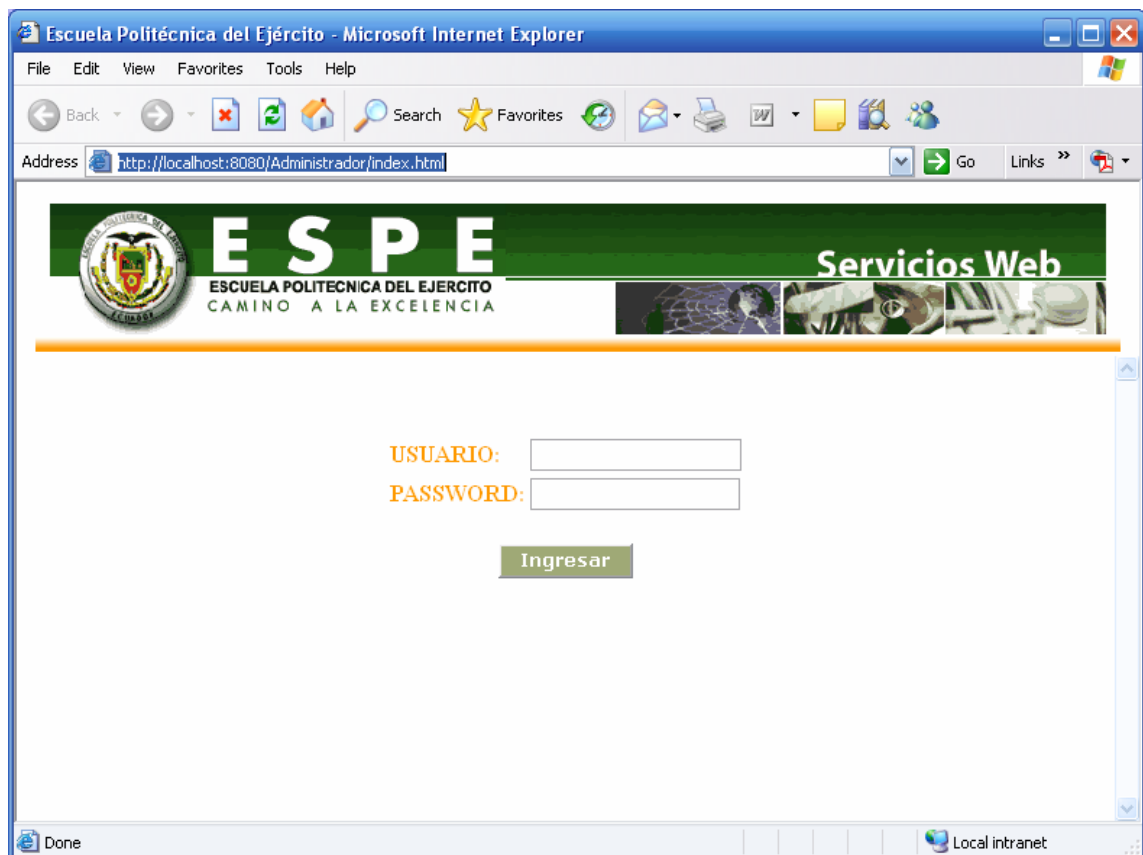
La interfase WEB de la aplicación, permite el manejo de dos tipos de usuario y son:

1. Administrador.
2. Cliente.

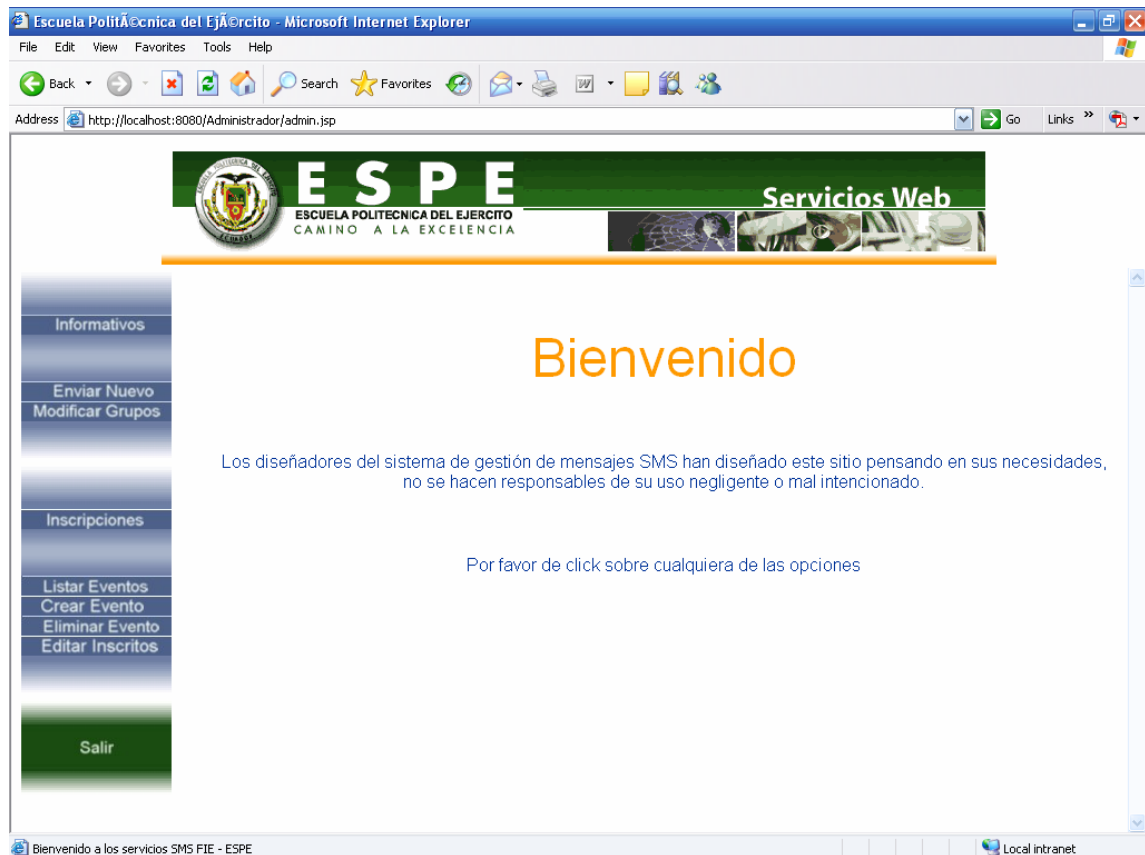
1. Administrador.

Desde su navegador de Internet preferido, puede ingresar a la página index.html de acuerdo a la dirección del servidor WEB donde se configuró el sistema de menajes. Pero si se encuentra en el mismo servidor, la dirección será: <http://localhost:8080/Administrador/index.html>.

Aparecerá la siguiente pantalla para ingresar la contraseña y el nombre del usuario:



Una vez ingresados el nombre de usuario y contraseña, pulse el botón “Ingresar” para ingresar a la pantalla principal, como se muestra a continuación:



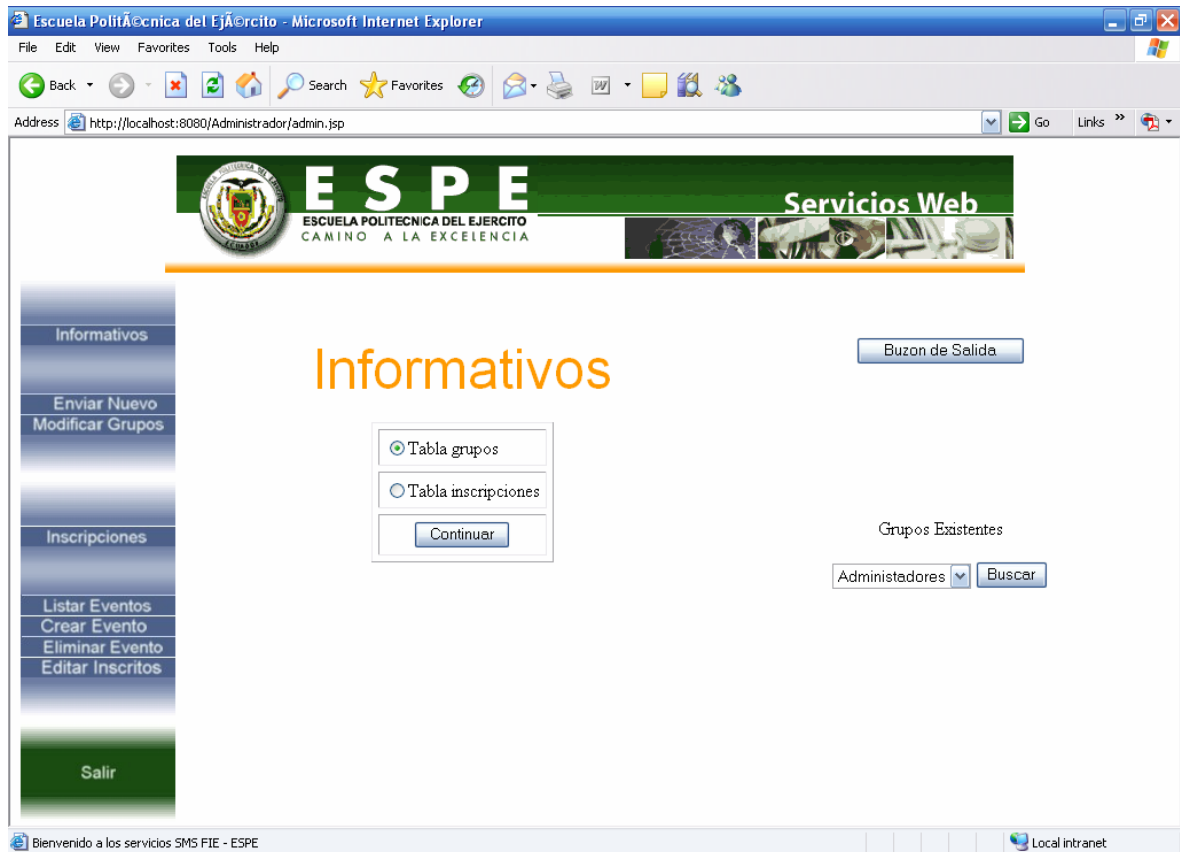
Esta pantalla principal tiene el siguiente menú:

- a. Servicio de informativos.
- b. Servicio de inscripciones.

a. Menú del servicio de informativos

1. Enviar Nuevo

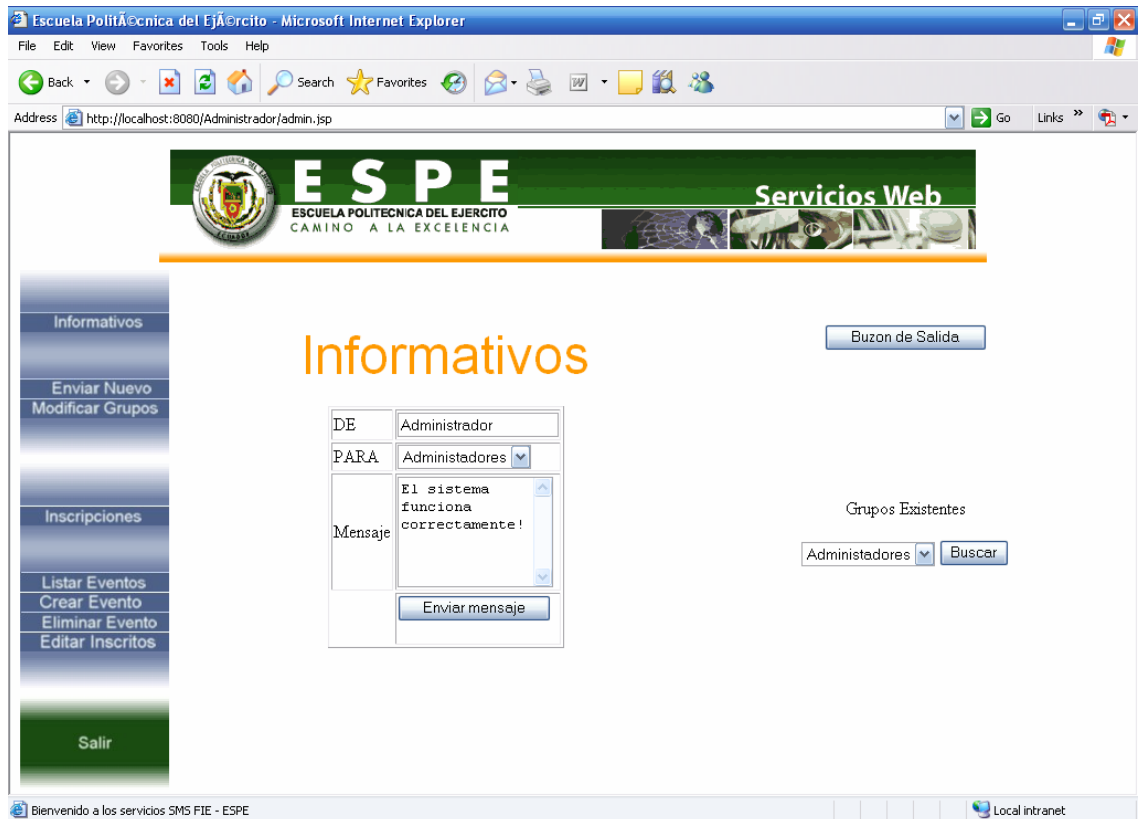
Esta opción permite enviar mensajes a grupos de personas que se encuentren registradas en el sistema dentro de los grupos o dentro de las inscripciones a eventos, por lo que es necesario especificar el origen de los datos en la pantalla mostrada a continuación:



Una vez seleccionado el origen de los datos presionar sobre el botón continuar, para desplegar la pantalla en la que se ingresan tres parámetros:

- Nombre o identificación de la persona que envía el mensaje.
- El grupo al que se desea enviar el mensaje.
- El texto del mensaje que se desea enviar.

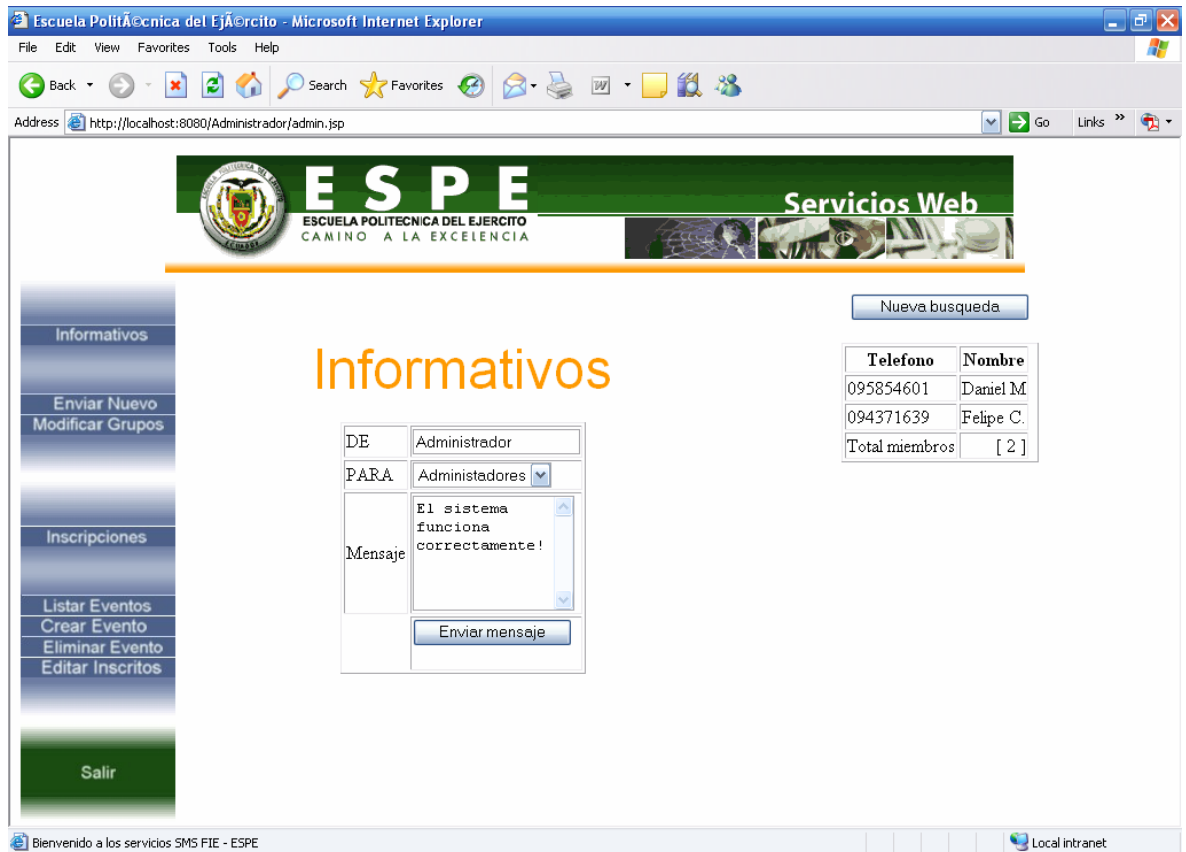
Como se muestra en la siguiente figura, el administrador es el que envía el mensaje, hacia el grupo Administradores, y el mensaje que se enviará a los miembros de dicho grupo es “El sistema funciona correctamente!”.



El envío del mensaje se realiza pulsando el botón “Enviar mensaje”, luego de lo cual se envían los mensajes al buzón de salida, para que posteriormente el servidor de mensajes de texto envíe a los dispositivos móviles.

En la parte derecha de la pantalla aparece el botón “Buzón de Salida”, el cual permite consultar la lista de mensajes que se encuentran pendientes para el envío respectivo.

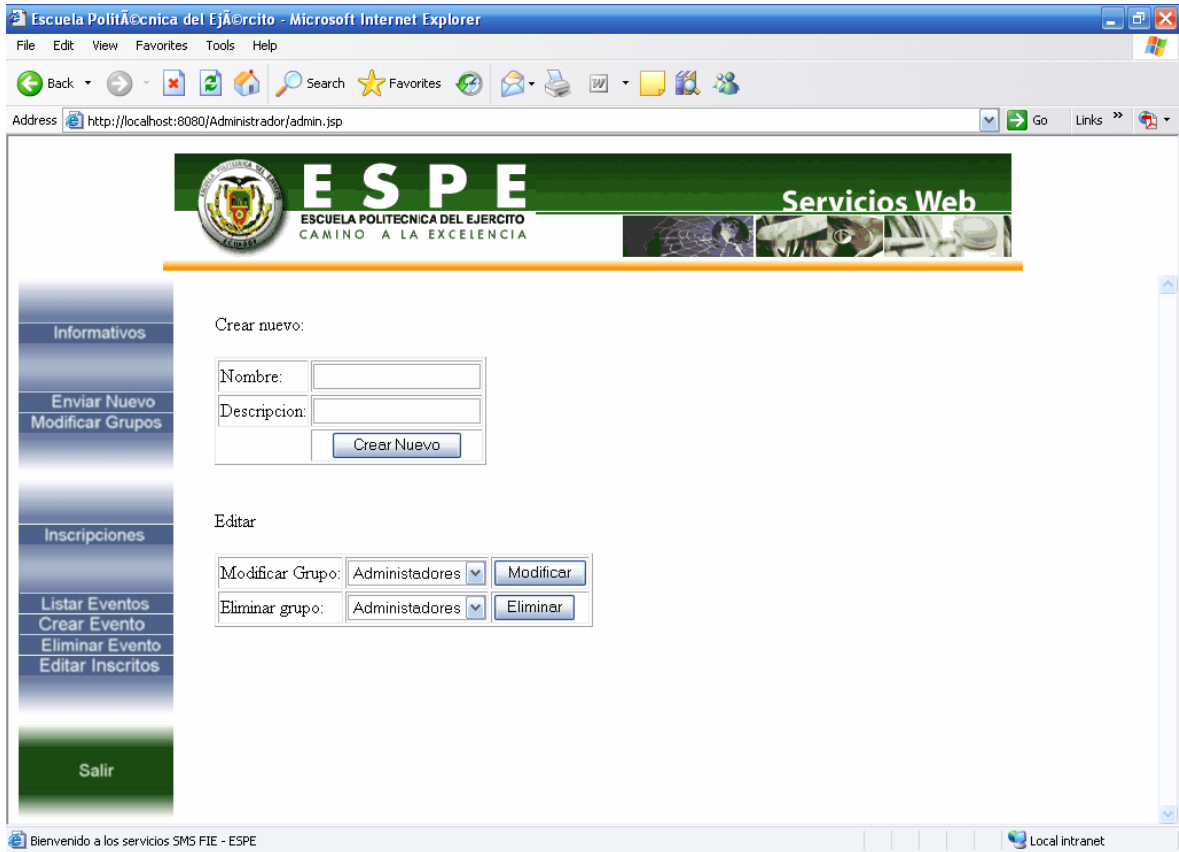
Para desplegar la lista de los dispositivos móviles registrados en cada grupo, basta con seleccionar el grupo en el list box de la derecha y presionar el botón “Buscar” como se muestra en la figura siguiente:



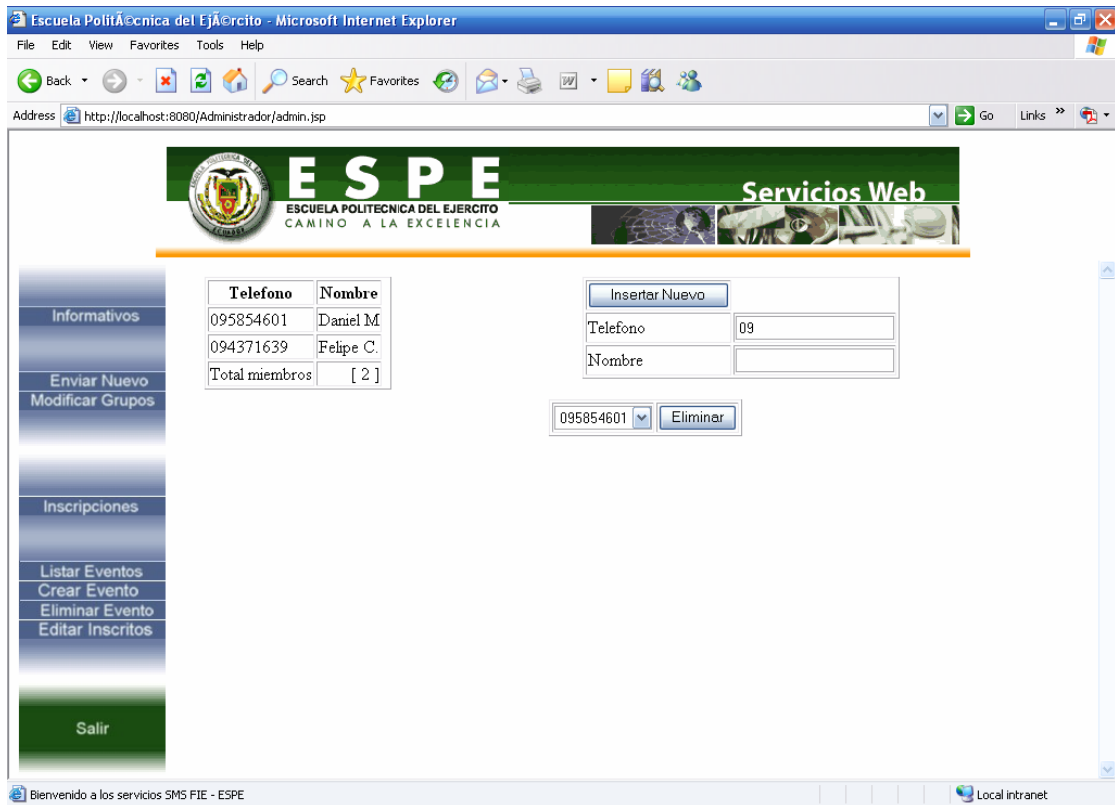
Como se puede ver en la figura anterior, existen dos dispositivos móviles registrados en el grupo “Administradores”, por lo tanto el mensaje será enviado únicamente a ellos.

2. Modificar Grupos

La opción modificación de grupos del servicio de informativos, permite realizar las tareas de creación, modificación y eliminación de grupos, tal como se muestra en la figura siguiente:



La opción de modificar grupo, como se muestra en la figura siguiente, permite insertar o eliminar uno o más dispositivos móviles.



b. Menú del servicio de inscripciones

1. Listar eventos

Esta opción permite obtener la lista de los eventos que han sido creados anteriormente y también muestra una descripción de cada uno con el nombre del responsable del evento, donde el nombre tiene asignada una contraseña que le servirá de seguridad cuando desee revisar o hacer modificaciones a la lista de personas inscritas en dicho evento, la siguiente figura muestra creados dos eventos, uno llamado seminario y otro llamado conferencia.



Nota: El nombre del evento es el mismo que será usado como palabra clave para la inscripción de los usuarios de dispositivos móviles, en este caso para inscribirse en el evento seminario, el usuario del dispositivo móvil deberá enviar un mensaje de texto con las palabras “inscripción seminario xxxxxxxxxxx”, donde xxxxxxxxxxx es el número de cédula ingresado y el sistema busca los nombres y apellidos en la base de datos de la ESPE.

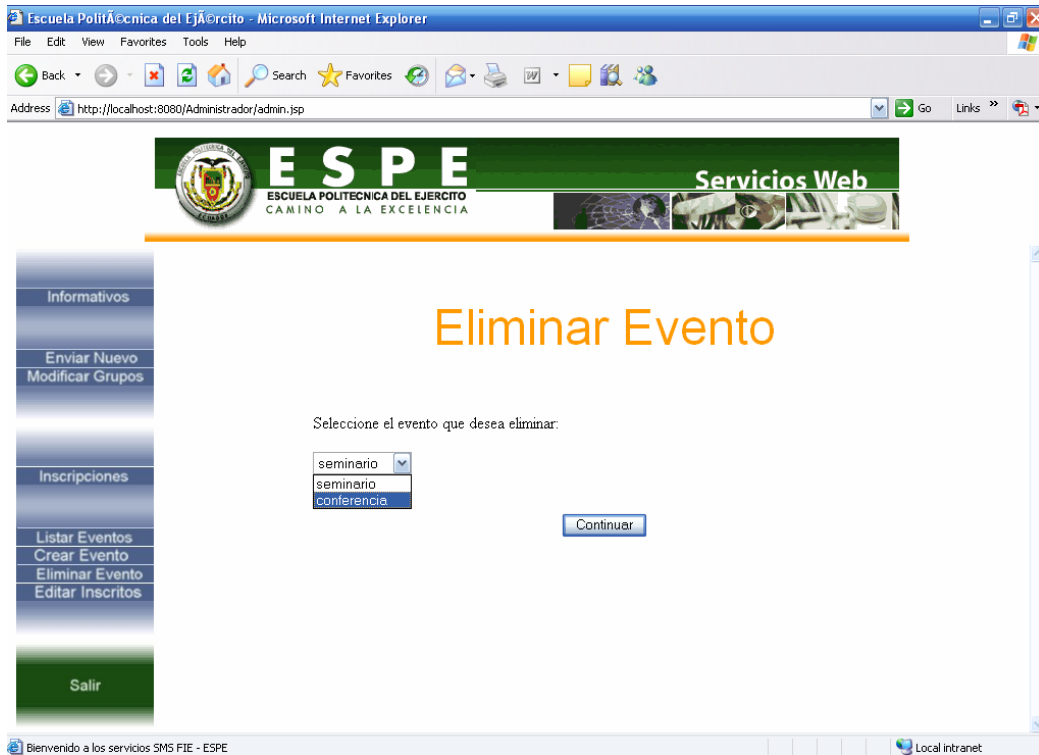
2. Crear Evento

Esta opción permite crear nuevos eventos como por ejemplo: seminario, conferencia, etc, donde no solo pueden ser eventos sino también clubes como parapente, andinismo, etc.

Nota: No es necesario que los usuarios se inscriban previamente en el sistema de mensajes de texto, lo único necesario para una correcta inscripción es enviar el mensaje de texto y pertenecer a la ESPE ya sea como alumno, docente o administrativo.

3. Eliminar Evento

Para eliminar un evento junto con su lista de inscritos, basta con seleccionar el nombre y presionar el botón continuar, como se muestra en la figura siguiente.



4. Editar Inscritos

En primer lugar es necesario seleccionar el nombre del evento del cual se desea modificar la lista de inscritos, tal como se muestra en la figura siguiente:



Luego de pulsar el botón “Continuar”, se despliega una pantalla con la lista de las personas que se han inscrito por medio de su celular y en la parte derecha aparece un conjunto de opciones que permiten al administrador hacer el ingreso, modificación o eliminación de registros, tal como se muestra a continuación.

Escuela Politécnica del Ejército - Microsoft Internet Explorer

Address: http://localhost:8080/Administrador/admin.jsp

ESPE ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO CAMINO A LA EXCELENCIA

Servicios Web

Lista de inscritos

Telefono	Cedula	Nombre
095854601	1717548323	LUIS DANIEL MONTENEGRO ROSERO
094371639	1712350485	LUIS FELIPE CHAVEZ MORALES

Total de alumnos inscritos: [2]

seminario

Listar Inscritos
Insertar Registro
Eliminar Registro

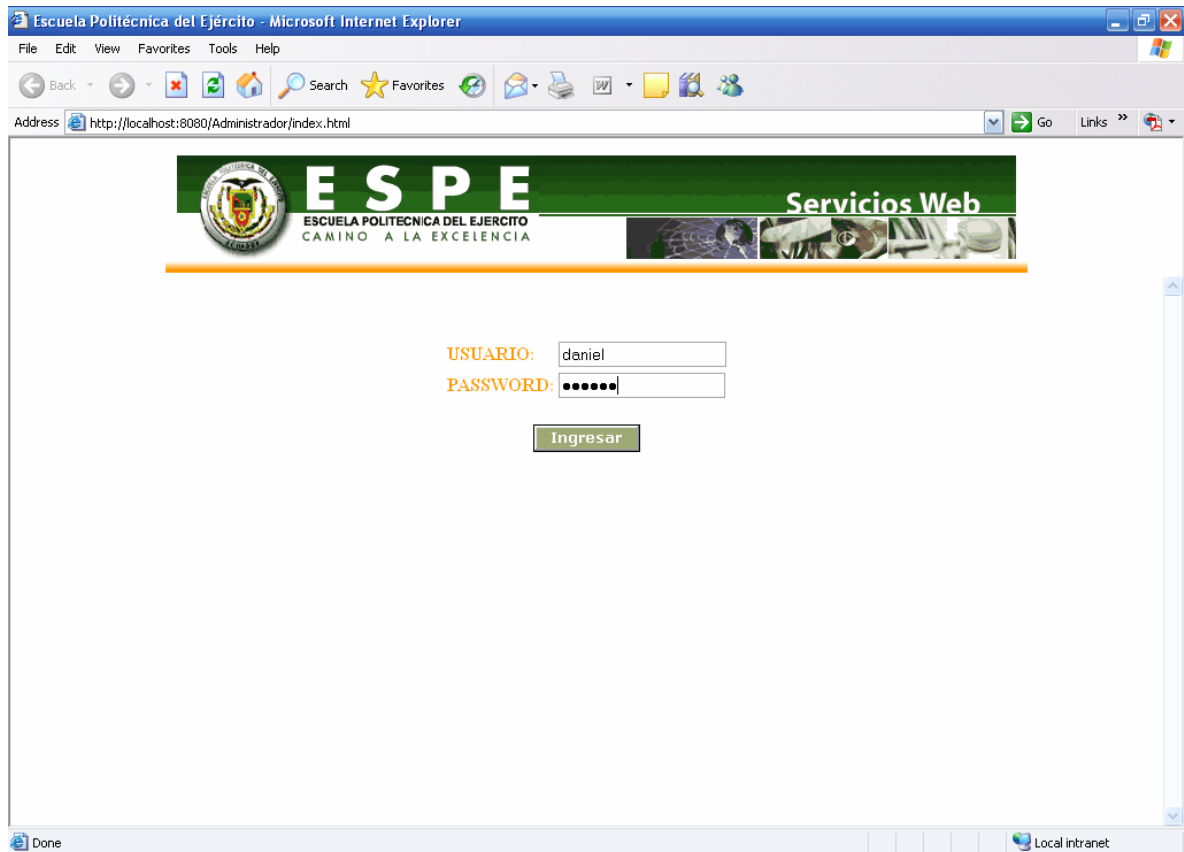
Informativos
Enviar Nuevo
Modificar Grupos
Inscripciones
Listar Eventos
Crear Evento
Eliminar Evento
Editar Inscritos
Salir

Bienvenido a los servicios SMS FIE - ESPE Local intranet

2. Cliente.

Este usuario es exclusivo para el servicio de inscripciones de clientes, en el cual cada evento registra un nombre y contraseña, para que pueda realizar tareas tales como: acceder a la lista de los dispositivos móviles registrados e ingresar campos o modificarlos.

Desde su navegador de Internet, realizar el acceso igual al administrador y aparece la siguiente pantalla:



En la pantalla desplegada ingresar el nombre de usuario y contraseña asignados por el administrador del sistema y presionar el botón “Ingresar”, a continuación se mostrará la pantalla principal en donde se encuentra el menú que permite listar los inscritos, insertar, modificar y eliminar registros.

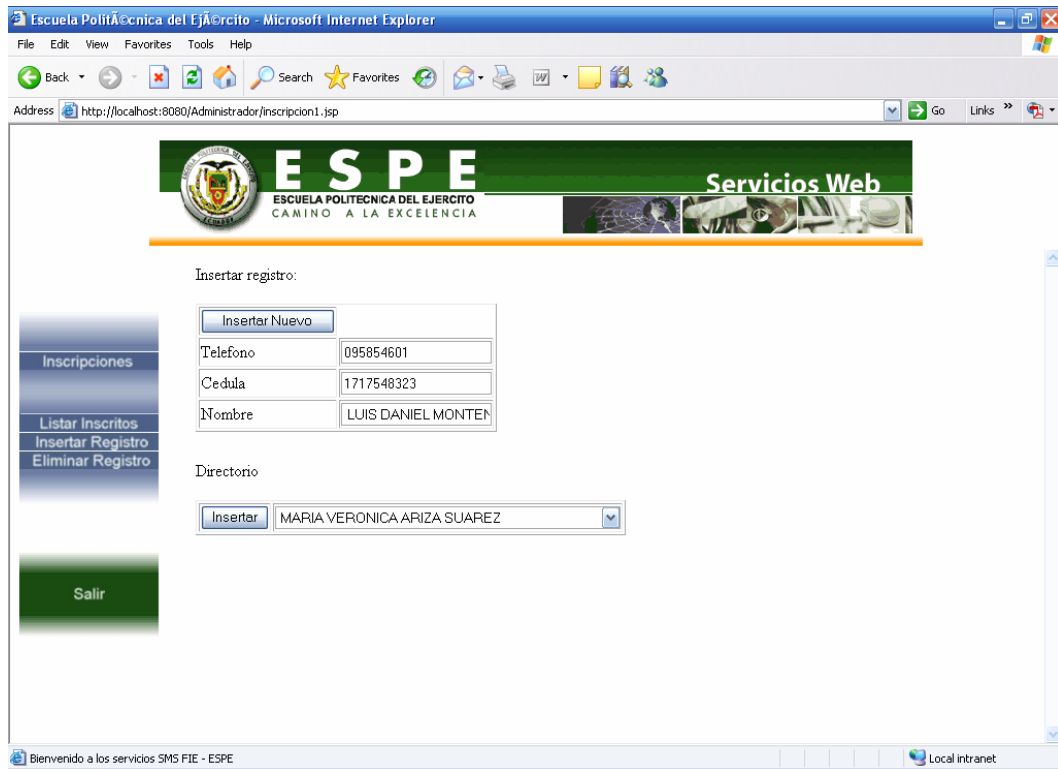
The screenshot shows a web browser window with the following elements:

- Header:** Logo of the Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) and the text "Servicios Web".
- Section Header:** "Sistema de Inscripciones" in large orange text.
- Course:** "seminario".
- Navigation Menu (Left):**
 - Inscripciones
 - Listar Inscritos
 - Insertar Registro
 - Eliminar Registro
 - Salir
- Lista de inscritos:**

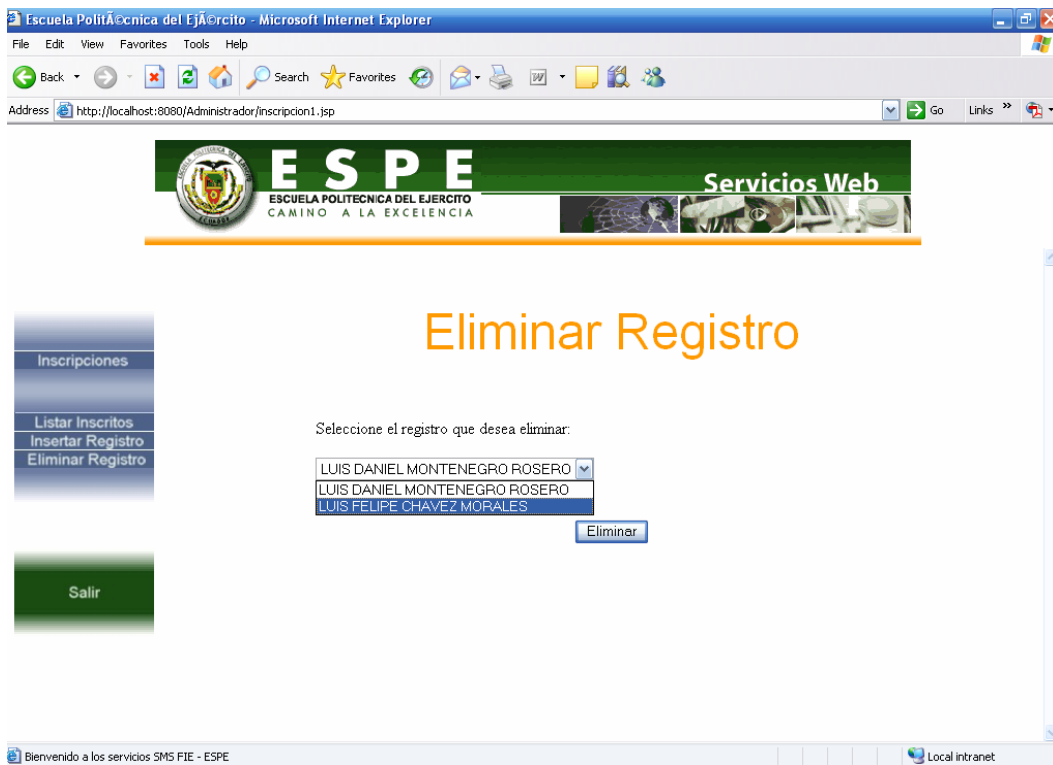
Telefono	Cedula	Nombre
095854601	1717548323	LUIS DANIEL MONTENEGRO ROSERO
094371639	1712350485	LUIS FELIPE CHAVEZ MORALES
- Status:** "Total de alumnos inscritos [2]".
- Footer:** "Bienvenido a los servicios SMS FIE - ESPE" and "Local intranet".

Al pulsar sobre la opción de “insertar registro”, se despliega una pantalla sobre la cual se puede hacer el ingreso de nuevos registros, además brinda la opción de búsqueda rápida en el directorio del sistema, para lo cual es necesario seleccionar el nombre de la persona que se quiere registrar y presionar sobre el botón “Insertar”, entonces se copiarán los datos en la tabla superior.

Para hacer efectivo el ingreso de los nuevos campos del usuario seleccionado en el paso anterior, es necesario presionar sobre el botón “Insertar Nuevo”, como se muestra en la figura siguiente:



Para eliminar un registro, se necesita seleccionar únicamente el nombre y presionar el botón “eliminar”, tal como se muestra en la figura siguiente:



ANEXO 7

MANUAL DE USUARIO SMS

Manual de Usuario SMS

Servicio de docentes

Este servicio está orientado hacia los docentes de la facultad de Ingeniería Electrónica, con la capacidad de enviar mensajes informativos a sus alumnos mediante el servidor de mensajes de texto.

El docente que desee hacer uso de este servicio debe escribir la siguiente información: un mensaje de texto con la palabra docente, precedido de un espacio, el código de la materia, espacio, el paralelo, espacio y el mensaje que desea transmitir.

Los códigos de las materias de la FIE se muestran a continuación.

Código	Materia
01ELE100101	ANALISIS MATEMATICO III
01ELE100102	ANALISIS MATEMATICO IV
01ELE100205	ANTENAS Y GUIAS DE ONDA
01ELE332004	APLICACIONES ORIENTADAS AL WEB I
01ELE332007	APLICACIONES ORIENTADAS AL WEB II
01ELE321905	C.I.M.
01ELE332002	CABLEADO ESTRUCTURADO
01ELE921904	CAD/CAM
01ELE101502	CIRCUITOS ELECTRICOS I
01ELE101504	CIRCUITOS ELECTRICOS II
01ELE311802	CODIFICACION DIGITAL DE SEÑALES
01ELE311803	COMUNICACION DE DATOS
01ELE911808	COMUNICACIONES MÓVILES
01ELE311805	COMUNICACIÓN DIGITAL
01ELE321904	CONTROL DE PROCESOS
01ELE921908	CONTROL DIFUSO
01ELE921902	CONTROL INDUSTRIAL
01ELE921907	CONTROL MODERNO
01ELE101707	ELECTRONICA ANALOGICA Y RADIO FREC.
01ELE101508	ELECTRONICA DE POTENCIA
01ELE101503	ELECTRONICA I
01ELE101505	ELECTRONICA II
01ELE100202	FISICA DE SEMICONDUCTORES
01ELE100201	FISICA III
01ELE102004	FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS.
01ELE921903	INFORMATICA INDUSTRIAL.
01ELE343101	INGLES TECNICO
01ELE921901	INSTALACIONES INDUSTRIALES.

01ELE921905	INSTRUMENTACION BIOMEDICA
01ELE101909	INSTRUMENTACION Y SENSORES-NP.
01ELE101604	INTERFACE CON PC
01ELE911809	INTROD. AL ANALISIS ESPECTRAL DIGITAL
01ELE101801	INTRODUCCION A LA COMUNICACION
01ELE101506	MAQUINAS ELECTRICAS
01ELE911812	MARCO REGULATORIO DE LAS TELECOM.
01ELE101501	MEDIDAS ELECTRICAS
01ELE100702	METOD.DEL TRABAJO CIENTIFICO-NP.
01ELE100105	METODOS NUMERICOS
01ELE101605	MICROCONTROLADORES.
01ELE101603	MICROPROCESADORES
01ELE321902	PLC-NP.
01ELE100106	PROBABILIDAD Y PROC. ESTOCASTICOS
01ELE101802	PROCESO DIGITAL DE SEÑALES
01ELE100401	PROGRAMACION I.
01ELE100402	PROGRAMACION II.
01ELE100403	PROGRAMACION III.
01ELE311801	RADIO ENLACE DIGIT.Y MEDICIONES-NP.
01ELE911801	RADIOENLACE ANALOGICO
01ELE101803	REDES DE COMUNICACIONES
01ELE321903	ROBOTICA-NP.
01ELE321901	SIST.HIDRAULICOS Y NEUMATICOS
01ELE311804	SISTEMAS AVANZADOS DE TELECOMUNIC.
01ELE101906	SISTEMAS DE CONTROL I
01ELE101907	SISTEMAS DE CONTROL II
01ELE101601	SISTEMAS DIGITALES I
01ELE101602	SISTEMAS DIGITALES II
01ELE100103	SISTEMAS LINEALES
01ELE911803	TELEVISION.
01ELE100203	TEORIA ELECTROMAGNETICA I
01ELE100204	TEORIA ELECTROMAGNETICA II
01ELE911804	TOPICOS ESPECIALES DE DSP'S

Nota: Únicamente los alumnos que se encuentren suscritos al servicio de mensajes podrán acceder a éste servicio.

Los alumnos de la FIE podrán utilizar los siguientes servicios:

1. Suscripción a los servicios.
2. Consulta de notas.
3. Inscripciones.

1. Suscripción al servicio SMS ESPE

Los alumnos que deseen inscribirse en este servicio, deben enviar un mensaje de texto con las palabras ESPE, espacio, número de cédula. Únicamente las personas que se inscriban, podrán recibir los mensajes de los docentes.

En caso de que alguien extravíe o cambie su número de celular, deberá inscribirse desde el nuevo número de celular con la palabra espe y su número de cédula, para que el sistema actualice el nuevo número automáticamente.

2. Consulta de notas

Para consultar las calificaciones el estudiante debe enviar un mensaje de texto con las palabras: notas, espacio y número de cédula. El sistema consultará las calificaciones y enviará un mensaje de respuesta lo antes posible.

3. Inscripciones

Para inscribirse en un evento o en un club el interesado debe enviar un mensaje de texto con las palabras: inscripción, espacio, nombre del evento, espacio y número de cédula. De esta manera el sistema consulta el nombre completo de la base de datos de la ESPE y almacena la información, para que el administrador o el responsable del evento pueda utilizar los datos necesarios para fines consiguientes.

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I: TECNOLOGIA GSM

Figura. 1.1.	Suscriptores celulares alrededor del mundo	1
Figura. 1.2.	Elementos de una red GSM	14
Figura. 1.3.	Estación móvil GSM	18
Figura. 1.4.	Tarjeta SIM	20
Figura. 1.5.	Pines de una SIM	21
Figura. 1.6.	Áreas de una red GSM	22
Figura. 1.7.	Áreas de localización – LA	22
Figura. 1.8.	Áreas de servicio MSC/VLR	23

CAPITULO II: SISTEMAS DE GESTION DE MENSAJES DE TEXTO SMS

Figura. 2.1.	Elementos de un sistema de gestión de mensajes de texto (SMS)	25
Figura. 2.2.	Módem GSM	26
Figura. 2.3.	Cadena de caracteres del mensaje hellohello	32
Figura. 2.4.	Secuencia de octetos	32
Figura. 2.5.	Mensaje hellohello en septetos	34
Figura. 2.6.	Mensaje hellohello en octetos	35
Figura. 2.7.	Ediciones de Java para dispositivos programables	47
Figura. 2.8.	Funcionamiento general del sistema	48

CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

Figura. 3.1.	Equipo de comunicación - teléfono NOKIA 3220	68
Figura. 3.2.	Cable DKU-5	69
Figura. 3.3.	Número de puerto asignado por el sistema de operativo	69
Figura. 3.4.	Configuración de conexión	70

Figura. 3.5.	Configuración del puerto	70
Figura. 3.6.	Verificación de conectividad módem-PC	71
Figura. 3.7.	Diagrama de comunicaciones ente dispositivos	72
Figura. 3.8.	Diagrama de funcionamiento del API de comunicaciones de Java	73
Figura. 3.9.	Administración del servidor SMS	87
Figura. 3.10.	Procesamiento de mensajes SMS	88
Figura. 3.11.	Envío de mensajes SMS	89
Figura. 3.12.	Clave ESPE / Registro de número y cédula	90
Figura. 3.13.	Clave Notas / Consulta de notas presencial	91
Figura. 3.14.	Clave Docente/ Búsqueda de alumnos inscritos	92
Figura. 3.15.	Clave Inscripción / Clasificar por tipo de evento	93
Figura. 3.16.	Página de inicio del software de administrador/cliente	94
Figura. 3.17.	Hardware básico para realizar una aplicación WEB	95
Figura. 3.18.	Página WEB para software de administración del servidor de mensajería corta	96
Figura. 3.19.	Manejo de páginas WEB estáticas	97
Figura. 3.20.	Manejo de páginas WEB dinámicas	98
Figura. 3.21.	Página WEB dinámica	99
Figura. 3.22.	Servidor WEB con servlet y motor JSP	100

CAPITULO IV: FUTURAS APLICACIONES Y SERVICIOS

Figura. 4.1.	Resultados de la encuesta dirigida a estudiantes	107
Figura. 4.2.	Resultados de la encuesta dirigida a profesores	109
Figura. 4.3.	Resultados de la encuesta dirigida a directivos	110

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I: TECNOLOGIA GSM

Tabla. 1.1.	Cronología de los sistemas de telefonía móvil	3
Tabla. 1.2.	Tipos de terminales móviles	19

CAPITULO II: SISTEMAS DE GESTION DE MENSAJES DE TEXTO SMS

Tabla. 2.1.	Tabla Personas en la base de datos	25
Tabla. 2.2.	Tabla Sueldos en la base de datos	26
Tabla. 2.3.	Comandos AT para control del equipo	29
Tabla. 2.4.	Comandos AT para control de llamadas	30
Tabla. 2.5.	Comandos AT para control de SMS	30
Tabla. 2.6.	Octeto inicial	33
Tabla. 2.7.	Información SMSC	33
Tabla. 2.8.	SMS (especificación ETSI GSM 03.40)	33
Tabla. 2.9.	Cadena PDU del mensaje hellohello	36
Tabla. 2.10.	Octeto de tipo de dirección	36
Tabla. 2.11.	Descripción del tipo de número	37
Tabla. 2.12.	Descripción del plan de identificación numérica	37
Tabla. 2.13.	Descripción del primer octeto del mensaje para enviar	38
Tabla. 2.14.	Descripción de los bits del primer octeto del mensaje para envío	38
Tabla. 2.15.	Bits del primer octeto para envío	39
Tabla. 2.16.	Descripción del primer octeto del mensaje para recepción	39
Tabla. 2.17.	Campos del primer octeto del mensaje para recepción	39
Tabla. 2.18.	Bits del octeto del mensaje para recepción	40
Tabla. 2.19.	Bit 7 y Bit 6 del octeto TP – PID	40
Tabla. 2.20.	Bit 5 del octeto TP – PID	40
Tabla. 2.21.	Bits 4, 3, 2, 1 y 0 del octeto TP – PID	41
Tabla. 2.22.	Bits 5, 4, 3, 2, 1 y 0 del octeto TP – PID	42

Tabla. 2.23.	Grupo de codificación TP – DCS	44
Tabla. 2.24.	Períodos de validez (TP-VP)	45
Tabla. 2.25.	Comandos DLL	50
Tabla. 2.26.	Comandos DML	50
Tabla. 2.27.	Cláusulas SQL	51
Tabla. 2.28.	Funciones de agregado	51
Tabla. 2.29.	Tabla Persona	52
Tabla. 2.30.	Respuesta al ejemplo	53
Tabla. 2.31.	Respuesta al ejemplo	54
Tabla. 2.32.	Operadores lógicos	55
Tabla. 2.33.	Operadores de comparación	55
Tabla. 2.34.	Predicados SQL	56
Tabla. 2.35.	Respuesta al ejemplo	57
Tabla. 2.36.	Respuesta al ejemplo	57
Tabla. 2.37.	Respuesta al ejemplo	58
Tabla. 2.38.	Tipos de datos primarios	60

CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

Tabla. 3.1.	Resultado de la encuesta pregunta a	66
Tabla. 3.2.	Resultado de la pregunta b	66
Tabla. 3.3.	Resultado de la pregunta c	66
Tabla. 3.4.	Resultado de la pregunta d	66
Tabla. 3.5.	Resultado de la pregunta e	67
Tabla. 3.6.	Código ASCII de la palabra hellohello	77
Tabla. 3.7.	Código ASCII 7 bits binario de la palabra hellohello	77
Tabla. 3.8.	PDU de 8 bits binario de la palabra hellohello	78
Tabla. 3.9.	PDU de 8 bits binario de la palabra hellohello	78
Tabla. 3.10.	Conversión de octeto Hex a binario de 8 bits	80
Tabla. 3.11.	Conversión de binario de 8 bits a ASCII 7 bits	80
Tabla. 3.12.	Conversión de ASCII 7 bits a ASCII dec	81
Tabla. 3.13.	Conversión de ASCII dec a Char	81
Tabla. 3.14.	Tabla eventos	82
Tabla. 3.15.	Tabla de inscritos	82

Tabla. 3.16.	Tabla de integrantes	83
Tabla. 3.17.	Tabla de grupos de mensajes	83
Tabla. 3.18.	Tabla de usuarios del sistema	84
Tabla. 3.19.	Tabla de registro de mensajes enviados	84

CAPITULO IV: FUTURAS APLICACIONES Y SERVICIOS

Tabla. 4.1.	Resultados de la encuesta dirigida a alumnos.	106
Tabla. 4.2.	Resultados de la encuesta dirigida a alumnos	108
Tabla. 4.3.	Resultados de la encuesta dirigida a directivos	110

CAPITULO V: RENDIMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

Tabla. 5.1.	Lista de mensajes recibidos en el servidor SMS en el minuto de mayor congestionamiento del sistema	114
Tabla. 5.2.	Pruebas de envío de mensajes	116
Tabla. 5.3.	Pruebas de envío de mensajes	116

Sangolquí,

ELABORADO POR:

Sr. Luis Felipe Chávez Morales

Sr. Luis Daniel Montenegro Rosero

AUTORIDADES:

Sr. Ing. Xavier F. Martínez Carrera

Tcrn. de E.M.

Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica

Sr. Ab. Jorge Carvajal

Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Electrónica